

L'AULA OVEST DEL COMPLESSO DI DOMIZIANO TRA FORO ROMANO E PALATINO: METODOLOGIE A CONFRONTO PER UN RILIEVO XXL

Queste tecnologie consentono oggi a un singolo studente umanista di comporre contesti articolati per periodi, di sperimentare ipotesi ricostruttive e di portare a termine rilievi esattissimi, realizzando il tutto come un tempo avrebbe potuto fare solo una squadra numerosa di disegnatori e di geometri.

A. CARANDINI, *La forza del contesto*, Roma 2017

1. IL RILIEVO “STONE BY STONE” DI PROGETTI XXL: LE ESPERIENZE ANTECEDENTI

Nel quadrante sud-orientale del Foro Romano, alla pendice del colle Palatino e in prossimità del quartiere del Velabro, sorge il complesso architettonico realizzato dall'imperatore Domiziano; esso si compone di almeno quattro aule monumentali, di cui l'Aula Ovest è la maggiore, e della Rampa, che collega tale complesso con le strutture poste sulla sommità del Palatino (MONACO 2015, 19-26; HEINZELMANN 2010-2011, 60-67). Una parte di tali spazi è oggi occupata dalla chiesa di Santa Maria Antiqua, che vi si insediò in età altomedievale.

L'area fu oggetto di scavi da parte di Giacomo Boni tra il 1900 e il 1907 (TEA 1937) e in particolare l'Aula Ovest negli anni Ottanta del secolo scorso, tra il 1983 e il 1989, da parte di Henry Hurst (HURST 1986, 470-478; 1995, 197-200). Nonostante le indagini di Hurst abbiano colmato alcune lacune circa la topografia delle preesistenze nell'area, a tutt'oggi sono ancora molti gli interrogativi rispetto alla funzione e alla forma architettonica di queste strutture.

Il Complesso domiziano è ascrivibile alla categoria di “progetto XXL”, definizione con la quale Ulrike Wulf-Rheidt individuava un particolare gruppo di architetture romane, caratterizzate dall'uso del laterizio, particolarmente monumentali e straordinarie non solo per la loro grandezza ma anche per la difficoltà tecnica della loro realizzazione, nelle quali si può vedere una delle più evidenti manifestazioni del potere imperiale (WULF-RHEIDT 2012; 2016, 213-219). L'analisi architettonica è stata impostata a partire dall'Aula Ovest, particolarmente interessante per l'alta densità di tracce stratificate che conserva. L'edificio, inoltre, si prestava a sperimentare una strategia di intervento che consentisse di analizzare nel dettaglio una superficie di 32,5 m in altezza per 28,5 m in larghezza, vale a dire 925 m² circa, nell'ambito di un rilievo archeologico in grado di descrivere il singolo mattone nel contesto globale dell'aula.

Nel definire la strategia operativa si sono individuati gli obiettivi metodologici e le finalità del rilievo in rapporto alle caratteristiche del sito: ottenere

un rilievo manuale “stone by stone” nelle forme versatili e visivamente più ricche di informazioni proprie di un rilievo fotogrammetrico. Le strade battute su questo fronte, a quanto emerge da una rapida rassegna delle esperienze documentate sinora, non sono poche, a partire dalla sperimentazione sulla facciata monumentale di Palazzo Nuovo a Siena condotta da Roberto Parenti e dalla sua équipe, ormai diversi anni fa (PARENTI 2001). All’epoca si pose all’attenzione la validità della fotografia quale strumento adatto ad arricchire la documentazione grafica, sia negli aspetti cromatici, che, soprattutto, negli elementi costitutivi la storia stratigrafica della struttura (oltre 700 US). Da quella esperienza, negli anni successivi, sono scaturite altre sperimentazioni accompagnate da riflessioni teorico-metodologiche sulle finalità delle strategie operative in rapporto agli aspetti tecnologici, nell’ottica di una sempre più ampia applicazione delle tecniche, dalla diagnosi per il restauro alla comunicazione didattica (PELOSO 2005; CAMPANA, FRANCOVICH 2006).

Nella gran parte dei casi esaminati, le strategie operative sono state definite tenendo conto soprattutto delle caratteristiche del rilievo (accuratezza e versatilità), dei tempi di realizzazione e dei costi, questi ultimi, come si immagina, relativi alle singole realtà operanti sul campo. In rapporto ai costi sono dunque selezionate le tecniche e la strumentazione da utilizzare, principalmente laser scanner talvolta affiancati da stazioni totali, e camere per la ripresa fotografica, montate su aste telescopiche o su treppiedi. In nessun caso si è fatto uso di droni (specie nelle esperienze più recenti).

Tra i contesti in cui si è operato (considerando esclusivamente le architetture), la maggior parte consta di realtà complesse (siti, aree archeologiche, strutture), ma non particolarmente elevate in altezza. Tra le esperienze recenti di rilievo per edifici monumentali comparabili con l’Aula Ovest del Complesso di Domiziano sono stati individuati Palazzo Campitelli a S. Gimignano e la “Torre del Pretorio” a Tarragona. Nel primo caso, i fattori considerati nella definizione della strategia operativa sono stati le dimensioni ragguardevoli (altezza 30 m, lunghezza 40 m), la condizione di luogo turistico affollato, la struttura complessa della superficie da rilevare e il poco tempo a disposizione. Per quanto riguarda la facciata esterna, la procedura attuata ha previsto l’uso di laser scanner e dei relativi programmi per elaborare il modello 3D e gestire da un lato la nuvola di punti e dall’altra l’ortofoto; si aggiungano poi le procedure per rilevare gli interni e agganciarli, tramite rilievo topografico, al modello 3D della facciata. Un’operazione molto complessa e che ha richiesto l’utilizzo di numerosi software e relative macchine per l’elaborazione (ARRIGHETTI 2012, 283-287).

Nel caso della Torre del Pretorio di Tarragona, la facciata di oltre 23 m di altezza in ottima visibilità è stata rilevata componendo un mosaico di fopiani rettificati, che ha costituito la base per l’analisi archeologico-costruttiva del monumento e per la pianificazione degli interventi di consolidamento della struttura (VINCI 2013, 117). Si potrebbero aggiungere le sperimentazioni

applicate all'Arco di Traiano a Benevento e alle Grandi Terme di Villa Adriana, i cui volumi hanno dimensioni ragguardevoli e costituiscono paragoni interessanti per i tempi impiegati in rapporto alle tecniche adottate. Nel primo caso (escludendo il fregio che ha comportato non pochi problemi) si registra l'impiego di 2 operatori per 130 scansioni laser in 24 ore di lavoro e 2 operatori per 40 ore di post-processing (ALESSANDRI, UCCELLI 2006, 83-89). Nel secondo caso, in condizioni di ottima visibilità e senza difficoltà di avvicinamento o allontanamento per le prese, sono state effettuate 42 stazioni e 141 scansioni, successivamente integrate al rilievo con stazione totale facilitato dalla possibilità di apporre mire sulle superfici murarie (fatto impossibile nel caso dell'Aula Ovest, cfr. *infra* § 2), per ottenere un modello digitale 3D da cui estrarre immagini bitmap (BINI, VERDIANI 2006).

Sempre a Villa Adriana, sono state fatte altre due sperimentazioni, non perfettamente compatibili, ma senz'altro utili per un confronto su edifici complessi. Alle Piccole Terme si è sperimentata la restituzione combinata, bidimensionale e tridimensionale, per comprendere la dinamica costruttiva dello spazio voltato (ADEMBRI *et al.* 2016, in part. 291-316). Nell'area della cosiddetta Accademia si è invece applicato un metodo di rilievo che ha integrato le scansioni laser con l'uso di programmi di modellazione fotografica, da cui si è ricavato il disegno a fil di ferro dei prospetti (OTTATI 2017, in part. 187-196). Questo secondo esempio rappresenta una procedura comune a quella applicata nel caso dell'Aula Ovest del Complesso di Domiziano, con la differenza che le strutture rilevate singolarmente non presentano analoghe, imponenti dimensioni.

Il rilievo dell'Aula domiziana, come si vedrà oltre, è stato condotto con il puntuale obiettivo di porre due metodi operativi a confronto, a partire da una esigenza comune: produrre un modello tridimensionale fotografico di precisione (almeno centimetrica) da cui poter ricavare un rilievo digitalizzato a fil di ferro per l'analisi stratigrafica delle fasi, "stone by stone", in un tempo ragionevole e a basso costo.

Si è constatato che l'utilizzo del laser scanner come strumento di rilievo preferenziale pone tuttavia alcune difficoltà, ai fini del rilievo archeologico, in termini di costi per operatori necessari/macchine adatte/tempo di post-processing, di limiti dovuti alla scarsa visibilità (che inevitabilmente inficia la precisione del dato rilevato nei con i d'ombra), di "peso" delle immagini ad alta risoluzione in rapporto alla quantità di fotogrammi necessaria ad ottenere una definizione del dettaglio grafico "stone by stone" (PERIPIMENO 2006, 146-155; Russo *et al.* 2011, 169-172).

Le riprese fotografiche ottenute con un drone senza particolari optional, leggero e maneggevole, capace di mappare superfici anche molto estese, trasformate in una unica ortofotografia, montata poi su una griglia rilevata con stazione totale, si sono rivelate, in definitiva, più accurate nella definizione dei dettagli e più economico, pur restando invariati il peso delle immagini dovuto

all'alta risoluzione e alla quantità e il tempo di elaborazione. D'altronde il prodotto grafico ottenuto è versatile, essendo una ottima base per elaborare rilievi stratigrafici (dalla singola US all'intera periodizzazione) e, al contempo, un prodotto tridimensionale dall'aspetto accattivante, da utilizzare per la didattica e per tutti quegli usi più strettamente legati alla comunicazione. Tale strategia operativa, sperimentata in un contesto architettonico senz'altro particolare, si è rivelata molto valida ai fini dell'indagine storico-archeologica ed è solo il primo passo di una più completa analisi dell'intero complesso monumentale. Sarebbe utile e interessante testare tale procedura in altri contesti architettonici XXL, per accrescere la base dei dati e raffinare progressivamente i metodi operativi.

V.D.C.

2. LA CAMPAGNA DI RILIEVO

Alla base di qualsivoglia attività di rilievo soggiace il presupposto della sua unicità. Con ciò non si intende il rilevamento come attività irripetibile, quale invece è lo scavo archeologico in quanto azione distruttiva. Piuttosto, si considera l'esigenza di formulare le tecniche e le metodologie in base alle caratteristiche proprie dell'oggetto da rilevare, alle finalità preposte e ai



Fig. 1 – Roma, Foro Romano-Palatino, Aula Ovest del Complesso di Domiziano (foto F. Sommaini).

mezzi a disposizione, un insieme di variabili che rende il risultato pressoché un *unicum*. Di seguito vengono esposti i primissimi risultati relativi all'Aula Occidentale del Complesso di Domiziano – attualmente oggetto di una ricerca di dottorato – ancora parziali per quanto concerne lo studio tecnico e storico-archeologico dell'edificio. Nella campagna di rilevamento condotta nel Complesso di Domiziano, si è inteso servirsi delle tecniche tradizionali del rilievo archeologico, nello specifico non la produzione di una pianta, gentilmente fornita dal Parco Archeologico del Colosseo, bensì dei prospetti relativamente per ora alla parete orientale (Fig. 1).

Quanto alle metodologie, ci si è serviti di due strumenti innovativi e differenti a confronto (Tab. 1), fotogrammetria digitale (low cost) e laser scanning (high cost), utili a documentare un oggetto architettonico di dimensioni XXL (ca. 32,5×28,5 m). L'obiettivo della sperimentazione metodologica era quello di ottenere un'immagine fotoraddrizzata (con coefficiente di distorsione minimo) che, nonostante le notevolissime dimensioni della struttura, consentisse la prosecuzione del rilievo e la realizzazione di un grafico misurato in ambiente CAD con altissimo grado di dettaglio.

Metodo 1 (low cost) Fotogrammetria	Metodo 2 (high cost) Laser scanning
Procedure	
a) inquadramento topografico e punti sulla parete (griglia di punti)	a) inquadramento topografico e punti sulla parete (griglia di punti)
b) riprese fotografiche con drone	b) laser scanning
c) elaborazione dei dati fotografici con Agisoft Photoscan	c) elaborazione delle scansioni con Cyclone (nuvola di punti)
d) estrapolazione di un'ortofoto con texture	d) estrapolazione di un orto-tiff della nuvola di punti, realizzazione della mesh con 3DReshaper e inserimento di una texture
Confronto e conclusione	
e) sovrapposizione dell'ortofoto (raster) alla griglia di punti con AutoCAD	e) sovrapposizione dell'orto-tiff (raster) alla griglia di punti con AutoCAD
f) verifica e selezione del prodotto qualitativamente più soddisfacente e metricamente più accurato per la vettorializzazione del raster e l'ottenimento del grafico misurato	

Tab. 1 – Tabella delle procedure di rilievo relative al Metodo 1 (low cost) e al Metodo 2 (high cost).

3. OPERAZIONI PRELIMINARI: IL RILIEVO CON STAZIONE TOTALE

Il primo passo del lavoro di rilievo ha previsto una fase di attività sul campo, per l'inquadramento topografico dell'oggetto architettonico e la registrazione di punti fiduciarci sulle pareti (Tab. 1). Queste operazioni di rilievo strumentale sono state eseguite con stazione totale (Leica TS15) e hanno previsto due fasi diverse di lavoro. Da principio occorre impostare uno schema di riferimenti topografici creando all'interno dell'Aula un sistema di orientamento locale dove operare, che fosse predisposto all'aggancio del rilievo

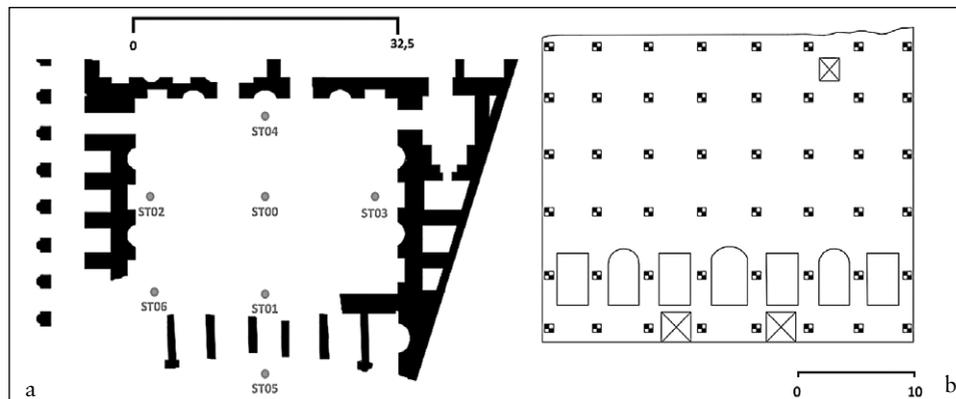


Fig. 2 – a) Roma, Foro Romano-Palatino, Aula Ovest del Complesso di Domiziano, operazioni preliminari: registrazione a terra dei riferimenti topografici; b) registrazione dei punti fiduciali sulla parete (disegno F. Sommaini).

al suo contesto (MEDRI 2003, 50-56). Lo schema topografico è costituito di 7 punti in totale, registrati con la stazione totale (Fig. 2, a), segnalati da chiodi forgiati battuti a terra, utili al rilievo complessivo di tutti i prospetti.

La seconda parte delle operazioni ha previsto la registrazione dei punti sulle pareti. Per quanto concerne la parete orientale, si è stabilito preventivamente di registrare un notevole numero di punti costruendo una griglia regolare che coprisse l'intera superficie della parete. In particolare, 6 file orizzontali di 8 punti ciascuna, per un totale di 48 punti registrati (Fig. 2, b). Ciascun punto sulla parete è stato individuato su un elemento agevolmente riconoscibile (lo spigolo di un laterizio, una buca pontaiata, etc.) e documentato con una monografia eseguita *in situ* (MEDRI 2003, 247-249). Di contro, la possibilità di inserire delle mire sulla parete non è stata presa in considerazione viste le dimensioni del prospetto.

4. METODO 1: FOTOGRAMMETRIA DIGITALE (LOW COST)

La prima metodologia adottata ha fatto ricorso alla tecnica della fotogrammetria digitale 3D e dunque alla modellazione informatica tridimensionale (programmi Structure from Motion). La fotogrammetria, o meglio le fotogrammetrie, consentono di ottenere misure accurate partendo da fotografie (image-based, sensori passivi). Questa tecnica permette la ricostruzione virtuale di oggetti 3D partendo dai dati estrapolati da immagini 2D (set fotografici), sfruttando la capacità dei programmi informatici di ricostruire i parametri dell'apparecchio fotografico, come la posizione, l'orientamento e il punto di scatto (GRANSHAW 2010, 6-7; BEZZI *et al.* 2011, 103; RUSSO, GUIDI, REMONDINO 2011, 181). Il rilievo in campo archeologico ha subito, negli ultimi

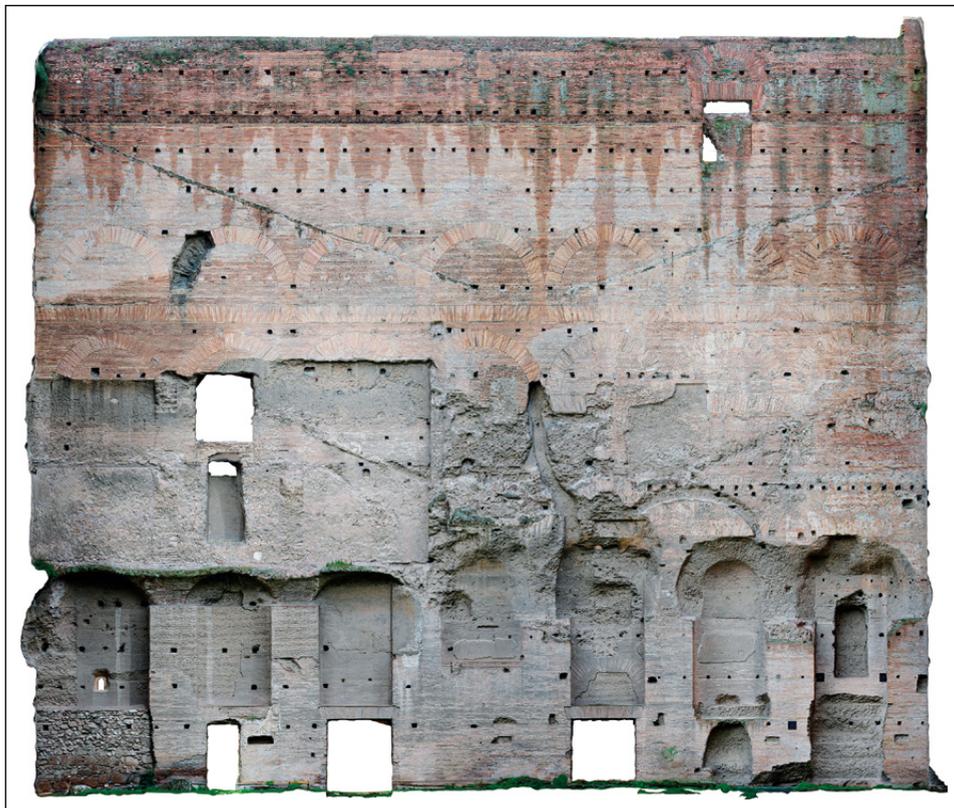


Fig. 3 – Roma, Foro Romano-Palatino, Aula Ovest, prospetto orientale, ortofoto ottenuta con il Metodo 1 (fotogrammetria digitale) (elaborazione F. Sommaini).

vent'anni, grandi cambiamenti legati al progresso tecnologico e al crescente interesse della comunità scientifica per le tecniche di acquisizione dei dati tridimensionali, dalle quali ha tratto indubbi vantaggi (SFACTERIA 2016, 271-289).

Le fasi di lavoro (Tab. 1) hanno previsto l'iniziale campagna fotografica tramite l'impiego di un drone (Step1); l'elaborazione del materiale con programmi informatici di modellazione 3D (Step 2); l'ottenimento di un'unica immagine fotoraddrizzata del monumento (Step 3).

– Step 1. Il materiale fotografico è stato ottenuto con l'utilizzo di un drone (modello FlyToDiscover FTD Spark) dotato di fotocamera 12 Mpx. Il ricorso ad uno strumento come quello del drone in ambito archeologico (CASA-GRANDE, SALVATORI 2011, capitoli 2 e 3) è stato ritenuto indispensabile per garantirsi la piena copertura fotografica del monumento. Le fotografie sono

state scattate in modalità time-lapse, compiendo voli in ascesa e in discesa parallelamente ai prospetti, mantenendo il velivolo su una linea verticale. La documentazione fotografica si è conclusa con alcune fotografie generali della parete scattate da terra con una macchina fotografica reflex digitale (Nikon 5300). Per la sola parete orientale dell'Aula Ovest sono state ottenute 936 fotografie, un numero elevatissimo di immagini se paragonato al più consueto utilizzo in archeologia di questo genere di programmi informatici. Tuttavia, l'obiettivo era restituire i dettagli del prospetto dell'Aula al livello dei singoli laterizi, come necessario al completamento del rilievo.

– Step 2 e 3. Il modello tridimensionale della parete est dell'Aula Ovest è stato eseguito con il programma Agisoft Photoscan, elaborando il set fotografico ottenuto sul campo, ricreandone un'immagine 3D ed estrapolandone un'ortofoto, secondo una funzione propria dell'applicativo (Fig. 3).

F.S.

5. METODO 2: LASER SCANNING (HIGH COST)

La seconda metodologia ha previsto l'utilizzo di un laser scanner per la registrazione della nuvola di punti relativamente all'interno dell'Aula Ovest. Il laser scanner è un dispositivo ottico-meccanico basato su sensori attivi (range-based) per l'individuazione non intrusiva e il rilevamento della posizione spaziale di un elevato numero di punti (ALESSANDRI, UCCELLI 2006, 69-73; D'ANDREA 2011, 193-218; REMONDINO *et al.* 2011, 1826). La caratteristica essenziale della tecnologia laser scanning è quella di permettere l'acquisizione autonoma di milioni di punti 3D in brevissimo tempo, nonché di necessitare di un minimo intervento attivo dell'operatore, procedendo autonomamente in fase di acquisizione e garantendo così un altissimo grado di precisione (GUERRA *et al.* 2004, 357). Di contro, è ridotta al minimo la capacità di discernimento nel laser scanner, che registra non solo tutte le caratteristiche dell'oggetto rilevato, ma anche dell'ambiente immediatamente circostante.

Il lavoro è iniziato con l'attività sul campo per effettuare le registrazioni (eseguite da due differenti punti noti collocati all'interno dell'Aula), seguita da una fase di elaborazione informatica dei dati attraverso i programmi dedicati Cyclone e 3DReshaper (Tab. 1). L'uso della ScanStation C10, TLS a tempo di volo con accuratezza millimetrica e modalità topografiche, ha reso possibile ridurre il campo di vista al manufatto in oggetto, personalizzare la risoluzione dei dati e orientare le stazioni di scansione su capisaldi topografici. Questa metodologia ha permesso di rototraslare automaticamente le nuvole di punti nel sistema di coordinate definito dal rilievo con stazione totale.

La registrazione delle nuvole di punti in Cyclone si è basata sul cosiddetto appoggio topografico e sulla sovrapposizione delle porzioni di scena in comune tra le quattro scansioni eseguite.

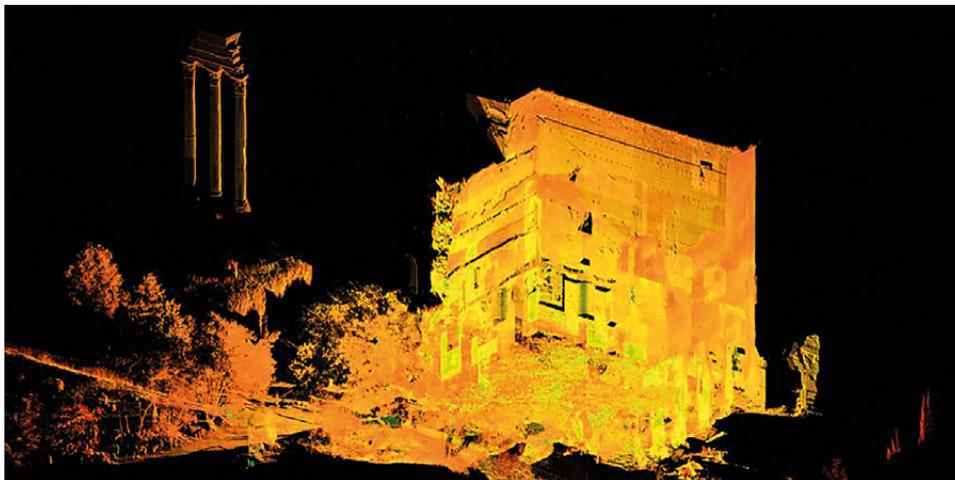


Fig. 4 – Roma, Foro Romano-Palatino, Aula Ovest, modello 3D ottenuto con il Metodo 2 (laser scanning) (elaborazione V. Albano, F. Sommaini).

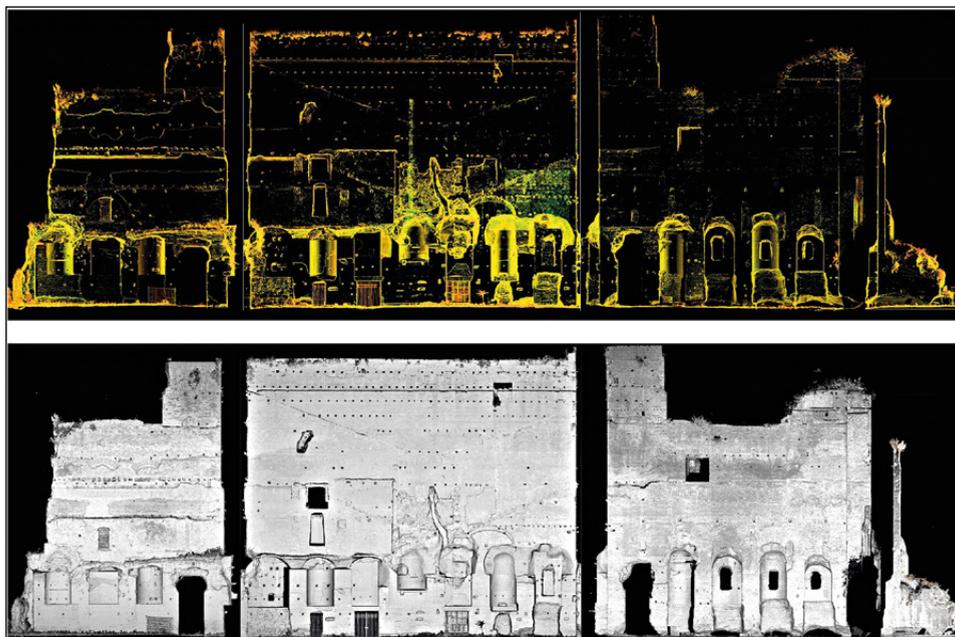


Fig. 5 – Roma, Foro Romano-Palatino, Aula Ovest, prospetti fotoraddrizzati della parete est ottenuti con il Metodo 2 (laser scanning) (elaborazione V. Albano, F. Sommaini).

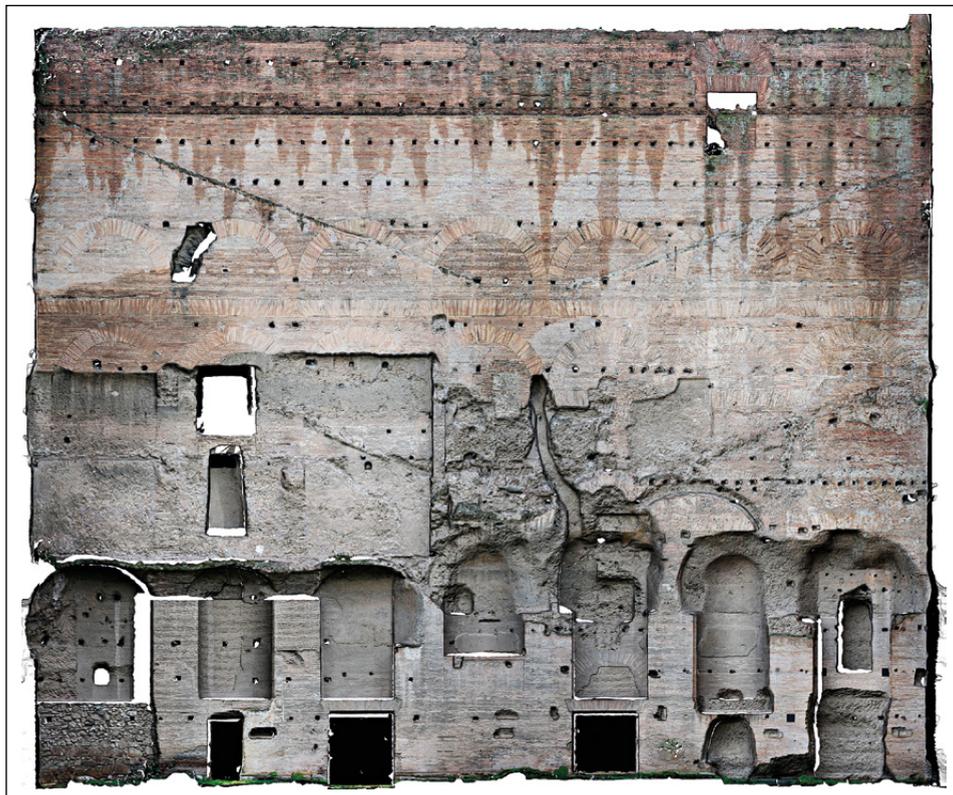


Fig. 6 – Roma, Foro Romano-Palatino, Aula Ovest, prospetto orientale, orto-tiff ottenuto con il Metodo 2 (laser scanning) (elaborazione V. Albano, F. Sommaini).

Il procedimento ha permesso di ottenere un unico modello tridimensionale che, conformemente all'approccio globale del laser scanner, include un elevatissimo numero di elementi e dettagli (Fig. 4), ben oltre il mero dato archeologico d'interesse. Al termine di questa elaborazione, però, è emerso un primo problema: il prodotto è una nuvola di punti che è possibile visualizzare secondo alcune modalità fornite dalle “mappe di colore” del programma Leica Cyclone (scale di grigio, colori arcobaleno ed altro) (Fig. 5). In realtà una funzione dell'applicativo consentirebbe di “rivestire” la nuvola di punti delle immagini registrate dal laser scanner nella fase di scansione; tuttavia per due motivi esse non risultano utilizzabili: le foto registrate dall'apparecchio non sono di qualità sufficiente per ottenere un prospetto ad alta definizione adatto ad un rilievo archeologico delle architetture; le foto sono state registrate nel corso delle operazioni di scansione del laser scanner che ha lavorato

ininterrottamente per diverse ore, in ambiente esterno, risentendo della forte luce solare e delle mutevoli ombre naturalmente generate dal movimento terrestre.

Per ovviare al problema presentatosi, si è elaborata una possibile soluzione sperimentale. L'intuizione è stata di ibridare i procedimenti, sfruttando la nuvola di punti del laser scanner (Metodo 2) e la texture già realizzata in Agisoft Photoscan (Metodo 1). L'unione dei due elementi (nuvola di punti e texture) è avvenuta utilizzando un ulteriore programma di modellazione 3D, 3DReshaper. Per fare questo è stato necessario, *in primis*, esportare la nuvola di punti del prospetto della parete est da Cyclone a 3DReshaper. Da qui la nuvola di punti è stata lavorata per ottenerne una mesh, rivestita poi dell'ortofoto in formato .tiff ricavata da Agisoft Photoscan. Il risultato finale è stato dunque un modello 3D mesh ad elevata densità su cui è stata riproiettata l'ortofoto già a disposizione. Da questo modello è stato possibile ricavare un'ulteriore orto immagine, orto-tiff, adatta a costituire la base per la lucidatura in ambiente CAD del dettaglio archeologico e dunque il completamento del rilievo (Fig. 6).

V.A., F.S.

6. VERIFICA

La verifica della qualità dei due prodotti ottenuti – l'ortofoto generata da Agisoft Photoscan (Metodo 1, low cost) e l'orto-tiff ottenuta con Cyclone e 3DReshaper (Metodo 2, high cost) – è avvenuta in ambiente CAD (Tab. 1). In entrambi i casi si è seguito il medesimo procedimento:

- 1) trasferimento in AutoCAD dei punti registrati dalla stazione totale;
- 2) importazione dell'ortophoto (Metodo 1) e dell'orto-tiff (Metodo 2) come raster e sovrapposizione delle due immagini alla griglia di punti (tramite lo strumento delle monografie);
- 3) verifica che in ambo i casi tutti i punti della griglia risultino collocati precisamente dove registrati dalla stazione totale e confronto tra i due risultati.

Per prima cosa è stato necessario recuperare i dati ottenuti dalla prima fase dei lavori, di inquadramento topografico e registrazione dei punti sulla parete con l'impiego della stazione totale.

Le informazioni fornite dallo strumento sono state scaricate sul computer e nel programma CAD ancora in un formato grezzo, per così dire, necessitando dell'intervento dell'operatore (MEDRI 2003, 275). Le operazioni hanno condotto alla materializzazione sul file CAD della maglia di 48 punti registrati dalla stazione totale sulla superficie della parete est.

Sul medesimo file CAD è stato importato come raster l'ortofoto in formato tiff (Metodo 1) del prospetto della parete. Attraverso il riconoscimento

sulla foto dei punti annotati nelle monografie è stato possibile effettuare l'allineamento per due o tre punti, ricollocando nella corretta posizione e scala l'immagine della parete rispetto alla griglia di riferimento. Il medesimo procedimento è stato replicato in riferimento all'orto-tiff (Metodo 2).

Per quanto riguarda il prodotto della prima metodologia (Fig. 3), il risultato è stato molto soddisfacente. La sovrapposizione alla griglia di punti registrati con la stazione totale è avvenuta con altissimo grado di corrispondenza. Gli unici errori presentavano un margine di circa 3 o 4 cm e sono stati riscontrati soltanto in alcuni dei punti, tra quelli registrati nella porzione più alta della parete o in corrispondenza di lacune e tagli (vale a dire a quote differenti rispetto al paramento laterizio). Si è inoltre constatato come il prodotto grafico (l'ortofoto) abbia mantenuto un buon grado di definizione anche in ambiente CAD, adattandosi ad una successiva lucidatura "a fil di ferro".

Il prodotto grafico della seconda metodologia (Fig. 6) ha offerto un risultato similmente utile. Il procedimento di allineamento per due o per tre punti effettuato in AutoCAD ha raggiunto la sostanziale corrispondenza tra la griglia di punti e i punti esatti annotati nelle monografie. Il margine di errore si mantiene leggermente più alto (max. 7-8 cm), rispetto alla prima metodologia. Inoltre, l'immagine risulta essere di qualità grafica pari, ma più gradevole alla vista, in particolare meno dura e spigolosa e invece più plastica e chiaroscurata, ma con alcune zone d'ombra che possono inficiare la digitalizzazione in ambiente CAD, rendendo il prodotto meno adatto ai fini di una lucidatura "a fil di ferro".

Da ultimo, allora, privilegiando oltre ogni cosa il dato metrico, si è selezionato il primo prodotto (Metodo 1) e si è passati alla lunga fase di identificazione e disegno "a fil di ferro" in AutoCAD. Il file digitalizzato è stato organizzato in layer così da distinguere ciascun intervento architettonico o taglio, individuando per ciascuna Unità Stratigrafica Muraria (USM) un livello per la rappresentazione dell'interfaccia e uno per la caratterizzazione. Inoltre, colori diversi sono stati utilizzati per ciascuna USM del grafico, al fine di distinguerla ma senza alcun riferimento alle qualità della stessa. Al termine di questo lungo procedimento, si è ottenuto il grafico misurato del prospetto della parete est dell'Aula Ovest (Fig. 7) e parallelamente si è definito un protocollo operativo nel rilievo di strutture XXL.

Come premessa ad una valutazione finale (Tab. 2) occorre rammentare che quanto si era richiesto sin da principio era un utilizzo particolare di queste due metodologie innovative in quanto esse avrebbero dovuto fornire lo strumento per eseguire poi un rilievo di tipo tradizionale (lucidatura in CAD). La prima metodologia ha restituito un risultato valutato molto soddisfacente e ha permesso la conclusione della campagna di rilievo, così come si prospettava in origine. La seconda metodologia utilizzata ha fornito risultati parzialmente inattesi. L'orto-tiff generata tramite Cyclone e 3DReshaper è il frutto di un

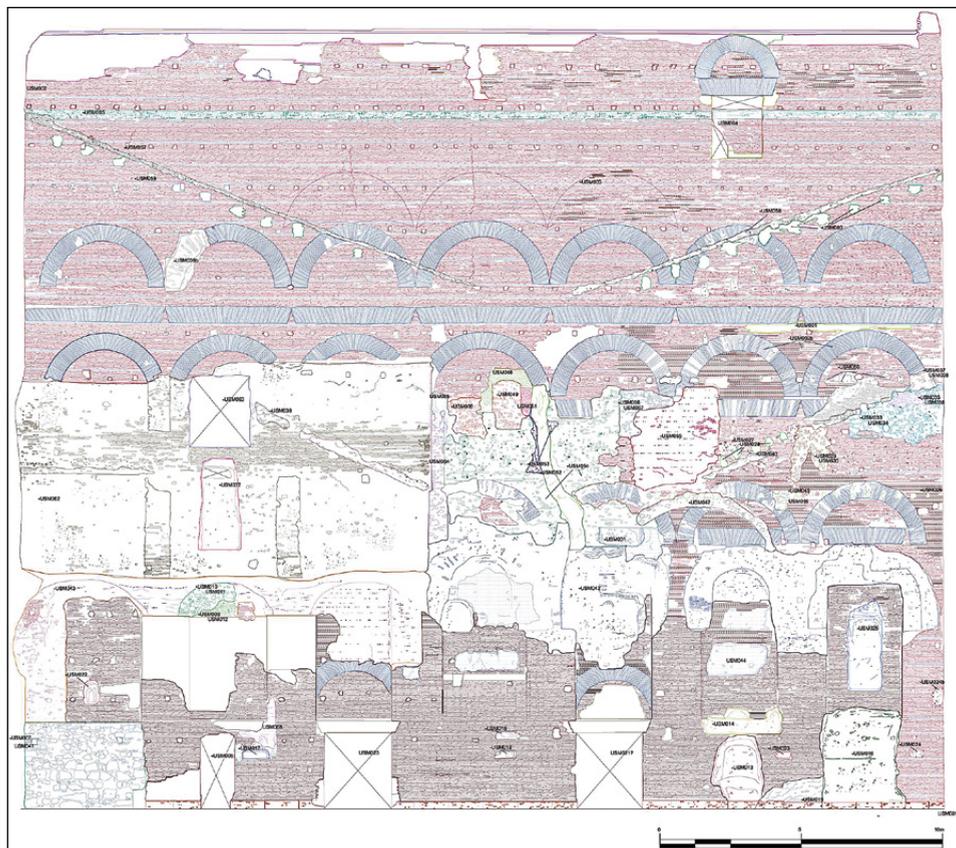


Fig. 7 – Roma, Foro Romano-Palatino, Aula Ovest, prospetto orientale, grafico misurato realizzato in ambiente CAD, a partire dall'ortofoto ottenuta con il Metodo 1 (fotogrammetria digitale) (disegno F. Sommaini).

processo ibrido che ha messo insieme il dato tridimensionale registrato dal laser scanner e il dato grafico (texture) prodotto dal metodo fotogrammetrico. In questo modo, si è cercato di piegare il risultato del rilievo laser scanning alle esigenze prefissate a questa campagna.

Ma, verosimilmente, facendo ciò si è contravenuto parzialmente al principale vantaggio connesso al laser scanner: la capacità dello strumento di generare automaticamente immagini 3D il più possibile esatte. Di contro, quel procedimento di estrazione della nuvola di punti da Cyclone, la modellazione in 3DReshaper e il “montaggio” della texture hanno richiesto necessariamente l'intervento dell'operatore. Questo ha forse determinato una qualche manipolazione del dato metrico tridimensionale incrementando il coefficiente di errore.

Ad ogni modo, si tratta di un margine tollerabile e il prodotto è stato scartato in questa sede soltanto per l'immediata disponibilità di un altro più accurato. D'altra parte, l'uso del laser scanner ha evidenziato alcuni indubbi vantaggi, in termini di gestibilità del file e per modalità di visualizzazione alternative del manufatto architettonico nella sua interezza, prestandosi ad usi differenti rispetto a quelli del rilievo, per esempio la divulgazione o la produzione di documenti finalizzati alla documentazione dello stato di fatto per gli interventi di restauro.

	Metodo 1, fotogrammetria. Risultati	Metodo 2, laser scanning. Risultati
tempo impiegato nel lavoro sul campo	3 ore	6 ore
tempo impiegato nell'elaborazione dei dati	36 ore	5 ore
n. operatori coinvolti	3	2
n. programmi informatici utilizzati	1	3
autonomia delle procedure metodologiche dal lavoro sul campo al prodotto finito	si	no
costi	bassi	alti
qualità grafica del prodotto ottenuto	molto alta	alta
precisione metrica del prodotto ottenuto	molto alta	alta
gestibilità del prodotto ottenuto	bassa	bassa
efficienza del prodotto ottenuto ai fini del rilievo	si	si
ulteriori prodotti collaterali e utili ottenuti dall'elaborazione dei dati	no	si

Tab. 2 – Tabella comparativa delle metodologie di rilievo: Metodo 1, fotogrammetria; Metodo 2, laser scanning.

F.S.

7. LE FASI DELL'AULA OVEST

«Lo scopo di qualsiasi indagine archeologica è la ricostruzione storica» (MEDRI 2003, 168). Partendo da questo assunto, il grafico misurato ottenuto al termine della campagna di rilievo non è l'obiettivo bensì un punto di partenza dello studio archeologico, è esso stesso fase di studio e ricerca, parimenti alle attività di scavo in corso che non prescindono da momenti analitici, riflessivi ed interpretativi «at the trowel's edge» (HODDER 1999, 83). Il grafico misurato diviene lo strumento principe per rintracciare e seguire le fasi cronologiche progressivamente avvicinandesi nel sito del monumento.

Qui di seguito si ripercorre in senso diacronico la storia edilizia dell'Aula Ovest, alla luce dei preliminari risultati di una ricerca ancora in corso, prendendo a costante riferimento il dato archeologico fornito dall'analisi del rilievo della parete est dell'Aula.

7.1 Fase 1: età domiziana

La prima fase è quella del cantiere domiziano, che si colloca sul finire del I secolo d.C. e più puntualmente nella forcella cronologica tra il 92 e il

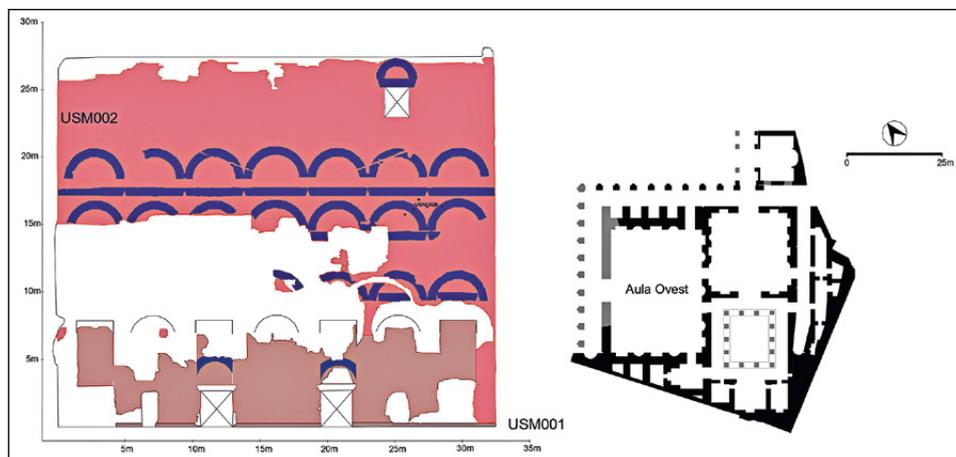


Fig. 8 – Roma, Foro Romano-Palatino, Aula Ovest, prospetto orientale e pianta, fase 1, età domiziana (disegno F. Sommaini).

96 d.C. (BLOCH 1947, 27-36), durante e oltre lo svolgimento dei cantieri sul Palatino (Fig. 8). La fabbrica alle pendici del colle prevedeva la realizzazione di un complesso di grandi aule e di una rampa di collegamento (per la topografia dell'area, MONACO 2015, 19-26). Il complesso è ascrivibile alla categoria di "progetto XXL", secondo la definizione di Ulrike Wulf-Rheidt.

L'Aula Ovest si delineava come ambiente maggiore di un corpo architettonico edificato a congiunzione tra gli spazi del Foro Romano e del Palatino attraverso la rampa privata dell'imperatore (HEINZELMANN 2010-2011, 67). Circa l'interpretazione funzionale di questa Aula, nessuna delle proposte emerse nel più che centenario dibattito ha pienamente soddisfatto ed esaurito la querelle (LANCIANI 1893, 101-104; DELBRÜCK 1921, 8-33; TEA 1937, 21-26; LUGLI 1941, 36-37; HEINZELMANN 2010-2011, 74-78). Si propone in questa sede che ivi avvenisse l'incontro tra il principe, la cui residenza era il *Palatium*, e la cittadinanza raccolta nella pubblica piazza, secondo un cerimoniale difficilmente ricostruibile e studiate simbologie. Nel grafico del prospetto (Fig. 8) sono identificate le unità stratigrafiche pertinenti alle fasi di cantiere, caratterizzate da colori differenti utili a individuarle ma privi di riferimento alle caratteristiche delle stesse. Nella planimetria (Fig. 8) si distinguono, inoltre, gli elementi ancora visibili (nero) da quelli ricostruiti (grigio). L'analisi del prospetto orientale conferma il carattere di monumentalità e ornamento della sala, originariamente decorata (-USM002b, Fig. 8, identifica segni di affissione per lastre di marmo), nonché la rilevante capacità di sostegno statico della parete rispetto ad un'originaria copertura, forse a volta. L'intero complesso era inoltre sostruzione del colle Palatino, avvalendosi del massiccio impiego

di elementi architettonici spingenti e di altri accorgimenti (archi di scarico, piattabande, volte, ricorsi di bipedali, etc.).

7.2 Fase 2: età adrianea

A datare le prime modifiche al cantiere domiziano sono i bolli laterizi che consentono di registrare un intervento negli anni del principato adrianeo (DELBRÜCK 1921, 23-24; BLOCH 1947, 34). La datazione si aggira attorno al terzo decennio del II secolo d.C. I grafici del prospetto e della planimetria (Fig. 9, a) descrivono questa seconda fase (sulla parete est le USM in fase

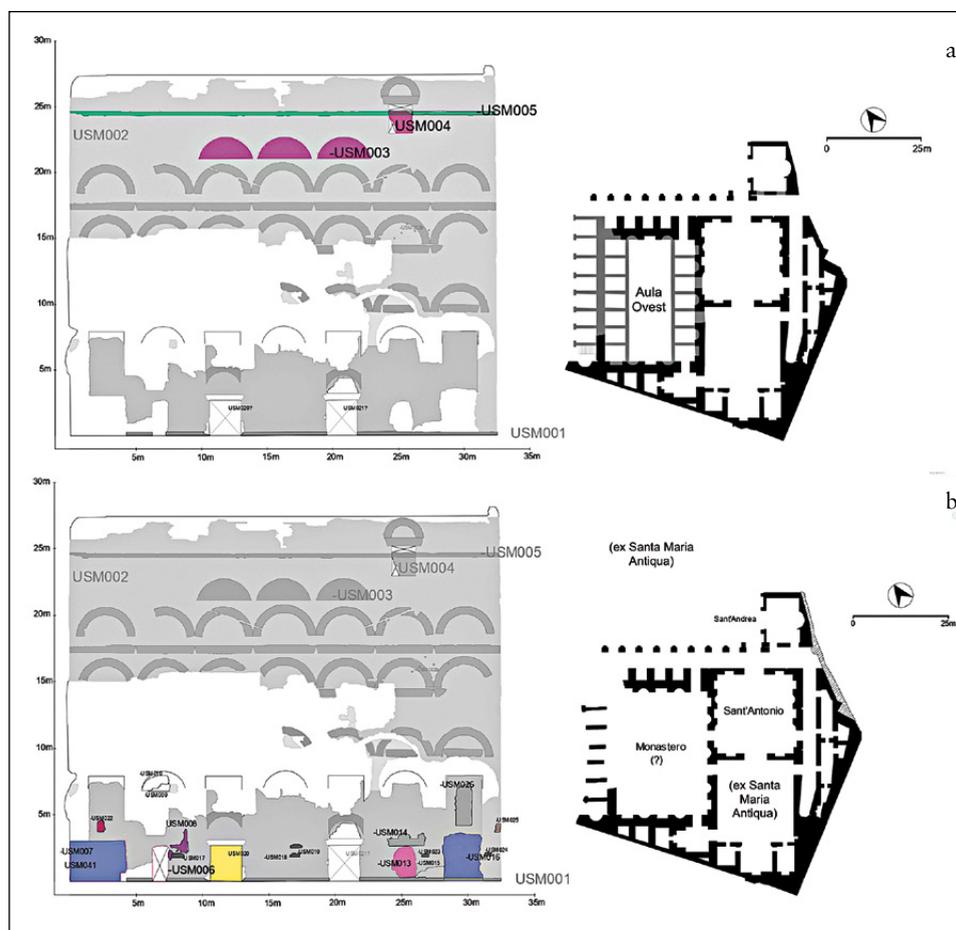


Fig. 9 – a) Roma, Foro Romano-Palatino, Aula Ovest, prospetto orientale e pianta, fase 2, età adrianea; b) fase 3, Sant'Antonio *de Inferno* (disegno F. Sommaini).

sono caratterizzate con diverse cromie, in colore grigio quelle pertinenti alle fasi precedenti). Si trattò di una sostanziale modifica (visibile in grigio sulla planimetria, Fig. 9, a) che sinteticamente prevede: all'interno, l'ottenimento di tre piani con quattordici ambienti voltati ciascuno (4,35×5,5 m ca.), sette addossati alla parete est e sette alla parete ovest dell'Aula Ovest, le cui tracce sono appena visibili sul prospetto (-USM003, Fig. 9, a); due nuovi tetti a falda impostati su queste pareti lunghe ad una quota ribassata (-USM005, Fig. 9, a); un cortile scoperto centrale (32×11 m ca.). All'esterno, la realizzazione sul fronte occidentale di otto ambienti con funzione di *tabernae*.

Verosimilmente furono problemi statici a indurre la pianificazione di un intervento edilizio. Al termine di questi lavori, l'aspetto dell'Aula Ovest risultava completamente diverso. Alla ristrutturazione, del resto, seguì una drastica riconversione funzionale: un edificio di carattere più marcatamente utilitario e, per quanto concerne l'Aula, una destinazione polifunzionale, commerciale all'esterno e forse residenziale all'interno, come un alloggio per il personale occupato nel *Palatium* o per un corpo di guardia.

7.3 Fase 3: Sant'Antonio de Inferno

Dall'analisi del prospetto est, informazioni chiaramente decodificabili si rintracciano poi soltanto per la fase successiva all'abbandono di Santa Maria Antiqua (VI secolo-847 d.C.). Una comunità di monaci aveva fondato un luogo di culto dedicato a Sant'Antonio (IX-XI secolo), cosiddetto "de Inferno", dove vivevano ispirati alla regola monastica sia orientale che occidentale (Fig. 9, b) (RASMUS BRANDT 2004, 146). La piccola chiesetta sorgeva, secondo le più comuni ricostruzioni, presso l'antica Aula Est e da qui, forse per rispondere ad un'esigenza di spazi da destinarsi ad usi monasteriali, si era ricavato un passaggio per l'Aula Ovest, visibile sul prospetto (-USM006, Fig. 9, b). Sul prospetto sono identificate, ancora, con colori differenti le Unità Stratigrafiche in fase. Esse si collocano tutte a bassa quota sul prospetto e in corrispondenza di un piano di calpestio allo stesso livello di quello relativo alle fasi antiche. Si può ipotizzare che qui avessero impiantato sui muri antichi delle strutture monasteriali parzialmente in materiale deperibile (si pensi alle coeve *domus solaratae*), come dimostrerebbe l'immagine dipinta di sant'Agnese sul prospetto (USM017, Fig. 9, b); oltre a ciò, che avessero sfruttato gli stessi muri per ricavare dei loculi, attestazione di attività funerarie ad appannaggio della comunità ecclesiale.

7.4 Fase 4: Santa Maria de Inferno

Per le vicende successive all'anno Mille si dispone di un quantitativo esauriente di fonti storiche; inoltre alcune conferme provengono dall'analisi del prospetto est (Fig. 10, a). Si registra l'erezione su una quota rialzata di

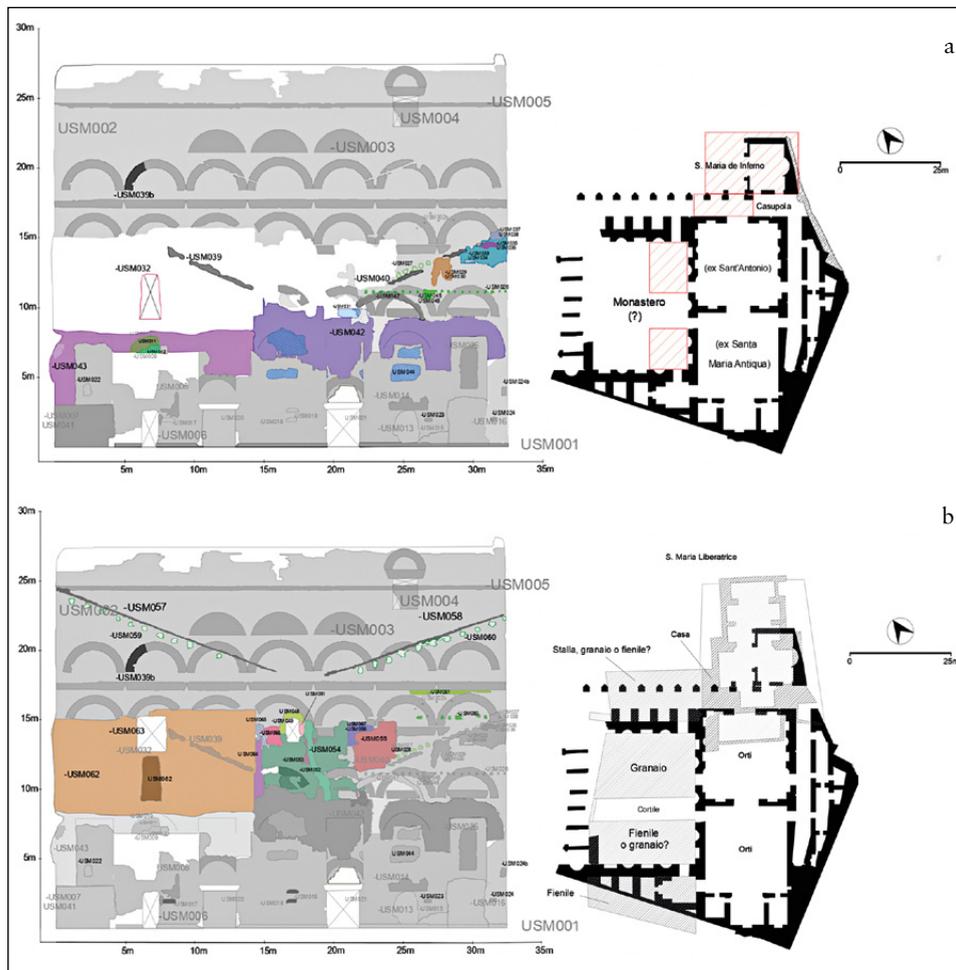


Fig. 10 – a) Roma, Foro Romano-Palatino, Aula Ovest, prospetto orientale e pianta, fase 4, Santa Maria *de Inferno*; b) fase 5, Santa Maria Liberatrice (disegno F. Sommaini).

due casupole, delle quali rimangono solo le tracce dei tetti a falde convergenti e digradanti verso l'interno caratterizzati in colore nero (-USM039 e -USM040, Fig. 10, a), che tagliano la cortina laterizia domiziana. Suddette casupole sono segnalate nella planimetria con il colore rosso (Fig. 10, a), qualificate ipoteticamente soltanto nei volumi, giacché al momento non è possibile ricostruirle con più esattezza. Esse risultavano alte 10 m circa e larghe rispettivamente 15 m (l'edificio più a N) e 10 m circa (l'edificio più a S), scandite in più piani come rivela la porta di collegamento con l'Aula Est

(-USM032, fig. 10, a). Queste strutture sono state interpretate come pertinenti a un monastero (un dormitorio, un ospizio o un ospedale) e messe in collegamento alla rifondazione della chiesa per opera della badessa benedettina Santuccia Terrebotti da Gubbio (ARMELLINI 1887, 355; NICOLAI 2016, 283-293). La nuova chiesa di Santa Maria de Inferno (1293) sorgeva presso il sito dell'Aula-Oratorio, vicino alla quale è stata documentata in recenti scavi un'ulteriore modesta casupola.

7.5 Fase 5: da Santa Maria libera nos a poenis Inferni a Santa Maria Liberatrice

Come dimostrato da fonti iconografiche e cartografiche, già dal secondo quarto del primo Cinquecento le casupole presso l'antica Aula erano state smantellate e il monastero, noto al tempo con il titolo di Santa Maria *libera nos a poenis Inferni*, viveva una fase di crisi. Le modifiche che riqualificarono l'isolato, ai tempi passato sotto la gestione delle Oblate di Tor de' Specchi, cominciarono sullo scadere del secolo XVI. Nelle cartografie e nelle vedute del tardo Cinquecento si osserva l'erezione di una nuova casupola posta sul lato meridionale interno all'Aula da interpretarsi come un granaio, di proprietà del cardinale Giambattista Leni almeno dal secondo decennio del XVII secolo. La ricostruzione fu completata tra il 1618 e il 1619, allorquando la nuova chiesa di Santa Maria Liberatrice assunse le forme barocche su progetto di Onorio Longhi (Fig. 10, b) (ARTIOLI 1900, 86-87).

Il complesso ecclesiale appariva ben più grande e articolato, come riportato in grigio nella planimetria (Fig. 10, b). Dentro l'antica Aula si trovavano adesso due edifici, ad un piano di spiccato ben più alto di quello antico, composti rispettivamente da tre e quattro piani per circa 15 m di altezza: l'edificio a S tardo cinquecentesco e l'edificio a N costruito *ex novo*. Come per gli edifici della fase più antica, si riconoscono i segni dei tetti a falda (-USM059; -USM060, Fig. 10, b), montati sul muro antico. Al di fuori della sala, parimenti, si trovano due ulteriori strutture sia a N che a S. Tutte queste casupole servivano come granai, stalle o simili ambienti funzionali. Rimaneva, invece, ad uso religioso la chiesa barocca, con annessa una modesta struttura residenziale ed un giardino adibito ad orto.

7.6 Fase 6: il monumento

Il prospetto come è oggi, con le sue tracce murarie, si presenta all'attenzione dell'archeologo (Fig. 7), quale parete palinsesto della storia del sito, analogamente a quanto accade nella vicina Santa Maria Antiqua con le sue pitture. Le più recenti tracce individuate sono quelle degli interventi di restauro e consolidamento (non caratterizzate nei rilievi), realizzate per salvaguardare la struttura e per predisporla alla pubblica fruizione.

F.S.

8. CONCLUSIONI

Dall'analisi condotta, si comprende l'importanza di un'opportuna riflessione metodologica nell'ambito del rilievo archeologico di evidenze architettoniche, imposta non da ultimo dal continuo progresso tecnico. La formulazione di strategie consone all'oggetto di studio, selezionate attraverso processi sperimentali, consente di approcciare lo studio per siti altamente complessi. Per strutture di taglia XXL, la fotogrammetria digitale supportata da strumenti fotografici specifici (il drone) si è dimostrata il protocollo operativo più efficiente e funzionale, secondo molteplici parametri (in particolare: precisione e costi).

Al termine di un'accurata campagna di documentazione, è stato poi possibile impostare una proficua analisi dei contesti di pertinenza delle strutture dell'Aula Ovest, riuscendo infine a raccogliere informazioni storiche supportate da valide prove archeologiche e relative ad almeno sei fasi architettoniche principali: il Complesso dell'imperatore Domiziano (I sec.), gli interventi di stabilizzazione adrianei (II), il monastero di Sant'Antonio *de Inferno* (IX-XI), la fondazione di Santa Maria *de Inferno* e del complesso monasteriale (XIII), le modifiche tardo-rinascimentali e la ricostruzione dell'intero isolato ecclesiale con l'edificazione della barocca Santa Maria Liberatrice di Onorio Longhi (XVII), il monumento come appare al termine delle attività di demolizione e scavo archeologico inaugurate nell'anno 1900.

I risultati raggiunti spronano alla prosecuzione dello studio, invitando ad allargare le analisi tecniche alla struttura nella sua interezza e al suo contesto, via maestra per la realizzazione di un più completo e consapevole lavoro di ricerca.

F.S.

FABRIZIO SOMMAINI, VALERIA DI COLA

Dipartimento di Studi Umanistici

Università degli Studi Roma Tre

fab.sommaini@stud.uniroma3.it; valeria.dicola@uniroma3.it

VALENTINA ALBANO

Leica Geosystems S.p.A.

valentina.albano@leica-geosystems.com

Ringraziamenti

Si ringrazia il Dott. Alessandro D'Alessio e l'Arch. Giuseppe Morganti per aver autorizzato l'esecuzione del rilievo dell'Aula Ovest. Si ringrazia, in aggiunta, la Prof.ssa Maura Medri per il continuo supporto alla ricerca e quanti hanno preso parte a questa fase dei lavori, oltre a coloro che scrivono questo contributo, in particolare: il Prof. Gianluca Casagrande, il Dott. Arturo Gallia, la Dott.ssa Natalie Wagner e Cristina Pappalardo.

BIBLIOGRAFIA

- ADEMBRI B., ALONSO-DURÁ A., JUAN-VIDAL F., BERTACCHI G., BERTACCHI S., CIPRIANI L., FANTINI F., SORIANO-ESTEVALIS B. et al. 2016, *Modelli digitali 3D per documentare, conoscere ed analizzare l'architettura e la costruzione nel mondo antico: l'esempio della Sala Ottagonale delle Piccole Terme di Villa Adriana*, «Archeologia e Calcolatori», 27, 291-316.
- ALESSANDRI C., UCCELLI F. 2006, *The 3D Laser Scanner in integrated analyses of archaeological sites*, in CAMPANA, FRANCOVICH 2006, 69-91.
- ARRIGHETTI A. 2012, *Tecnologie fotogrammetriche e registrazione 3D della struttura materiale: dal rilievo alla gestione dei dati*, «Archeologia e Calcolatori», 23, 283-296.
- ARMELLINI M. 1887, *Le chiese di Roma dalle loro origini sino al secolo XVI*, Roma, Tipografia editrice romana.
- ARTIOLI R. 1900, *La Chiesa di Santa Maria Liberatrice*, «Cosmos Catholicus», 2, 81-96.
- BEZZI A., BEZZI L., BENJAMIN D. 2011, *Computer Vision e Structure From Motion. Nuove metodologie per la documentazione archeologica tridimensionale. Un approccio aperto*, in G. DE FELICE, M.G. STIBILANO (eds.), *ArcheoFOSS. Open Source Free Software e Open Format nei processi di ricerca archeologica (Foggia 2010)*, Bari, Edipuglia, 103-111.
- BINI M., VERDIANI G. 2006, *Il rilievo delle archeologie monumentali: esperienze del Laboratorio di Rilievo della Sezione Architettura e Disegno di Firenze*, in CAMPANA, FRANCOVICH 2006, 107-115.
- BLOCH H. 1947, *I bolli laterizi e la storia edilizia romana. Contributi all'archeologia e alla storia romana*, Roma, Comune di Roma, Ripartizione Antichità e Belle Arti.
- CAMPANA S., FRANCOVICH R. 2006 (eds.), *Laser Scanner e GPS. Paesaggi archeologici e tecnologie digitali 1 (Grosseto 2005)*, Firenze, All'Insegna del Giglio.
- CARANDINI A. 2017, *La forza del contesto*, Roma, Editore Laterza.
- CASAGRANDE G., SALVATORI F. 2011, *Geografia e prospezioni territoriali con micro-droni. Resoconto di una sperimentazione a fini di ricerca archeologica*, Frosinone, If Press.
- D'ANDREA A. 2011, *Il rilievo archeologico con il laser scanner: luci e ombre*, «Vesuviana», 3, 193-218.
- DELBRÜCK R. 1921, *Der Südostbau am Forum Romanum*, «Jahrbuch des Deutschen Archäologischen Instituts», 36, 8-33.
- GRANSHAW S.I. 2010, *Structure from Motion: Origins and originality*, «The Photogrammetry Record», 22, 161, 6-10.
- GUERRA F., PILOT L., VERNIER P. 2004, *Fotogrammetria e laser scanning: alternativa?*, in E.S. MALINVERNI (ed.), *E-Arcom 2004. Tecnologie per comunicare l'architettura. Atti del Convegno (Ancona 2004)*, Ancona, CLUA, 356-361.
- HEINZELMANN M. 2010-2011, *The imperial building complex of S. Maria Antiqua in Rome. An incomplete Senate building of Domitian?*, «Anales de Arqueología Cordobesa», 21-22, 57-80.
- HODDER I. 1999, *The Archaeological Process. An Introduction*, Oxford, Blackwell Publ.
- HURST H. 1986, *Area di S. Maria Antiqua*, «Bulettno della Commissione archeologica comunale di Roma», 91, 2, 470-478.
- HURST H. 1995, *s.v. Domus Tiberiana. Forum Extension*, Lexicon Topographicum Urbis Romae II, 197-200.
- LANCIANI R. 1892, *Pagan and Christian Rome*, London, Macmillan & Co.
- LANCIANI R. 1900, *Le escavazioni del Foro (II)*, «Bulettno della Commissione archeologica comunale di Roma», 28, 299-320.
- LUGLI G. 1941, *Aedes Caesarum in Palatio e templum novum Divi Augusti*, «Bulettno della Commissione archeologica comunale di Roma», 69, 1941, 29-58.
- MEDRI M. 2003, *Manuale di rilievo archeologico*, Bari, Editore Laterza.

- MONACO E. 2015, *Il Complesso edilizio sud-orientale del Foro Romano. La topografia dell'area*, in P. FORTINI (ed.), *La rampa imperiale. Scavi e restauri tra Foro Romano e Palatino*, Milano, Electa, 19-26.
- NICOLAI F. 2016, *Da Santa Maria libera nos a poenis inferni alla chiesa barocca di Santa Maria Liberatrice al Foro*, in M. ANDALORO, G. MORGANTI, G. BORDI (eds.), *Santa Maria Antiqua tra Roma e Bisanzio*, Milano, Electa, 288-293.
- OTTATI A. 2017, *Costruzione e ricostruzione dell'Accademia di Villa Adriana: dall'analisi del monumento alla restituzione. Problemi e soluzioni nell'uso della tecnologia digitale*, «Archeologia e Calcolatori», 28, 179-200.
- PARENTI R. 2001, *La facciata del Palazzo Pubblico di Siena: stratigrafia e fonti documentali; premessa*, «Archeologia dell'Architettura», 6, 63-65.
- PELOSO D. 2005, *Tecniche Laser Scanner per il rilievo dei Beni Culturali*, «Archeologia e Calcolatori», 16, 199-224.
- PERIPIMENO M. 2006, *Sperimentazione di tecniche 3D Laser Scanning in archeologia: l'esperienza senese*, in CAMPANA, FRANCOVICH 2006, 143-157.
- RASMUS BRANDT J. 2004, *The Oratory of the Forty Martyrs: From Imperial Hall to Baroque Church*, in J. OSBORNE, J. RASMUS BRANDT, G. MORGANTI (eds.), *Santa Maria Antiqua 100 anni dopo lo scavo. Atti del Colloquio internazionale (Roma 2000)*, Roma, Campano Editore, 137-152.
- REMONDINO F., RIZZI A., AGUGIARO G. 2011, *Rilievo e modellazione 3D. Atti XV Conferenza Nazionale ASITA (Reggia di Colorno 2011)*, Parma, ASITA, 1825-1836 (<http://atti.asita.it/ASITA2011/Pdf/046.pdf>).
- RUSSO M., GUIDI C., REMONDINO F. 2011, *Principali tecniche e strumenti per il rilievo tridimensionale in ambito archeologico*, «Archeologia e Calcolatori», 22, 169-198.
- SFACTERIA M. 2016, *Fotomodellazione 3D e rilievo speditivo di scavo. L'esperienza del Philosphiana Project*, «Archeologia e Calcolatori», 27, 271-289.
- TEA E. 1937, *La Basilica di Santa Maria Antiqua*, Milano, Società Editrice "Vita e Pensiero".
- VINCI M.S. 2013, *La documentazione dell'edilizia storica in ambito urbano: applicazioni del raddrizzamento fotografico al caso del "Foro Provinciale" di Tarragona*, «Archeologia e Calcolatori», 23, 101-119.
- WULF-RHEIDT U. 2012, *Still higher and more audacious. The architecture of the imperial palaces on the Palatine in Rome*, in R. OUSTERHOUT, R. HOLOD, L. HASELBERGER (eds.), *Masons at Work*, Philadelphia, CAS Publication (<https://www.sas.upenn.edu/ancient/publications.html>); ultimo accesso: 3/11/2018).
- WULF-RHEIDT U. 2016, *Laterizio, progetti XXL e potere imperiale*, in E. BUKOWIECKI, R. VOLPE, U. WULF-RHEIDT (eds.), *Archeologia dell'Architettura XX. Il laterizio nei cantieri imperiali. Roma e il Mediterraneo. Atti del I workshop (Roma 2014)*, Firenze, All'Insegna del Giglio, 213-219.

ABSTRACT

The survey campaign on the monumental remains of the West Hall of the Domitian Complex (Roman Forum) has provided an opportunity for a general reflection on the archaeological surveying of architecture. Above all, there is the problem of how to guarantee an accurate documentation, when approaching 'XXL buildings', like those of this architectural complex. Working with two different methodologies, in particular digital photogrammetry and laser scanning, the authors have detected the best operating procedure for the documentation of such very big structures. The data obtained during the surveying campaign has also allowed the reconstruction of the different historical phases for the West Hall in the Roman Forum.