



Approvato con Deliberazione di G.C. n° \_\_\_\_\_ del \_\_\_\_\_

Settore S5 – Opere Pubbliche e Manutenzione della Città  
*Servizio Patrimonio Tutelato*

Progetto S5 n.° 10/23  
ID. 7770

## **Interventi di manutenzione straordinaria dei Luoghi della Memoria RESTAURO DELLE STELE**



### **Relazione tecnica ed illustrativa**

Carpi, 10 Agosto 2023

Progettisti:

Arch. Caterina Manfredi

Arch. Cesare Sereni

Responsabile unico di Progetto  
Geom. Maurizio Benetti

# **Interventi di manutenzione straordinaria dei Luoghi della Memoria RESTAURO DELLE STELE**

## **PROGETTO ESECUTIVO**

### **RELAZIONE TECNICA ED ILLUSTRATIVA**

#### **1. Introduzione**

Si premette che il progetto valuta i seguenti aspetti:

- a) soddisfacimento dei fabbisogni della collettività;
- b) qualità architettonica e tecnico funzionale e di relazione nel contesto dell'opera;
- c) conformità alle norme ambientali, urbanistiche e di tutela dei beni culturali e paesaggistici, nonché il rispetto di quanto previsto dalla normativa in materia di tutela della salute e della sicurezza;
- d) limitato consumo del suolo;
- e) rispetto dei vincoli idrico-geologici, sismici e forestali nonché degli altri vincoli esistenti;
- f) il rispetto, l'efficientamento nella realizzazione e nella successiva vita dell'opera nonché la valutazione del ciclo di vita e della manutenzione futura delle opere;
- g) compatibilità con le preesistenze archeologiche;
- h) razionalizzazione delle attività di progettazione e delle connesse verifiche attraverso il progressivo uso di metodi e strumenti elettronici specifici quali quelli di modellazione per l'edilizia e le infrastrutture;
- i) compatibilità geologica, geomorfologia, idrogeologica dell'opera.

#### **2. Premessa**

Il presente progetto esecutivo richiama i precedenti progetti di manutenzione dei luoghi della memoria che già avevano approfondito le analisi, gli studi, gli interventi e le campionature e ne ampia l'esecuzione a tutte le stele del Cortile del Museo Monumento al Deportato.

Si riportano i progetti già autorizzati, dei quali si richiameranno le documentazioni principali nei seguenti paragrafi:

Progetto 276/2016 Interventi di manutenzione straordinaria dei Luoghi della Memoria 2016 che prevedeva il restauro delle 16 stele, approvato con Delibera di Giunta Comunale n. 246 del 29.11.2016;

Progetto 333/2019 Interventi di manutenzione straordinaria dei Luoghi della Memoria 2019 che prevedeva la sistemazione del verde e dell'impianto di illuminazione;

#### **3. Inquadramento territoriale**

Il Museo Monumento al Deportato è situato nei locali del piano terra del corpo di fabbrica più a sud del Palazzo dei Pio, affaccia su Piazza Martiri e Piazzale Re Astolfo e racchiude al suo interno il Cortile delle stele.

Il complesso monumentale del Palazzo dei Pio è di certo una delle aree del centro storico cittadino più interessanti dal punto di vista storico – architettonico, sottoposto a vincolo ai sensi del D.lgs 42/2004 con notifica di tutela del 18.07.1911.

Il Cortile delle Stele è parte integrante del percorso di visita del Museo Monumento al Deportato, ma rimane al tempo stesso un cortile aperto al pubblico che si inserisce nel circuito di piazze cittadine.



Estratto catastale – foglio 119 mappale 495

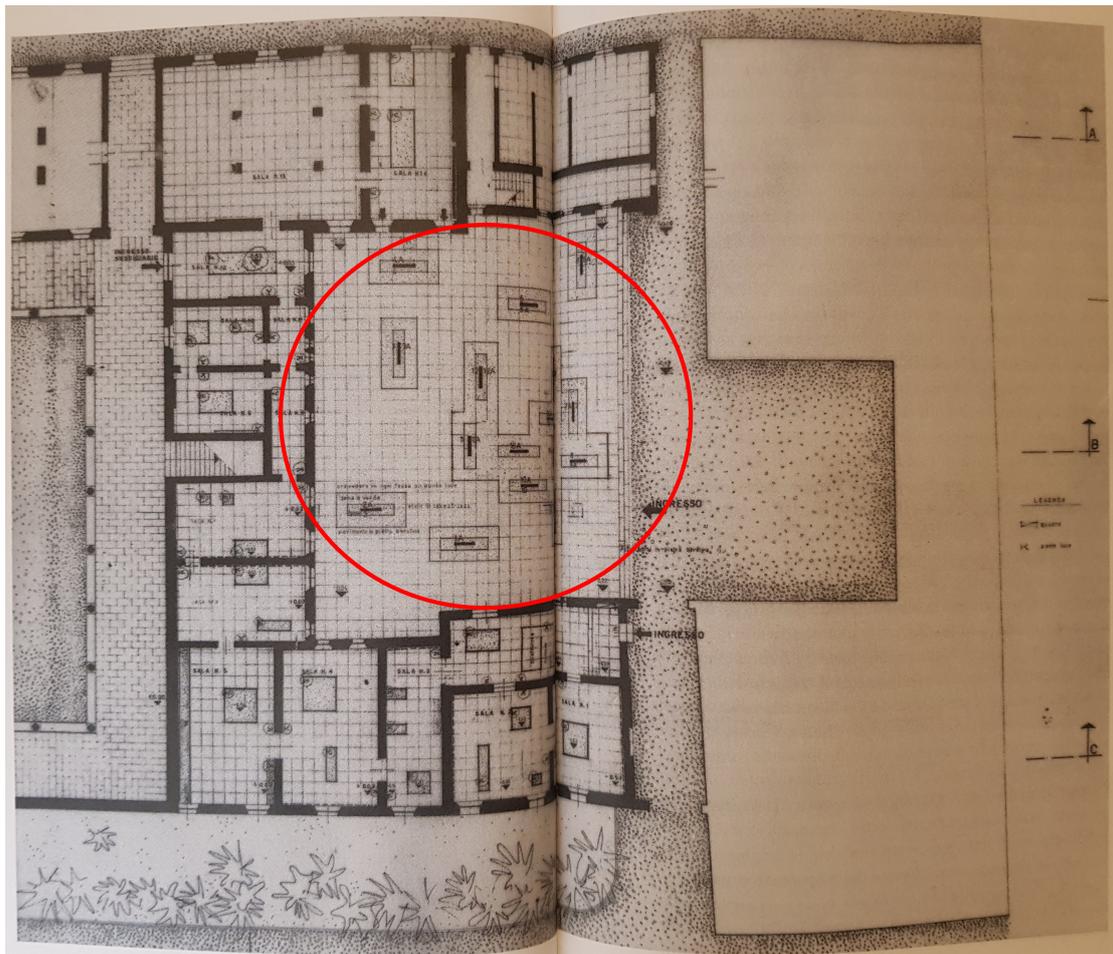


Estratto PRG scala 1:2000

D.Lgs.42/2004 BC – Soggetto a tutela con vincolo diretto D.Lgs. 42/2004



Foto aerea da Google Maps



BBPR, Pianta del Museo-Monumento; versione definitiva, 1969 - (Archivio storico del Comune di Carpi) - Immagine tratta dal libro "Permanenza e attualità - I BBPR e il Museo-Monumento di Carpi" Elena Montanari, politecnica Maggioli Editore

#### 4. Note storiche e tecniche costruttive

L'intervento delle BBPR del Museo al Deportato ha introdotto nel complesso un linguaggio contemporaneo ma che ad oggi è consolidato nella sua immagine e forza rappresentativa.

Nel corso del tempo il Museo ha avuto diverse trasformazioni, quali la revisione dei percorsi, di alcuni allestimenti, gli interventi di restauro delle superfici e delle raffigurazioni a parete e la sottrazione dell'ultima sala, che ne costituiva l'uscita verso il cortile delle Stele a chiusura del percorso di visita.

Negli ultimi anni si è intervenuto seguendo una metodologia conservativa, ai fini di ripristinare quello che era l'originario percorso di visita del Museo pensato in fase di concorso e poi realizzato secondo il progetto delle BBPR, riordinando le teche e i loro contenuti, integrando l'impianto di riscaldamento, già previsto a progetto e predisposto durante l'esecuzione dei lavori negli anni settanta, e conservando il luogo nella sua matericità, fondamentale per la riflessione sulle tematiche del Museo che il visitatore viene portato a fare durante il percorso di visita.

Anche nel Cortile delle Stele l'importanza dei materiali è fondamentale e quanto mai delicata, da affrontare con un intervento di restauro del moderno, la conoscenza dei materiali cementizi e le tecnologie più idonee alla loro conservazione.

Si allega la documentazione tecnica prodotta dallo studio BBPR, vincitore del concorso di progetto del Museo al Monumento, completo degli elaborati grafici e della descrizione dei materiali.

#### 5. Analisi dello stato conservativo e descrizione degli interventi

L'analisi dello stato conservativo è stata eseguita a partire da una serie di indagini preliminari eseguite dal Laboratorio Giancarlo Maselli srl di Nonantola su incarico dell'Amministrazione con Determinazione dirigenziale n. 945/2017, sulla base delle quali è stato redatto il primo progetto di restauro (pgt 276/2016), autorizzato dalla Soprintendenza con prot. n. 19892 del 01.09.2017.

Le indagini diagnostiche hanno evidenziato forti distacchi di cemento causato dalla carbonatazione del calcestruzzo e dall'ossidazione dei ferri, fenomeni di dilavamento e patine biologiche, permeabilità dei materiali in corrispondenza dei nidi di ghiaia, risalita capillare di umidità in fondazione. I materiali sono stati studiati tramite indagini al microscopio ottico in luce riflessa e sezione sottile, analisi chimica elementare, spettrofotometria all'infrarosso, indice di idraulicità, dosaggio dei Sali, stereomicroscopio e diffrattometria, e i risultati sono riportati nella relazione allegata, di cui si riporta breve sintesi.

*\_ **Agenti biodeteriogeni:** sulla superficie delle steli è stata riconosciuta la presenza sia di muschi della specie *Tortula muralis* sia cianobatteri (alche azzurre) della specie *Microcystis viridis*.*

*\_ **Sali solubili:** l'analisi ha evidenziato che i materiali risultano interessati da concentrazioni molto basse di sali solubili. Infatti i valori dei sali totali risultano sempre <1% ad esclusione del campione 9 dove sono stati rilevati solo solfati pari a 1.28%.*

*\_ **Legante del calcestruzzo:** il legante utilizzato risulta essere lo stesso per l'impasto delle steli e per il cordolo della base, cioè una miscela di calce e cemento. L'indice d'idraulicità risulta variabile da 0.28 a 0.34 (calce da mediamente a propriamente idraulica) in quanto l'impasto risulta eterogeneo.*

*\_ **Aggregato del calcestruzzo:** l'aggregato utilizzato per le steli risulta essere una miscela di ghiaia e sabbia a granulometria variabile da arenacea fine (1/4-1/8mm) a conglomeratica media (32-16mm) con prevalenza della frazione conglomeratica micro (4-2mm); la composizione risulta piuttosto variabile in percentuale a causa della disomogeneità del materiale, infatti nel campione 2 troviamo il 20% di gneiss, 50% di calcari, e nel campione 12 troviamo il 10% di gneiss, il 65% di calcari e il 25% di vulcaniti. Il campione 13 risulta invece diverso in quanto l'aggregato è costituito da sabbia con granulometria variabile da arenacea fine (1/4-1/8mm) ad arenacea molto grossolana (2-1mm) con prevalenza della frazione arenacea medio grossolana (1-1/4mm) e composizione derivante essenzialmente dal disfacimento di gneiss.*

*\_ **Patine giallo – bruno superficiali** rilevate nei campioni 12-13 con presenza di Ossalati-Resina sintetica di tipo alchidico imputabili a due ripristini eseguiti con materiali comune da "Ferramenta" e non assimilabili a protettivo del cls applicato dal Restauratore .*

Sono state eseguite inoltre indagini pacometriche e dello stato conservativo e di corrosione delle armature, sclerometriche ed ultrasoniche del calcestruzzo, di cui si riporta sintesi dei risultati.

Verifica dei dettagli costruttivi:

E' stato eseguito il rilievo dimensionale di tutte le steli con evidente aggiornamento dei disegni progettuali certificato dalle schede MG 1 - MG 16 "dettaglio rilievo dimensionale e variabilità delle misurazioni realizzate";

- Per quanto riguarda il rilievo e mappatura delle gabbie metalliche è stata eseguita una analisi dettagliata con prove paco metriche e restituzione nelle varie schede diagnostiche delle MG.
- Dal rilievo sono emerse difformità dimensionali delle steli con altezze variabili e con staffature metalliche interne alla base variabili in quota tra 129 e 150 cm., sono tutte diverse ed hanno armature con ferri verticali a passo variabile tra 10 e 20 cm.

Verifica ossidazione armature:

La dettagliata e puntuale analisi sullo stato di ossidazione delle armature interne alle steli ha rilevato, in ambedue le facce, oltre alle patologie visibili ad occhio nudo, la seguente situazione generale:

**STELI n. 1-5-6-7-8-10-11-12-13-14-16** con valori di potenziali misurati sulle due facce inerenti alla fasci di sicurezza che indica (come da Normativa ASME) "mancanza di ossidazione delle armature"

**STELI n. 3-9-15** con valori di potenziali intermedi che indicano, sempre secondo le Norme, attacchi di ossidazione armature localizzati e non diffusi;

**STELI n. 2- 4 molto degradate sia nella parte superiore che in quella inferiore.**

Verifica delle caratteristiche meccaniche del calcestruzzo:

Le sedici prove Sonreb, eseguite con prove non distruttive nelle sedici Steli, i cui risultati sono enunciati nella tabella 5.1, hanno evidenziato:

- velocità medie ultrasoniche variabili tra 4.400 e 4.750 m/sec.;
  - indice di ribalzo da prove sclerometriche variabili tra 45 e 52;
  - resistenza caratteristica  $R_{ck}$  variabile tra 47 e 66 Mpa; - moduli elastici variabili tra 44.000 e 50.000 Mpa.
- I valori di  $R_{ck}$  evidenziano un calcestruzzo usato nella costruzione delle steli ad alta resistenza (il che indica una bassa porosità) e ottima elasticità.

Dai dati rilevati abbiamo quindi un buono stato generale conservativo delle armature, un calcestruzzo ad alta resistenza e modulo elastico, con conseguente compattezza, elasticità e resistenza per quanto attiene il comportamento derivato da movimenti dinamici entro la sicurezza strutturale.

Sulla base di questi risultati è stata **redatta relazione di calcolo strutturale** a firma dell'Ing. Federico Dall'Oglio ai fini della verifica della resistenza ai sensi delle NTC 2018, con indicazione degli interventi da eseguire sulle steli maggiormente degradate, che si allega al progetto.

Sono stati quindi individuati i prodotti più idonei per la realizzazione degli interventi, a seguito di prove e campionature che hanno portato, su indicazione della Soprintendenza, ad eseguire una progetto campione sulla stele n. 3 da parte della ditta Leonardo srl. Si precisa che la metodologia proposta sulla Stele campione è stata autorizzata dalla Soprintendenza con prot. 49420 del 11.09.2020.

Si allega elaborato grafico completo relativo alla metodologia di intervento proposta e realizzata da Leonardo srl, e si riporta breve sintesi degli interventi, da eseguirsi su tutte le 16 steli sulla base delle mappature riportate negli elaborati grafici.

Aggiornamento della mappatura del degrado e dello stato di conservazione:

- **Deposito superficiale** incoerente di varia natura (principalmente particolato atmosferico);
- **Patina biologica** localizzata nella parte sommitale e inferiore della stele; la proliferazione di muschi e licheni è stata riscontrata nelle zone in cui si verifica il ristagno e percolamento da parte di acqua meteoriche e fenomeni di umidità di risalita capillare;
- **Esfoliazione di alcune porzioni delle superfici in calcestruzzo**, soprattutto nelle aree più esposte all'azione degli agenti atmosferici o soggette a cristallizzazione di Sali solubili;
- **Risarciture e superfetazioni con malta di stuccatura poco idonee**, utilizzate per la ricostruzione di parti mancanti della superficie della stele. Si tratta di materiali ascrivibili a precedenti interventi manutentivi eseguiti con materiali non congrui da un punto di vista cromatico, compositivo e applicativo (disomogeneità della texture);
- **Distacco e mancanza diffusa di porzioni di calcestruzzo con espulsione della massa superficiale del copriferro in corrispondenza delle armature metalliche ossidate** che ha anche interessato parte dell'incisione;

- **Fessurazione localizzate** imputabili all'ossidazione e/o dilatazione differenziale tra il calcestruzzo e le barre metalliche;
- **Sollevamento e degrado diffuso delle copertine sommitali in rame** attribuibile alla deformazione e alla presenza di umidità d'infiltrazione.

Descrizione dell'intervento di restauro:

- **Applicazione di prodotto biocida**, formulato sulla base delle analisi eseguite;
- **Rimozione dei depositi superficiali** incoerenti e parzialmente aderenti con vapore, tensioattivi, spazzole morbide e bisturi, sia del calcestruzzo che dei ferri di armatura scoperti;
- **Rimozione delle macchie** tramite impacchi e spazzole morbide
- **Asportazione delle porzioni distaccate** e instabili di ripristini precedenti non idonei;
- **Protezione dei ferri di armatura** con trattamento anticorrosione;
- **Stuccatura con malta cementizia compatibile** e analoga per colore e granulometria, formulata sulla base delle indagini diagnostiche e lavorata in superficie a ricreare una texture in continuità con l'esistente;
- **Trattamento protettivo e consolidante** a base di idrorepellenti e silicati;
- Riparazione, fissaggio e pulitura delle **copertine sommitali**;

## 6. Stima degli interventi e cronoprogramma

La stima dei costi dell'intervento è stata aggiornata rispetto al progetto del 2016, sulla base degli elenchi prezzi aggiornati, dell'attuale stato conservativo delle Stele e delle campionature autorizzate. L'intervento sarà eseguito su tutte le 16 stele. Si allegano computo metrico estimativo, elenco prezzi, quaderno d'oneri e quadro economico complessivo.

Si prevede una **durata dei lavori pari a 120 giorni naturali e consecutivi**, e una consegna dei lavori nel mese di settembre 2023. Considerata la necessità di eseguire queste specifiche lavorazioni di restauro con temperature e condizioni meteorologiche idonee, si prevede la possibilità di spezzare l'esecuzione dei lavori in due periodi, con una sospensione temporanea nei mesi invernali.

Carpi, 10 Agosto 2023

Progettisti:

Arch. Caterina Manfredi

Arch. Cesare Sereni

Responsabile unico di Progetto  
Geom. Maurizio Benetti