



BOLLETTINO DI ARCHEOLOGIA ON LINE

DIREZIONE GENERALE ARCHEOLOGIA, BELLE ARTI E PAESAGGIO

VIII, 2017/3-4

SERGIO SALVATI*, ANTONELLA DOCCI*

LA PIRAMIDE NELLA CITTÀ. PROBLEMI DI CONSERVAZIONE DEL PARAMENTO ESTERNO

The work - carried out since 2013 by a professional team - focused on conservation and volumetric restoration of the ashlars, aiming at the preservation of the monument's different historical phases and allowing the development of a maintenance plan and a monitoring system to check efficacy and durability of chemical products.

La conservazione di un monumento archeologico inserito nel contesto urbano (*fig. 1*) è una sfida che richiede un attento studio preliminare, un complesso procedimento operativo ed una manutenzione mirata e continuata nel tempo. Queste sono le tre direttrici sulle quali si è sviluppato l'intervento di restauro conservativo del paramento esterno della Piramide di Caio Cestio, che ha avuto avvio nel marzo 2013.

Partendo dagli esiti di oltre venti anni di studio del manufatto e delle sue vicende conservative, nonché dei più recenti interventi condotti nel 2000 sul solo lato prospiciente il cimitero acattolico, si è avviata una nuova campagna diagnostica e conoscitiva volta a caratterizzare le forme di deterioramento e a definire l'effettivo stato di degrado delle preziose superfici lapidee.

Si è potuto, ad esempio, approfondire la natura del complesso ecosistema di tipo biologico, principale responsabile delle patine brune che alteravano la cromia del monumento e che producevano agli occhi dei romani l'effetto stridente di un'immagine in bianco e nero su un fondo cittadino a colori. È stata accertata la presenza di patine costituite da microrganismi fotoautotrofi e talli lichenici crostosi, i cui effetti nocivi discendono dal rapporto fra le alterazioni biologiche ed il materiale lapideo, in altre parole dalla permeabilità del supporto e dalla profondità dei biodeteriogeni che penetrano all'interno della materia (*fig. 2*).

I problemi conservativi del paramento esterno sono di diversa natura e spaziano da quelli connessi alle caratteristiche del manufatto, come la perdita di complanarità dei conci, evidenti sotto forma di slittamento, allontanamento, rotazione ed espulsione degli stessi, a quelli più strettamente legati alle caratteristiche intrinseche dei materiali costitutivi come la porosità del lapideo,



1. ROMA. PIRAMIDE DI CAIO CESTIO. VISTA GENERALE DA PIAZZALE OSTIENSE (foto L. Filetici)



2. ROMA. PIRAMIDE DI CAIO CESTIO PRIMA DEL RESTAURO. ANGOLO EST

un marmo Lunense a grana fina estratto nel bacino di Carrara (*fig. 3*). Talvolta, inoltre, conformazione e caratteristiche del materiale generano nuove sinergie nel processo di deterioramento.

L'inclinazione, pertanto, congiuntamente all'elevata porosità, favorisce il ristagno idrico sulla superficie che diviene, come risaputo, un acceleratore dei fenomeni di degrado in generale (da quelli chimici a quelli fisici) e di quelli di tipo biologico in particolare (*figg. 4-5*): fenomeni



3. ROMA. PIRAMIDE DI CAIO CESTIO. DETTAGLIO DELLA DISGREGAZIONE DELLA PIETRA

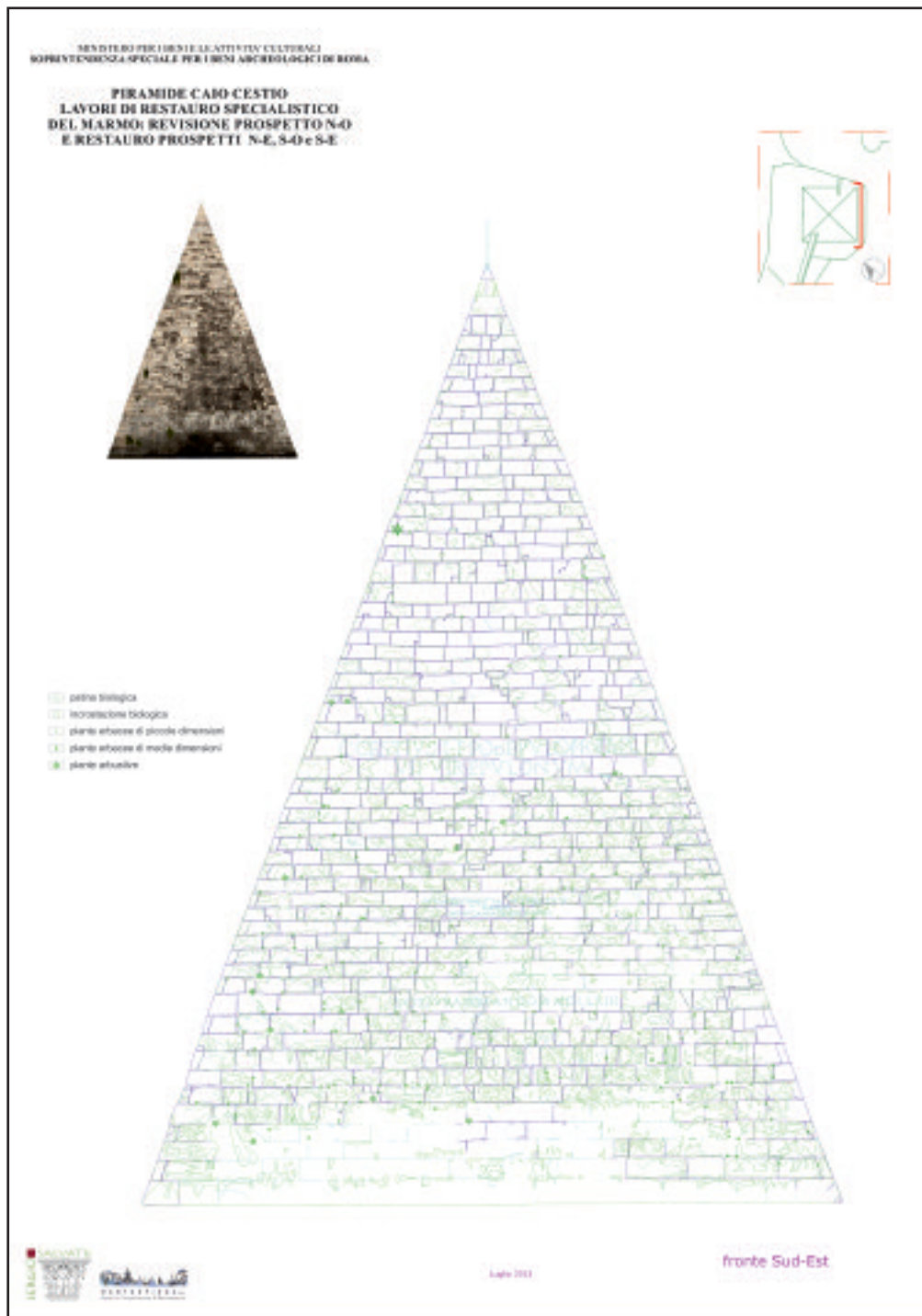
che anche storicamente hanno contribuito, come è evidente nelle stampe antiche, a fornire un'immagine romantica della piramide violata da infestazioni arboree, dissesti e parti mancanti.

Generalmente si presta grande attenzione agli effetti del rapporto di un monumento con il contesto urbano per i danni ad esso arrecati dai prodotti carboniosi del traffico veicolare. In questo caso, pur essendo presente anche tale problematica, soprattutto in prossimità della breccia aperta nelle Mura Aureliane, non sono da sottovalutare i più subdoli effetti sul deterioramento di tipo biologico e quelli di decoesione e disgregazione delle superfici lapidee indotti dall'ambito circostante.

Quanto al primo aspetto è evidente che sia la presenza di una rigogliosa area verde - costituita dal cimitero acattolico - che favorisce un clima umido proprio in corrispondenza dei fronti esposti a nord con scarso soleggiamento, sia il dislivello del piano di spiccatto rispetto al piano stradale, che impedisce la naturale circolazione dell'aria, concorrono a determinare una situazione di ristagno dell'umidità a ridosso delle superfici lapidee

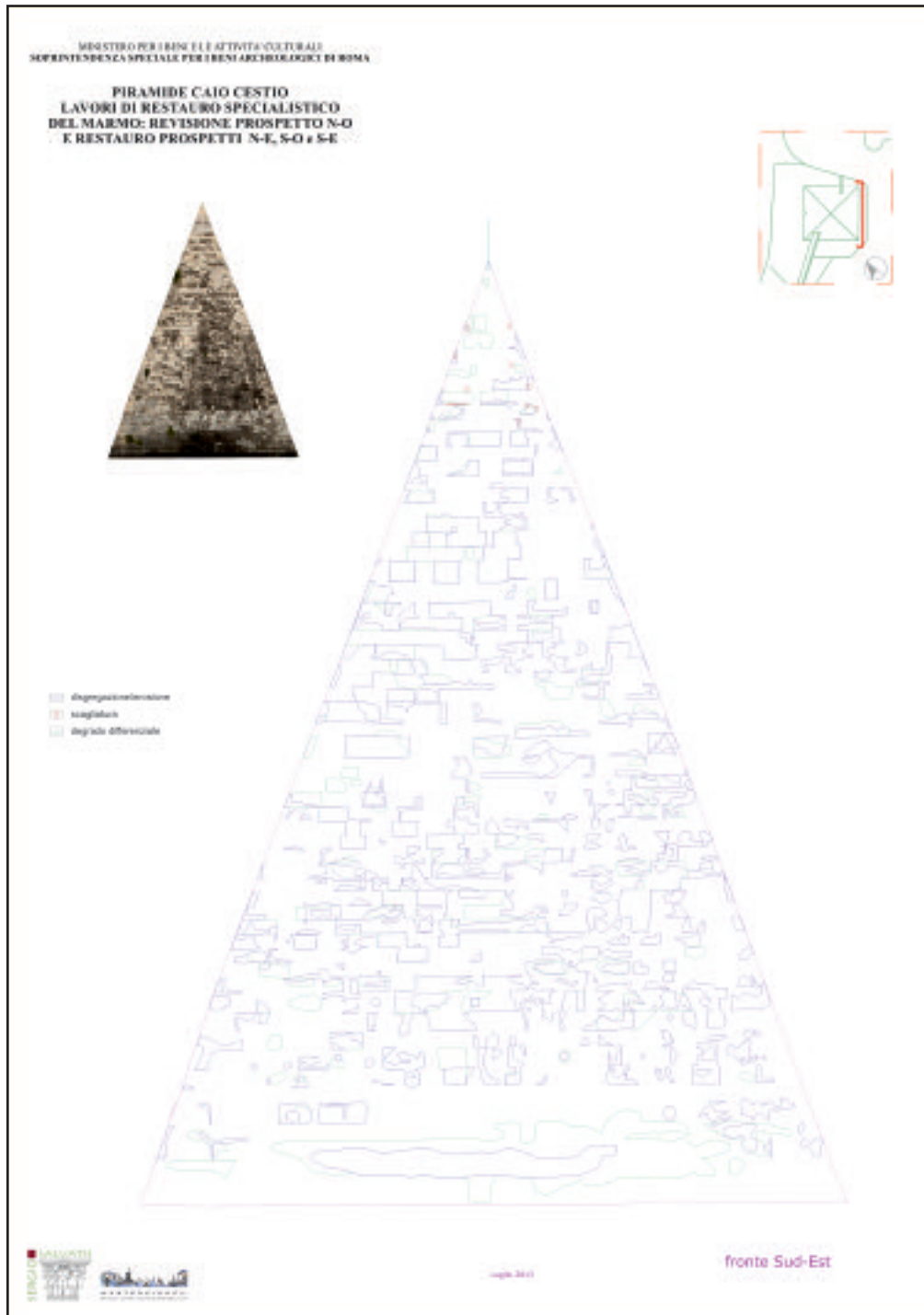


4. ROMA. PIRAMIDE DI CAIO CESTIO. DETTAGLIO DELLA VEGETAZIONE SUPERIORE (foto P. Rizzi)



5. ROMA. PIRAMIDE DI CAIO CESTIO. PROSPETTO S-E. MAPPATURA DEL DEGRADO BIOLOGICO

che incrementa le proliferazioni di tipo biologico. Quanto al secondo aspetto, collegato ai fenomeni di perdita di coesione intergranulare, si è potuto constatare quanto incida lo *skyline* urbano sull'azione eolica dei venti di ponente che, incanalandosi lungo la Via Ostiense e non trovando sufficienti ostacoli, esplicano il deleterio effetto di erosione meccanica (*fig. 6*) in particolare sulle superfici del fronte che affaccia sul Campo Boario.



6. ROMA. PIRAMIDE DI CAIO CESTIO. PROSPETTO S-E. MAPPATURA DELLA DISGREGAZIONE E DELLA SCAGLIATURA

Nella fase di mappatura delle forme di alterazione e delle morfologie di degrado presenti sulla superficie lapidea sono stati puntualmente rilevati anche tutti quei danni di origine meccanica prodotti nei secoli dai colpi di artiglieria che in vari punti, soprattutto nei fronti che affacciano sul Piazzale Ostiense, hanno causato depressioni di forma semisferica del diametro variabile, da ca. 5- 6 cm fino a quasi 40 cm, con fratture radiali lungo i margini (*fig. 7*).



7. ROMA. PIRAMIDE DI CAIO CESTIO. SUPERFICIE ESTERNA: COLPO DI ARTIGLIERIA. DETTAGLIO

Sul fronte interno alle Mura, invece, una serie di impronte di dimensioni più piccole, localizzate nella porzione angolare a sinistra dell'ingresso alla cella - ad "altezza uomo" - sono tristemente riconducibili a raffiche di artiglieria usate nelle esecuzioni.

La fase d'intervento più complessa è stata quella rivolta alla rimozione delle infestazioni di tipo biologico che ha richiesto ripetuti cicli di applicazione di prodotti biocidi, la cui efficacia è stata verificata anche tramite indagini di laboratorio, con successiva asportazione degli organismi devitalizzati.

Precedenti sperimentazioni condotte dal Laboratorio di Biologia dell'Istituto Superiore per la Conservazione e il Restauro sulle superfici della Piramide hanno consentito di individuare i prodotti e le procedure più idonee per l'eliminazione degli organismi responsabili della colonizzazione biologica (*fig. 8*). Il prodotto commerciale che ha fornito le migliori prestazioni, considerando sia le caratteristiche delle alterazioni biologiche sia il rispetto dei materiali con i quali



8. ROMA. PIRAMIDE DI CAIO CESTIO. ATTACCHI BIOLOGICI

deve interagire (in molti casi assai degradati), è un preparato a base di sali di ammonio quaternario con ampio spettro di attività. Questo formulato, ampiamente utilizzato nelle operazioni di restauro dei materiali lapidei, risulta efficace nei confronti di cianobatteri, alghe, funghi, licheni e muschi. Nel caso della Piramide, la stretta condivisione spaziale di cianobatteri, alghe e licheni ha reso indispensabile individuare una strategia di intervento unica. Dal punto di vista dell'interazione con i materiali, il prodotto è caratterizzato da un pH prossimo alla neutralità e pertanto particolarmente indicato per l'uso su materiali carbonatici sensibili ai prodotti acidi. La scelta dei sali di ammonio quaternario discende dalla lunga esperienza nel settore del restauro, dalla comprovata efficacia nel trattamento delle diverse biocenosi responsabili di attacchi biologici sui materiali lapidei e dalla assenza di interferenza con il materiale lapideo (*fig. 9-10*).



9. ROMA. PIRAMIDE DI CAIO CESTIO. PREPARAZIONE DEL BIOCIDIA



10. ROMA. PIRAMIDE DI CAIO CESTIO. APPLICAZIONE DEL BIOCIDIA

La procedura messa in atto nel corso del recente restauro si è articolata in più fasi:

- prima applicazione del prodotto biocida in soluzione acquosa al 3% lasciata agire per una settimana;
- seconda applicazione lasciata agire per un'ulteriore settimana;
- rimozione delle patine di organismi devitalizzati per mezzo di spazzolini a setole morbide in nylon, asportazione a bisturi dei licheni e successivo risciacquo delle superfici;
- terza applicazione del prodotto biocida lasciato agire ancora per una settimana;
- ulteriore fase di rimozione dei residui di organismi devitalizzati per mezzo di spazzolini e successivo risciacquo (*fig. 11*).



11. ROMA. PIRAMIDE DI CAIO CESTIO. RIMOZIONE DEI RESIDUI DEL TRATTAMENTO BIOCIDIA

Localmente, laddove l'azione biocida rendeva particolarmente evidente la persistenza di colonizzazioni biologiche attraverso una accentuata estrazione, per effetto dell'azione biocida di alcuni pigmenti fotosintetici dalle cellule dei cianobatteri, molecole pigmentate - carotenoidi e melanine - che hanno il compito di proteggere le cellule dalle radiazioni solari dannose e sono normalmente contenute all'interno delle cellule e delle guaine cellulari, il prodotto è stato nuovamente applicato con l'ausilio di carta giapponese.

Il trattamento biocida ha, infatti, lo scopo di devitalizzare i microrganismi responsabili della formazione della patine. Tale devitalizzazione non comporta, tuttavia, la completa eliminazione delle colorazioni grigie assunte dal materiale alterato anche per effetto dell'interazione con altri fattori di degrado termo-igrometrici e riconducibili agli inquinanti ambientali.

Oltre alle patine e alla sporadica presenza di piante erbacee, tra le lastre marmoree di rivestimento si erano sviluppate alcune piante arbustive e altre arboree. Le piante di Capperò comune (*Capparis spinosa* L. sl.) erano le più diffuse sulle diverse esposizioni a varie quote della Piramide, mentre le piante di Rovo comune (*Rubus ulmifolius* Schott) e due fusti di Platano comune (*Platanus hybrida* Brot.) erano localizzati nella parte inferiore dei lati S-O e N-E.

La modalità di devitalizzazione ha previsto l'utilizzo di un erbicida sistemico, da applicarsi dapprima a spruzzo sulle foglie, quindi puro a pennello sul fusto, subito dopo averlo tagliato alla base (figg. 12-13).



12. ROMA. PIRAMIDE DI CAIO CESTIO. PARTICOLARE DEL PLATANO SUL LATO S-O



13. ROMA. PIRAMIDE DI CAIO CESTIO. TRATTAMENTO DELLA VEGETAZIONE SUPERIORE

Per poter rispettare i tempi progettuali è stato necessario elaborare un cronoprogramma (fig. 14) che tenesse conto dell'estesa superficie d'intervento, sviluppata su 18 piani di ponteggio e su quattro differenti fronti, per un totale di oltre 2000 mq. La rigorosa concatenazione dei cicli di applicazione del biocida e delle fasi di risciacquo delle superfici, che richiedono intervalli temporali predefiniti, è stata la fase più critica ed al contempo la più significativa per l'efficacia dell'intervento. Basti pensare che oltre a rimuovere quasi 800 piante di varie dimensioni, sono stati impiegati circa 1250 litri di soluzione biocida in acqua demineralizzata, circa 1000 spazzolini di setola e 200 erogatori manuali.

Nell'intervento di stuccatura e di stilatura dei giunti si è tenuto conto del preminente effetto di tipo conservativo dell'operazione, assolvendo le stuccature al compito strutturale di eliminare le soluzioni di continuità e di ripristinare la resistenza meccanica, ma anche di



14. DETTAGLIO DEL CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI

protezione, riducendo la capacità di assorbimento d'acqua della struttura muraria per infiltrazione e capillarità. Un ulteriore contributo dell'integrazione, peraltro, è consistito nella restituzione della geometria dei conci senza perdere il dato storico delle vicende conservative originate dall'allontanamento e dallo scivolamento di questi. Si è scelto, pertanto, di lasciare su un piano arretrato le stucature in corrispondenza delle distanze create tra elementi non più nella posizione originaria, ricostruendo invece a livello le mancanze dei conci utili a riconfigurarne la sagoma (figg. 15-16).

La stilatura dei giunti e la riconfigurazione dei conci segue un criterio basato su di una sorta di gerarchia delle reintegrazioni ed è stata eseguita con malte a base di calce idraulica naturale (NHL 3,5) e le seguenti cariche, inerti e idrauliche, selezionate per colore e granulometria: sabbia di fiume, botticino, rosa corallo, giallo oro, bardiglio, pozzolana, cocciopesto.



15-16. ROMA. PIRAMIDE DI CAIO CESTIO. RIMOZIONE DELLE STUCATURE INCONGRUE (a sin.) E PARTICOLARE DELLE CARICHE (a dx.) UTILIZZATE PER IL RIPRISTINO DELLE STILATURE E DELLE RICONFIGURAZIONI

Un primo livello di reintegrazione riguarda le microfessurazioni e le microfratture che sono state trattate a livello. Le stilature dei giunti sono state eseguite con un leggero sottolivello laddove la posizione dei conci poteva ritenersi come quella originale, mentre nel caso di conci distanziati tra di loro a causa di eventi di varia natura (terremoti, fulmini, cedimenti, vegetazione superiore) la stuccatura è stata eseguita con un sottolivello più pronunciato in modo da consentire, anche a distanza, la percezione dello scostamento dalla sede originale. Un'ultima tipologia di reintegrazione ha riguardato la riconfigurazione dei conci che è stata eseguita a livello per consentire la lettura della tessitura originale, delegando alla natura della reintegrazione, in malta appunto, la riconoscibilità dalla materia originale (*fig. 17*).



17. ROMA. PIRAMIDE DI CAIO CESTIO. RICONFIGURAZIONE DEL PARAMENTO LAPIDEO E STILATURA DEI GIUNTI

La rifinitura localizzata della pulitura delle superfici è stata eseguita con impiego di minisabbiatrice a pressione di esercizio di 0,2 atm. Come abrasivo si è scelto di utilizzare un inerte che risulta essere particolarmente adatto per granulometria, densità e durezza. Il prodotto, oltre ad avere caratteristiche tecniche che lo rendono adeguato per tale operazione, ha il vantaggio di poter essere riciclato, con un beneficio in termini di rispetto dell'ambiente. Rispetta i parametri standard relativi alla salute e alla sicurezza sul lavoro raggiungendo la massima qualità prevista dai requisiti sulla lavorazione e sulla purezza del minerale; soddisfa le norme ISO 11126-10:2000, relative al contenuto di cloruri e di silice libera (*figg. 18-19*).



18-19. ROMA. PIRAMIDE DI CAIO CESTIO. FASE FINALE DELLA PULITURA (foto L. Filetici)

In fase di consolidamento coesivo, al fine di incidere anche sulla vulnerabilità di tipo biologico, è stato impiegato un prodotto a base di silicato di etile nel quale è presente un biocida a largo spettro in grado di preservare le superfici trattate da una possibile rapida riproliferazione degli agenti biodeteriogeni.

Infine è stato applicato sulla superficie un protettivo a base di silani-silossani in solvente organico che dopo l'essiccazione forma una sostanza attiva in grado di ridurre l'assorbimento di acqua senza ostruire i pori del materiale trattato (*fig. 20*).



20. ROMA. PIRAMIDE DI CAIO CESTIO. APPLICAZIONE DEL PROTETTIVO FINALE

L'intervento di restauro è stato anche un'occasione irripetibile di studio delle tecniche costruttive consentendo, ad esempio, di accertare che i blocchi angolari originari presentano i piani di appoggio ortogonali e sono stati pertanto realizzati tenendo conto dell'inclinazione di posa, mentre i restanti conci sono dei parallelepipedi disposti con una giacitura corrispondente all'angolo d'inclinazione esterno di 21°. Ciò è stato verificato nell'angolo Est, dove si è potuto constatare che i conci adiacenti a quelli angolari (presumibilmente lavorati *in situ*) presentano sia una parte con il piano di giacitura ortogonale sia un'altra con l'inclinazione corrispondente al piano esterno, con il preciso intento di creare un collegamento solidale tra i blocchi dei filari e quelli ad angolo: si tratta dunque di una testimonianza straordinaria della raffinata tecnica costruttiva romana.

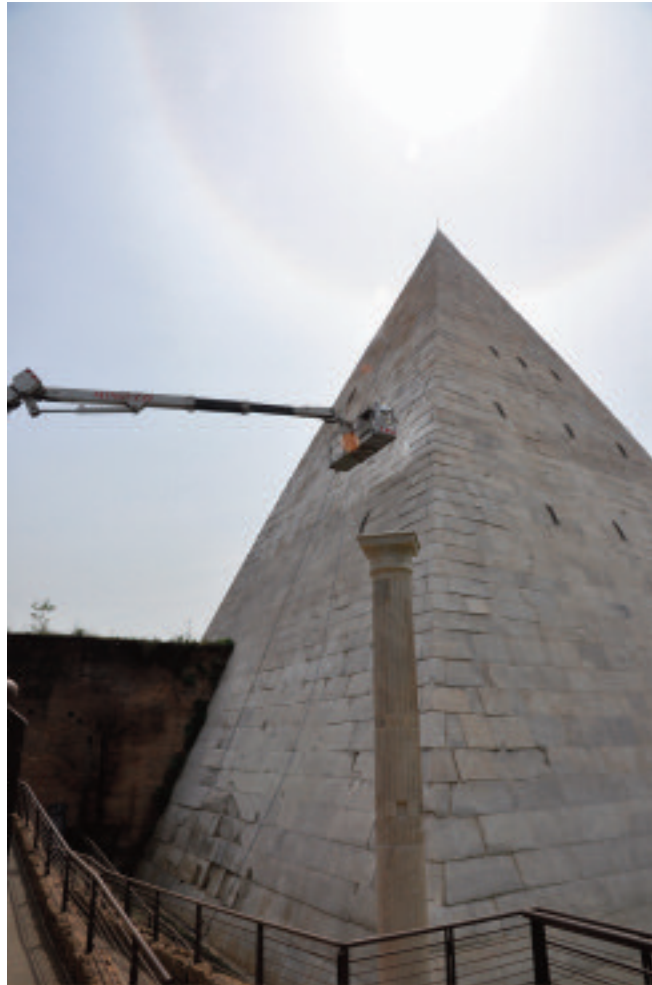
Inoltre l'intervento conservativo sulla Piramide è stato immaginato come un modello sperimentale di monitoraggio di prodotti protettivi attraverso la predisposizione di tasselli di marmo di Carrara ospitati in espositori in acciaio inossidabile, posizionati a tre diverse altezze dei quattro prospetti esposti, come già illustrato, a differenti sollecitazioni ambientali (*fig. 21*).

Tali campioni di marmo saranno periodicamente prelevati ed analizzati per valutare l'efficacia dei prodotti di restauro applicati e la loro durabilità, anche rispetto alle differenti quote e ai fronti di esposizione.



21. ROMA. PIRAMIDE DI CAIO CESTIO. SPERIMENTAZIONE DEI PROTETTIVI

È stato infine elaborato un programma di manutenzione specialistica del monumento che ha già avuto una prima attuazione nel periodo maggio-settembre 2016 (fig. 22) e che proseguirà con un secondo intervento nel corso dell'anno 2018.



22. ROMA. PIRAMIDE DI CAIO CESTIO. LUGLIO 2016: INTERVENTO DI MANUTENZIONE

ALCUNI NUMERI DEL RESTAURO

La Piramide di Caio Cestio ha una base di m 29 ca, corrispondenti a cento piedi romani; un'altezza di m 36,80, con l'apotema di m 39,65; un'inclinazione dei piani pari a 21°. La superficie totale è di mq 2.264,94. I conci sono ripartiti su 58 filari per un totale di 2500 elementi tra originari e di restauro.

Le colonne del fronte N-O sono alte m 9,17 compreso il basamento e sviluppano ciascuna mq 49,00 ca.

Il montaggio dei 15.682 giunti del ponteggio è stato eseguito da 6 operai specializzati per 43 giorni per un totale di 2.064 ore, mentre per lo smontaggio sono intervenuti 3 operai specializzati per 51 giorni per un totale di 1.246 ore.

I lavori di restauro hanno interessato una superficie di mq 2.264,94; sono stati eseguiti in 327 giorni effettivi che hanno visto impegnati due direttori tecnici e sette operatori specializzati per un totale di 23.544 ore. Sono state rimosse 781 piante di varie dimensioni e 4.583 metri lineari di stuccature non più funzionali.

In totale sono stati utilizzati:

• litri di soluzione biocida	1.244
• kg di malta	5.150
• litri di protettivo	325
• spazzolini	964
• spruzzini	163

GRUPPO DI LAVORO

<i>Direttore del Monumento e R.U.P.</i>	Dott.ssa Rita Paris
<i>Direttore dei Lavori</i>	Arch. Maria Grazia Filetici
<i>Assistenti alla Direzione Lavori</i>	Arch. Beatrice Vivio; Arch. Paola Falla; Arch. Serena Belotti
<i>Ispettore di Cantiere</i>	Dott.ssa Antonella Malatesta
<i>Coordinatore della Sicurezza</i>	Ing. Giuseppe Carluccio
<i>Responsabile dei restauri</i>	Rest. Sergio Salvati
<i>Contabilità Lavori</i>	Geom. Pietro Piazzolla

IMPRESE DI RESTAURO SPECIALISTICHE

<i>Interventi di restauro superfici</i>	Sergio Salvati s.r.l.
<i>Direttore tecnico</i>	Sergio Salvati
<i>Dipendenti Sergio Salvati s.r.l.</i>	Alessia Cardarelli, Alessandra Dainese, Daniele Faiola, Michela Lombardozzi, Cecilia Nugari, Maria Laura Ponzo, Riccardo Salvati
<i>Subapp. Interventi di restauro superfici</i>	Masterpiece s.r.l.
<i>Direttore tecnico</i>	Antonella Docci
<i>Dipendenti Masterpiece s.r.l.</i>	Maria Cristina Bittozzi, Cristiana Zappacosta

ALTRI COLLABORATORI

<i>Documentazione fotografica</i>	Luigi Filetici, Pasqualino Rizzi
<i>Riprese Video</i>	Lorenzo Nardelli
<i>Rilievo 3D</i>	Arch. Lucia Valdarnini
<i>Indagini diagnostiche</i>	Artelab s.r.l.
<i>Strutturista</i>	Arch. Carlo Baggio
<i>Realizzazione sistemi meccanici</i>	Gianni Tei
<i>Sperimentazione protettivi</i>	Ing. Maria Laura Santarelli

*Collaboratori SSABAP-RM

info@sergiosalvati.it
antonelladocci@masterpiecesrl.it

