

COMUNE DI ORANI

PROGETTO DI RESTAURO, CONSOLIDAMENTO STATICO E
ADEGUAMENTO DELLE PERTINENZE DELLA CHIESA DI SAN LORENZO

PROGETTO DEFINITIVO

UBICAZIONE: VIA GONARE, ORANI

ALLEGATO: E

ELABORATO: RELAZIONE DI VERIFICA DEI CARICHI

DATA : LUGLIO 2019

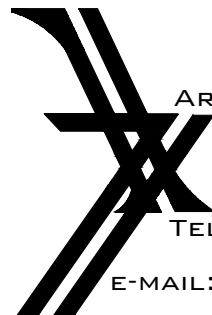
PROGETTISTA : ARCH. ING. ANGELO ZIRANU

COMMITTENTE : COMUNE DI ORANI

RUP : ARCH. LUCA RUIU

COLLABORATORI:

ARCH. CLAUDIA AMBU



STUDIO TECNICO
ARCH. ING. ANGELO ZIRANU
VIA CORNALIAS 102
09121 CAGLIARI
VIA GONARE 29
08026 ORANI
TEL: +39 070 7519620
P.I. 01184720918
E-MAIL: ZIRANUANGELO@GMAIL.COM

RELAZIONE DI VERIFICA DEI CARICHI

La chiesa di San Lorenzo a Orani, allo stato attuale, è caratterizzata da gravi fenomeni di fessurazione, fratturazione e di ribaltamento della muratura perimetrale verso l'esterno.

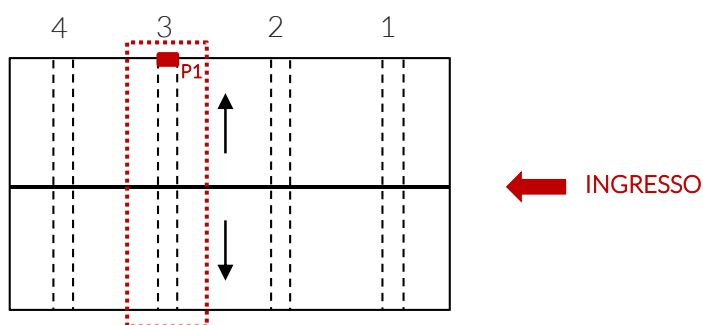
Le lesioni sono da attribuirsi principalmente al rilassamento di modesta entità del terreno a valle della chiesa, probabilmente causato dai recenti lavori di sistemazione dell'area sottostante, all'eccessivo carico a cui è sottoposta la muratura dalla copertura in latero cemento (in un intervento degli anni '80 la copertura lignea venne sostituita con una copertura in latero cemento) e alla rimozione del muro contro terra a monte. Per tutte queste ragioni la situazione di equilibrio preesistente e consolidata è stata modificata, anche se in misura minima, causando il rilassamento della massa sovrastante e determinando le lesioni nel manufatto che, essendo realizzato in pietra, ha manifestato immediatamente le sue deformazioni.

Nella seguente relazione vengono verificati i carichi agenti sulla struttura a seguito delle variazioni previste nel progetto di restauro e consolidamento statico. L'intervento prevede: il totale rifacimento della copertura lignea con 4 capriate che sorreggono un pacchetto di copertura costituito da travicelli, tavolato, impermeabilizzazione e coppi di tipo sardo; l'installazione di 4 catene che garantiscono una soluzione immediata alle problematiche di distacco della struttura muraria; allargamento del plinto di fondazione a valle per meglio distribuire i carichi sul terreno.

Calcolo statico della copertura allo stato attuale – Solaio in latero cemento

La copertura della chiesa ha una forma rettangolare pressoché regolare, con lati 5,8 m x 16,70 m. Attualmente è caratterizzata da una copertura realizzata con un sistema misto in latero cemento con travi in cls armato da 1,00 m ogni 4,00 m circa.

Per il calcolo statico della struttura saranno considerati i carichi maggiori presenti contemporaneamente per verificare la struttura nella condizione peggiore a favore della sicurezza; verrà quindi presa in considerazione la fascia da 1,00 m della copertura maggiormente caricata e cioè quella caratterizzata dalla trave in cls armato.



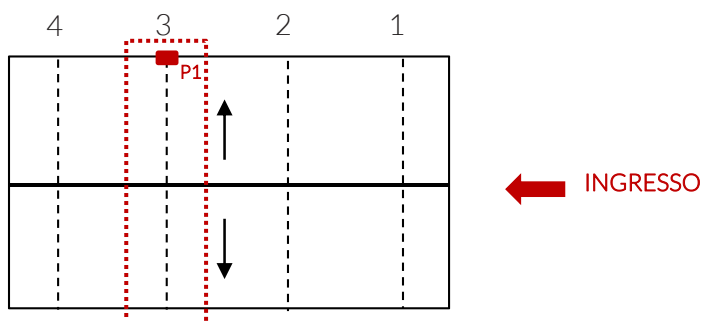
Sezione della trave in cls:	1,00 m x 0,25 m	0,25 mq
Peso della trave in cls:	0,25 mq x 6 m x 2500 kg/mc	3750 kg
Incidenza della trave in P1 :	3750 Kg/2	1875 kg/m
Peso del massetto:	0,05 m x 6 m x 1300 kg/mc	390 kg
Incidenza del massetto in P1 :	390 kg/2	195 kg/m
Peso dell'intonaco:	0,03 m x 6 m x 54 kg/mq	324 kg
Incidenza dell'intonaco in P1 :	324 Kg/2	162 kg/m
Peso delle tegole:	6 m x 60 kg/mq	360 kg
Incidenza delle tegole in P1 :	360 kg/2	180 kg/m
P1:	(1875+195+162+180+) kg/m	2412 kg/m
Carico distribuito del solaio:	250 kg/mq x 6m /2	750 kg
Carico distribuito su P1:	(2412 + 750) x 4 m	12648 kg

In corrispondenza del punto P1, a livello della fondazione, viene applicato un carico R1 che corrisponderà al carico in P1 più la pressione dettata dalla porzione di muratura dell'area di interesse.

Sezione della muratura:	0,7 m x 1 m x 3,50 m	2,45 mq
Incidenza muratura in R1 :	2,45 mq x 2200 kg/mc	5390 kg/m
R1:	12648 kg/m + 5390 kg/m	18038 kg/m

Calcolo statico della copertura allo stato di progetto – Capriate lignee

La copertura sarà ricostruita nel rispetto delle strutture storiche. La proposta prevede 4 capriate, disposte trasversalmente con luce massima di 3,00 m, costituite da monaco, puntone, saette e catene metalliche poste all'altezza delle tipiche catene, affinché esse controbilancino le forze orizzontali che stanno portando ad un'apertura verso l'esterno delle murature perimetrali.



Peso specifico del legno:	1000 Kg/mc	
Sezione degli elementi componenti la capriata:	0,16 x 0,14 m [0,224 mq]	monaco
	0,22 x 0,18 m [0,0396 mq]	puntone
	0,16 x 0,14 m [0,0224 mq]	saetta
Lunghezza delle travi della capriata:	3,00 + 3,00 m	
Peso della capriata:	$(0,224+0,0396+0,024)\text{mq} \times 6 \text{ m} \times 1000 \text{ kg/mc}$	2925,6 kg
Incidenza della capriata in P1:	$2925,6/2 \text{ kg}$	1462,8 kg
Peso degli arcarecci	$0,0064 \times 1000 \text{ kg/m} \times 1 \text{ m} \times 8$	51,2 kg/m
Peso del tavolato:	$0,025 \text{ m} \times 1000 \text{ kg/m} \times 1\text{m}$	25 kg/m
Peso dell'isolante:	$0,04 \text{ m} \times 30 \text{ kg/mc} \times 1 \text{ m}$	1,20 kg/m
Peso della guaina:		10 kg/mq
Peso delle tegole:		60 kg/mq
Peso carichi agenti:	$[(51,2+25+1,20+10+60) \text{ kg/m} \times 6\text{m}] / 2 \times 3 \text{ m}$	
	$884,4 \text{ kg} / 2 \times 3 \text{ m}$	1326,6 kg/m
Carico accidentale:		100 kg/mq
P1:	$1462,8 + 1326,6 + 100$	2889,4 kg/m
Carico distribuito sulla capriata:	$2889,4 \times 3\text{m}$	8668,2 kg/m
Sezione della muratura:	$0,7 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 3,50 \text{ m}$	2,45 mq
Incidenza muratura in R1:	$2,45 \text{ mq} \times 2200 \text{ kg/mc}$	5390 kg/m
R1:	$8668,2 \text{ kg/m} + 5390 \text{ kg/m}$	14058,2 kg/m

Verifica di pressione della capriata sulla muratura

Come si può evincere dal progetto approvato, tra la capriata lignea e la muratura perimetrale, verranno collocati dei dormienti lignei, elementi che assicurerà una distribuzione e introduzione corretta delle forze dalla capriata alla muratura in pietrame misto.

Sezione dormiente SA: 6 m x 0,20 m 1,2 mq

δ_1 (pressione agente sulla muratura): P1 / SA

8668,2 kg/m / 1,2 mq 7223,5 kg/mq

7,2235 N/cm²

$\delta_{\text{muratura}} = 140 \text{ N/cm}^2$

$\delta_{\text{malta}} = 500 \text{ N/cm}^2$

Risulta ampiamente verificata la compressione dei carichi della copertura sulla muratura all'appoggio superiore.

$$\delta_1 < \delta_{\text{muratura}}$$

Verifica di pressione sulla fondazione

Per contrastare i fenomeni di rilassamento della massa muraria, in seguito al rilassamento del terreno a valle della chiesa, si è previsto di realizzare, al livello della fondazione, un cordolo in blocchi di pietrame, resi solidali con malta a base di calce a se stessi e alla muratura esistente, al fine di aumentare la superficie di appoggio della struttura e così anche la sua solidità.

Sezione piastra di appoggio SB: 1,7 m x 1m 1,7 mq

δ_2 (pressione agente sulla fondazione): P1 + R1 / SA

8668,2 kg/m + 5390 kg/m / 1,7 mq 8269,53 kg/mq

8,27 N/cm²

$\delta_{\text{terreno}} = 10 \text{ N/cm}^2$

Risulta ampiamente verificata la compressione dei carichi sulla fondazione

$$\delta_2 < \delta_{\text{terreno}}$$

Verifica di resistenza delle catene

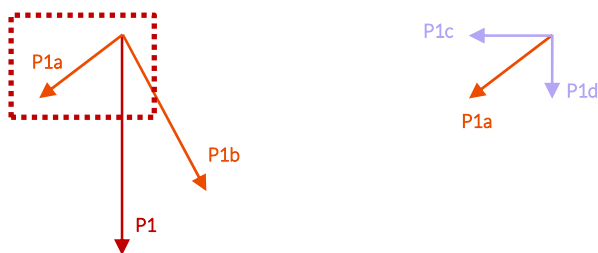
In seguito ai lavori di sistemazione dell'area del Museo Nivola che, al fine di idealizzare un percorso disabili, ha privato la fabbrica del muro contro terra a monte dal quale derivava la sua stabilità strutturale, è stata modificata, anche se in misura minima, la situazione di equilibrio preesistente e consolidata, causando il rilassamento della massa sovrastante e determinando le lesioni nel manufatto che, essendo realizzato in pietra, ha manifestato immediatamente le sue deformazioni. Questi fenomeni denunciano uno stato di

slittamento della massa strutturale e una contemporanea apertura della massa muraria dell'edificio verso l'esterno.

Al fine di contrastare le spinte orizzontali al quale è soggetta la muratura, si implementa la soluzione di consolidamento statico con il posizionamento di n. 4 catene metalliche, posizionate all'altezza delle tipiche catene lignee.

La forza verticale ricavata nel punto d'appoggio della capriata, **P1**, è scomponibile in altre due forze: P1a e P1b. A loro volta esse stesse sono scomponibili in altre due forze.

Nello specifico, prendiamo in considerazione la forza **P1a** dal quale deriva la spinta orizzontale al quale è soggetta la muratura: **P1c**.



P1: 8668,2 kg/m

P1a: 2640 kg

P1c: 2516 kg

Superficie del tondino della catena **SB**: πr^2

3,14 (15 mm)² 7,13 cm²

δ_{amm} : P1c / SB 352,87 kg/cm²

35,28 N/mm²

$\delta_{acciaio}$: 160 N/mm²

Risultano ampiamente verificate le sollecitazioni orizzontali al quale è sottoposta la struttura.

$$\delta_{amm} < \delta_{acciaio}$$

La verifica dei calcoli e dei carichi della nuova struttura, dimostra il rispetto di tutti i limiti di compressione sia sui muri che sul terreno di fondazione, inoltre si evince che la nuova struttura è molto più leggera di quella realizzata nell'intervento precedente.

Cagliari, 22 Giugno 2018

Arch. Angelo Ziranu