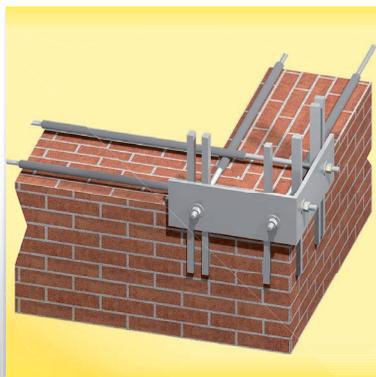


Renata Prescia – Liborio Panzeca e Teotista Panzeca
Antonella Mami – Piera Di Franco

IL RESTAURO TRA CONSERVAZIONE E SICUREZZA

AGGIORNATO ALLE NORMATIVE VIGENTI



ORIENTAMENTI CULTURALI DI RESTAURO, STRUTTURALI E TECNOLOGICI NEGLI INTERVENTI
RIGUARDANTI LE COSTRUZIONI MURARIE: STRUTTURE DI FONDAZIONE ■ STRUTTURE IN ELE-
VAZIONE ■ ORIZZONTAMENTI ■ COPERTURE ■ ELEMENTI SPINGENTI ■ ELEMENTI AGGETTANTI

SOMMARIO

CONTRIBUTI	p.	1
PROFILI DEGLI AUTORI	"	2
▾ ORIENTAMENTI CULTURALI E NORMATIVI PER IL PROGETTO DI CONSERVAZIONE	"	3
RENATA PRESCIA		
▾ INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO ALLA LUCE DELLE VIGENTI NORMATIVE	"	15
LIBORIO PANZECA e TEOTISTA PANZECA		
1. STRUTTURE DI SOSTEGNO: FONDAZIONI	"	18
1.1. Cedimento della base fondale	"	18
1.2. Allargamento della base fondale.....	"	19
1.2.1. Caso di accessibilità sui due lati	"	19
1.2.2. Caso di accessibilità su un solo lato.....	"	19
1.3. Interventi di sottomurazione	"	21
1.4. Intervento con pali di piccole dimensioni (pali radice)	"	23
1.5. Interventi con palificate	"	26
2. STRUTTURE VERTICALI: MURATURE	"	29
2.1. Meccanismi di rottura	"	31
2.2. Meccanismi di rottura in presenza di forze agenti fuori piano	"	31
2.2.1. Interventi per la messa in sicurezza, in presenza di forze agenti fuori piano.....	"	32
2.3. Meccanismi di rottura in presenza di azioni agenti in piano o per cedimenti fondali	"	39
2.3.1. Forme di danneggiamento dovute al sisma.....	"	40
2.3.2. Forme di danneggiamento dovute a cedimenti differenziati della fondazione o a modifiche antropiche	"	40
2.3.3. Forme di danneggiamento in muratura diffusamente fratturata.....	"	41
2.3.4. Riconnessione di lesioni dovute al sisma.....	"	41

2.3.5.	Riconnessione di lesioni dovute a cedimenti differenziati della fondazione o a modifiche antropiche	p.	42
2.3.6.	Consolidamento di muratura diffusamente fratturata	"	44
2.4.	Interventi dettati in normativa, ma sconsigliati	"	45
3.	ORIZZONTAMENTI: SOLAI E CONTROSOFFITTI	"	46
3.1.	Solai	"	46
3.1.1.	Rinforzo delle travi di legno esistenti	"	46
3.1.2.	Sostituzione di un solaio di legno secondo Normativa	"	49
3.2.	Interventi dettati in normativa, ma sconsigliati	"	52
3.3.	Controsoffitti	"	54
3.3.1.	Ricostruzione di controsoffitti piani non spingenti	"	54
4.	COPERTURE	"	56
4.1.	Capriate	"	56
4.1.1.	Meccanismo di rottura delle capriate	"	58
4.1.2.	Intervento per la messa in sicurezza di una capriata per eccesso di carico	"	60
4.1.3.	Sostituzione di una copertura con capriate	"	62
4.1.4.	Sostituzione di solai in latero-cemento con capriate	"	63
4.1.5.	Sostituzione di copertura con capriate semplici	"	66
4.1.6.	Ricostruzione di copertura con capriate semplici	"	67
4.1.7.	Modifica di una di una capriata semplice in capriata Polenceau	"	69
4.1.8.	Sostituzione di copertura con sistema a padiglione	"	71
5.	ELEMENTI SPINGENTI: ARCHI E VOLTE	"	73
5.1.	Archi	"	73
5.1.1.	Meccanismo di rottura dell'arco	"	73
5.1.2.	Interventi per la messa in sicurezza degli archi	"	76
5.2.	Volte	"	78
5.2.1.	Meccanismo di rottura delle volte finte	"	78
5.2.2.	Interventi per il miglioramento della sicurezza delle volte finte	"	80
5.2.3.	Meccanismo di rottura della volta reale e realina	"	80
5.2.4.	Interventi per la messa in sicurezza delle volte reali o realine	"	86
6.	ELEMENTI AGGETTANTI: BALCONI, PARASTE, CORNICIONI E SCALE	"	91
6.1.	Balcone	"	91
6.1.1.	Meccanismo di rottura del balcone a mensola	"	91
6.1.2.	Interventi per la messa in sicurezza del balcone con mensola in pietra	"	92

6.1.3.	Meccanismo di rottura della lastra	p.	95
6.1.4.	Interventi per la messa in sicurezza del balcone con mensole in ferro	"	96
6.2.	Paraste.....	"	97
6.2.1.	Meccanismo di rottura delle paraste	"	97
6.2.2.	Interventi per la messa in sicurezza delle paraste	"	98
6.3.	Cornicioni	"	100
6.3.1.	Meccanismo di rottura dei cornicioni	"	100
6.3.2.	Interventi per la messa in sicurezza dei cornicioni	"	100
6.4.	Scale a mensola.....	"	101
6.4.1.	Meccanismo di rottura delle scale a mensola.....	"	101
6.4.2.	Interventi per la messa in sicurezza delle scale a mensola	"	103
▾	CULTURA TECNOLOGICA E PROGETTO SOSTENIBILE PER L'ARCHITETTURA STORICA	"	105
	ANTONELLA MAMÌ		
▾	L'USO DEI PRESIDI ANTISISMICI NELLA TRADIZIONE COSTRUTTIVA STORICA IN SICILIA	"	115
	PIERA DI FRANCO		
	Catene metalliche	"	115
	Radiciamenti metallici	"	118
	Travi di legno	"	122
	SINOSSI DELLA NORMATIVA	"	123
	BIBLIOGRAFIA	"	125

CAPITOLO 6

ELEMENTI AGGETTANTI: BALCONI, PARASTE, CORNICIONI E SCALE

Il balcone a mensola è un elemento strutturale, che sporge dalla facciata, munito di ringhiera in ferro o parapetto in muratura, la parasta è un elemento strutturale verticale inglobato in una parete, dalla quale sporge solo leggermente. Sia i balconi a mensola che le paraste si configurano come elementi di rilevanza in quanto hanno una doppia funzione strutturale ed architettonica. Di norma, la perdita della loro funzione strutturale è anche perdita della loro funzione architettonica e viceversa, pertanto in ogni caso un loro danneggiamento rappresenta un danno rilevante per la costruzione.

Il cornicione è un elemento sporgente di coronamento della facciata avente la funzione architettonica decorativa tramite le modanature aggettanti, ma anche la funzione di protezione delle pareti esterne dalle acque piovane.

La scala è un elemento strutturale in cui le considerazioni di natura statica e costruttiva si accompagnano a quelle architettoniche e funzionali.

6.1. Balcone**6.1.1. Meccanismo di rottura del balcone a mensola**

Le tipologie strutturali impiegate per realizzare i balconi nelle antiche costruzioni in muratura fanno uso di più soluzioni tecnologiche.

Il balcone a mensola è un elemento strutturale dove due o più mensole incastrate ed aggettanti dal muro sorreggono una lastra, quest'ultima con funzione di piano di calpestio. Le mensole, elementi incastrati nel muro e sporgenti a sbalzo, possono essere in ferro o in pietra. Le lastre poggiate sulle mensole sono di pietra arenaria o di marmo.

I meccanismi di rottura dei balconi sono legati al cedimento o alla rottura delle mensole, oppure alla rottura delle lastre.

In particolare la rottura nelle mensole in *pietra* si verifica per effetto di un unico meccanismo composto, causato dalla presenza contestuale di flessione e taglio e che si manifesta tramite una frattura inclinata che procede dall'alto verso il basso. Quindi una rotazione rigida attorno all'incastro ed una traslazione rigida verticale è la manifestazione legata a tale meccanismo. La *pietra*, in quanto materiale fragile, presenta l'inconveniente secondo cui prima della rottura non sono sempre visibili manifestazioni di fratture locali che denunciano un incipiente collasso.

Nelle mensole *di ferro* l'ossidazione che si verifica all'attacco con la muratura è la principale causa di rottura. Per esse è possibile constatare visivamente la variazione della configurazione, che consiste in una rotazione della mensola (visibile perché ruota anche la lastra) dovuta al rilassamento del materiale metallico all'attacco con la parete, preceduto da un vistoso rigonfiamento dell'intonaco all'attacco della mensola, causato dall'ossidazione.

Infatti, l'ossidazione del metallo va cercata all'incastro con il muro nell'estradosso della mensola, che è quella parte di mensola sollecitata a trazione. Un possibile ristagno di acqua tra la lastra e il muro, quindi proprio all'incastro della mensola, accelera il processo di ossidazione.

Una indicazione potrebbe riscontrarsi nella variazione di colore dell'intonaco dovuta al rilascio di ossidi di ferro durante il processo di ossidazione.

Le lastre di ricoprimento poggiano sulle mensole. La loro rottura si manifesta ortogonalmente alla facciata a causa di:

- rotazione di una o più mensole di supporto;
- degrado che investe la lastra stessa, particolarmente per le lastre di pietra calcarenitica.

6.1.2. Interventi per la messa in sicurezza del balcone con mensola in pietra

Nei balconi con mensole in pietra si possono riscontrare casi di fratture diffuse o di crollo parziale delle mensole. Si suggerisce di intervenire attraverso il rinforzo della mensola ovvero attraverso la sua sostituzione parziale.

Anche la eventuale presenza della balaustra del balcone in genere viene interessata nella ricostruzione.

6.1.2.1. Rinforzo di mensola di pietra e ripristino della balaustra

Spesso si è in presenza di mensole con fratture concentrate o diffuse, senza o con modeste mancanze. In Figura 6.1a,b sono mostrate due mensole fratturate che reggono lastre calcarenitiche, perimetrare da balaustre anch'esse in pietra calcarenitica con riquadri e decori.

L'alternativa è tra la totale demolizione delle mensole incastrate nella parete muraria, della lastra e della balaustra e, diversamente, e la attivazione di un intervento di rinforzo tramite un sistema di piatti e barre, preferibilmente in acciaio inox, al fine di rendere la mensola sicura.

Si sceglie il sistema di rinforzo, che prevede preliminarmente un puntellamento efficace della mensola, seguito da:

- *per le barre orizzontali:*
 - 1) scasso nastriforme per la realizzazione di fori longitudinali, completato da fori nella muratura con trapano;
 - 2) inserimento di tubi in pvc entro cui inserire le barre longitudinali;
 - 3) predisposizione di piatto, forato alle due estremità, per l'ammorsaggio delle barre longitudinali in corrispondenza della estremità della mensola;
 - 4) inserimento delle barre longitudinali con estremità filettate ancorate da un lato alla muratura tramite tassello ad espansione, dall'altro alla piastra tramite rondella e dado.
- *per le barre verticali costituenti le staffe:*
 - 1) realizzazione di scasso nastriforme per la realizzazione di fori verticali
 - 2) inserimento di tubi in pvc entro cui inserire le barre verticali;
 - 3) predisposizione di piatto forato inferiore per l'ammorsaggio delle barre verticali;
 - 4) inserimento delle barre verticali con estremità inferiore filettata per l'inserimento di rondella e dado, con estremità superiore piegata ad uncino per l'aggancio ai ferri longitudinali.

In alternativa, ed è ciò che viene mostrato nelle foto per la realizzazione della staffa centrale:

- 1) realizzazione di scasso nastriforme verticale ed orizzontale sotto la mensola;
- 2) inserimento di piatto sagomato a C con fori alle estremità superiori;
- 3) realizzazione di foro orizzontale entro cui inserire tubo in pvc e barra di acciaio inox filettata alle estremità;
- 4) ammortaggio con rondella e dado della barra con le estremità del profilato a C.

Sono mostrati: negli schemi 6.1c,d i particolari costruttivi alternando le soluzioni in precedenza descritti, nella foto 6.1e durante la fase di lavorazione e nella Foto 6.1f la mensola ultimata.

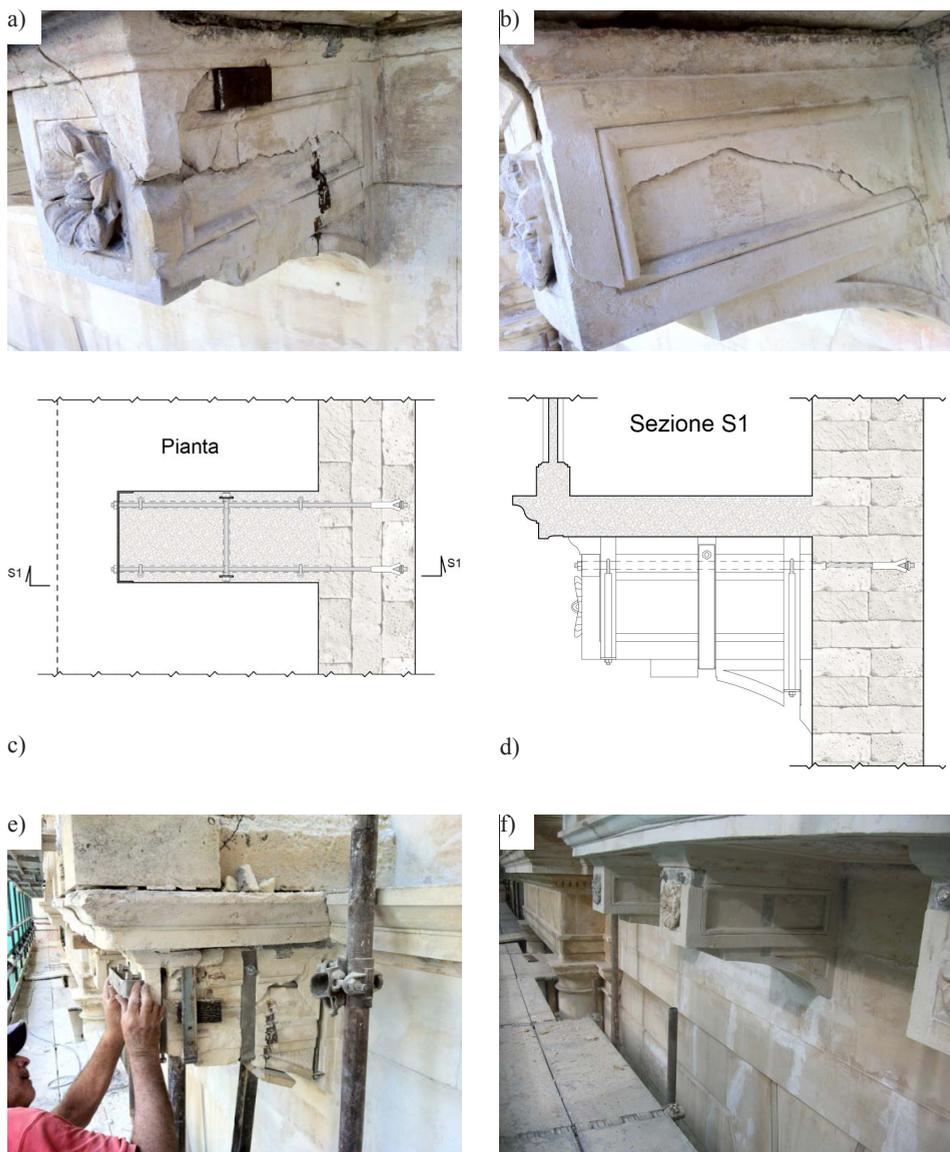


Figura 6.1. Palazzo Faraci – S. Agata di Militello: a, b) Mensole fratturate; c, d, e) intervento: inserimento di elementi di acciaio inox; f) intervento ultimato.

Nella ricostruzione del balcone spesso, come nel caso in esame (Figura 6.2), vengono mantenute la lastra e le balaustre a forma di colonne prismatiche, mentre sono realizzati i pannelli decorati e la cimasa (elemento orizzontale di pietra che collega balaustre e pannelli).

Gli elementi componenti della cimasi sono connessi tramite una barra inox posta all'interno di una guaina, inserita in una canaletta sull'estradosso della cimasa. Una lastra di marmo sagomata ricopre la cimasa.

Nel caso in esame la calcarenite impiegata è la pietra bianca di Ragusa, mentre i pannelli decorati sono stati eseguiti con tecniche assistite da macchine tagliatrici programmate, oggi sempre più in uso nelle imprese artigianali di marmo.

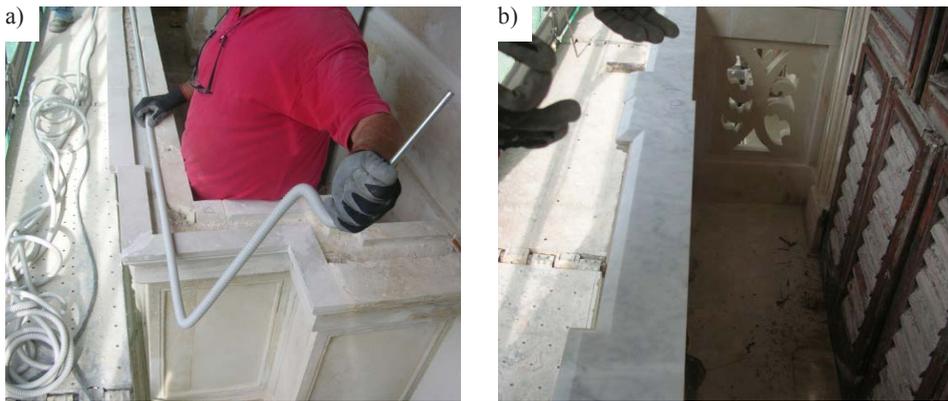


Figura 6.2. Palazzo Faraci – S. Agata di Militello. Balaustra parzialmente sostituita con: a) connessione della cimasa per la tenuta, con barra e guaina; b) copertura della cimasa con marmo.

6.1.2.2. Sostituzione parziale di mensola in pietra

Se si è in presenza di mensole con mancanze dovute a distacchi consistenti di materiale calcarenitico, si pone il problema su come intervenire evitando di operare drasticamente con la demolizione di tutto il balcone e con la ricostruzione secondo una tecnologia più recente (come ad esempio attraverso l'impiego del conglomerato cementizio armato). Va osservato che la rottura della mensola si presenta in genere secondo una linea inclinata irregolare.

Si pone l'obiettivo di ricostruire la mensola secondo la sequenza:

- 1) puntellamento della lastra e delle mensole;
- 2) rilievo dettagliato di una delle mensole non danneggiate e della parte di mensola rimasta (Figura 6.3a);
- 3) sagomatura a gradoni del tratto di mensola rimasta;
- 4) realizzazione della mensola con materiale diverso dell'esistente, ma avente la stessa sagomatura e simili decori, con il piano di appoggio a gradoni (Figura 6.3b);
- 5) fissaggio della mensola nuova su quella esistente mediante 2 barre filettate, poste in alto, di cui una estremità è ancorata alla muratura con tassello ad espansione, l'altra è tirantata sul piatto di tenuta con rondella e dado al fine di impedire il ribaltamento;
- 6) inserimento di zanca sagomata alla base per riconnettere la parte nuova della mensola con quella esistente, al fine di impedire lo scivolamento.

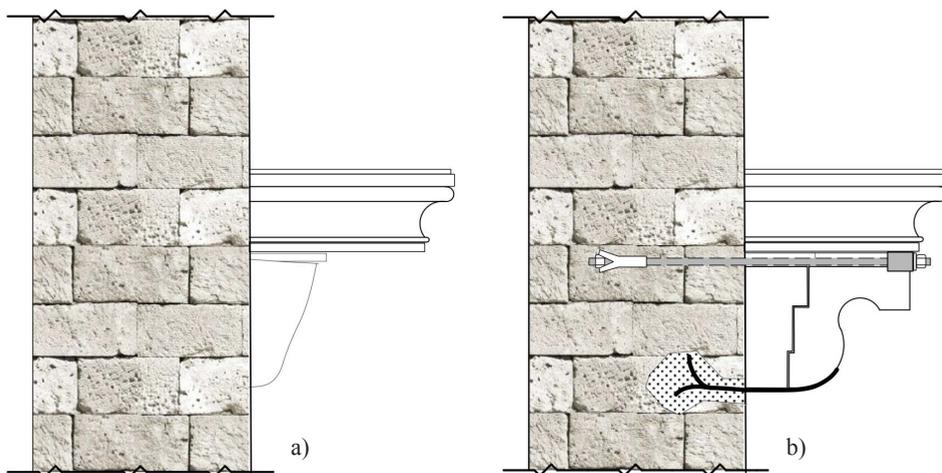


Figura 6.3. a) mensola parzialmente crollata; b) rettificazione della mensola rimasta e ricostruzione della parte mancante con riconnessione con tirante di perimetro e zanca sagomata.

6.1.3. Meccanismo di rottura della lastra

Spesso la lastra di pietra subisce una frattura, di norma parallela alle mensole, e ciò in quanto una modifica della configurazione delle mensole determina una modifica delle reazioni degli appoggi e conseguentemente un diverso stato di sforzo nella lastra, che può compromettere la resistenza della stessa pervenendo alla rottura.

6.1.3.1. Intervento per la messa in sicurezza del balcone con lastra in pietra fratturata

La messa in sicurezza della lastra di pietra prevede la riconnessione delle parti fratturate con tasselli di vetroresina, di piccolo diametro ($d = \text{mm } 3$), inseriti con resina.

Il successivo risanamento con miscela di inerti calcarenitici additivata con calce idraulica naturale completa la riconnessione.

Infine, per ancorare la lastra alla muratura di facciata della costruzione, va eseguito un intervento simile a quello utilizzato per la messa in sicurezza della mensola.

Pertanto occorre:

- 1) Puntellare la lastra;
- 2) Realizzare un alloggiamento sul fronte superiore lungo il bordo della lastra per l'inserimento di un piatto di acciaio inox;
- 3) Creare uno scasso nastriforme sulle facce laterali della lastra e due fori nella muratura;
- 4) Inserire un tubo di piccolo diametro in pvc negli scassi laterali e nel foro;
- 5) Predisporre l'elemento piatto sul fronte della lastra, con risvolto alle due estremità;
- 6) Inserire all'interno dei tubicini barre filettate, di cui una estremità è ancorata alla muratura con tassello ad espansione, l'altra è tirantata sul piatto con rondella e dado;
- 7) Posizionare eventuali spessori di pietra fra estradosso delle mensole e lastra di calpestio con sigillatura continua al fine di distribuire in maniera appropriata il carico della lastra sulle mensole.

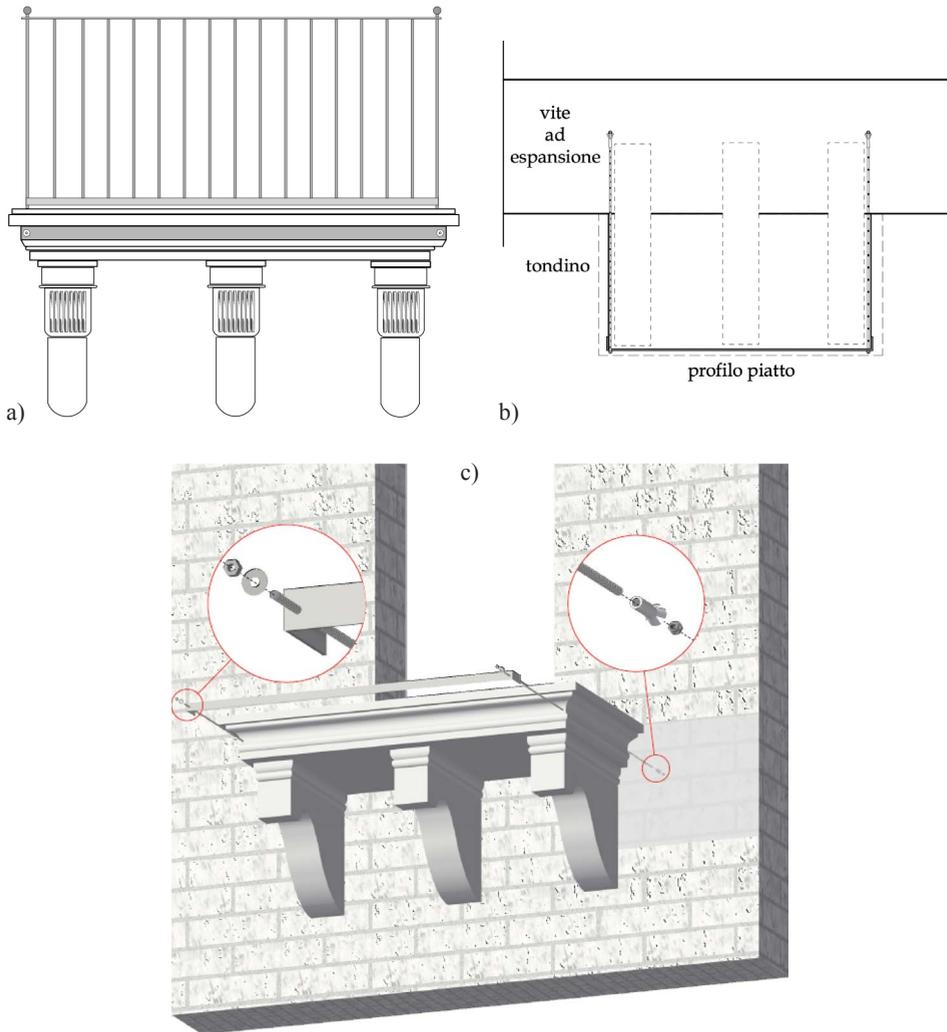


Figura 6.4. a) lastra ricomposta; b) sistema di tirantatura in pianta; c) vista prospettica con particolare del piatto di perimetro e dei tiranti.

6.1.4. Interventi per la messa in sicurezza del balcone con mensola in ferro

Constatato che la mensola presenta all'incastro una vistosa ossidazione indicata con pallini come mostrato in Figura 6.5a, si pone il problema se intervenire con una sostituzione della mensola con altro tipo di mensola ovvero se risanare la parte di mensola ossidata.

Per eseguire la sostituzione con altro tipo di mensola, è necessario uno smontaggio completo delle mensole e della lastra, in genere di marmo, e procedere a tutte quelle lavorazioni necessarie per l'intera sostituzione.

Se, viceversa, si vuole intervenire tramite rinforzo è necessario:

- 1) Puntellare la lastra di marmo;
- 2) Mettere a nudo il ferro ossidato all'incastro tramite scrostamento della muratura;

- 3) Eliminare con spazzola di ferro la parte ossidata della mensola ed applicare a pennello un convertitore di ruggine;
- 4) Aggiungere tramite saldatura elementi piatti di ferro (Figura 6.5c), creando quindi un ponte a cavallo della parte ossidata;
- 5) Inserire una protezione bicomponente nella calcarenite al fine di evitare ulteriori infiltrazioni di acqua;
- 6) Ripristinare la muratura.

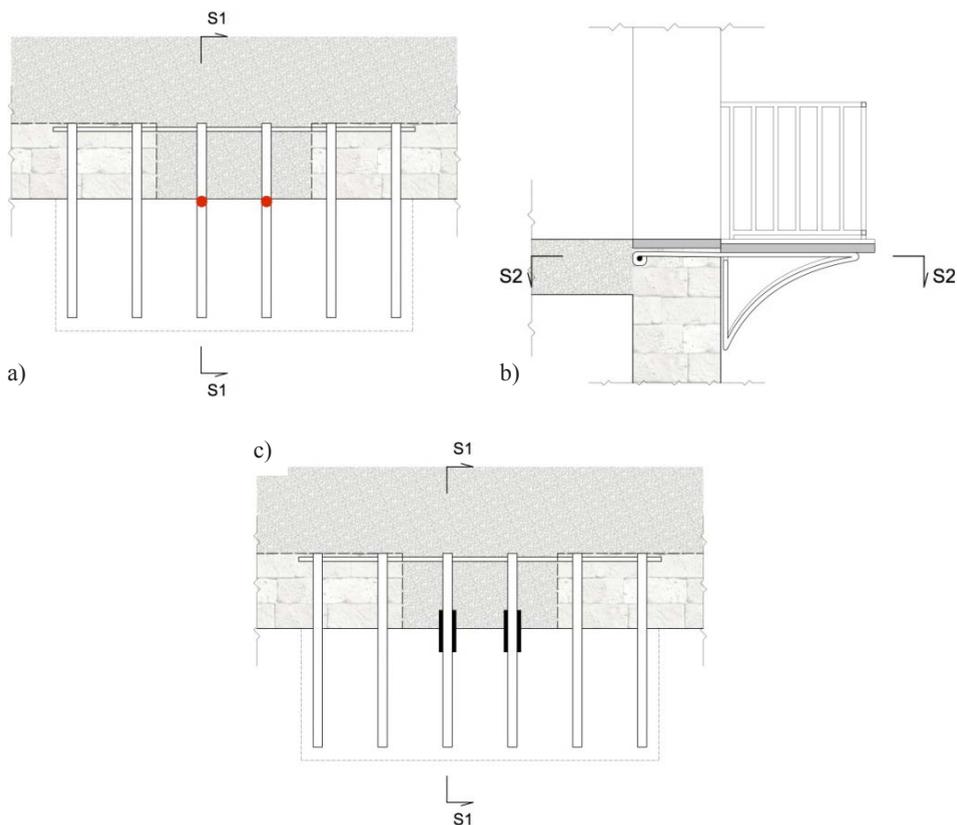


Figura 6.5. Balcone con mensola in ferro sagomato: a) pianta; b) sezione; c) pianta con intervento a cavallo della parte ossidata.

6.2. Paraste

6.2.1. Meccanismo di rottura delle paraste

In alcune tipologie costruttive nella esecuzione di facciate, spesso si realizzano le paraste che hanno il duplice scopo di impiego come elementi portanti e di decoro.

È questo il caso mostrato in Figura 6.6a,b dove la parasta è utilizzata come completamento del sistema portante costituito da conci calcarenitici. La connessione tra questi ultimi e le paraste

avviene di norma tramite l'inserimento di elementi di acciaio sagomati a C (Figura 6.6c) in corrispondenza del lato superiore della parasta. La ossidazione inevitabile dell'acciaio ha determinato la rottura diffusa della calcarenite di prospetto delle paraste. Come conseguenza, si è manifestato un pericolo di crollo delle paraste o di sue parti.

In Figura 6.6d è riportato lo schema di danno parasta-muratura.



Figura 6.6. Palazzo Faraci – S. Agata di Militello. Paraste: a) sul fronte; b) nel cantonale; c) elementi di acciaio sagomati a C; d) schema di danno parasta-muratura.

6.2.2. Interventi per la messa in sicurezza delle paraste

L'intervento consiste in una successione di lavorazioni che hanno lo scopo di eliminare la causa con la soppressione, ove possibile, dei connettori e di introdurre soluzioni che comportano garanzia per la durabilità e la sicurezza.

La sequenza dell'intervento (Figura 6.7a,b) consiste nel:

- 1) puntellare la parasta su cui si interviene;
- 2) rimuovere i connettori a C ossidati;

- 3) eventualmente smontare la lastra per la regolarizzazione dell'appoggio tramite eliminazione di pietrame o residui di malta che non consentirebbero la ricollocazione della lastra;
- 4) iniettare una malta di cemento a presa rapida e fissare la lastra;
- 5) realizzare 4 fori nella lastra e nella muratura retrostante in prossimità degli spigoli;
- 6) inserire all'interno tubi in pvc entro cui inserire barre di acciaio inox filettate, con una estremità ancorata alla muratura con sistema ad espansione, e con l'altra tirantata sulla parasta con rondella e dado;
- 7) tasselli di vetroresina, di piccolo diametro ($d = \text{mm } 3$), inserite con resina in corrispondenza delle parti fratturate;
- 8) successivo risanamento con miscela di inerti calcarenitici additivata con calce idraulica naturale NHL bianca pura.

A lavorazione ultimata, si è ripristinato lo stato dei luoghi pervenendo ad un sistema di facciata con il necessario grado di sicurezza, come mostrato nelle Figura 6.7c,d.

Le maggiori difficoltà sono date dalla eliminazione dei connettori di ferro e dalla rimozione delle paraste per la successiva ricollocazione.

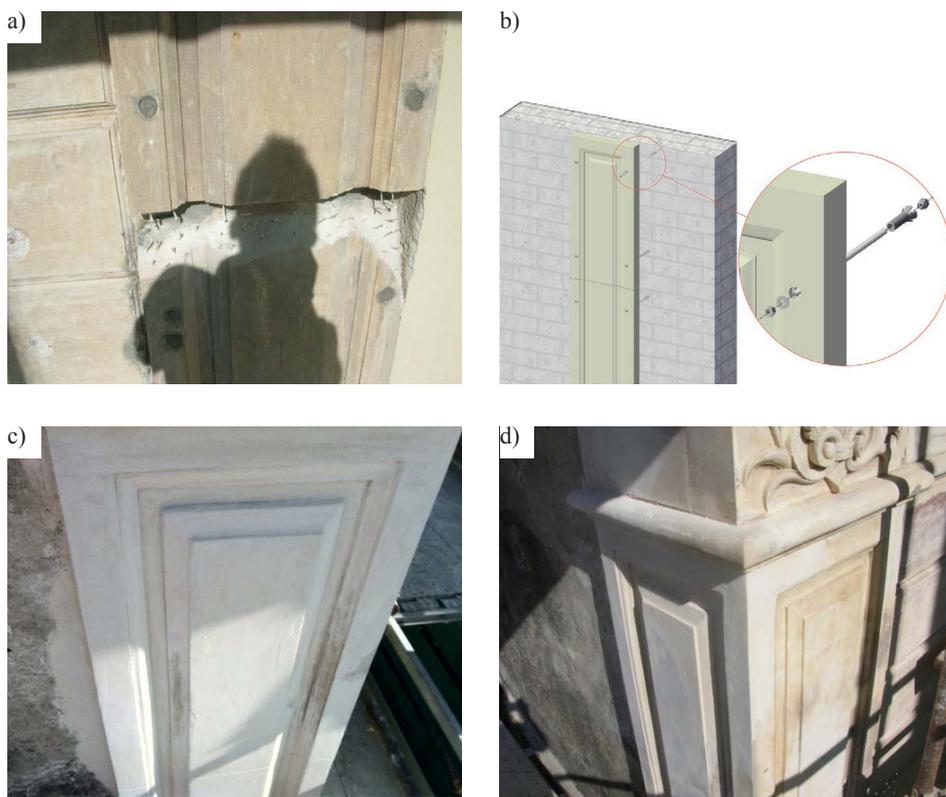


Figura 6.7. Palazzo Faraci – S. Agata di Militello. Paraste a) distacco di parte di calcarenite per espulsione con l'inserimento di vetroresina; b) particolare di schema di intervento; c,d) lavorazione ultimata per parasta di prospetto e d'angolo.

6.3. Cornicioni

6.3.1. Meccanismo di rottura dei cornicioni

Uno degli elementi architettonici della facciata maggiormente sottoposto a deterioramento e frantumazione, nonché qualche volta a crollo parziale della parte fratturata, è il cornicione. Tale elemento costruttivo in genere si trova in sommità della costruzione, in alcuni casi è posizionato a differente quota come nella Figura 6.8a.

6.3.2. Interventi per la messa in sicurezza dei cornicioni

Si possono riscontrare due diversi tipi di cornicione:

- disposto in modo da presentare più appoggi dislocati lungo il suo sviluppo,
- costituito con sovrastruttura orizzontale in aggetto a conclusione della facciata di una costruzione.

Nel primo caso (Figura 6.8a) il cornicione costituisce la base di appoggio delle lastre del balcone di primo piano e mostra dissesti ed alcune mancanze. Alcune parti di cornicione sono pogiate su 4 colonne di calcarenite. Queste ultime in un precedente intervento sono state inglobate tramite un insieme di profili pieni rettangolari tutto attorno alla colonna, stretti da 4 cinture di ferro piatto sagomato diviso in due semicerchi, ammortati con bulloni e dadi. Questo intervento, realizzato nel post-terremoto del Belice del 1968 risulta architettonicamente non valido, strutturalmente efficace. L'entità dei dissesti delle colonne avevano suggerito di inserire una protezione stabile.

Al fine di garantire la tenuta del cornicione, si è ipotizzato un intervento di facile esecuzione e che dà le necessarie garanzie di sicurezza. Tale intervento consiste nell'introdurre un elemento ad L, in corrispondenza dello spigolo del cornicione (Figura 6.8c). Questo elemento ha il compito di garantire la continuità del cornicione se già compromessa e rappresenta un elemento di prevenzione ove il sistema mostra pericoli di instabilità. Il profilato ad L (in genere a lati diseguali) deve essere collocato esattamente in corrispondenza dello spigolo, incassato nella calcarenite al fine di impedire infiltrazioni di acqua. Le ali dei profilati devono essere inserite tra il cornicione ed i pilastri, questi ultimi essendo gli elementi di supporto del sistema cornicione-profilati.

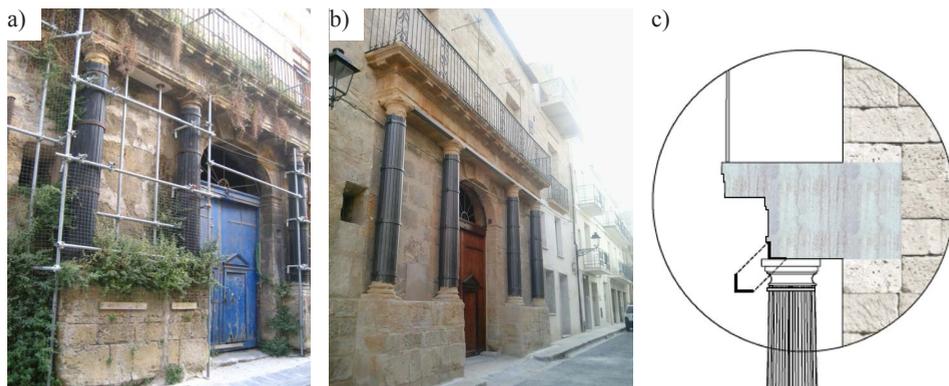


Figura 6.8. Palazzo Pavone, Castelvetro: a) ingresso al palazzo nello stato di fatto; b) ingresso al palazzo a recupero strutturale ultimato; c) particolare rinforzo cornicione con profilato ad L.

L'intervento prevede:

- 1) il puntellamento del cornicione;
- 2) la creazione di un alloggiamento per l'inserimento del profilato attraverso la regolarizzazione della geometria degli spigoli dei conci;
- 3) la stesura di malta di cemento per dare continuità al cornicione nella zona di intervento;
- 4) la collocazione dei profilati ad L nell'alloggiamento.

Nel secondo caso, condizione più frequente, non essendo presente il supporto costituito dalle colonne, è necessario garantire che il cornicione mantenga la sua funzione statica di elemento a sbalzo. Ove tale sbalzo mostra condizioni di precarietà, l'intervento consigliato è:

- 1) inserire un profilato piatto lungo il cornicione nella parte superiore dei blocchi;
- 2) operare un foro nella parte superiore della mensola e, in continuità, nel muro retrostante;
- 3) inserire tubi in pvc di diametro adeguato;
- 4) collocare all'interno barre filettate che attraversano il profilato piatto, il concio calcarenitico e la muratura retrostante, con una estremità ancorata alla muratura con tasselli ad espansione, l'altra tirantata sul piatto con rondella e dado.

Questo tipo di intervento potrebbe essere realizzato lungo tutto il cornicione, operando un numero limitato di fori al fine di evitare di realizzare un foro per ogni blocco calcarenitico.

6.4. Scale a mensola

6.4.1. Meccanismo di rottura delle scale a mensola

Per la realizzazione delle scale a mensola si vogliono ricordare quattro tipologie di scale che seguono criteri costruttivi differenti:

- Un sistema di semi-volte, archi e semi-archi che si regge attraverso mutuo contrasto. In particolare la rampa è costituita da una semi-volta a sbalzo, la cui estremità si presenta come un arco poggiate nei corner dei ballatoi (Figura 6.9a), ottenendo così un sistema pseudo-rampante, pseudo in quanto il sistema rampante in questo caso si riferisce solamente alla parte più esterna della scala. Anche la struttura portante dei ballatoi è realizzata con due sistemi a semi-volta che si connettono mutuamente secondo una direttrice diagonale. Questa modalità costruttiva ha dato luogo ad una tipologia definita “alla romana”.
- Un sistema simile al precedente ma in presenza di elementi di acciaio a sbalzo appropriatamente sagomati. Il profilato di acciaio inserito all'estremità della semi-volta della scala si presenta rettilineo (Figura 6.9b).
- Un sistema a volta rampante molto semplice nella concezione e nella esecuzione, detta anche “a collo d'oca”, retta da muri portanti alle estremità di ogni singola rampa (Figura 6.9c).
- Un sistema costituito da rampe e ballatoi realizzati contestualmente ai muri di perimetro: durante la esecuzione dei lavori ogni massello, formato da un unico blocco di pietra calcarenitica, è inserito nella muratura e la parte a sbalzo è poggiata sul gradino sottostante al fine di creare un sistema strutturale che si regge per mutuo contrasto dei masselli. Questa modalità costruttiva in Sicilia ha preso il nome di scala “alla trapanese”¹.

¹ G. Antista, M.M. Bares, *Le scale in pietra a vista nel Mediterraneo*, ed. Caracol, Palermo, 2013.

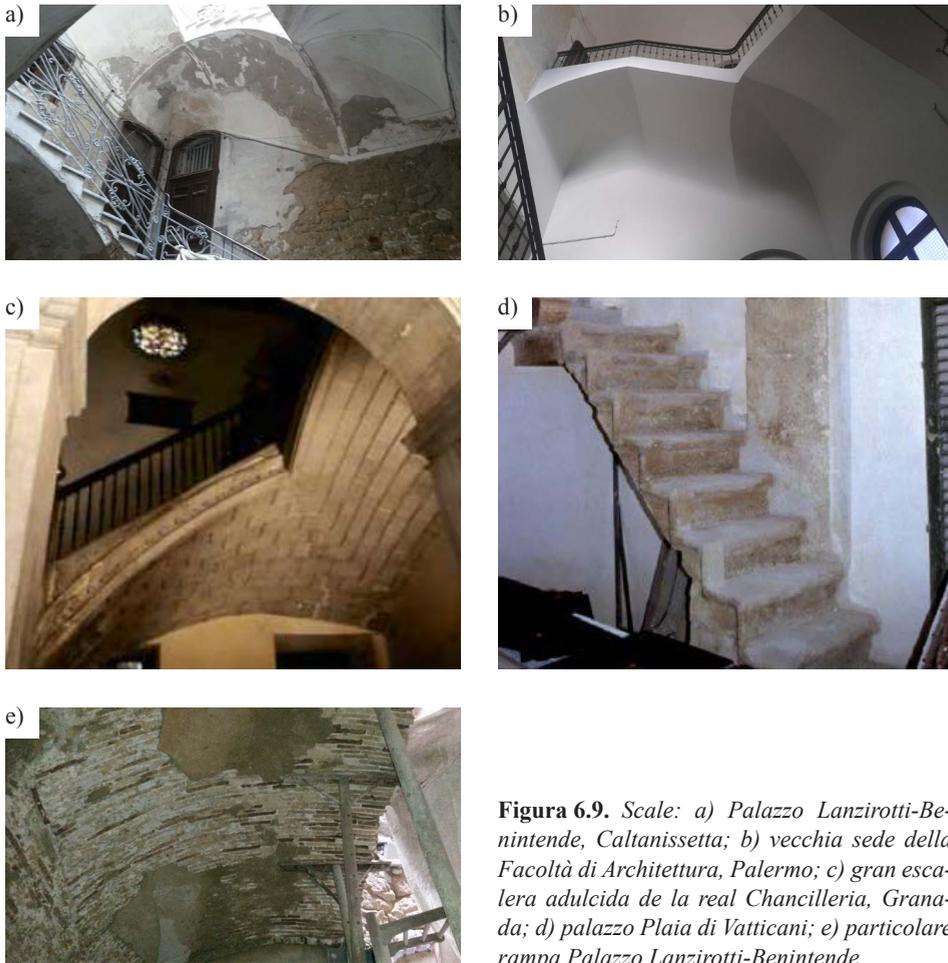


Figura 6.9. Scale: a) Palazzo Lanzirotti-Benintende, Caltanissetta; b) vecchia sede della Facoltà di Architettura, Palermo; c) gran escalera aduclida de la real Chancilleria, Granada; d) palazzo Plaia di Vatticani; e) particolare rampa Palazzo Lanzirotti-Benintende.

Nei primi tre casi, la struttura portante è formata da mattoni pieni di cotto connessi con una malta di buona qualità, spesso con l'impiego di cemento pozzolanico.

Si intende esaminare la prima tipologia perché più complessa.

I mattoni sono collocati (Figura 6.9e) secondo differenti giaciture:

- lungo la rampa, disposti a coltello secondo il lato lungo in prossimità dell'incastro, in direzione ortogonale nel tratto terminale dello sbalzo;
- sotto il pianerottolo, disposti a coltello e convergenti rispetto alla linea diagonale.

Sopra lo strato di mattoni si riscontra un riempimento di materiale informe completato con uno strato di malta su cui poggiano le lastre di marmo (pedate ed alzate).

Il crollo della scala o di una sua parte può avvenire se uno degli elementi portanti (semi-archi o semi-volte) non contribuisce più al sistema di mutua connessione. Le principali cause sono: la modifica delle condizioni statiche dei muri perimetrali di appoggio che perdono il loro assetto scatolare (caso più frequente) o il legante che perde di consistenza per invecchiamento (caso meno frequente). Spesso la perdita dell'assetto scatolare è dovuta ad interventi eseguiti nella

muratura di confine sia con modifiche sui pannelli murari (apertura vani o soppressione di volte) sia anche con modifica dei carichi per nuove esigenze di fruibilità.

6.4.2. Interventi per la messa in sicurezza delle scale a mensola

Si vuole proporre una soluzione per la messa in sicurezza della scala di palazzo Lanzirrotti-Benintende, strutturalmente più complessa e, nel contempo, tra quelle esaminate, quella che mostra alcuni segni di instabilità.

La strategia² è quella di creare un sistema di elementi di acciaio, mutuamente connessi tra loro e connessi anche alle pareti di perimetro, al fine di ottenere così una struttura metallica spaziale reticolare, formata da elementi rettilinei e curvi.

Le estremità delle rampe devono essere completate da elementi ad L, di opportuna dimensione, ancorati alle murature di perimetro secondo la strategia presentata in questo stesso Capitolo nel trattare la messa in sicurezza delle mensole dei balconi, secondo la seguente sequenza:

- 1) realizzazione di fori orizzontali nella rampa e nella muratura di perimetro;
- 2) inserimento di tubi in pvc entro cui inserire le barre trasversali;
- 3) predisposizione di elementi di acciaio sagomato ad L secondo la geometria dell'arco della rampa, forato lungo l'ala che dà sul pozzo scala per l'ammorsaggio delle barre trasversali;
- 4) inserimento delle barre con estremità filettate ancorate da un lato alla muratura tramite tassello ad espansione, dall'altro al profilato ad L tramite rondella e dado.

Per ogni rampa si prevedono quattro barre di cui due all'estremità, in corrispondenza dei corners dei ballatoi.

L'intervento si conclude predisponendo profilati a C sagomati secondo l'arco di fine e di inizio rampa seguendo la stessa sagoma della lesena esistente, avendo le estremità collegate con saldatura ad un estremo ai due profilati di bordo ed all'altro ad un piatto con zanche, incastrato alla muratura di perimetro.

Nei disegni di Figura 6.10 si mostra la vista assonometrica di una parte della scala, il sistema di profilati di acciaio ed il dettaglio delle barre per la connessione con il muro di perimetro.

Il sistema portante che mette in sicurezza la scala è costituito quindi dall'assemblaggio di profilati ad L ed a C, sagomati in modo da adagiarsi sugli elementi da proteggere, e da un sistema di catene ancorate alla muratura di perimetro con tasselli ad espansione. Si è in presenza di una struttura reticolare spaziale la cui verifica può essere condotta con appropriati programmi di calcolo. Ovviamente l'efficacia del sistema introdotto ha due fasi: la prima sarà immediata e dipenderà dalla tirantatura delle catene, la seconda avrà un effetto reologico (cioè in maniera progressiva nel tempo) in funzione della modifica dell'assetto statico che il sistema scala subirà.

² Patricia La Corte, tesi in fase di definizione, CdL in Architettura, Università di Palermo, *Aspetti tecnologici e strutturali nel restauro delle costruzioni murarie – murature, solai e scale*. Rel. Prof. Renata Prescia.

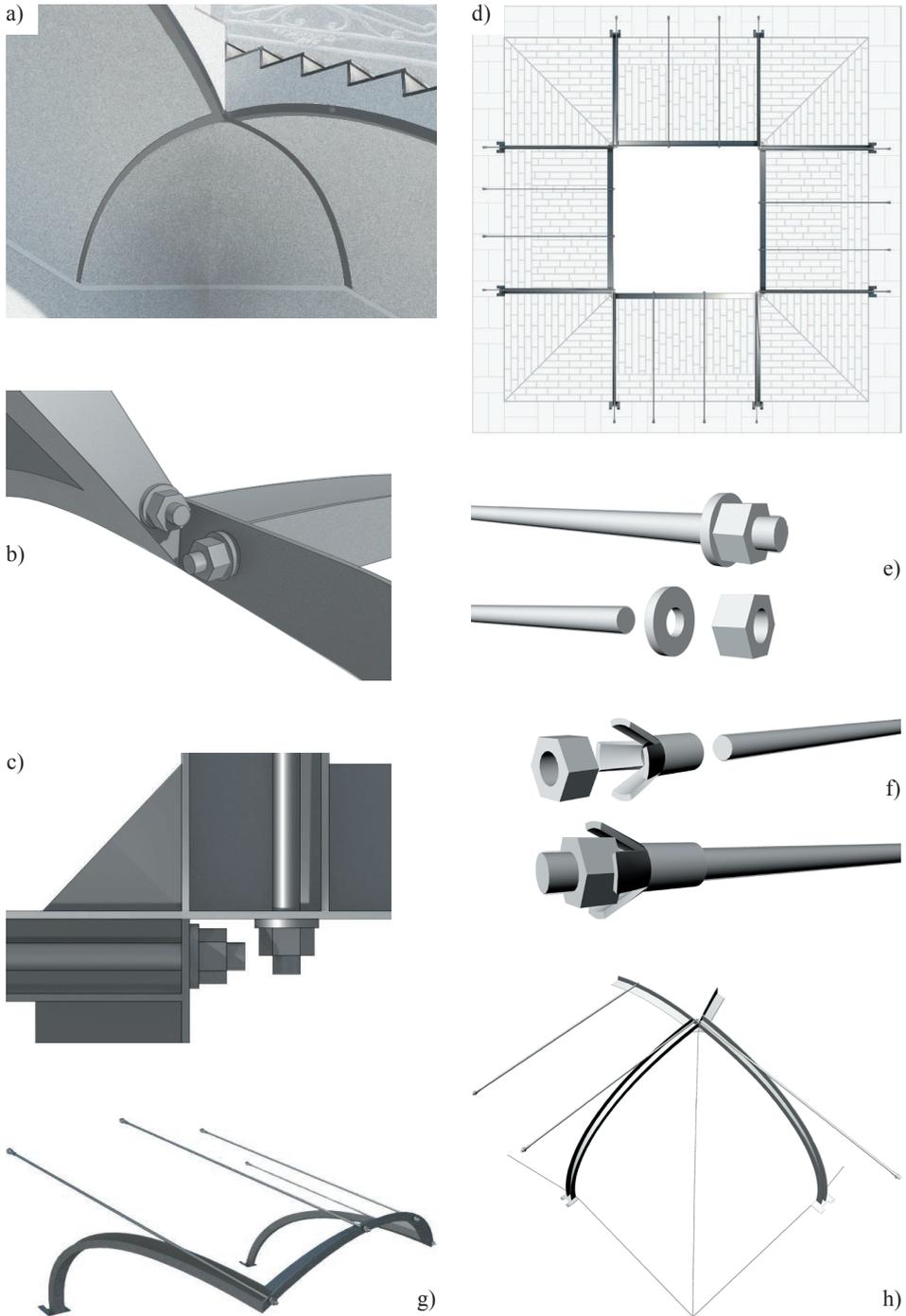


Figura 6.10. *Scala del palazzo Lanzirrotti-Benintende–Caltanissetta: a) assonometria della proposta di intervento; b,c) particolare connessione profilati nel corner; d) pianta profilati; e,f) particolare tenditore; g) vista assonometrica rinforzo rampa; h) vista assonometrica pianerottolo d'angolo.*