

Il restauro della Limonaia Bernini

## VERSO UNA CONSERVAZIONE SOSTENIBILE

di **Anna Raimondi** Studio Feiffer & Raimondi  
anna.raimondi@studiofeiffer.com www.studiofeiffer.com

**[Towards a sustainable conservation]** The project moves on two different aims; on one side the conservation of the architectural ruins in a singular environment, next to the lake of Garda, and, on the other, the research for a new way of studying, in order to join conservation and sustainable architecture. In the field of historical buildings there are not yet any parametric guides to direct the different choices. This study, began since 2004, gets a check list obtained joining either sustainable themes, from new architectural studies in Leed NC and Royal Institute of British Architects, either conservation themes. The intent is to develop the historical and agricultural complex into a new residential use, maintaining the most of existing matter and traditional constructive systems, and, at the same time, introducing technologies and strategies to suite it to new energy saving requirements



### IL CANTIERE

Progetto Architettonico: Studio Feiffer & Raimondi, [www.studiofeiffer.com](http://www.studiofeiffer.com)  
 Progetto Strutturale: Ing. E. Gregorelli, Brescia Progetto Impiantistico: Ing. Ziletti, Brescia  
 Impresa: F.lli Pace, Gargnano (BS) Impianti idrotermici e sanitari: Idrotermica, Travagliato (Bs)  
 Impianti elettrici: Gival di Basseni, Brescia Serramenti: Ferrart, Rovato (Bs)  
 Tempi di realizzazione: 2005 - 2010

**S**viluppo sostenibile è lo sviluppo che è in grado di soddisfare i bisogni della generazione presente, senza compromettere la possibilità che le generazioni future riescano a soddisfare i propri.”

(Dal rapporto «Our common future» del 1987 di Gro Harlem Brundtland, presidente della Commissione mondiale su Ambiente e Sviluppo -World Commission on Environment and Development, WCED)

Parfrasando Brundtland, si potrebbe definire la **conservazione come sostenibile** se in grado di soddisfare sia i bisogni della generazione presente, sia la massima permanenza di materia senza compromettere analoghe possibilità negli interventi futuri riguardo sia all'utilizzo che alla conservazione della materia storica. Un equilibrio sicuramente difficile da raggiungere, ma non impossibile. La maggiore difficoltà è forse rappresentata dall'assenza di un percorso predeterminato, come potrebbe invece sussistere nei casi delle nuove costruzioni, in cui diversi organismi internazionali (Leed NC, Royal Institute of British Architects) si occupano ormai da anni di codificare sistemi di guida alla progettazione sostenibile. Nel caso specifico, nel lontano 2004, lungi dall'idea di definire un

sistema di codifica, si è comunque intrapreso un percorso progettuale alternativo, in un periodo ancora lontano dal dibattito sul tema della conservazione sostenibile. Come linee guida si è effettuata una sorta di check list in cui ai parametri indicati in letteratura per un approccio sostenibile, si sono affiancati alcuni concetti fondativi della conservazione. Ne è emersa una matrice in cui le 6 tematiche salienti caratteristiche dell'architettura sostenibile (**Uso di suolo ed ecologia; Società; Salute; Materiali; Energia; Acqua**), sono ulteriormente specificate e adattate nel caso degli edifici esistenti. La griglia è servita essenzialmente per indirizzare la progettazione, in considerazione della complessità delle tematiche da affrontare nello specifico complesso paesag-

gistico ed architettonico della Limonaia: dalla conservazione architettonica al consolidamento, dal riuso e adeguamento tecnologico all'inserimento ambientale. E' ovvio che non tutti i parametri possono definirsi adeguati per il caso specifico, ma, considerando la difficoltà del nuovo approccio progettuale, è risultato importante partire da una sfera più generica al fine di considerare per non rischiare di non esaminare tutte le possibili scelte. E' altrettanto ovvio che ogni scelta abbia poi delle conseguenze dirette su ulteriori valutazioni progettuali e che la predilezione per alcune tematiche possa essere di discredito per altrettante. Si tratta di scegliere la soluzione considerata migliore e più efficace nell'ottica di un obiettivo ambizioso: la **conservazione sostenibile**.

PARAMETRI ARCHITETTURA SOSTENIBILE	NUOVE COSTRUZIONI	EDIFICI ESISTENTI
<b>USO DI SUOLO ED ECOLOGIA</b>	Utilizzo di aree dismesse	Utilizzo di aree dismesse *
	Densità edilizia appropriata	Riuso di edifici esistenti *
	Investimenti nel paesaggio	Densità edilizia appropriata *
	Trasporti pubblici	Investimenti nel paesaggio *
	Creazione di nuove aree pedonali	Creazione di nuove aree pedonali *
	Effetti sul microclima	
<b>SOCIETÀ</b>	Consultazione con la comunità locale	Consultazione con la comunità locale
	Varietà funzionale	Varietà funzionale
	Contributo al benessere economico e sociale della comunità	Contributo al benessere economico e sociale della comunità
	Amenità a largo raggio	Amenità a largo raggio *
	Cura estetica del paesaggio	Cura estetica del paesaggio *
	Eccellenza estetica	Integrazione urbana
	Collaborazione tra i diversi professionisti coinvolti nel progetto	Collaborazione tra i diversi professionisti coinvolti nel progetto *
	Permanenza del significato storico (stratificazione storica) *	
<b>SALUTE</b>	Comfort per gli abitanti	Comfort per gli abitanti
	Massimo sfruttamento della luce naturale	Massimo sfruttamento della luce naturale *
		Adeguamento destinazioni alle naturali vocazioni architettoniche *
<b>MATERIALI</b>	Conservazione delle risorse naturali	Conservazione delle risorse naturali ed esistenti (autenticità e stratificazione storica) *
	Impiego di materiali riciclati	Impiego di materiali riciclati
	Materiali con un basso consumo di energia grigia	Materiali con un basso consumo di energia grigia *
	Materiali rinnovabili di fonti rintracciabili	Materiali rinnovabili di fonti rintracciabili *
	Materiali non dannosi per l'ozono	Materiali non dannosi per l'ozono
	Materiali privi di composti organici volatili	Materiali privi di composti organici volatili *
	Materiali compatibili con gli esistenti *	
	Sistemi costruttivi tradizionali *	
<b>ENERGIA</b>	Standard elevati di efficienza energetica	Standard elevati di efficienza energetica *
	Impiego di risorse energetiche rinnovabili	Impiego di risorse energetiche rinnovabili *
	Utilizzo di ventilazione naturale	Utilizzo di ventilazione naturale *
	Sfruttamento dell'energia solare passiva	
	Sfruttamento dell'energia geotermica	Sfruttamento dell'energia geotermica *
	Utilizzo di piante per l'ombreggiatura e il raffrescamento	Utilizzo di piante per l'ombreggiatura e il raffrescamento
	Tecnologie poco invasive *	
<b>ACQUA</b>	Utilizzo efficiente dell'acqua	Utilizzo efficiente dell'acqua *
	Raccolta delle acque piovane e grigie	Raccolta delle acque piovane e grigie
	Attenzione alla permeabilità dei suoli	Attenzione alla permeabilità dei suoli *

Tabella 1. Lo schema mette in relazione i principi fondamentali dell'architettura sostenibile con le relative tematiche esplicative riferite alle nuove costruzioni e all'edilizia esistente. Sono contrassegnati in grassetto i temi considerati nel presente progetto di conservazione.



Si sono in parte integrate le porzioni crollate o assenti con nuovi serramenti che riprendono la scansione tipologica dei caselli, piuttosto che con una muratura in sasso sottosquadro

## La fabbrica della Limonaia

Prima di affrontare qualsiasi progetto, e a maggior ragione nel caso di edifici esistenti, è fondamentale procedere dapprima con un attento studio dell'architettura e del paesaggio in cui quest'ultima si inserisce. Il lotto, in località S.Giacomo a Gargnano (BS), si sviluppa per alcune centinaia di metri a ridosso tra la strada comunale superiore ed il lago di Garda. Il complesso costituiva un'antica Limonaia, architettura caratteristica del paesaggio dell'Alto Garda, composta da vari terrazzamenti degradanti verso il lago e delimitati da muri e pilastri in sasso tra cui erano alloggiate le rilevanti piante di limoni, e da **tre edifici**: i primi due centrali e di dimensioni maggiori legati all'utilizzo del fondo (il principale, denominato "casello" con la funzione di ricovero degli elementi di chiusura della limonaia utilizzati nel periodo invernale; e

l'edificio mediano con funzione di **legnaia**, con deposito di legna che veniva bruciata in inverno nel caso di temperature troppo rigide per la coltivazione dei limoni), e il minore fronte lago ad **antica dogana**. La struttura, di origine seicentesca, è tra le più antiche del territorio e la produzione del fondo era tra le maggiori nell'epoca di massima produzione attorno alla metà dell'Ottocento. Da fine '800 la produzione dei limoni sul Lago di Garda va drasticamente diminuendo, complice l'avvento della ferrovia e la diminuzione dei costi di trasporto da località del Meridione, in cui la coltivazione di agrumi richiedeva meno dispendio di energie. Il complesso versava quindi in condizione di abbandono da alcuni decenni. L'assenza delle piante di limoni, il crollo di numerosi pilastri, la ruderizzazione degli antichi

caselli e il proliferare della vegetazione infestante, denotavano in modo dirompente la situazione di abbandono e le recenti vicissitudini dell'avvento della nuova era industriale. Vista l'importanza del complesso per il paesaggio, la comunità locale e gli enti di tutela (tutto il lotto è vincolato come bene monumentale e non solo paesaggistico ex DL 42/2004), il progetto persegue l'obiettivo di salvaguardare la struttura nella sua materia e nel suo significato. Il nuovo uso residenziale, discostandosi da un anacronistico ripristino della produzione coltiva, cerca di adattarsi all'ultimo assetto architettonico, modificando e integrando collegamenti tra ambiente e costruito. Premessa fondamentale per tale approccio è la conoscenza del territorio e non solo della particolare fabbrica, che risulta comunque l'oggetto primario e privilegiato di indagine.



## Il progetto di riuso: la conversione da produttivo a residenza

I tre edifici appartenenti al Lotto, accumulati dalla nuova destinazione di tipo residenziale, mantengono nel progetto la loro autonomia ed identità. Nell'antico "casello" principale (A) sono ricavate 3 unità abitative, nel corpo di fabbrica limitrofo, ex legnaia (B) altre due e nell'edificio fronte lago (C) un'ulteriore piccola abitazione.

Gli interventi più impegnativi sono stati affrontati per quanto riguarda l'antico "casello", in quanto buona parte dell'edificio risultava crollato e pericolante e risultava difficile comprenderne l'effettiva conformazione architettonica. Data la scarsità di notizie storiche in merito all'evoluzione del corpo di fabbrica, ci si è avvalsi di un approfondito studio archeologico sia nell'immediato sottosuolo, sia nella stratigrafia degli elevati. Le tracce riscontrate sono state da guida per la stesura del progetto che da un lato ha ripreso i segni esistenti (quote degli impalcati, falda di copertura, scansione dei

pilastri) e dall'altro ha ripercorso un'ideale chiusura del fabbricato, enunciando chiaramente l'aggiunta rispetto all'esistente. La nuova muratura su fronte lago, necessaria per poter contenere il solaio retrostante, è stata eseguita con materiali analoghi, sassi e malta di calce, attestandosi però in modo retrostante rispetto alla struttura in essere.

Sul retro dell'edificio e sul fronte nord, caratterizzati dall'assenza di

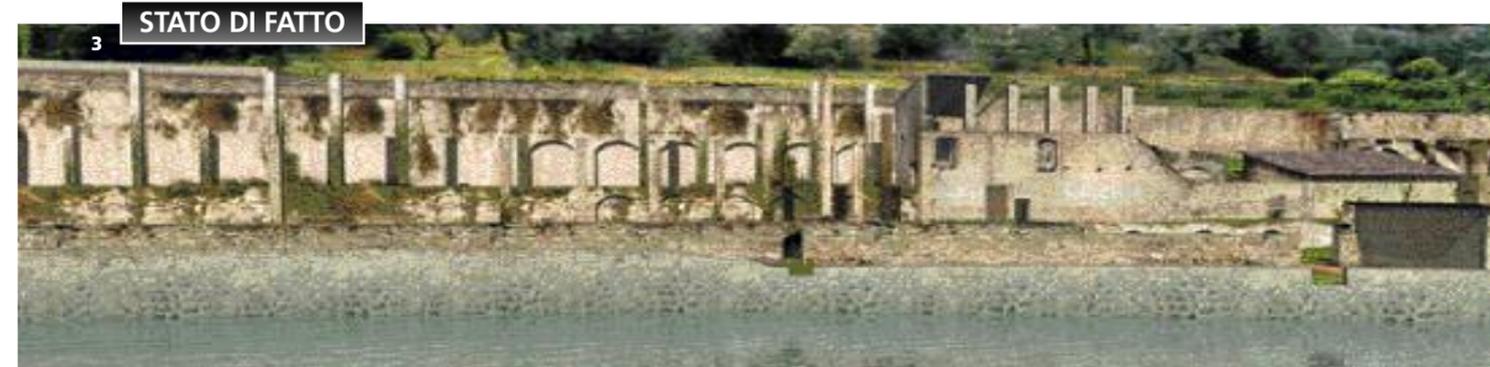
murature e dalla presenza di pilastri di limonaia, si è riproposta la chiusura con serramenti a tutta altezza su modello delle partizioni storiche delle antiche limonaie. Tutte le nuove aperture sono state inserite in prossimità di evidenti tracce di precedenti tamponamenti, adattando eventualmente l'effettiva misura alle aperture limitrofe.

All'interno gli ambienti, tipologicamente caratterizzati dall'assenza

di partizioni, sono stati per quanto possibile mantenuti nella loro massima ampiezza. I locali di servizio sono stati infatti ricavati prevalentemente negli ambienti seminterrati piuttosto che come blocchi di elementi riconoscibili. I collegamenti verticali si sono effettuati attraverso il ripristino di scale esistenti, se presenti, piuttosto che con l'aggiunta di nuovi elementi tecnologici automatizzati di attraversamento dei piani posti all'in-

PARAMETRI ARCHITETTURA SOSTENIBILE VERIFICATI		
USO DI SUOLO ED ECOLOGIA	Riuso di edifici esistenti Densità edilizia appropriata Creazione di una nuova area pedonale	6 unità complessive su 500 mq circa di superficie netta verso chiesa di San Giacomo
SOCIETÀ	Amenità a largo raggio Cura estetica del paesaggio Collaborazione tra i diversi professionisti coinvolti nel progetto Permanenza del significato storico	visibilità sia da terra che da lago ripristino parziale di alcune porzioni di pilastri riorganizzazione dei muri di contenimento semina del terreno architetto, strutturista, impiantista, paesaggista mantenimento dell'identità e del significato delle tracce pervenute
SALUTE	Massimo sfruttamento della luce naturale Adeguamento delle destinazioni alle naturali vocazioni architettoniche Comfort per gli abitanti	gli ambienti non sono frazionati e sfruttano entrambi gli affacci gli spazi di servizio sono collocati in genere nei seminterrati o come nuclei riconoscibili tutela della privacy sia tra i diversi utenti sia rispetto all'ambiente esterno

## FOTOSIMULAZIONI



terno per l'antico casello ed all'esterno per il fabbricato limitrofo. Gli accessi alle singole unità sono tutti indipendenti sfruttando i diversi salti di quota e i numerosi percorsi esterni che permettono di garantire una perfetta privacy tra tutti gli utenti. In assenza di collegamenti esterni opportuni si sono realizzate nuove scale, sempre con materiali e tipologie costruttive locali, che si integrano armoniosamente nel contesto paesaggistico.

Gli scavi archeologici hanno altresì permesso di conoscere la natura del terreno che, in molte zone, si è dimostrato di riporto, così come d'altra parte documentato sia dalle numerose frane succedutesi in zona a partire dalla fine del secolo XIX e sia dai tentativi di rinforzare la spinta della strada soprastante. Ciò ha permesso di capire il significato di alcune aperture tamponate e poste in una posizione attualmente interrata che non lasciava comprenderne la natura. Tutto il terreno di riporto

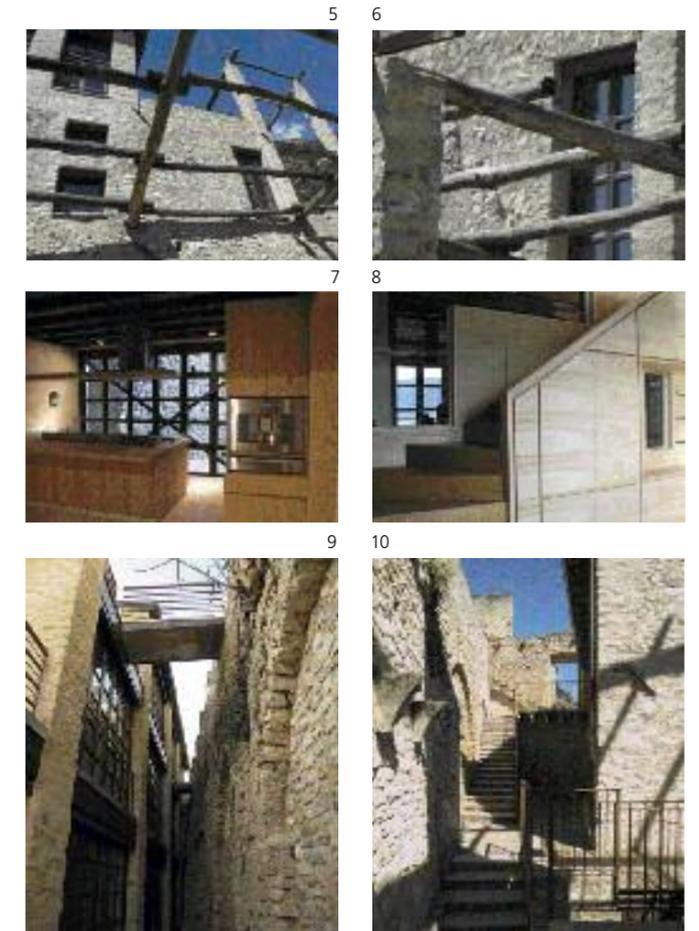
sul retro dell'edificio mediano è stato quindi rimosso, le aperture sono state in parte ripristinate e tutto l'edificio ha così acquisito una nuova spazialità. I nuovi raccordi tra le quote di imposta degli spazi esterni si sono risolti con l'inserimento di una nuova scala in pietra costruita con elementi di recupero. L'attenzione rivolta ad un armonico inserimento tra architettura e ambiente, è perseguita anche al contorno, stabilendo con l'Amministrazione Comunale lo scomputo degli oneri concessori mediante la pavimentazione della strada che dalla Limonaia Bernini prosegue verso la vicina chiesa trecentesca di San Giacomo. Si realizza in questo modo una piacevole continuazione della passeggiata dal centro dell'abitato di Gargnano verso San Giacomo, percorrendo il lungolago sopraelevato, immersi in un ambiente esclusivo in cui importanti ville storiche (a poca distanza da qui si trova la famosa Villa Feltrinelli) e antichi fabbricati si fronteggiano.

5, 6. La porzione ricostruita in sasso sottosquadro. 7, 8. Gli spazi interni lasciano la percezione di unitarietà e la chiara leggibilità degli elementi costruttivi sia storici (pilastri in sasso) sia di nuova rea-

lizzazione (serramenti di chiusura). 9. Sul retro dell'edificio principale i pilastri esistenti, una volta consolidati, sono stati collegati da elementi di chiusura su modello dei serramenti tipici delle anti-

che limonaie. Il risultato è un prospetto completamente vetrato, che mantiene la reciproca identità tra "casello", antica limonaia e muro di contenimento della strada soprastante. 10. La scale di colle-

gamento tra i vari terrazzamenti e le diverse unità sono state realizzate secondo le tecniche costruttive locali e con materiali di recupero, per un inserimento armonico e non dirompente.



## L'adeguamento funzionale tra conservazione e consolidamento sostenibili

*Il precario stato di conservazione dei manufatti, associato alla particolare posizione territoriale su terrazzamenti e inglobato tra la sponda del lago sottostante e la strada comunale soprastante, hanno comportato una serie di delicate operazioni per conservare*

*e al contempo consolidare il delicato equilibrio instaurato nei secoli tra architettura e paesaggio. Messe dapprima in sicurezza le strutture, si è operato per piccoli cantieri stabilendo una priorità di interventi: il consolidamento del muro di contenimento della strada;*

*il consolidamento della muratura ad archi; il rinforzo dei pilastri e la loro parziale ricostruzione; il consolidamento delle strutture di fondazione; la realizzazione dei solai non più esistenti; il recupero della copertura; l'impermeabilizzazione delle strutture interrato.*



14



15



16

13-18. Murature ad archi di contenimento dei terrazzamenti. Il consolidamento prevede l'apposizione di una sovrastruttura in c.a. ancorata con tiranti a perdere, successivamente rivestita con le pietre precedentemente rimosse. Particolare attenzione è stata posta per salvaguardare il corretto drenaggio delle acque piovane attraverso la posa di tubi drenanti passanti e un tappeto tipo Tenax sulla superficie occupata dal getto.

## il consolidamento dei muri di contenimento

Nei vari interventi si sono vagliate diverse possibilità legate a tecnologie e materiali differenti, cercando sempre di privilegiare i sistemi che di volta in volta garantissero il massimo risultato di efficienza e compatibilità. Il metodo prescelto non è stato estremizzato nei confronti della tutela e della sicurezza dell'intero sito, per cui si sono optate tecniche altamente qualificate e consolidate tra i sistemi più all'avanguardia. Si tratta per lo più delle tecnologie adottate per il consolidamento delle murature verso strada. Qui il dislivello esistente tra la quota della strada ed il piano interno di circa 10 m ha imposto un consolidamento puntuale per contenere la strada soprastante e contemporaneamente assicurare la tenuta della muratura ad archi. Il complesso intervento è stato effettuato mediante l'inserimento di micropali e tiranti attivi e passivi entrambi perma-

nenti, collegando ulteriormente il sistema in gabbie metalliche. L'esiguo spazio a disposizione e le differenti quote hanno imposto comunque accorgimenti sull'utilizzo di attrezzature apposite ed opere provvisorie di volta in volta adeguate ai diversi posizionamenti. Un ulteriore consolidamento è stato effettuato per le murature ad arco che nel tempo hanno dovuto adattarsi a contenere spinte sempre maggiori, dovute alle modifiche subite nei secoli per frane e conseguenti

adattamenti del terreno. Le murature di contenimento si sono dovute conformare a contenere spinte diversificate ma in genere sottostimate rispetto agli attuali carichi. La stessa struttura in pietra a sacco legata con malta non assicura un tenace contenimento ai notevoli carichi di spinta. Ogni arcata è stata quindi consolidata inserendo una nuova controparete in c.a. collegata alla muratura retrostante e rivestita nuovamente con le stesse pietre preventivamente rimosse.



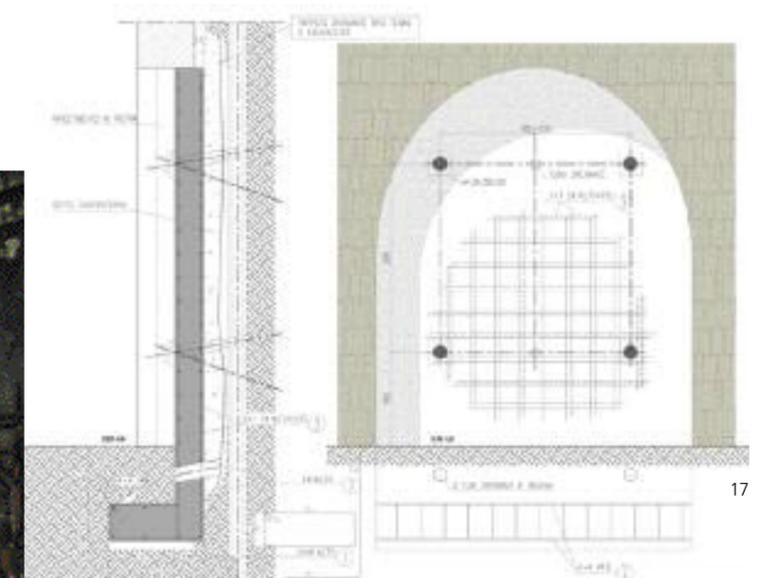
11



12



13



17



18

11,12. Alcuni particolari tecnologici dell'inserimento simultaneo di micropali e tiranti attivi e passivi. I macchinari utilizzati hanno dovuto essere scelti in base all'esiguo spazio a disposizione.

## — il consolidamento dei solai esistenti

I pilastri, caratteristici di queste architetture, sono in pietra squadrata e malta di calce [sez. 40-50 cm di lato e altezza variabile tra 6-10 m], distanti 3-4 m l'uno dall'altro e appoggiano senza fondazioni sul muro del terrazzamento.

Hanno fori per l'attacco della trave in abete squadrata che collega gli elementi contigui (*filarola*), blocca il puntone (*sparadosso*) e regge gli elementi verticali di chiusura. La loro struttura era funzionale alla copertura durante il periodo invernale: le trabeazioni lignee che da qui ripartivano servivano infatti come ancoraggio per le tavole di copertura e per i serramenti di chiusura, a formare una sorte di serra. Le prime operazio-

ni hanno previsto il puntellamento delle strutture esistenti (pilastri della limonaia e lo stesso casello). Tutti gli **elementi crollati** o in condizioni di precarietà sono stati accuratamente rimossi e catalogati al fine del loro riutilizzo. Gli interventi si sono suddivisi tra mera conservazione dei pilastri in buone condizioni statiche e ricomposizio-



19 20

ne di altri parzialmente crollati o in condizioni di dissesto. La struttura muraria è stata ricostruita utilizzando come legante strutturale una malta a base di calce e pozzolana ed i conci sono stati fissati con perni in acciaio. Si è eseguita una serie di campionature prelevando la malta di stilatura dei giunti superstiti. La malta prescel-



ta, a base di calce idraulica e sabbia di granulometria e colore appositamente vagliati, è stata poi stesa tra i conci in modo da creare un'ampia stilatura a coprire quasi completamente le pietre. L'operazione di spazzolatura finale permette di far affiorare le sabbie locali di diverse granulometrie e rendere la superficie scabrosa.

19. I pilastri dopo i lavori di conservazione e consolidamento: le travi in legno di castagno riprendono posizioni e dimensioni di quelle necessarie per un'eventuale chiusura invernale.  
20-22. Elementi lapidei recuperati a terra o preventivamente rimossi e catalogati per essere reimpiegati. Per la ricostruzione si sono utilizzati i conci esistenti legandoli con malta a base di calce e pozzolana. I conci sono stati poi fissati fra loro con barre preformate in acciaio.

21



22



## — la realizzazione dei nuovi solai

Le strutture orizzontali, ove ancora presenti, erano in condizioni di degrado molto avanzato, data l'assenza di protezioni della copertura e l'abbandono decennale. Il legname rimasto in opera era allo stesso modo in condizioni irrecuperabili, pertanto si è utilizzata una nuova tecnologia strutturale utilizzando nuovo legname in abete avendo l'accortezza di ricercare elementi invecchiati sia per le nuove travi che per il tavolato.

La logica di intervento ha pertanto privilegiato la conservazione delle murature d'ambito superstiti ed il nuovo sistema costruttivo è impostato su nuove strutture metalliche appositamente costruite e costituenti partiture verticali di collega-



23

mento tra il prospetto storico ed i pilastri retrostanti. In questo modo inoltre le teste delle travi non sono inserite nella muratura, con il rischio di eventuale assorbimento di umidità di risalita, ma poggiano direttamente sulle putrelle metalliche. Il legname è inoltre trattato con sostanze ignifughe ed antitarlo ecocompatibili a base di sali di



24

boro. Il sistema costruttivo prescelto, nonostante la struttura portante di appoggio sia stata modificata, ha utilizzato materiali della tradizione costruttiva locale, quali travi lignee e tavolato di assito. Per sopportare i carichi d'esercizio previsti, senza peraltro modificare pesantemente il pacchetto del solaio con l'aumento eccessivo



25

delle sezioni portanti, si è effettuato un consolidamento utilizzando connettori a piolo di rinforzo strutturale. In questo modo si è creato una struttura solidale tra il solaio ligneo e il sovrapposto massetto in cls, dove, per effetto dei carichi verticali, il cls risulta prevalentemente compresso, mentre il legno prevalentemente teso.

23-26. La struttura in metallo costituisce il nuovo sistema strutturale composto da pilastri e travi orizzontali entro cui si inseriscono le travi lignee. Le murature storiche non intervengono in questo modo a supportare la funzione portante e tutto il sistema permette di adattare il comportamento dell'edificio alle condizioni d'esercizio imposte dal livello di sisma della zona. L'aumento di portata, senza peraltro aumentare la sezione dei solai, è raggiunto attraverso la posa di connettori di collegamento tra travi, tavolato e massetto con rete interposta.



26