

Arte e tecnica dei ponti romani in pietra

a cura di
Carlo Inglese e Leonardo Paris



Collana Materiali e documenti 58

Arte e tecnica dei ponti romani in pietra

a cura di
Carlo Inglese e Leonardo Paris



SAPIENZA
UNIVERSITÀ EDITRICE

2020

Il presente volume è stato pubblicato grazie al finanziamento
Progetto di Università Medio - Anno: 2015 - prot. C26A15SRLR

Gli elaborati grafici, le cui dimensioni e alta risoluzione
non sono compatibili con il formato della presente pubblicazione,
sono reperibili al seguente link: <http://www.editricesapienza.it/node/7935>

Copyright © 2020

Sapienza Università Editrice

Piazzale Aldo Moro 5 – 00185 Roma

www.editricesapienza.it

editrice.sapienza@uniroma1.it

Iscrizione Registro Operatori Comunicazione n. 11420

ISBN 978-88-9377-150-4

DOI 10.13133/9788893771504

Pubblicato a luglio 2020



Quest'opera è distribuita
con licenza Creative Commons 3.0
diffusa in modalità *open access*.

Cura redazionale: Monica Filippa

Impaginazione/layout a cura di: Carlo Inglese, Leonardo Paris, Monica Filippa

In copertina: Il Ponte di Augusto a Narni (elaborazione grafica di Leonardo Paris)

Indice

Presentazione	1
<i>Carlo Bianchini</i>	
I ponti lapidei di epoca romana. Ricerca e sperimentazione interdisciplinare	3
<i>Carlo Inglese, Leonardo Paris</i>	
Prima parte	
Rilievo e modellazione digitale: acquisizione, elaborazione, interpretazione	15
<i>Carlo Inglese, Leonardo Paris</i>	
Fonti iconografiche per lo studio dei ponti di Roma: il Ponte Emilio e il Ponte Fabricio	29
<i>Paola Quattrini, Monica Filippa</i>	
Rappresentazione multimediale e interattiva per i ponti romani	59
<i>Tommaso Empler, Adriana Caldarone</i>	
La raccolta dati in ambiente QGIS per un modello territoriale nazionale dei ponti antichi	77
<i>Francesca Pierdominici</i>	
Analisi formale, costruttiva e dimensionale dei ponti romani lapidei	101
<i>Carlo Inglese, Leonardo Paris</i>	

Seconda parte

Ponte Emilio a Roma	117
<i>Giulia Umana</i>	
Ponte Fabricio a Roma	137
<i>Carlo Inglese, Daniele Maiorino</i>	
Ponte di Augusto a Narni	153
<i>Maria Laura Rossi</i>	
Ponte romano a Rieti	173
<i>Leonardo Paris</i>	
Ponte romano ad Alcántara in Spagna	189
<i>Carlo Inglese, Antonio Pizzzo, Roberto Barni</i>	
Bibliografia generale	205
Autori	215

Ponte romano ad Alcántara in Spagna

Carlo Inglese, Antonio Pizso, Roberto Barni

1. Introduzione storica

Il ponte di Alcántara, situato nella omonima cittadina spagnola nella provincia di Cáceres, in Estremadura, attraversa il Tago in un punto in cui il letto del fiume è molto ripido ma abbastanza ridotto, ed è costituito da sei arcate disuguali; presso uno degli accessi si trova un tempietto commemorativo e nel centro del ponte un arco onorario (Figg. 1, 2). Su quest'ultimo è presente un'iscrizione che indica come il ponte sia stato costruito in onore all'imperatore romano Traiano, nato in *Hispania*. L'iscrizione recita: «Imp(eratori) • Caesari • divi • Nervae • f(ilio) • Nervae / Traiano • Aug(usto) • Germ(ánico) • Dacico • pontif(ici) max(imo) / trib(unicia) • potes(tate) • VIII • imp(eratori) • V • co(n)s(uli) • V • p(atri) • p(atriciae)».

La storia del ponte di Alcántara costruito tra il 104-106 d.C. è, come per la maggior parte dei ponti romani, una storia di trasformazioni strutturali tipiche di una infrastruttura pubblica soggetta a continue sollecitazioni antropiche e medio-ambientali.

Il ponte rappresenta uno dei simboli del passato romano della penisola Iberica e uno dei segni più tangibili del processo di romanizzazione delle province occidentali del mondo romano. L'importanza del ponte e il suo stato di conservazione hanno generato, nel corso dei secoli, numerosi studi basati sugli aspetti ingegneristici e storico-artistici di questa costruzione.

Il ponte di Alcántara ha avuto nei secoli diversi restauri e trasformazioni che hanno integrato nella struttura una ampia serie di eventi storici (Fig. 3). Tra le prime attività di distruzione del ponte è nota, da una notizia degli inizi del XIII secolo, la distruzione del primo arco del ponte verso la sponda destra del fiume e un successivo intervento di recupero della zona con il re Alfonso IX¹. Purtroppo



Fig. 1. Ponte di Alcántara, veduta generale prospetto sud-ovest (foto di Carlo Inglese, 2015).



Fig. 2. Arco onorario nel centro del ponte di Alcántara (foto di Carlo Inglese, 2015).

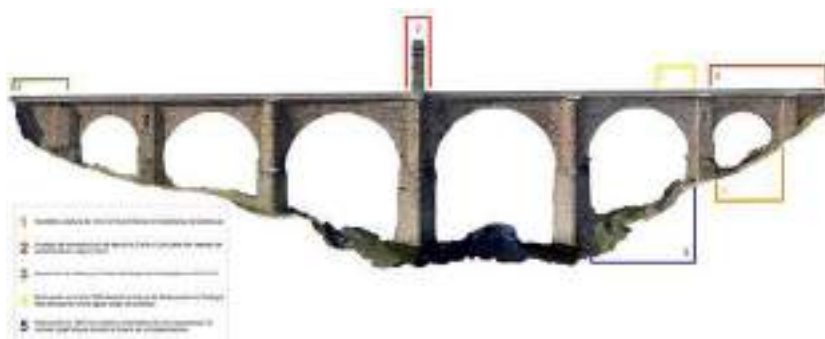


Fig. 3. Fotogrammetria del ponte di Alcántara con le zone interessate da trasformazioni e restauri del monumento (PIZZO 2016, 5, fig. 3).

questa prima trasformazione del ponte è estremamente difficile da riconoscere nei paramenti attuali della struttura a causa di altri numerosi restauri eseguiti in epoche successive. Non sappiamo, quindi, quali furono in sostanza i danni strutturali causati al ponte e la reazione statica del resto della struttura alla mancanza di uno degli archi.

Da alcuni riferimenti presenti in fonti arabe si evince il ruolo del ponte nel quadro di una fortezza situata sulla sponda sinistra del fiume Tago². Nel XV secolo il ponte di Alcántara è interessato da importantissime manovre militari da parte del re Alfonso V di Portogallo che all'idea di distruggere il ponte preferisce ritirarsi e attaccare la Spagna da tutt'altra direzione³.

I primi studi di carattere storico risalgono al XVI secolo e producono visioni storiche generali basate sulla lettura delle iscrizioni conservate. Uno degli studi degni di nota di questo periodo è, senza dubbio, quello di Barrantes de Maldonado, databile intorno al 1550, che fa riferimento per la prima volta a questioni di carattere costruttivo e tecnico, annotazioni originali per l'epoca. Da queste indicazioni possiamo ricostruire, per esempio, i primi interventi di restauro che hanno lasciato traccia esclusivamente nelle fonti documentali tra i quali la ricostruzione dell'arco centrale crollato e fatto ricostruire da Carlo V, il restauro di alcuni conci degli archi e le integrazioni effettuate nei paramenti murari.

La documentazione recuperata negli archivi militari ha permesso di ricostruire altri interventi di manutenzione tra i secoli XVI e XVII, soprattutto nel secondo arco della sponda destra durante la "Guerra de Restauración de Portugal"⁴ che fu riparato quasi un secolo



Fig. 4. Vista generale del ponte di Alcántara con indicazione del pilastro in cui si conserva la prima fase costruttiva del monumento (da PIZZO 2016, 8, fig. 5).



Fig. 5. Dettaglio costruttivo della prima fase del ponte di Alcántara rispetto alla costruzione traianea (da PIZZO 2016, 12, fig. 12).

dopo. Anche in questo caso l'intervento di restauro non è visibile sui paramenti del ponte a causa del grande intervento conservativo effettuato nel XIX secolo. Questa ultima opera di restauro diretta da Alejandro Millán⁵ ha ripristinato definitivamente i danni strutturali del ponte e risulta perfettamente riconoscibile ancora oggi.

La difficoltà nel riconoscimento delle trasformazioni strutturali e storiche citate si rispecchia nello studio condotto recentemente che, malgrado le difficoltà, è riuscito a decifrare i principali interventi storici che hanno segnato la vita del ponte. Lo studio ha effettuato un'analisi architettonica e stratigrafica del ponte di Alcántara che ha permesso di elaborare una periodizzazione delle principali epoche di trasformazione delle strutture con una significativa scoperta in uno dei pilastri del monumento⁶.

Allo stato attuale della conservazione e sulla base di una lettura stratigrafica dei paramenti abbiamo potuto riconoscere cinque diverse fasi di interventi che caratterizzano la storia costruttiva del ponte.

La prima fase costruttiva (Fig. 4) rappresenta una novità nella storia degli studi sulla infrastruttura, trattandosi della costruzione di un primo ponte probabilmente non finito per problemi topografici e costruttivi, ma inglobato in parte nell'opera della fase traianea⁷. L'ipotesi che abbiamo sviluppato nell'articolo citato del 2016 (Fig. 5) si basa sulla contestualizzazione storica di questo primo tentativo di costruzione del ponte di Alcántara. La zona in questione, infatti, già in epoca tardorepubblicana è interessata dalla presenza romana per lo sfruttamento di varie risorse minerali nella zona tra cui il conosciuto oro del Tago; il luogo dove è stato costruito il ponte rappresenta uno dei passaggi obbligati delle differenti vie di comunicazione esistenti già in epoca repubblicana. Non è quindi da escludere che in un momento storico in cui si realizzano una serie di infrastrutture per dotare la regione di fluide vie di comunicazione verso le miniere dell'attuale Portogallo si sia tentata la costruzione di un primo ponte con soluzioni architettoniche rivelatesi poi non valide per la complicata situazione topografica di questa zona del fiume.

Nella seconda fase edilizia del ponte si realizzano le sei arcate che formano la struttura attuale, con archi a tutto sesto con dimensioni simmetriche e un arco centrale probabilmente già esistente in epoca romana ma ricostruito, come abbiamo già indicato, da Carlo V. La costruzione traianea è completamente realizzata in opera quadrata di granito a vista con superfici bugnate in modo irregolare. I grandi pilastri del ponte poggiano direttamente sul livello geologico che è stato leggermente scavato e modificato per la preparazione delle aree di cantiere relative alle fondazioni. I pilastri, di pianta rettangolare, presentano larghezze variabili e crescenti verso il centro in rapporto con le dimensioni delle arcate. I tre pilastri centrali possiedono inol-

tre frangiflutti per facilitare il passaggio delle acque con un impatto ridotto durante le frequenti piene del Tago. Gli archi a tutto sesto sono realizzati con un doppio ordine di conci che rappresenta un *unicum* nell'edilizia dei ponti del resto della provincia Lusitania.

La terza fase documentabile sulle superfici del ponte interessa in modo molto marginale l'aspetto e la statica del ponte, visto che si tratta di interventi di ridotte dimensioni che servono alla reintegrazione di conci crollati o elementi in granito del paramento.

La quarta fase, invece, è una delle più importanti e monumentali eseguite sul ponte di Alcántara. Realizzata dall'ingegnere Alejandro Millán e portata a compimento nel 1860, è un intervento molto complesso con investimenti economici notevoli e un progetto di grande rilievo e precisione. Questo restauro recupera l'immagine del ponte dopo le varie epoche di attacchi, distruzioni e abbandono, creando la nuova estetica attuale del monumento che elimina il profilo leggermente rialzato del centro della struttura e ricostruendo completamente l'arco centrale e pilastri che lo sostengono.

L'ultimo intervento relativo alla quinta fase visibile attualmente è stato finanziato dalla Junta de Extremadura e ha interessato il riempimento dei giunti fra i blocchi di granito in opera quadrata con malta a base di sabbia e calce con l'obiettivo di evitare infiltrazioni di acqua all'interno della struttura.

2. Operazioni di acquisizione

Il rilievo del ponte di Alcántara ha presentato notevoli difficoltà dal punto di vista logistico-operativo, che hanno riguardato le dimensioni elevate del manufatto, la presenza dell'acqua e il paramento murario di rivestimento in pietra di ardesia locale molto ben lavorata per la quale si necessitava di una buona qualità del dato acquisito per la successiva lettura storico archeologica.

In particolare le sponde del fiume si presentano molto ripide soprattutto sul versante nord-ovest ove in meno di 50 m si ha un dislivello di quota di circa 30 m. Inoltre le grandi dimensioni del ponte – circa 191 m di lunghezza per un'altezza del piano viario dalla quota dell'acqua di circa 37 m – hanno necessitato di una serie di acquisizioni con 3D laser scanner⁸ propedeuticamente studiate e valutate in uno specifico progetto di presa.

Sono state effettuate 25 scansioni, in precedenza studiate in fase di progetto, in grado di suddividere il ponte in parti ben calibrate in



Fig. 6. Ponte di Alcántara, modello numerico, nuvola di punti. Prospetto nord-est (elaborazione di Carlo Inglese).



Fig. 7. Ponte di Alcántara. Modello numerico, nuvola di punti. Particolare prospetto nord-est (elaborazione di Carlo Inglese).



Fig. 8. Ponte di Alcántara. Modello numerico, nuvola di punti con valori di riflettanza. Particolare prospetto nord-est (elaborazione di Carlo Inglese).

relazione alla distanza di presa dello strumento (circa 70 m) mantenendo la risoluzione prefissata e facilmente riconoscibili in fase di registrazione.

Il modello numerico così ottenuto, registrato nel programma dedicato, è stato successivamente verificato in un altro software di gestione delle nuvole di punti⁹ con una nuova registrazione delle singole nuvole al fine di analizzare la differenza ed eventuali errori o imprecisioni (Figg. 6, 7, 8). Dal modello numerico così ottenuto è stato possibile ottenere diversi modelli geometrici del ponte, in particolare i prospetti a monte e a valle del fiume (con orientamento nord-est e sud-est), e una planimetria, modelli privi di caratterizzazione cromatica e materica delle superfici utile alla comprensione delle caratteristiche geometrico proporzionali. Da questi elaborati sono stati infine tratti dei modelli architettonici, mantenendo tutte le caratteristiche e le caratterizzazioni materiche delle superfici.

3. Modellazione poligonale

Per realizzare il modello del ponte di Alcántara si è optato per un tipo di modellazione poligonale, elaborata attraverso il software Modo¹⁰. Di una geometria poligonale è possibile selezionare punti, bordi e poligoni e applicare agli elementi selezionati una serie di comandi assimilabili a quelli utilizzati per realizzare modelli bidimensionali.

Partendo dal rilievo bidimensionale importato nel software di modellazione, si generano le prime superfici semplici andando a estrarre le geometrie fondamentali che caratterizzano l'architettura. Così come in un vero cantiere, si è proceduto realizzando il primo pilone, elemento poi copiato come istanza di base per essere modificato opportunamente secondo le sue dimensioni veritiere. In seguito, a partire da porzioni di cilindri, sono state realizzate le volte che caratterizzano le arcate dei ponti, successivamente ottimizzate per collegare e saldare i punti della *mesh* a quelli dei piloni (Fig. 9). L'ultimo elemento da modellare è il camminamento, con la sua pendenza e la strada a schiena d'asino, nonché le modanature che caratterizzano il parapetto del ponte. Queste ultime possono essere realizzate grazie alla funzione Bevel, la quale prevede un'estrusione attraverso dei profili appositamente disegnati, che poi vengono applicati a tutte le facce selezionate della *mesh*. Tale *tool* permette di ricreare facilmente le numerose cornici e le profilature dell'architettura romana presenti nel ponte di Alcántara.

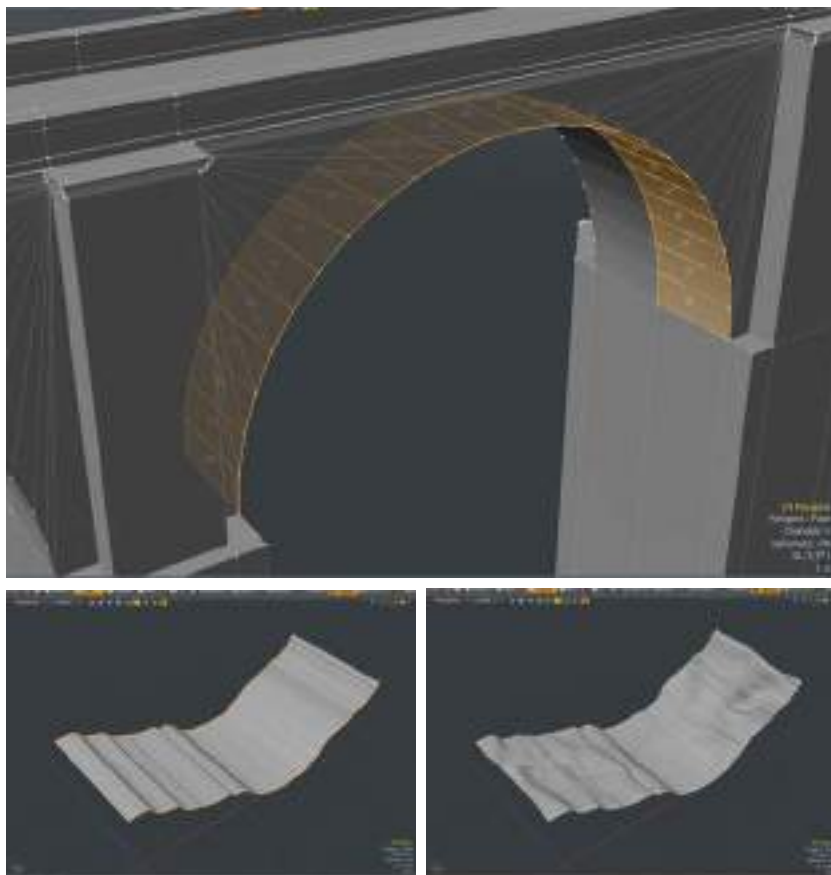


Fig. 9. Ponte di Alcántara, modello numerico, superfici mesh. Ottimizzazione dei punti dell'arcata. Estrusione semplice del profilo del terreno con suddivisione in poligoni. Operazione di modifica sul terreno (strumenti dello Sculpt; elaborazione di Roberto Barni).

Diverso il discorso per quel che concerne la modellazione di elementi naturali organici quali il terreno e l'acqua. Nel caso del terreno si estrude la linea di sezione realizzata in Cad per generare una prima superficie, che dovrà essere ulteriormente suddivisa per creare una rete più fitta di poligoni (Fig. 9). Con un selettore a pennello è possibile simulare le irregolarità del terreno, utilizzando comandi quali Push, Clay, Smooth, Carve e Scar (Fig. 9). In questo caso è l'operatore a gestire il processo di creazione del modello del terreno, in quanto vincolato a sezioni precedentemente rilevate.

Nel caso dell'acqua, invece, non è necessaria una rispondenza perfetta all'oggetto rilevato ed è quindi possibile fare riferimento a mappe procedurali parametriche in bianco e nero¹¹ che simulano

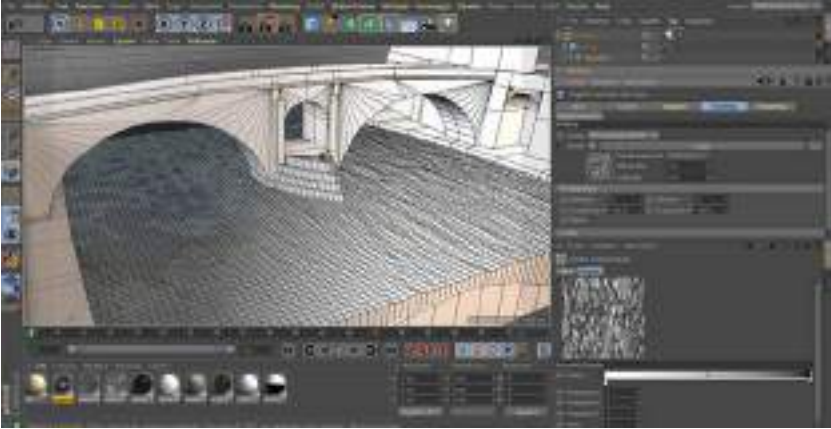


Fig. 10. Ponte di Alcántara, modello numerico, superficie mesh. Applicazione della mappa procedurale dell'acqua alla mesh (software Cinema 4D; elaborazione di Roberto Barni).

le increspature dell'acqua (Fig. 10). Per avere un'increspatura con un livello di dettaglio sufficiente vanno aumentate le suddivisioni del piano o della superficie in uso. Per raggiungere un buon livello di realismo, inoltre, è sufficiente replicare due caratteristiche fisiche fondamentali dell'acqua: la riflessione e la rifrazione. Ogni materiale trasparente ha un effetto diverso sulla velocità del raggio di luce che lo attraversa, e l'effetto può essere tradotto in un coefficiente detto IOR (*Index of Refraction*). Questo valore – che nel caso dell'acqua corrisponde a 1,333 – inserito nel campo IOR permette di replicare molto fedelmente la rifrazione che l'acqua avrebbe nella realtà.

Come si è visto, i processi che coinvolgono la realizzazione di un'immagine 3D non si esauriscono con la modellazione dell'oggetto, ma implicano altri essenziali passaggi, quali l'UV *mapping*, il *texturing*, il *lighting* e il *rendering*.

Passaggio fondamentale per poi arrivare all'immagine finale è la mappatura, o UV *mapping*: geometrie complesse – come le modanature del ponte di Alcántara – devono essere sviluppate su un piano tramite l'*unwrapping*. A questo punto ogni vertice dell'oggetto tridimensionale disporrà di un set di coordinate bidimensionali condiviso con l'immagine, che potrà essere quindi associata alle sue facce, risultando visibile nello spazio 3D. Le coordinate UV fanno, quindi, da ponte tra lo spazio bidimensionale delle immagini (*texture*) e quello tridimensionale della *mesh*. Per controllare la qualità dell'UV *mapping* creata, è buona norma usare una texture di controllo detta

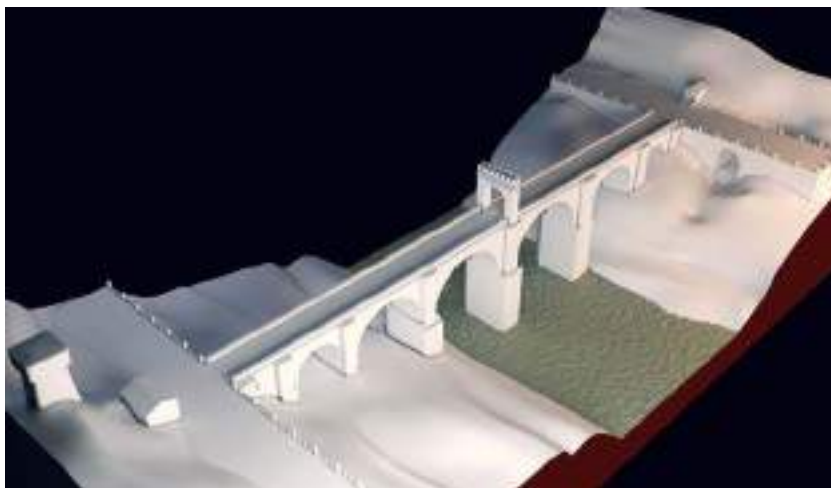


Fig. 11. Ponte di Alcántara, modello renderizzato (elaborazione di Roberto Barni).



Fig. 12. Ponte di Alcántara, modello renderizzato (elaborazione di Roberto Barni).

Checker, che permette di verificare – attraverso un’immagine raster formata da una griglia a maglia quadrata di numeri e colori – se la proiezione dell’*unwrapping* è corretta.

Una volta concluso l’*unwrapping*, si può procedere con il *texturing*, che permette di proiettare una o più *texture* – precedentemente realizzate con programmi di fotoritocco, quali Adobe Photoshop – sulla

superficie di un modello 3D, utilizzando le coordinate UV¹². Essa rende il modello più dettagliato e realistico.

Per concludere il *workflow* l'ultimo passaggio è il *rendering*¹³, processo attraverso il quale si genera dalla scena 3D un'immagine 2D. Il bilanciamento delle luci, la resa dei materiali e il taglio fotografico della scena incidono molto sulla buona riuscita di un *render* realistico.

La finalizzazione di un *render* non deve necessariamente puntare al realismo: nel caso del ponte di Alcántara era indispensabile comunicare le volumetrie e le geometrie alla base della sua creazione, nonché il rapporto instaurato da questo con il contesto. Per fare ciò si è puntato all'astrazione del materiale, utilizzando una *texture* bianca per l'architettura esistente e per il terreno (Figg. 11,12); solo l'acqua è stata resa realisticamente secondo i procedimenti precedentemente descritti.

4. Lettura e interpretazione dei dati: analisi metrica, geometrica e proporzionale

Una prima interpretazione dei modelli bidimensionali così ottenuti ha dato l'opportunità di leggere e rappresentare alcune caratteristiche orografiche del terreno, come ad esempio le curve di livello delle ripide sponde del Tago, in pianta e sezione, che consentono una prima interpretazione sul posizionamento in quel sito del ponte.

Fermo restando motivazioni di natura viaria, quindi commerciale, sociale e geografica, un aspetto sicuramente interessante, tratto dagli elaborati bidimensionali, è la dimensione del letto del Tago in questo punto particolarmente ridotta (circa 64 m) che offriva quindi la possibilità di superarlo agevolmente in termini di distanza. Diversamente alla ridotta larghezza del letto del fiume non corrispondeva un agevole declivio delle sponde che, come detto, in questo punto si presentano invece molto ripide e scoscese, costringendo gli esecutori a un'opera ingegneristica molto ardua per il periodo (I sec. d.C.). E infatti la struttura realizzata è basata su sei arcate di dimensioni differenti con due arcate maggiori al centro del fiume, due medie e due minori ai lati a contatto con le strade secondo una logica costruttiva notevolmente diffusa in questo tipo di strutture. I piloni di imposta delle arcate sono realizzati a quote differenti, ciò chiaramente per accompagnare il declinare ripido delle sponde consentendo di mantenere il piano viario superiore a una unica quota, senza dover ricorrere a conformazioni "a schiena d'asino".

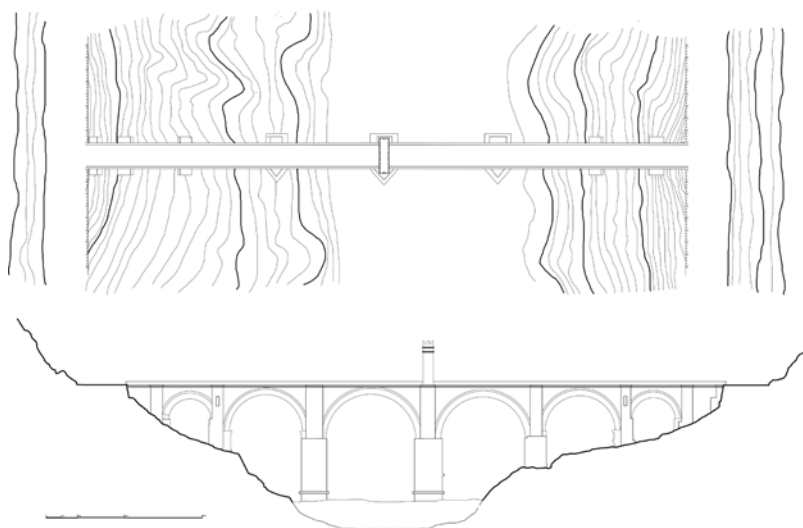


Fig. 13. Ponte di Alcántara, modelli geometrico 2D. Pianta e prospetto sud-ovest (elaborazione di Carlo Inglese).

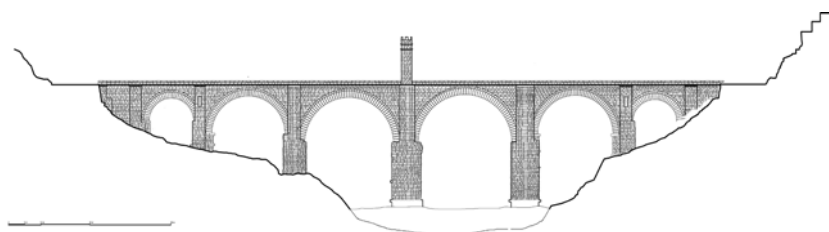


Fig. 14. Ponte di Alcántara, modello architettonico 2D. Prospetto nord-est (elaborazione di Carlo Inglese).

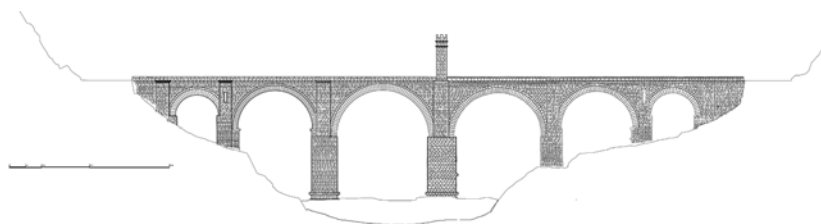


Fig. 15. Ponte di Alcántara, modello architettonico 2D. Prospetto sud-ovest (elaborazione di Carlo Inglese).

Dal punto di vista tecnico-costruttivo il ponte è realizzato con blocchi di pietra squadrata, bugnata, di roccia granitica, con filari costituiti da blocchi di diverse dimensioni (da una lunghezza minima di circa 0,40 m a una massima di 1,60 m, mentre invece le

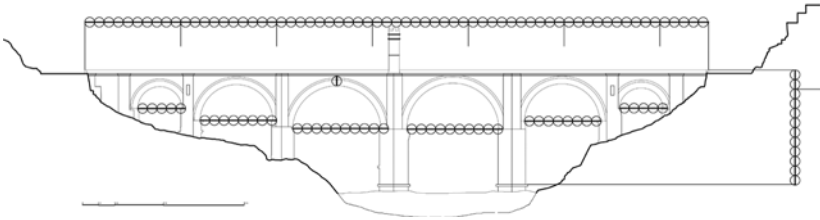


Fig. 16. Ponte di Alcántara, analisi proporzionale. Prospetto nord-est (elaborazione di Carlo Inglese).

ghiere degli archi hanno lunghezza di circa 1,85 m). La finitura dei blocchi è, come detto, bugnata con differenti lavorazioni, essendo presente sia la lavorazione rustica che liscia. Le arcate presentano una doppia ghiera, la maggiore inferiore con conci disposti “a coltello” sormontata da una seconda con blocchi di testa. La lavorazione della superficie dei blocchi è liscia con un leggero ribassamento perimetrale, per la ghiera maggiore, e lasciata a bugna rustica, sempre con ribassamento, per quella minore. I piloni di imposta degli archi, formati da una base parallelepipedica maggiore sulla quale si addossa un robusto pilastro che sale fino alla balaustra, coronato da una modanatura che ricorda un capitello tuscanico (echino e abaco). I due piloni centrali sono impostati direttamente nell'alveo del fiume, gli altri cinque su una piattaforma naturale, degradante verso il letto del fiume, in ardesia; a monte presentano la caratteristica conformazione a rostro per opporre minore resistenza alla corrente delle acque, mentre a valle si presentano a forma parallelepipedica.

I modelli 2D estratti dal modello numerico hanno consentito di interrogare il manufatto, interpretare alcuni dati oggettivi da esso estratti, ed effettuare alcune considerazioni di carattere geometrico proporzionale e tecnico costruttivo (Figg. 13, 14, 15).

Strutturalmente il ponte presenta sei arcate due centrali maggiori, due medie e due laterali minori.

Dal punto di vista dimensionale, considerando i dati oggettivi estratti dai modelli, il ponte ha una larghezza massima di circa 8,20 m (misurata all'esterno dei parapetti), con una sede viaria di 6,88 m e una lunghezza totale di 191,40 m (misurata a filo esterno dei parapetti). Le sei arcate, a tutto sesto, risultano a due a due sostanzialmente uguali con luce rispettivamente di circa 27,30 m e circa 28,40 m le due centrali maggiori, circa 22,50 m e circa 23,20 m le due intermedie, e di circa 13,60 m e circa 13,50 m le due minori laterali.

Naturalmente le imposte delle sei arcate sono diverse tra loro infatti, assumendo come quota 0,00 di riferimento quella convenzionale del Tago, si avrà che l'imposta delle arcate maggiori è, assumendo come orientamento il prospetto a valle, +20,00 m quella di sinistra, +19,80 m quella di destra, l'imposta delle arcate intermedie è +22,50 m quella di sinistra e +22,28 m quella di destra, l'imposta delle arcate minori è +26,14 m e +26,10 m.

Un'altra analisi condotta sui modelli 2D ottenuti dal modello numerico è stata quella geometrico proporzionale al fine di valutare le figure geometriche che sottendono alla costruzione del ponte e alle regole, anche proporzionali, a esse correlate (Fig. 16).

Basandoci, quindi, sui modelli 2D come piante e prospetti, dal punto di vista geometrico il ponte è costituito, come detto, da due circonferenze che inviluppano le due arcate maggiori centrali simili (diametro 27,27 m, quella di sinistra, diametro 28,37 m quella di destra), due circonferenze medie per i due fornicci intermedi (diametro 22,50 m, quella di sinistra, diametro 23,17 m quella di destra) e due circonferenze che inviluppano le due arcate minori laterali (diametro 13,63 m, quella di sinistra, diametro 13,50 m quella di destra).

Una seconda analisi alla quale sono stati sottoposti i modelli 2D è stata quella di utilizzare come modulo proporzionale il piede romano (assumendolo pari a 0,296 m) e interrogare la struttura in base ad esso.

I dati principali estrapolati da una siffatta analisi proporzionale danno una lunghezza totale di 641 piedi, una larghezza di 28,00 piedi (calcolato all'esterno del parapetto), il che ci dà un rapporto di 1/23.

Le sei arcate hanno un diametro rispettivamente di 92 piedi quella di sinistra e 96 quella di destra per le due maggiori; 76 piedi quella di sinistra e 78 piedi quella di destra per le due intermedie; 46 piedi quella di sinistra e 45 piedi quella di destra per le due minori. L'altezza totale della ghiera delle arcate è pari a circa 8 piedi, di cui 6 piedi per la ghiera minore (quindi i conci delle arcate sono alti circa 1,77 m).

Da questi dati estratti dalle analisi metrica, geometrica e proporzionale si può dedurre che, probabilmente, le arcate furono edificate con piccole differenze di quota, con diversi diametri, proprio per riassorbire le diverse asperità delle sponde in quel punto particolarmente ripide. Le modeste variazioni dimensionali contribuiscono a risolvere i problemi tecnico-costruttivi esistenti pur mantenendo

una figura molto proporzionata le cui variazioni sono difficilmente percepibili a occhio nudo¹⁴.

¹ RODRÍGUEZ PULGAR 1992, p. 65.

² GILOTTE 2006.

³ LIZ 1988, p. 36.

⁴ CRUZ 2002-2003, pp. 90-91.

⁵ RODRÍGUEZ PULGAR 1992, pp. 83-141.

⁶ PIZZO 2016.

⁷ I dettagli della scoperta, i dati e l'analisi di questa fase in PIZZO 2016

⁸ È stato impiegato uno scanner 3D Faro CAM2 Focus 70.

⁹ Si fa riferimento al software proprietario Scene 5.4.2 e al software di Autodesk ReCup pro.

¹⁰ Modo è un software professionale di modellazione poligonale sviluppato dalla Luxology, attualmente conosciuta come Foundry e operante nel campo della computer grafica. Al momento il suo core operativo è costituito da modellazione, *painting*, *rendering*, *sculpting*, *animation*. Incorpora inoltre un motore di *rendering* GI (*global illumination*) che permette di ottenere immagini di alto livello. Per avere un quadro completo delle caratteristiche di Modo si veda <<https://www.foundry.com/products/modo>>.

¹¹ Le mappe procedurali (*noise*, *cellular*, *turbolence*, etc.) non sono delle semplici immagini bidimensionali, in quanto definite da una funzione algebrica parametrizzata su uno spazio tridimensionale. Il vantaggio rispetto alle bitmap – immagini bidimensionali raster utilizzate per texturizzare un elemento – risiede nel fatto che permettono di variare alcuni parametri a seconda delle necessità, ottenendo di volta in volta mappe diverse.

¹² Il nome UV è equivalente a quello degli assi X e Y: viene impiegato per non dare adito a fraintendimenti tra i due ambiti.

¹³ In questo caso il *rendering* è stato realizzato con l'engine Corona Renderer per Cinema 4D.

¹⁴ Per la redazione di questo capitolo, oltre ai testi già menzionati, ci si è avvalsi anche della consultazione e studio delle seguenti pubblicazioni: CAMPANELLA 1928; BONATZ, LEONHARDT 1956; GAZZOLA 1963; GIOVANNONI 1969; LIZ 1988; MARTA 1989; RODRÍGUEZ PULGAR 1992; BROWN 1993, p. 25; O'CONNOR 1993, pp. 109-111; GALLIAZZO 1994, pp. 353-358; MALIZIA 1995; CAIROLI GIULIANI 1997; MALIZIA 1997; GRAF 2002, pp. 20-21; FERNÁNDEZ CASADO 2005, pp. 369-396; GILOTTE 2006, pp. 211-231; PIZZO 2016.

Bibliografia generale

ALVINO, Lezzi 2014: GIOVANNA ALVINO, FRANCESCA LEZZI. Reate/Rieti. Archeologia Urbana. 27-29 marzo 2012). Roma: Quasar Edizioni, 2014, pp. 145-150.

ALIPERTA, GIRA 2015: ANDREA ALIPERTA, CARLO GIRA. The Church of Meryemana in Göreme, Cappadocia. New life in prototyping and augmented reality. In *Proceedings of the 19th International Conference on Cultural Heritage and New Technologies* (Vienna, Austria, 3-5 novembre 2014). Vienna: Museen der Stadt Wien - Stadtarchäologie, 2015, pp. 1-16.

AMADEI 1948: EMMA AMADEI. *I ponti di Roma*. Roma: Fratelli Palombi Editori, 1948.

BERTOLESI, MILANI, LOPANE, ACITO 2017: ELISA BERTOLESI, GABRIELE MILANI, FULVIO DOMENICO LOPANE, MAURIZIO ACITO. Augustus Bridge in Narni (Italy): Seismic Vulnerability Assessment of the Sill Standing Part, Possible Causes of Collapse, and Importance of the Roman concrete Infill in the Seismic-Resistant Behavior. *International Journal of Architectural Heritage*, 2007, vol. 11, n. 5, pp. 717-746. DOI: 10.1080/15583058.2017.1300712.

BETOCCHI 1900: ALESSANDRO BETOCCHI. *L'Isola Tiberina e i lavori del Tevere*. Roma: Tipo-litografia del Genio Civile, 1900.

BEVILACQUA, FAGIOLO 2012: MARIO BEVILACQUA, MARCELLO FAGIOLO (a cura di). *Piante di Roma dal Rinascimento ai Catasti*. Roma: Artemide 2012.

BIANCHINI 2001: CARLO BIANCHINI. Modelli discreti e modelli continui nel rilievo e rappresentazione informatizzata dell'architettura. *Disegnare. Idee Immagini*, 22, 2001, pp. 51-60.

BIANCHINI ET AL. 2016A: CARLO BIANCHINI, CARLO INGLESE, ALFONSO IPPOLITO. The role of BIM (Building Information Modeling) for representation and managing of built and historic artifacts. *DisegnareCon*, 9, 16, 2016, pp. 10.1-10.9.

BIANCHINI ET AL. 2016B: CARLO BIANCHINI, CARLO INGLESE, ALFONSO IPPOLITO. *I teatri antichi del Mediterraneo come esperienza di rilievo integrato. The Ancient Theatres of the Mediterranean as integrated survey experience*. Roma: Sapienza Università Editrice, 2016.

BIFOLCO, RONCA 2018: STEFANO BIFOLCO, FABRIZIO RONCA. *Cartografia rara italiana: XVI secolo. L'Italia e i suoi territori*. Catalogo ragionato delle carte a stampa. Roma: Antiquarius Edizioni, 2018.

BONATZ, LEONHARDT 1956: BONATZ PAUL, LEONHARDT FRITZ. 1956. *Brücken*. Königstein im Taunus (Germany): Karl Robert Langewiesche Verlag, 1956.

BORGHINI, CARLANI 2011: STEFANO BORGHINI, RAFFAELE CARLANI. La restituzione virtuale dell'architettura antica come strumento di ricerca e comunicazione dei beni culturali: ricerca estetica e gestione delle fonti. In ELENA IPPOLITI, ALESSANDRA MESCHINI (a cura di). *Tecnologie per la comunicazione del patrimonio culturale*. *DisegnareCon*, 4, 8, 2011, pp. 71-79.

BROWN 1993: DAVID J. BROWN. *Bridges*. New York: Macmillan Publishing Company, 1993.

CAIROLI GIULIANI 1997: FULVIO GIULIANI CAIROLI. *L'edilizia nell'antichità*. Roma: NIS, 1997.

CAIROLI GIULIANI 2018: FULVIO GIULIANI CAIROLI. *L'edilizia nell'antichità*. Roma: Carocci editore, 2018.

CAMPANELLA 1928: GIUSEPPE CAMPANELLA. *Ponti in muratura*. Milano: Vallardi, 1928.

CALABI, CONFORTI 2002: DONATELLA CALABI, CLAUDIA CONFORTI. *I ponti delle capitali d'Europa. Dal Corno d'oro alla Senna*. Milano: Electa Editore, 2002.

CAMERIERI, DE SANTIS 2009: PAOLO CAMERIERI, ANDREA DE SANTIS. La Via Curia. In FILIPPO COARELLI, ANDREA DE SANTIS (a cura di). *Reate e l'Ager Reatinus. Vespasiano e la Sabina: dalle origini all'impero*. Collana DIVUS VESPASIANUS, il Bimillenario dei Flavi. Roma: Edizioni Quasar, 2009. pp. 59-61.

CAMPANELLA 1928: GIUSEPPE. CAMPANELLA. *Ponti in muratura*. Milano: Vallardi, 1928.

CARANDINI 2012: ANDREA CARANDINI. *Atlante di Roma antica: biografia e ritratti della città*. Vol. I: Testi e immagini. Vol. II: Tavole e indici. Milano: Electa Editore, 2012.

CARBONI 2007: LUCA CARBONI. *I ponti di Roma*. Roma: Aracne, 2007.

CASCAVILLA 2005: RAFFAELE CASCAVILLA. *Una mutevole permanenza: Ponte Rotto a Roma*. *Palladio*, 36, 2005, pp. 53-66.

CATELLI ISOLA, BELTRAME QUATTROCCHI 1975: MARIA CATELLI ISOLA, ENRICHETTA BELTRAME QUATTROCCHI. *I ponti di Roma dalle Collezioni del Gabinetto Nazionale delle Stampe*. Catalogo di mostra. Roma: De Luca editore: 1975.

CECCHI 2003: ALBERTO CECCHI. Il Ponte di Augusto a Narni: metodi informativi per il rilievo delle rovine, la ricostruzione virtuale, la modellazione solida con il metodo degli elementi finiti. *Quaderni di Leonardo*, n. 2/2003.

COZZA 1907: LUIGI COZZA. *La riattivazione del ramo del Tevere a sinistra dell'Isola di S. Bartolomeo e le riparazioni dei danni arrecati ai Muraglioni dalla piena del 2 dicembre 1900*. Roma: Stabilimento tipo-litografico del Genio Civile, 1907.

CORSI, RAGIONIERI 2018: STEFANO CORSI, PINA RAGIONIERI (a cura di). *Speculum Romanae Magnificentiae, Roma nell'incisione del Cinquecento*. Catalogo di mostra (Firenze, Casa Buonarroti, 6 giugno-26 agosto 2018).

CRUZ 2002-2003: MARIA CRUZ VILLALÒWN. EL PUENTE DE ALCÁNTARA EN LOS SIGLOS XVII Y XVIII. NOTICIAS SOBRE SU ESTADO Y PLANTEAMIENTO DE RESTAURACIÓN. NORBA-ARTE, VOL. XXII-XXIII, 2002-2003, pp. 89-99.

D'AMELIO, LO BRUTTO 2009: SALVATORE D'AMELIO, MAURO LO BRUTTO. Analisi e comparazione di modelli di superficie di reperti archeologici realizzati tramite laser scanner e fotogrammetria. In *Atti della XIII Conferenza Nazionale ASITA* (Bari 1-4 dicembre 2009). Bari 2009, pp. 841-846.

D'ONOFRIO 1970: CESARE D'ONOFRIO. *Il Tevere e Roma*. Roma: Ugo Bozzi Editore, 1970.

D'ONOFRIO 1980: CESARE D'ONOFRIO. *Il Tevere. L'Isola tiberina, le inondazioni, i molini, i porti, le rive, i muraglioni, i ponti di Roma*. Roma: Romana Società Editrice, 1980.

DE BENEDETTIS, CAIAZZA 2011: GIANFRANCO DE BENEDETTIS, DOMENICO CAIAZZA (a cura di). *La provincia Samnii e la viabilità romana. Cervo al Volturno (IS)*: Volturnia Edizioni, 2011.

DE FELICE 2016: GIULIANO DE FELICE. The New Trend of 3D Archaeology is... Going 2D!. In *Proceedings of the 43rd Annual Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology* (Siena, 3 aprile 2015). Siena: Università di Siena 1240, 2016, pp. 363-368.

DEMETRESCU 2011: EMANUEL DEMETRESCU. Modellazione 3d, visualizzazione scientifica e realtà virtuale. In *Archeologia virtuale, la metodologia prima del software*. Atti del Seminario di Archeologia Virtuale (Roma, 5-6 aprile 2011). Roma: Edizioni Espera, 2011, pp. 149-155.

DI ROCCO 2009: GABRIELLA DI ROCCO. *Castelli e borghi murati della contea di Molise (secoli X-XIV)*, collana: Quaderni di archeologia medievale, Editore: All'Insegna del Giglio, 2009.

DURÁN FUENTES 2005: MANUEL DURÁN FUENTES. *La construcción de puentes romanos en Hispania*. Santiago de Compostela: Xunta De Galicia 2005.

EMPLER TOMMASO. 2017. *ICT per il Cultural Heritage. Rappresentare, Comunicare, Divulgare*. Roma: dei, 2017.

FERDANI, FORLANI, PALOMBINI, PIETRONI, RUFA 2016. DANIELE FERDANI, MASSIMILIANO FORLANI, AUGUSTO PALOMBINI, EVA PIETRONI, CLAUDIO RUFA. Lucus Feroniae and Tiber Valley Virtual Museum: from Documentation and 3d reconstruction, up to a novel approach in storytelling, combining Virtual Reality, theatrical and cinematographic rules, gesture-based interaction and augmented perception of the archaeological context. In *Proceedings of the 43rd Annual Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology* (Siena, 3 aprile 2015). Siena: Università di Siena 1240, 2016, pp. 51-57.

FERNÁNDEZ CASADO 2005: CARLOS FERNANDEZ CASADO. *La arquitectura del ingeniero*. 2nd edition, Colegio de Ingenieros de Caminos. Madrid: Canales y Puertos, 2005 (spec. pp. 369-396).

FERNÁNDEZ CASADO 2008: CARLOS FERNANDEZ CASADO. *Historia del puente en Hispania: Los puentes romanos*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas; Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2008.

FORNASIERO 2012: PAOLA FORNASIERO. *Itinerari nella Roma pittoresca di Ettore Roesler Franz – Journey into picturesque Rome of Ettore Roesler Franz*. Roma: Palombi Editore - Zetema Progetto Cultura, 2012.

FRUTAZ 1962. AMATO PIETRO FRUTAZ. *Le piante di Roma*. Vol. I e II. Roma: Istituto Studi Romani, 1962.

GALLIAZZO 1994: VITTORIO GALLIAZZO. *I ponti romani. Catalogo generale*, Bd. 2. Treviso: Edizioni Canova, 1994.

GALLIAZZO 1995: VITTORIO GALLIAZZO. *I ponti romani*. 2 voll. Treviso: Canova Editore, 1995.

GALLIAZZO 2004: VITTORIO GALLIAZZO. I ponti romani. In Raúl Alba, Isaac Moreno Gallo, Ricardo Gabriel Rodríguez (eds). *Elementos de ingeniería romana. Congreso europeo "Las Obras Publicas romana"* (Tarragona 3-6 noviembre 2004). Madrid: Colegio de Ingenieros Técnicos de Obras Publicas, 2004, pp. 9-23.

GAZZOLA 1963: PIERO GAZZOLA. *Ponti romani: contributo ad un indice sistematico con studio critico bibliografico*. Firenze: Leo S. Olschki, 1963.

GAZZOLA, BASCIÀ 2002: LUIGI GAZZOLA, LUCIANA BASCIÀ. *La testata etrusca di Ponte Emilio in Trastevere. Rilievo murario, documentazione d'archivio e processo di formazione del tessuto*. Roma: Officina Edizioni, 2002.

GIOVANNONI 1969: GUSTAVO GIOVANNONI. *La tecnica della costruzione presso i romani*. Roma: Bardi, 1969.

GILOTTE 2006: SOPHIE GILOTTE. Al-Mu'tadd y el puente de Alcántara (Cáceres). *Mélanges de la Casa de Velázquez* n 36-2, 2006, pp. 211-231.

GIRALDI 2008: ALESSANDRO GIRALDI. *Ponti di Roma*. Roma: GimaFoto, 2008.

GRAF 2002: BERNHARD GRAF. *Bridges that Changed the World*. Munich: Prestel, 2002.

JANNATTONI 1988: LIVIO JANNATTONI. *Roma sparita negli acquerelli di Ettore Roesler Franz*. Roma: Newton Compton Editori, 1988.

LANCIANI 1826: PIETRO LANCIANI. *Del ponte Senatorio ora Ponte Rotto. Osservazioni, e parere dell'architetto Pietro Lanciani romano*. Roma, 1826.

LANCIANI 1893-1901: RODOLFO LANCIANI. *Forma Urbis Romae*. Roma: Edizioni Quasar, 1893-1901.

LANCIANI. 1995: RODOLFO LANCIANI. *Rovine e scavi di Roma antica*, Roma, 1995.

LAPAINÉ, USERY 2016: MILJENKO LAPAINÉ, E. LYNN USERY. Map projection aspects. *International Journal of Cartography*, 2, 2016 - Issue 1, pp. 38-58.

LEONI 2008. BRUNO LEONI. *Il Ponte Emilio. Dal Pons Aemilius al Ponte Rotto, la storia del più antico ponte in muratura di Roma*. www.ilmiolibro.it, 2008.

LEONI 2015: BRUNO LEONI. *Roma sparita. La capitale com'era e com'è. 120 anni dopo gli acquerelli di Ettore Roesler Franz*. Roma: Edizioni Intra Moenia, 2015.

LIZ 1988: JESÚS LIZ GUIRAL, J. *El puente de Alcántara. Historia y Arqueología*. Madrid: Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, 1988.

LORENZETTI 2013: ROBERTO LORENZETTI. Rieti e il Velino. L'evoluzione di un lungo rapporto. In CARLO CELLAMARE (a cura di). *La Città e il fiume*. Gorizia: EdicomEdizioni, 2013, pp. 75-94.

LUGLI 1934: GIUSEPPE LUGLI. *I monumenti antichi di Roma e suburbio*, II. Roma: G. Bardi, 1934.

LUGLI 1939: GIUSEPPE LUGLI. *Acque urbane in Roma Antica. Fonti - Sorgenti - Acque - Strutture*. A cura di M. E. GARCIA BARRACCO. Roma: Scienze e lettere, 2009.

LUGLI 1957: GIUSEPPE LUGLI. *La tecnica edilizia romana con particolare riguardo a Roma e Lazio*, I. Roma: G. Bardi, 1957.

MACERA 2016: MARCELLA MACERA. *I ponti dell'Isola Tiberina, Documentazione, rappresentazione e comunicazione di un patrimonio architettonico urbano*. Tesi di Dottorato di Ricerca. Ciclo XXVIII, I sessione 2016. Sapienza Università di Roma, Dipartimento di Storia, Disegno e Restauro dell'Architettura. Dottorato di Ricerca in Scienze della Rappresentazione e del Rilievo - Settore Disciplinare ICAR 17.

MALIZIA 1994: GIULIANO MALIZIA. *I Ponti di Roma antichi e moderni, esistenti e scomparsi*. Roma: Tascabili economici Newton, 1994.

MALIZIA 1995: GIULIANO MALIZIA. *I ponti di Roma antichi e moderni, esistenti e scomparsi*. Roma: Newton Compton, 1995.

MALIZIA 1997: GIULIANO MALIZIA. *I ponti di Roma*, Roma: Newton Compton, 1997.

MARSIC, MEDL, FLANAGAN 2000: IVAN MARSIC, ATTILA MEDL, JAMES FLANAGAN. *Natural communication with information systems*. Piscataway: Rutgers Univ., 2000.

MARTA 1989: ROBERTO MARTA. *Tecnica costruttiva romana*. Roma: Edizioni Kappa, 1989.

MESCHINI 2011: ALESSANDRA MESCHINI. Tecnologie digitali e comunicazione dei beni culturali. Stato dell'arte e prospettive di sviluppo. In ELENA IPPOLITI, ALESSANDRA MESCHINI (a cura di). *Tecnologie per la comunicazione del patrimonio culturale*. DisegnareCon, 4, 8, 2011, pp. 14-24.

MICHELI 1995: GIUSEPPE MICHELI. *L'Isola Tiberina e i Fatebenefratelli: la storia dell'insula inter duos pontes*. Milano: CENS, 1995.

MIGLIARI 2008: RICCARDO MIGLIARI. *Prospettiva dinamica interattiva. La tecnologia dei videogiochi per l'esplorazione dei modelli 3d di architettura*. Roma: Edizioni Kappa, 2008.

MORELLI 1980: GIORGIO MORELLI. *Il Tevere e i suoi ponti*. Roma: Edizioni Kappa, 1980.

NIBBY 1942: ANTONIO NIBBY. *Tivoli e le sue vicinanze*, Sezione della R. Deputazione Romana di Storia Patria Valle D'este, 1942-XX.

NORMAN 1998: DONALD A. NORMAN. *The design of everyday things*. Cambridge: MIT PRESS, 1998.

NORMAN 1999: DONALD A. NORMAN. *The invisible computer*. Cambridge: MIT PRESS, 1999.

O'CONNOR 1993: COLIN O'CONNOR. *Roman Bridges*. Cambridge University Press, 1993 (spec. pp. 109-111).

ORLANDI 2008: SILVIA ORLANDI. Le iscrizioni del ponte Fabricio viste da vicino. In *Epigrafia 2006*. Atti della XIV Rencontre sur l'épigraphie in onore di Silvio Panciera, con altri contributi di colleghi, allievi e collaboratori. A cura di Maria Letizia Caldelli, Gian Luca Gregori, Silvia Orlandi.. Roma: Edizioni Quasar, 2008, pp. 177-186.

PANZA 2012: PIERLUIGI PANZA. *Piranesei architetto. Immaginazione, materia, memoria*. Milano: Guerini, 2012 (II edizione);

PARIS 2010: LEONARDO PARIS. Quantità e qualità nell'utilizzo dello scanner laser 3D per il rilievo dell'architettura. In *New lines of research in Building Engineering*. APEGA 2010. X Congreso Internacional de Expresión Gráfica aplicada a la Edificación (Alicante, 2, 3, 4 dicembre 2010). Alicante: editorial Marfil: 2010, vol. 1, pp. 279-289.

PARIS 2014: LEONARDO PARIS. Ponti antichi tra passato e futuro: il ponte romano a Rieti. In PAOLO BELARDI ET AL. (a cura di). *Idee per la rappresentazione 6. Impronte*. Roma: Artegrafica, 2014, pp. 281-291.

PARIS 2015: LEONARDO PARIS. Shape and Geometry in the Integrated Digital Survey. In STEFANO BRUSPAORCI (ed.). *Handbook of research on emerging Digital tools for architectural Surveying, Modeling and representation*. IGI Global 2015, pp. 214-238.

PARIS ET AL. 2012: LEONARDO PARIS, DANIELA LIBERATORE, WISSAM WAHBEH. Digital Representation of Archeological Sites. Recent Excavation at Alba Fucens. In CARMINE GAMBARDELLA (ed).

Less More Architecture Design Landscape. Napoli: La Scuola di Pitagora 2012, pp. 295-304.

PARIS ET AL. 2017: LEONARDO PARIS, MICHELE CALVANO, CARLA NARDINOCCHI. Web spherical panorama for cultural heritage 3D modeling. In MARCO CECCARELLI, MICHELA CIGOLA, GIUSEPPE RECINTO (eds.). *New activities for cultural heritage*. Cham: Springer, 2017, pp.182-189.

PARIS, INGLESE, WAHBEH 2014: LEONARDO PARIS, CARLO INGLESE, WISSAM WAHBEH. Modelli digitali per la conoscenza delle stratificazioni urbane nel centro storico di Narni. In PAOLO GIANDEBIAGGI, CHIARA VERNIZZI (a cura di). *Italian survey & International experience*. Roma: Gangemi Editore, 2015, pp. 439-448.

PASQUALI PASSERI 1983: GIUSEPPE PASQUALI, ALBERTO PASSERI. *La nave di pietra: storia, architettura e archeologia dell'Isola Tiberina*. Milano: Electa, 1983.

PESCARIN, FANINI, LUCCI BALDASSARRI, FERDANI, CALORI 2011: SOFIA PESCARIN, BRUNO FANINI, GUIDO LUCCI BALDASSARRI, DANIELE FERDANI, LUIGI CALORI. Archeologia virtuale, realismo, interattività e performance: dalla ricostruzione alla fruizione on line. In ELENA IPPOLITI, ALESSANDRA MESCHINI (a cura di). *Tecnologie per la comunicazione del patrimonio culturale*. DisegnareCon, 4, 8, 2011, pp. 62-70.

PIZZO 2016: ANTONIO PIZZO. El puente romano de Alcántara: nueva documentación arqueológica y evidencias constructivas previas. *Arqueología de la Arquitectura* 13, 2016, pp. 1-22. DOI: <<http://dx.doi.org/10.3989/arqarqt.2016.i13>>.

PUPILLO 1998: MARCO PUPILLO. *S. Bartolomeo all'Isola Tiberina: mille anni di storia e di arte*. Milano: A. Guerini, 1998.

QUILICI, QUILICI GIGLI 1995: LORENZO QUILICI, STEFANIA QUILICI GIGLI. *Opere di assetto territoriale ed urban*. Collana Atlante tematico di topografia antica. Roma: L'Erma di Bretschneider 1995.

QUILICI, QUILICI GIGLI 2015: LORENZO QUILICI, STEFANIA QUILICI GIGLI. *Atlante tematico di topografia antica. Roma, strade e infrastrutture, città e monumenti*. ATTA 25 - 0215. Roma: L'Erma di Bretschneider, 2015.

RAMIERI 2003: ANNAMARIA RAMIERI. *I Ponti di Roma*. Roma: Editore Colombo, 2003.

RICHIELLO 2001: MARIA RICHIELLO. *S. Bartolomeo all'Isola: storia e restauro*. Roma: Bonsignori, 2001 (stampa 2002).

RODRÍGUEZ PULGAR 1992: MA DEL CARMEN RODRÍGUEZ PULGA. *El puente romano de Alcantara: reconstrucción en el siglo XIX*. Salamanca 1992.

RUSSO, GUIDI 2011: MICHELE RUSSO, GABRIELE GUIDI. La modellazione digitale reality-based ed interpretativa per la valorizzazione del patrimonio culturale. In *La ricerca nel disegno di design*. Atti della giornata di studio (20 ottobre 2010). Santangelo di Romagna: Maggioli Editore, 2010, pp. 202-211

SAFFER 2006: DAN SAFFER. *Designing for Interaction: Creating Smart Applications and Clever Devices*. San Francisco: Peachpit Press, 2006.

SALADINO, SOMMA 1993: LAURA SALADINO, MARIA CARLA SOMMA. Elementi per una topografia di Rieti in età tardoantica ed altomedievale. *Mélanges de l'École française de Rome. Moyen-Âge*, tome 105, 1, 1993, pp. 23-122.

SEGARRA LAGUNES 2004: MARIA MARGARITA SEGARRA LAGUNES. *Il Tevere e Roma. Storia di una simbiosi*. Roma: Gangemi Editore, 2004.

TAGLIAFERRI, VARRIALE 2007: ALBERTO TAGLIAFERRI, VALERIO VARRIALE. *I ponti di Roma*. Roma: Newton Compton, 2007.

TATTOLI, TATTOLI 2000: MICHELE TATTOLI, PAOLO TATTOLI. *Narni, un ponte nella storia degli antichi viaggiatori, raccolta di incisioni (1676/1927)*. Narni: Citta di Narni, 2000.

TEDESCHI 2010: ARTURO TEDESCHI. *Architettura parametrica. Introduzione a Grasshopper*. Potenza: Edizioni Le Penseur, 2010 (II edizione). 208 p. ISBN 978-88-95315-08-9.

TOSTO 2010. DOMENICO TOSTO. Piattaforma multimediale e interattiva, per la conoscenza e la salvaguardia del patrimonio Ambientale ed Architettonico in area Mediterranea con particolare riferimento alla regione del Maghreb. In CRISTIANA BARTOLOMEI (a cura di). *La comunicazione dei beni culturali*. DisegnareCon, 3, 6, 2010, pp. 105-110.

VECCHIETTI 2004: ERIKA VECCHIETTI. *La viabilità di Forlimpopoli nell'antichità. I ponti*, in «Forlimpopoli. Documenti e Studi» XV, 2004.

VESPIGNANI 1692: CARLO VESPIGNANI. *Discorso di monsignor Gio: Carlo Vespignani sopra la facile riuscita di restaurare il Ponte Senatorio, hoggi detto Ponte Rotto*. Roma, 1692.

I Romani furono maestri nell'edificazione dei ponti in pietra a partire soprattutto dall'età augustea. Il nostro territorio è costellato da numerose presenze archeologiche riconducibili a ponti lapidei romani, alcuni dei quali ancora funzionanti, nonostante le modificazioni susseguitesesi nei secoli; tra questi il ponte augusteo di Narni rappresenta ancora oggi una delle opere di ingegneria più imponenti. Numerosi esempi si trovano anche nelle Province dell'Impero, segni tangibili di un approccio culturale fondato anche sulla diffusione dell'arte e della tecnica delle costruzioni.

Il volume raccoglie gli esiti di una ricerca finalizzata alla definizione di un quadro metodologico per l'implementazione di una piattaforma informativa multidisciplinare e multiscalare condivisa. I cinque casi di studio – i ponti Emilio e Fabricio a Roma e di Augusto a Narni, i ponti romani di Rieti e di Alcántara (Spagna) – si basano su un'attività di rilievo digitale e di ricerca storico-documentale e soprattutto di analisi critica e di approfondimento tecnico-costruttivo sulle caratteristiche principali del progetto, della sua realizzazione e della sua trasformazione nel corso di ben due millenni di storia.

Il volume diventa così l'occasione per intraprendere un affascinante viaggio nel tempo, per immergersi con l'immaginazione nel pieno di un periodo, quello dell'Impero Romano, sempre affascinante, coinvolgente e a volte misterioso.

Carlo Inglese, architetto, PhD, professore associato della Sapienza Università di Roma. Si occupa delle discipline della rappresentazione e rilievo in ambito architettonico e archeologico, attraverso l'applicazione delle nuove tecnologie informatiche al rilievo integrato complesso. Ha realizzato numerose campagne di rilievo ed è autore di pubblicazioni inerenti il *Cultural Heritage*.

Leonardo Paris, architetto, PhD, professore associato della Sapienza Università di Roma. La sua attività di ricerca è incentrata sullo studio della forma e della geometria nell'architettura, nell'ingegneria e nel design. Si occupa da anni di rilievo digitale integrato e modellazione tridimensionale. Ha curato numerosi rilievi nell'ambito dei Beni Culturali.

ISBN 978-88-9377-150-4



9 788893 771504

