STORIA DI UN CROLLO ANNUNCIATO

L. Jurina
Politecnico di Milano, Dipartimento ABC, Milano

A. A. Bassoli
Libero professionista, Milano

SOMMARIO
La presente memoria espone le dinamiche che hanno portano al crollo di una porzione del muro di confine dell'Orto Botanico di Brera e l'intervento realizzato per il suo consolidamento strutturale.

1. STATO DI FATTO

Il confine tra l'Orto Botanico di Brera ed il giardino dell'adiacente Condominio ubicato in via Borgonuovo n.19, è individuato da una parete in muratura settecentesca.
Il giardino del Condominio è caratterizzato da un andamento irregolare del terreno che, da pianeggiante, nella zona limitrofa all'edificio di pertinenza, si eleva man mano che ci si allontana dall'edificio, come una sorta di collinetta, addossandosi in parte al muro di confine con l'Orto Botanico. Il giardino è caratterizzato da un percorso pedonale, con zone di sosta e seduta e da diverse piante ad alto fusto. In prossimità della collinetta è presente un locale tecnico.
L'area dell'Orto Botanico è sostanzialmente pianeggiante ed ospita rare e pregiate essenze vegetali protette. In prossimità del muro di confine in questione, poco sotto rispetto all'attuale piano di calpestio, sono state individuate tracce di un'antica canalizzazione idrica che testimonia la presenza antica di questa destinazione d'uso.
Il muro di confine di cui andremo a trattare ha una lunghezza pari a circa 24 m, uno spessore pressoché costante pari a 36 cm ed un'altezza pari a circa 2,5 m.
La tessitura muraria, caratterizzata da corsi di malta e da mattoni di diverse dimensioni e colore (riconducibili a passati rimaneggiamenti), crea un prospetto irregolare e disomogeneo di grande fascino. Sulla superficie sono presenti sporadiche tracce di un intonaco biancastro (di origine settecentesca e ottocentesca), ormai quasi completamente distaccato.
In sommità, tre file di mattoni sporgenti per pochi centimetri rispetto alla parete formano una cornice di coronamento per ospitare una copertura in coppi, in parte sostituita da lastre cementizie prefabbricate.
Si evidenzia che il muro nacque come elemento di separazione delle diverse proprietà, sen-

za avere le caratteristiche necessarie per essere adibito a muro controterra.
All'inizio del 2000, quando si è iniziato ad analizzare il muro per verificarne le condizioni, questo si presentava in avanzato stato di degrado, sia strutturale che materico.
La parete presentava un fuori piombo apprezzabile a vista d'occhio, che raggiungeva i 34 cm nel punto massimo (verso l'Orto Botanico). Nel paramento murario si propagavano numerose fessure con andamento prevalentemente verticale, di cui alcune passanti, in corrispondenza della zona maggiormente spanciata. I mattoni presentavano fenomeni di erosione, sia superficiale che profonda, oltre che di esfoliazione, sfarinamento, microfessurazione e lacune localizzate. I giunti di malta erano notevolmente degradati con profonde erosioni, in alcune zone addirittura assenti. Le tracce di intonaco ancora presenti erano fortemente decoese e denotavano perdita di adesione dal supporto murario. Su tutto il muro infine era diffusamente presente una patina biologica e vegetazione, nonché uno strato di deposito superficiale costituito da polvere e pulviscolo atmosferico.
Le principali cause del fuori piombo, dello spanciamento e delle fessurazioni del muro erano riconducibili, oltre che all'effetto spingente esercitato dal terrapieno ad essa addossato (all'interno del giardino del Condominio di via Borgonuovo), anche alla spinta indotta dalla crescita delle radici degli alberi prossimi al confine ed in particolare a quella indotta in passato da alcune piante ad alto fusto, eliminate pochi anni prima.
La situazione era infine aggravata dalla presenza di vegetazione infestante e della patina biologica. Numerose radici, insinuandosi nelle discontinuità nella muratura, concorrevano ad accelerare i fenomeni di degrado già in atto.

Figura 1. Muro di confine tra l'Orto Botanico di Brera ed il Condominio di via Borgonovo: stato di fatto del 2002 con grigliato avente la funzione di mascherare il fuori piombo.

Figura 2. Muro di confine, lato Orto Botanico: dettaglio delle condizioni di degrado (2002).

2. MESSA IN SICUREZZA: PUNTELLAZIONE

La precarietà statica del muro ha reso necessario, nell'anno 2002, un intervento di tipo provvisionale tramite un puntellamento finalizzato a contenerne lo spanciamento ed il fuori piombo. All'intervento provvisionale, per definizione, avrebbe dovuto tempestivamente fare seguito un necessario intervento definitivo volto a contrastare la spinta esercitata dal terreno e dalle radici degli alberi sul muro, oltre che ad ottenere un consolidamento generale.

Figura 3. Muro di confine, lato Orto Botanico: puntellazioni provvisorie (2002).

3. IL PROGETTO

Il consolidamento del muro, in considerazione del suo valore storico e del suo particolare contesto, ha richiesto la definizione di una soluzione efficace per l'integrità del muro.
La necessità di una soluzione definitiva volta a contrastare la spinta esercitata sul muro dal terreno e dalle radici degli alberi ha orientato i progettisti verso tre differenti possibilità:

- realizzazione di **tiranti** inclinati posizionati nel cortile condominiale;
- realizzazione di **contrafforti** posizionati all'interno dell'orto botanico, eventualmente con struttura in acciaio a forma di grigliato, utilizzabili anche come supporto per rampicanti;
- realizzazione di **micropali** in acciaio inseriti all'interno della muratura e prolungati nel terreno sotto la fondazione del muro stesso.

In accordo con la Soprintendenza, la necessità di tutelare l'area libera dell'Orto Botanico ed i resti dell'antica canalizzazione interrata, nonché l'esigenza di salvaguardare i percorsi e gli alberi del cortile interno al Condominio, hanno portato a scegliere l'intervento che meno interferisse con gli spazi adiacenti al muro di cinta.

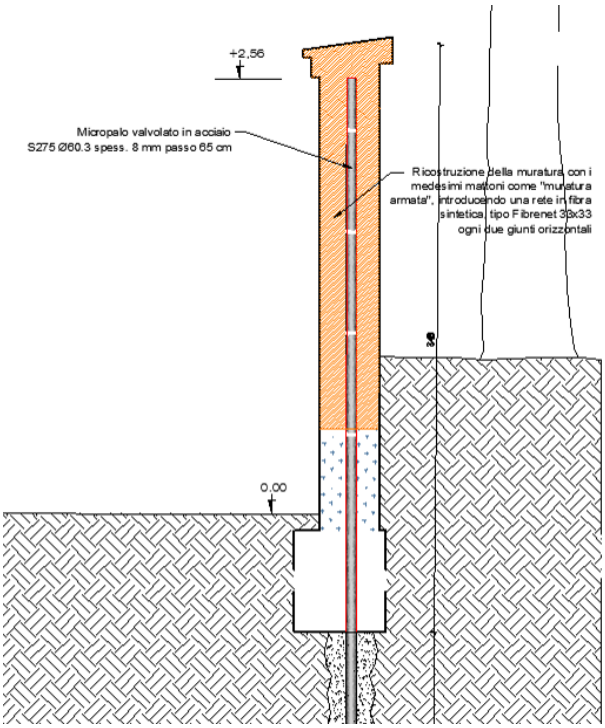

Figura 4. Estratto dell'intervento tipologico di consolidamento del muro.

L'impossibilità di realizzare tiranti inclinati interrati, e quindi non visibili, per la presenza di un'ampia zona non rialzata nel giardino e, d'altra parte, l'ingombro che sarebbe venuto a

crearsi con la costruzione di contrafforti nell'Orto Botanico di Brera, ha orientato la proposta verso la terza soluzione, costituita da micropali valvolati in acciaio inseriti all'interno della muratura, preventivamente consolidata e messa in sicurezza attraverso opere provvisorie di contenimento e puntellazione.
Più precisamente si è previsto la realizzazione di diciannove micropali in acciaio Ø 60.3 sp. 8 mm, da realizzarsi nella parte del muro di cinta in prossimità della collinetta di terreno spingente per uno sviluppo di circa 13 m, posti ad un interasse di 65 cm.
Le fasi dell'intervento di consolidamento prevedevano:

1. il consolidamento della muratura con iniezioni a reticolo, con prodotti a base di miscela composta da leganti aerei e idraulici, cariche ad azione pozzolanica ed inerti di elevata purezza, additivata con specifici addensanti tali da conferire un comportamento pseudoplastico;
2. il confinamento della muratura realizzato con tavole di legno accostate alle pareti libere, forzate contro la muratura mediante connettori filettati in acciaio inox, inghisati con resina epossidica secondo un reticolo di 30 cm di lato, bloccati alle estremità con piastre e bulloni.
3. la realizzazione di un ponteggio e una rampa in tubo-giunto con piano carrabile in doppio tavolato in legno, fissato ad un orditura di traversi in legno, per il posizionamento del macchinario adibito alla realizzazione dei micropali ad un quota di 2 m dal piano campagna.
4. il successivo ancoraggio del ponteggio al muro di confine con connettori Ø16 in acciaio inox, inghisati nella muratura con resina epossidica;
5. la perforazione dalla sommità del muro con punta a sola rotazione, successivo inserimento dei micropali e iniezione per la realizzazione della sbulbature nella parte terminale dei micropali, all'interno del terreno.
6. la ripetizione delle iniezioni consolidanti come descritte al punto 1 e la successiva rimozione del ponteggio e del sistema di confinamento provvisori.
7. la pulizia delle superfici, la ristilatura dei giunti per tutto lo sviluppo del muro e la successiva posa dell'intonaco e tinteggiatura delle superfici a vista.

L'intervento di consolidamento proposto offriva i seguenti vantaggi:

- impediva ulteriori incrementi del fuori piombo del muro, arrestandolo nella situazione inclinata in cui si trovava, tramite una serie di micropali uniformemente distribuiti, in grado di contenere la spinta indotta dal terreno e dalle radici di alberi e arbusti;
- risultava non invasivo nei riguardi sia del cortile condominiale sia dell'Orto Botanico di Brera;
- conservava e salvaguardava il muro settecentesco, rispettandone i valori storici, materici, costruttivi e strutturali.

Preliminarmente agli interventi prettamente strutturali, le condizioni di forte degrado materico del muro richiedevano l'esecuzione di alcuni interventi conservativi:

- la disinfestazione dei vegetali e della patina biologica presente sul muro;
- la sostituzione puntuale dei mattoni erosi in profondità utilizzando mattoni di recupero simili ma distinguibili da quelli esistenti;
- il consolidamento corticale dei mattoni erosi in superficie, sfarinati ed esfoliati;

Il progetto, proposto ed accettato dall'Orto Botanico, venne contestato da parte del Condominio . In particolare vennero avanzati dubbi sulla compatibilità materica e sopratutto forti

perplessità sulla necessità dell'intervento.
Il Condominio espresse infatti contrarietà nei confronti delle opere, rifiutandosi di ammettere le proprie responsabilità nei confronti delle inclinazioni subite dal muro.
Lo stesso Condominio, forte della sua quota di proprietà, impedì l'inizio dei lavori per anni, non concedendo la propria autorizzazione.
Il disaccordo sulle responsabilità delle cause del degrado e sulla conseguente suddivisione delle spese da sostenere per il risanamento protrasse i tempi dell'istruttoria per oltre 10 anni. Nonostante non si fosse giunti ad un pieno e unanime accordo sulle opere da realizzare, il progetto venne presentato al giudizio della Soprintendenza ai Beni Architettonici e Paesaggistici di Milano. Il 29 luglio 2011, la Soprintendenza approvava ed autorizzava l'intervento proposto con inserimento dei micropali.

4. IL CROLLO

Malgrado la approvazione ricevuta e la disponibilità di una ditta del settore ad eseguire rapidamente ed economicamente i lavori, il Condominio tergiversava. Quindici mesi dopo, il giorno 12 novembre 2012, data successiva all'approvazione del progetto e antecedente dell'inizio dei lavori, a causa delle continue piogge, una porzione di circa 6 m di lunghezza del muro repentinamente crolla. Viene immediatamente contattata la SBBAAP e messa al corrente dell'accaduto. In data 13 novembre 2012 viene inviata una richiesta per la realizzazione di opere urgenti di messa in sicurezza dei luoghi (eliminazione parti pericolanti, delimitazione aree e puntellamento di una porzione di muro instabile).

Figura 5. Immagine del muro subito dopo il crollo parziale del 12 novembre 2012.

Figura 6. Immagine del muro subito dopo il crollo parziale del 12 novembre 2012.

A seguito dell'evento dannoso, si tennero colloqui tra il progettista e DL e il Soprintendente, durante i quali si giunse alla conclusione che non fosse necessario presentare un aggiornamento progettuale da sottoporre ad approvazione, in quanto la soluzione già approvata non sarebbe stata sostanzialmente cambiata. L'unica variazione sarebbe consistita nell'aumento della porzione di muro da ricostruire con la tecnica della *muratura armata* (lavorazione già aggiunta nell'attualizzazione nel 2011 del progetto, necessaria a causa dell'avanzamento del degrado riscontrato nei dieci anni passati dalla prima stesura), a cui fece seguito l'approvazione.

5. REALIZZAZIONE DELLE OPERE

Alla fine del 2012, i lavori vengono finalmente iniziati e fu possibile procedere con celerità alla realizzazione delle opere previste da progetto. In particolare:

- messa in opera di 19 micropali di lunghezza pari a 7,70 metri, a passo 65 cm circa;
- ricostruzione della porzione di muratura crollata;
- intonacatura e finiture.

Figura 7. Rimozione e accantonamento dei mattoni.

Figura 8. Realizzazione delle opere: micropali, iniezioni del basamento (lasciato in opera), ricostruzione della muratura crollata con interposta rete nei giunti.

In aderenza al progetto presentato alle pubbliche amministrazioni e approvato, i lavori si sono svolti procedendo con le seguenti lavorazioni:

- rimozione e accantonamento (per successivo riutilizzo) dei mattoni della porzione di muro crollato;
- sbancamento a mano del terreno a ridosso del muro;
- iniezione del basamento originale del muro(lasciato in opera) con legante idraulico;
- realizzazione dei 19 micropali;
- ricostruzione della porzione di muratura crollata (riutilizzando gli originari mattoni precedentemente accantonati), applicando la metodologia approvata, ovvero armando

con rete in fibra di vetro i corsi di malta per garantire maggiori capacità flessionali, ed estendendo la metodologia a tutta la porzione ricostruita e non solo alla sommità del muro, come previsto nel 2002;

- ricostruzione di un elemento in cemento decorativo, in sommità;
- intonacatura sul fronte dell'Orto Botanico.

I lavori sono stati ultimati dall'impresa IMG s.r.l. di Milano il giorno 19 aprile 2013.

Figura 9. Realizzazione delle opere: dettaglio della tessitura muraria con rete interposta e micropali.

Figura 10. Realizzazione delle opere: copertina in sommità.

6. CONCLUSIONI

I lavori si sono conclusi con buon esisto Resta il rimpianto che l'enorme procrastinarsi dell'inizio dei lavori dovuto alla ingiustificata opposizione da parte del Condominio, abbia causato la perdita di una parte considerevole del manufatto, e quindi della sua autenticità, richiedendo un impegno tecnico ed economico ben superiore al previsto, e quindi uno speco di risorse, per raggiungere il medesimo obbiettivo.

Figura 11. Realizzazione delle opere con intonacatura finale.

Figura 12. Realizzazione delle opere: ricostruzione di un elemento decorativo in sommità.

BIBLIOGRAFIA

Cecchi R, Gasparoli P., *Prevenzione e manutenzione per i beni culturali edificati,* Alinea ed., Firenze, 2010.

Di Francesco R., *Lesioni degli edifici,* HOEPLI, Milano, 2008.

Giuriani E., *Consolidamento degli edifici storici*, UTET, Torino, 2012.

Jurina L.**,** Alcune proposte innovative per il consolidamento strutturale di edifici storici in muratura, Atti del seminario internazionale CIAS, Creta, 18-25 maggio 2013.

Jurina L., L'uso degli stralli nel consolidamento di murature storiche isolate, Ingenio n. 24, Luglio 2014.