

PIETRO
CAPONE

Cantieri per il restauro dell'arte

R





La collana **Ricerche di architettura, restauro, paesaggio, design, città e territorio**, ha l'obiettivo di diffondere i risultati della ricerca in architettura, restauro, paesaggio, design, città e territorio, condotta a livello nazionale e internazionale.

Ogni volume è soggetto ad una procedura di accettazione e valutazione qualitativa basata sul giudizio tra pari affidata al Comitato Scientifico Editoriale del Dipartimento di Architettura ed al Consiglio editoriale della Firenze University Press. Tutte le pubblicazioni sono inoltre *open access* sul Web, favorendone non solo la diffusione ma anche una valutazione aperta a tutta la comunità scientifica internazionale.

Il Dipartimento di Architettura dell'Università di Firenze e la Firenze University Press promuovono e sostengono questa collana per offrire il loro contributo alla ricerca internazionale sul progetto sia sul piano teorico-critico che operativo.

The Research on architecture, restoration, landscape, design, the city and the territory series of scientific publications has the purpose of divulging the results of national and international research carried out on architecture, restoration, landscape, design, the city and the territory.

The volumes are subject to a qualitative process of acceptance and evaluation based on peer review, which is entrusted to the Scientific Publications Committee of the Department of Architecture (DIDA) and to the Editorial Board of Firenze University Press. Furthermore, all publications are available on an open-access basis on the Internet, which not only favors their diffusion, but also fosters an effective evaluation from the entire international scientific community.

The Department of Architecture of the University of Florence and the Firenze University Press promote and support this series in order to offer a useful contribution to international research on architectural design, both at the theoretico-critical and operative levels.



PIETRO
CAPONE

**Cantieri per il
restauro dell'arte**





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIDA
DIPARTIMENTO DI
ARCHITETTURA

Il volume è l'esito di un progetto di ricerca condotto dal Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Firenze.

La pubblicazione è stata oggetto di una procedura di accettazione e valutazione qualitativa basata sul giudizio tra pari affidata dal Comitato Scientifico del Dipartimento DIDA con il sistema di *blind review*. Tutte le pubblicazioni del Dipartimento di Architettura DIDA sono *open access* sul web, favorendo una valutazione effettiva aperta a tutta la comunità scientifica internazionale.

Revisione e collaborazione redazionale: Guido Cresti.

Elaborati grafici, quando non diversamente specificato, sono stati redatti da Tommaso Sorbi.

Le fotografie, quando non diversamente specificato, sono state eseguite dall'Autore.

Revisioni del testo di Alberto Felici (capitolo *Il cantiere per le opere d'arte*), Vito Getuli, Alessandro Bruttini e Renza Renzi.

Ringraziamenti

Giorgio Bonsanti, Marco Ciatti, i Restauratori e il Personale tutto dell'OPD, gli Studenti della SAFS, Saverio Mecca, Tommaso Giusti, Vito Getuli, Alessandro Bruttini, Guido Cresti, Tommaso Sorbi, Daniele Govi, Liliana Ingrosso, Piergiuseppe Zampetti.

A mia madre

in copertina

Cantiere per il restauro della Resurrezione di Piero della Francesca, a San Sepolcro (AR), disegno dell'autore e Daniele Govi

progetto grafico

didacommunicationlab

Dipartimento di Architettura
Università degli Studi di Firenze

Susanna Cerri
Federica Giulivo



didapress

Dipartimento di Architettura
Università degli Studi di Firenze
via della Mattonaia, 8 Firenze 50121

© 2020

ISBN 978-88-3338-102-2

Stampato su carta di pura cellulosa *Fedrigoni Arcoset*

ELEMENTAL
CHLORINE
FREE
GUARANTEED



INDICE

Premessa	9
Presentazione	11
Saverio Mecca	
Introduzione	13
 Il luogo-cantiere per l'attività-cantiere	 19
L'attività di cantiere	
Il luogo cantiere	
 Il cantiere per le opere d'arte	 27
Il cantiere nella storia	
Il cantiere per le decorazioni artistiche	
La storia a servizio del cantiere di restauro: un caso studio	
 La sicurezza per il restauro delle opere d'arte	 35
Restauro e rischi	
La prevenzione incendi	
Sicurezza delle opere	
 Il cantiere per il restauro delle opere d'arte	 53
Il cantiere di restauro	
 Progettazione e sicurezza dei cantieri per l'arte	 59
Progettare la specificità	
Progettare la compatibilità	
Progettare la costruibilità	
Progettare la compresenza	
Progettare la reversibilità	

Il ponteggio	67
Soluzioni progettuali	
Casi studio	83
Restauro della cornice in terracotta invetriata dei Della Robbia nella chiesa di San Francesco a Citerna (PG)	
Restauro del Pulpito della Resurrezione di Donatello, Basilica di S. Lorenzo a Firenze	
Restauro degli affreschi della Cappella Maggiore della Basilica di Santa Croce a Firenze	
Restauro del Monocromo di Leonardo da Vinci della sala delle Asse del Castello Sforzesco a Milano	
Restauro del pulpito di Andrea Pisano nella chiesa di S. Andrea a Pistoia	
Restauro della lunetta di Giacinto Botteghi raffigurante il martirio di S. Antonino re d'Appamia nel Chiostro dei Morti della Basilica di Santo Spirito a Firenze	
Restauro della pittura murale Marco Aurelio di Ottavio Steffenini nel Palazzo di Giustizia a Milano	
Restauro della pittura murale della Resurrezione di Piero della Francesca, a San Sepolcro (AR).	
La modellazione e gestione informativa a supporto del cantiere di restauro con Vito Getuli	129
Conclusioni	135
Bibliografia	137

Cantieri per il restauro dell'arte

PIETRO
CAPONE

L'idea di questa monografia nasce a valle di una attività di oltre vent'anni riguardante i cantieri per il restauro delle opere d'arte svolta in collaborazione con l'Opificio delle Pietre Dure.

Vent'anni di studi, di ricerche, di sperimentazioni ed applicazioni sul campo, a volte come note a margine di adempimenti burocratici e assistenza operativa, il più delle volte come temi di approfondimento a sé stanti svolti secondo il mio personale approccio della "progettazione e sicurezza dei luoghi di lavoro". Le questioni di sicurezza affrancate dal giogo dell'adempimento burocratico-normativo ed inquadrare in un ambito prestazionale, e quindi progettuale e gestionale, del *project management*, dell'ingegnerizzazione degli interventi di restauro delle opere d'arte.

Vent'anni di interazione dialettica fitta e costruttiva con i tecnici dell'Opificio delle Pietre Dure, hanno prodotto una sinergia ed una dinamica evolutiva, che ha seguito in maniera del tutto naturale lo schema del Plan-Do-Check-Act. Dall'intuizione all'applicazione sperimentale alla verifica quotidiana fino all'affinamento per il futuro, il processo è divenuto metodo con la naturalezza della quotidianità.

Vent'anni di approfondimento in ambito didattico sia con gli studenti della Scuola di Alta Formazione e di Studio dell'Opificio delle Pietre Dure che sono stati formati alla sicurezza nel restauro, vivisezionando i cantieri visitati, e sia con gli studenti del corso di laurea in Ingegneria Edile dell'Università degli Studi di Firenze con i quali sono state sviluppate specifiche tesi di laurea.

Ricerca applicata divenuta prassi operativa che, ad un certo punto, ho sentito il bisogno di mettere a sistema, per non disperdere materiale documentale, riflessioni e approfondimenti, articoli e interventi sviluppati negli anni su specifici aspetti.

Un'avventura partita dalla constatazione dolente che la prassi e la normativa di riferimento dei cantieri per l'edilizia non fosse sufficiente per quelli per il restauro dell'arte, che presentando la necessità di una sintassi ed un approccio più complesso ed articolato fecero scattare la molla della ricerca.

Un'avventura che ho deciso di mettere a sistema quando vedendo non di rado applicare in contesti non previsti, soluzioni individuate e sperimentate in forma prototipale con gli amici dell'OPD, è scattata la molla di ridare paternità ad una evoluzione di ricerca e sinergia operativa.

In assenza di riferimenti bibliografici simili, la mia volontà precisa è stata quella di contestualizzare un approccio e i suoi sviluppi ed approfondimenti, in un ambito culturale e operativo ben preciso che è quello dell'Opificio delle Pietre Dure negli ultimi vent'anni. Non per svilire il valore scientifico e culturale dei cantieri di restauro portati avanti da altri operatori e soggetti istituzionali, ma per una mera

questione di onestà intellettuale. Parlo solo di quello che ho studiato sul campo: dallo schizzo al progetto, dal montaggio del ponteggio alla gestione quotidiana.

Non ho voluto parlare di situazioni che potrei aver visto occasionalmente o addirittura appreso solo indirettamente dalla letteratura.

A mio avviso il cantiere, prima che la fase astratta di un processo, è un luogo abitato da uomini che lavorano, e se con questi uomini si è interagito e ci si è confrontati, ogni sperimentazione e teorizzazione assume una valenza di maggiore credibilità.

Il tema del progetto del cantiere nel restauro di superfici e beni mobili e immobili è di grande rilevanza sia nel contesto nazionale che internazionale. Nel restauro l'Italia è stata ed è ancora all'avanguardia sia nella ricerca che nello sviluppo e pratica operativa, ma le nuove sfide del progetto di architettura e in questo ambito del progetto di restauro di architetture richiedono una nuova complessa gestione tecnico scientifica che sia capace di mettere insieme competenze e conoscenze di varie discipline secondo una metodologia di lavoro coerente e lineare. Questo testo colma una lacuna sia nell'ambito della produzione edilizia che del restauro dando una risposta alle nuove e più complesse esigenze sviluppando un tema poco trattato, innovativo per la sua originalità e la scarsità di ricerche disponibili in letteratura. I principali studi fino ad oggi realizzati sono stati accuratamente analizzati e debitamente citati: i riferimenti bibliografici sono già questi un contributo importante per l'ulteriore sviluppo della ricerca e delle applicazioni.

La trattazione del tema in modo esaustivo e con una interessante globalità di approcci e punti di vista riflette le competenze ed esperienze dell'autore: le molteplici collaborazioni nel tempo con professionisti del settore hanno consentito di approfondire le specifiche criticità degli argomenti trattati, mantenendo coerenza e rigore nell'applicazione del metodo di ricerca.

Voglio sottolineare, in particolare, che l'approccio proposto cerca di contrastare la tendenza attuale ad un'organizzazione dei cantieri di restauro generica e non congruente alle forti specificità del processo di restauro stesso, assumendo per la pertinenza delle esperienze il carattere di proposta di *project construction management* specifico per gli interventi sulle opere d'arte.

L'originalità dell'approccio risiede in una sintesi tra l'ottimizzazione delle attività di restauro e l'impostazione della gestione e pianificazione della sicurezza dei cantieri intesa non come adempimento burocratico/normativo, ma come atto progettuale dello spazio di lavoro e del processo di lavorazione: una sintesi volta all'ottenimento del benessere lavorativo dell'operatore nell'accezione più ampia della definizione di ergonomia dei luoghi per la produzione.

L'approccio è ulteriormente innovativo sul piano del metodo e degli strumenti operativi che sperimenta e propone una visione di cultura del progetto del cantiere come progetto specifico anche per regolamentare le modalità di appalto e affidamento dei lavori delle opere provvisorie, nella prassi corrente spesso prive del benché minimo elaborato grafico a dimostrare la loro non specificità per il processo da sostenere. Il testo invece dimostra come nell'allestimento di ponteggi e opere provvisorie si possano sviluppare interessanti soluzioni progettuali del cantiere.

Il tema dei cantieri nel restauro delle opere d'arte, nella letteratura di settore, è questione in genere accessoria e di completamento rispetto alla trattazione del restauro dal progetto all'intervento. Questa monografia nasce viceversa da una esperienza specifica maturata nel corso degli anni nel campo sia della sicurezza e sia della progettazione. La frequentazione quotidiana con la questione ha suggerito la necessità di riflessioni su specifici casi prototipali che hanno poi gradualmente innescato un filone vero e proprio di ricerca che vede in questo testo la sintesi e la sistematizzazione di quanto studiato ed elaborato finora.

Il testo si articola in 8 capitoli. I primi 4 trattano specifici aspetti di un'attività tanto particolare da giustificarne la necessità di una definizione tipologica precipua, partendo dalla quale gli altri 4 capitoli propongono un approccio progettuale articolato in un metodo analitico suffragato dall'applicazione ad 8 casi reali, dai quali rilanciare per ulteriori innovazioni future.

Nel capitolo *Il luogo-cantiere per l'attività-cantiere* viene introdotta la questione, che non è squisitamente linguistica, inerente alla consuetudine ad utilizzare in italiano lo stesso termine, 'cantiere', sia per indicare il luogo dove si svolgono le attività di costruzione, restauro, trasformazione o demolizione e sia l'attività stessa. Un ambiguo alternarsi dell'uso del luogo per intendere il fare, e viceversa dell'uso dell'azione per intendere la specifica del luogo dove avviene. Proprio la relazione causa-effetto tra luogo ed azione è alla base della necessità che l'impostazione del cantiere tenga presente l'attività che deve consentire e favorire.

Nel capitolo *Il cantiere per le opere d'arte* viene introdotta, soprattutto in termini storici, la questione che già la costruzione dei cantieri per la realizzazione delle opere d'arte richiedesse una specifica concezione. Una maestria tramandata ed esperita *in situ*, ove l'opera da realizzare richiedeva un impianto di cantiere, solitamente incentrato sul ponteggio, dove la necessità era innanzitutto quella di consentire all'artista una prossimità con il manufatto che non era sempre facile e scontata a causa delle dimensioni dell'opera, del contesto generale nel quale era inserita, e della disponibilità di materiale utile alla costruzione dell'opera provvisoria.

Il capitolo *La sicurezza per il restauro delle opere d'arte* inserisce l'attività di restauro dell'arte nel novero di quelle attività lavorative che implicano una maggiore attenzione alle condizioni di sicurezza dei lavoratori e in genere non abbastanza studiate e codificate. Alle criticità tipiche delle attività cantieristiche si unisce la specificità del dover installare un laboratorio di restauro in quota. Ai rischi tipici della caduta dall'alto si aggiungono quindi, per esempio, quelli dello stoccaggio, travaso, uso e smaltimento delle sostanze chimiche. O ancora, l'utilizzo di attrezzature con alimentazione elettrica di varia natura e la necessaria compatibilità con l'impianto presente nell'edificio monumentale. E queste solo per citare alcune delle criticità più ricorrenti. In definitiva la questione viene focalizzata come sicurezza nelle attività di restauro *tout court*, spostando il problema-cantiere ad una questione di progettazione del ponteggio-laboratorio il cui standard tecnologico e abitativo deve essere di gran lunga superiore a quello stabilito dalle norme per il cantiere edile.

Nel capitolo *Il cantiere per il restauro delle opere d'arte* si arriva al focus del testo: il cantiere di restauro delle opere d'arte. La questione viene inquadrata partendo dall'attività di restauro come attività scientificamente complessa ed evoluta che ricorre a tecnologie, approcci strumentali e metodiche operative che normalmente necessitano di un supporto, anche impiantistico, che solo un laboratorio progettato all'uopo può garantire. La questione si apre quindi su come trasferire questo laboratorio in un contesto provvisorio e provvisionale, garantendo sia il livello qualitativo dell'intervento, sia l'incolumità degli operatori e la reversibilità degli allestimenti.

Nel capitolo *Progettazione e sicurezza dei cantieri per l'arte*, in risposta alle criticità evidenziate nel capitolo precedente, viene data un'impostazione metodologica al tema della progettazione del cantiere di restauro delle opere d'arte. Individuati gli elementi di riferimento della questione (opera, contesto, restauro, restauratore) il problema della progettazione viene inquadrato in termini di relazione tra questi elementi chiave. Per la messa a sistema delle modalità di relazione tra questi quattro elementi di riferimento, vengono individuati 5 parametri (specificità, congruenza, costruibilità, compresenza, reversibilità) che declinati per ogni situazione specifica, portano alla definizione della matrice prestazionale su cui modulare la progettazione del cantiere.

Nel capitolo *Il Ponteggio*, si contestualizza la progettazione del cantiere per il restauro dell'arte alla tipologia di allestimento provvisionale più interessante e più diffusa: il ponteggio. Riguardo a tale apprestamento, si forniscono una serie di indicazioni progettuali e requisiti prestazionali atti a rispondere in modo ottimale all'uso specifico al quale è destinato. La questione viene trattata ponendo particolare attenzione alla valutazione generale di compatibilità del manufatto provvisionale con l'opera, analizzando: tipologie costruttive, caratteristiche geometrico dimensionali, inserimento di componenti o strutture speciali, condizioni di sicurezza e di comfort lavorativo degli operatori. In particolare, viene pre-

sentato un repertorio di soluzioni tecnologiche, alcune di esse definite in maniera originale nell'ambito di queste ricerche, tutte necessarie a rendere il cantiere di restauro sicuro e adatto alla sua funzione.

Nel capitolo *Casi studio*, vengono analizzati come casi studio alcuni cantieri nei quali l'autore è stato direttamente coinvolto o per attività di coordinamento o per attività didattica o per attività di progettazione. Nell'ordine vengono presentati i cantieri:

1. Restauro della cornice in terracotta invetriata dei Della Robbia nella chiesa di San Francesco a Citerna (PG)
2. Restauro del Pulpito della Resurrezione di Donatello, Basilica di S. Lorenzo a Firenze
3. Restauro degli affreschi della Cappella Maggiore della Basilica di Santa Croce a Firenze
4. Restauro del Monocromo di Leonardo da Vinci, della sala delle Asse del Castello Sforzesco a Milano
5. Restauro del pulpito di Andrea Pisano nella chiesa di S. Andrea a Pistoia
6. Restauro della lunetta di Giacinto Botteghi raffigurante il martirio di S. Antonino re d'Appamia nel Chiostro dei Morti della Basilica di Santo Spirito a Firenze
7. Restauro della pittura murale Marco Aurelio di Ottavio Steffenini nel Palazzo di Giustizia a Milano
8. Restauro della pittura murale della Resurrezione di Piero della Francesca, a San Sepolcro (AR).

Infine, nel capitolo *La modellazione e gestione informativa a supporto del cantiere di restauro*, si prendono in considerazione le nuove tecnologie a servizio in primo luogo della progettazione (progettazione parametrica soprattutto), e le nuove tecnologie realizzative e gestionali del ponteggio stesso. Innovativi sistemi digitali possono essere utilizzati a servizio del monitoraggio, del controllo e per la registrazione delle sequenze di montaggio del ponteggio, e consentono altresì la simulazione preliminare dell'interazione tra cantiere e restauro. La digitalizzazione del cantiere diventa così strumento anche a servizio del monitoraggio del restauro.

Una trattazione scientificamente rigorosa del tema dei cantieri per il restauro delle opere d'arte implicherebbe una analisi attenta di cosa intendiamo per cantieri, per restauro e per opera d'arte.

Il profilo culturale e professionale di chi scrive impone necessariamente di fermarsi al primo dei termini, dando per assunto che i cantieri che ha avuto la possibilità di studiare, analizzare e progettare in oltre vent'anni di attività, gli fossero stati proposti con l'attributo implicito di 'restauro di opere d'arte' da parte di chi aveva la competenza e l'autorevolezza per farlo. Nei casi studio verranno trattati, peraltro, alcuni esempi il cui valore assoluto nella storia dell'arte è noto anche ai profani (vedi cap. *Casi studio*). Cantiere, dunque è il termine che in questa sede sottoponiamo a riflessione. Etimologicamente vengono in generale date varie definizioni^{1 2 3}.

La prima accezione storica deriva dal latino classico *canthērius*, che propriamente significava 'cavallo castrato' ma che, per estensione figurata, serviva a indicare i cavalletti da sostegno o, più in generale, dei travicelli. Con tali travicelli venivano allestiti i primi graticolati a supporto delle navi in costruzione e quindi, tale termine fu iniziato ad essere usato per indicare il luogo in quanto tale. Per secoli il suo primo significato infatti è stato legato al mondo delle costruzioni navali, a partire dal quale era stato adottato, prima ancora di essere impiegato nell'ambito edile.

In ogni caso, quello a cui si faceva riferimento era un componente d'ausilio ad una attività lavorativa da compiersi verosimilmente ad una quota diversa dal piano di campagna. Un elemento provvisorio, un

¹ Bonomi F., vocabolario etimologico della lingua italiana: *cantière* fr. chantier; port. canteiro; dal b. lat. CANTĀRIUM *pezzo di legno su cui si posano caratelli e botti di vino*, e questo dal lat. class. CANTHĒRIUS propr. *cavallo castrato*, ma fig. *cavalletto da sostegno, travicello* (cfr. gr. KANTHĒLIOS *grosso asino da soma*). — Propr. quel Graticolato di legno sul quale si posano le navi che si fabbricano o restaurano (*sp.* carenero) onde si disse «Una nave esse su' cantieri» quand'ella è in costruzione o in raddobbo. Per *estens.* il Luogo stesso dove si costruiscono o si raddobbano le navi (*sp.* arsenal).

² Treccani, *cantière* s. m. [lat. canthērius «cavallo castrato» e anche nome di vari attrezzi o strutture di sostegno (cfr. gr. κανθήλιος «asino da soma»); il suff. -iere, con dittongazione di ē lat. (v. invece canteo), rivela l'influenza del fr. chantier]. — 1. ant. Trave, legno, cavalletto di sostegno di tavolati, di tetti o d'altro: i c., che sostentano immediatamente il tetto (Algarotti). In partic., ciascuna delle strutture di sostegno delle navi in costruzione o in riparazione. 2. Stabilimento (detto più spesso c. navale) dove si costruiscono e si varano le navi, provvedendo a quanto occorre per il loro allestimento, e dove si riparano navi già in esercizio: essere in c., di nave in costruzione; in senso fig., mettere in c., avere in c., attendere alla preparazione o realizzazione di un'opera, anche letteraria, artistica, ecc. Per analogia, si chiamano c. aeronautici gli impianti più comuni. detti stabilimenti di costruzioni aeronautiche. 3. Area di terreno, spesso recintata provvisoriamente, nella quale si svolgono le operazioni necessarie alla costruzione di un'opera di ingegneria civile (strade, dighe, ponti, ecc.) o di fabbricati in genere; anche, locale o ambiente interessato a lavori di ristrutturazione edilizia.

³ Wikipedia, Un cantiere può essere fisso (ad esempio nella costruzione di un edificio o di una nave) o mobile (come ad esempio nella costruzione di strade, gallerie, ferrovie, ecc.).

apprestamento⁴ diremmo oggi secondo le definizioni della normativa di sicurezza. Il significato originario rimanda quindi ad alcune prime considerazioni.

Sin dalla sua primitiva identificazione con un singolo oggetto, il cantiere è identificabile come qualcosa di 'provvisorio', 'a servizio di', 'per salire in alto', 'fatto a posta'.

Caratteri a ben vedere rimasti intatti, nella sua moderna evoluzione, se pensiamo soprattutto all'apprestamento 'ponteggio', che possiamo definire come una struttura in legno o metallo, a servizio di un'attività più o meno complessa di realizzazione ex novo, o trasformazione o addirittura di demolizione di un manufatto. Infatti, la funzione precipua del ponteggio rimane quella di portare gli operatori 'in alto', a servizio di una migliore operatività, e questo deve avvenire sia in condizioni di assoluta sicurezza strutturale, che allo stesso tempo con caratteristiche di facilità di montaggio e smontaggio.

L'attributo di provvisorietà, deve avere un'accezione di tipo temporale, ma giammai coincidere con quello di precarietà.

Come già detto, solo con il tempo, da singolo apprestamento il termine cantiere ha assunto il significato dell'area in cui si svolgono le operazioni, ma anche l'insieme, di attrezzature, servizi, apprestamenti in esso contenuti.

Una connotazione fisica e tangibile alla quale ormai si associa anche un'accezione figurata ed immateriale che associa il termine cantiere alle attività che lo caratterizzano.

Nella lingua inglese i due significati si distinguono tramite le locuzioni *Construction Site* per il luogo e *Construction Phase* per le attività, anche se a dire il vero forse nemmeno queste risultano sufficientemente esaustive della complessità di implicazioni.

Ovviamente luogo ed attività sono intimamente interconnessi da una funzione di servizio, se vogliamo propedeutica. Le attività che si svolgono in cantiere sono propedeutiche alla realizzazione dell'intervento; come l'impostazione fisica del cantiere e la sua organizzazione spaziale e funzionale è a sua volta propedeutica alle attività cantieristiche.

Funzioni che meritano un'ottimizzazione nella finalità comune di raggiungere l'obiettivo di realizzare un intervento qualitativamente conforme alle aspettative, nel minore tempo possibile, ad un prezzo congruo, ricercando migliori condizioni di sicurezza per gli operatori ed il minor impatto sul contesto ambientale e sociale.

Operazioni che implicano un'analisi delle condizioni di partenza e dei dati del sistema da ottimizzare, attraverso un processo che trasformi e rielabori questo database producendo un risultato di sintesi. In altri termini, un processo di tipo progettuale.

Una progettazione del cantiere, quindi, intesa come atto conoscitivo, che anche quando rimane immateriale, sia sempre rigorosa nei riguardi del paradigma analisi-processo-sintesi. Progettazione delle

⁴ Apprestamento: (<https://dizionari.repubblica.it/italiano.html>) (militare:) Opera di fortificazione; (DLGS 81/08) (sicurezza:) Vengono definite come apprestamenti tutte quelle opere necessarie ai fini della tutela della salute e della sicurezza del Lavoratore in Cantiere.



operazioni cantieristiche per ottimizzare l'intervento, alla quale segue temporalmente il progetto del luogo-cantiere. Il tutto in un'ottica di management di tutto il processo. La progettazione della gestione in fase di esercizio della macchina-cantiere come sintesi dell'hardware costituito dai componenti fisici, spaziali e strumentali, e la componente software delle operazioni che in esso si svolgono. Il tutto con un'attenzione alla componente *liveware* delle risorse umane che, con la loro partecipazione anche specifica e psicologicamente non omologabile, animano e rendono unico ogni intervento.

In linea con questa impostazione, procederemo ad uno sdoppiamento teorico della parola cantiere, che ha più il sapore dell'ipotesi possibile, piuttosto che quella della definizione di una situazione reale, nell'ottica di un richiamo alla necessità di procedere con rigore metodologico all'impostazione di qualsivoglia cantiere per quanto piccolo e apparentemente anticonvenzionale esso possa apparire.

L'attributo di 'piccolo' però non deve trarre in inganno. La mole e l'articolazione morfologica e funzionale dell'opera da realizzare, in genere, è direttamente proporzionale all'impegno e alla complessità della pianificazione del cantiere. I cantieri per il restauro dell'arte, invece, sono caratterizzati da una forte anti-convenzionalità rispetto alle categorie delle operazioni cantieristiche dell'ingegneria civile, e si distinguono per l'assenza di correlazione tra dimensione del manufatto e complessità delle operazioni. Un intervento su un 'piccolo' manufatto non è di per sé garanzia di semplicità di processo di cantierizzazione.

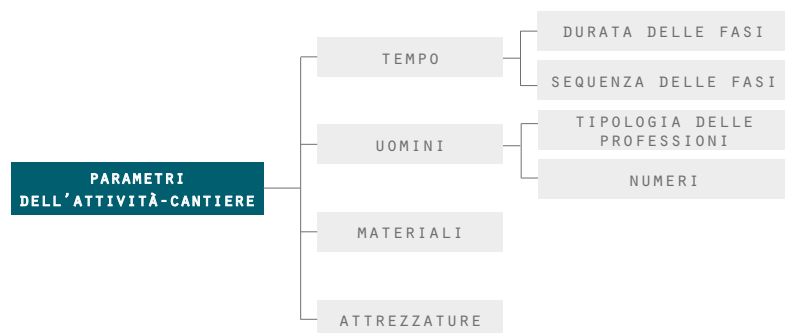
Le nuove tecnologie disponibili, sia in termini di strutture provvisorie e sia in termini impiantistici, hanno negli ultimi anni contribuito in maniera significativa a gestire la complessità della macchina-cantiere di restauro. La rivoluzione digitale che ha investito il settore dell'industria e delle costruzioni ha già, ed avrà sempre di più in futuro, un ruolo chiave nella ottimizzazione nelle fasi di progettazione, di realizzazione e di performance del cantiere, con un ruolo chiave per il monitoraggio ed il controllo delle attività.

In questo senso anche l'automazione che tanto sta animando il dibattito sull'evoluzione del cantiere, nell'ambito del restauro delle opere d'arte potrà certamente sempre di più agevolare le funzioni di servizio, ma di sicuro non potrà sostituire in maniera significativa il gesto umano del restauratore.

Il cantiere rappresenta, infatti, prima di tutto, un'attività umana perturbante nei confronti di ciò che lo circonda e che vi si interfaccia, e ciò determina un atto di grande responsabilità da parte di chi si occupa della sua organizzazione (fig. 1).

Tutto ciò implica la necessità di una gestione contemporanea di aspetti molto diversi tra loro la cui riuscita è fondamentale per il raggiungimento dell'obiettivo (fig. 2).

Dal riconoscimento di questi basilari concetti, nasce la volontà di analizzare il termine cantiere secondo le due accezioni di 'attività-cantiere' e 'luogo-cantiere'.



1 Lettura dei dati del problema

- Il progetto-prodotto
- Le fasi per realizzarlo
- La risorsa-uomo a disposizione in termini di numeri e professionalità
- La risorsa-macchine e attrezzature disponibili
- La risorsa-denaro
- La risorsa-tempo

2 Ricerca dei processi corrispondenti

- La pianificazione della sicurezza in relazione al progetto-prodotto
- La lettura analitica delle potenzialità di rischio in ogni fase lavorativa
- L'analisi della mansione come potenzialità di rischio e come fase di formazione ed informazione
- La valutazione dei rischi correlati all'uso e alla presenza della macchine in cantiere
- La scelta degli apprestamenti più efficaci compatibilmente con le risorse economiche
- La valutazione dei tempi totali ed i tempi di applicazione giornaliera dei lavoratori in relazione ai rischi da sovraccarico

Analisi dei rapporti corrispondenti

- Mansione-uomo
- Fasi lavorative
- Programmazione tempi/costi



Fig. 3
Progetto dell'attività-cantiere
e definizione delle risorse

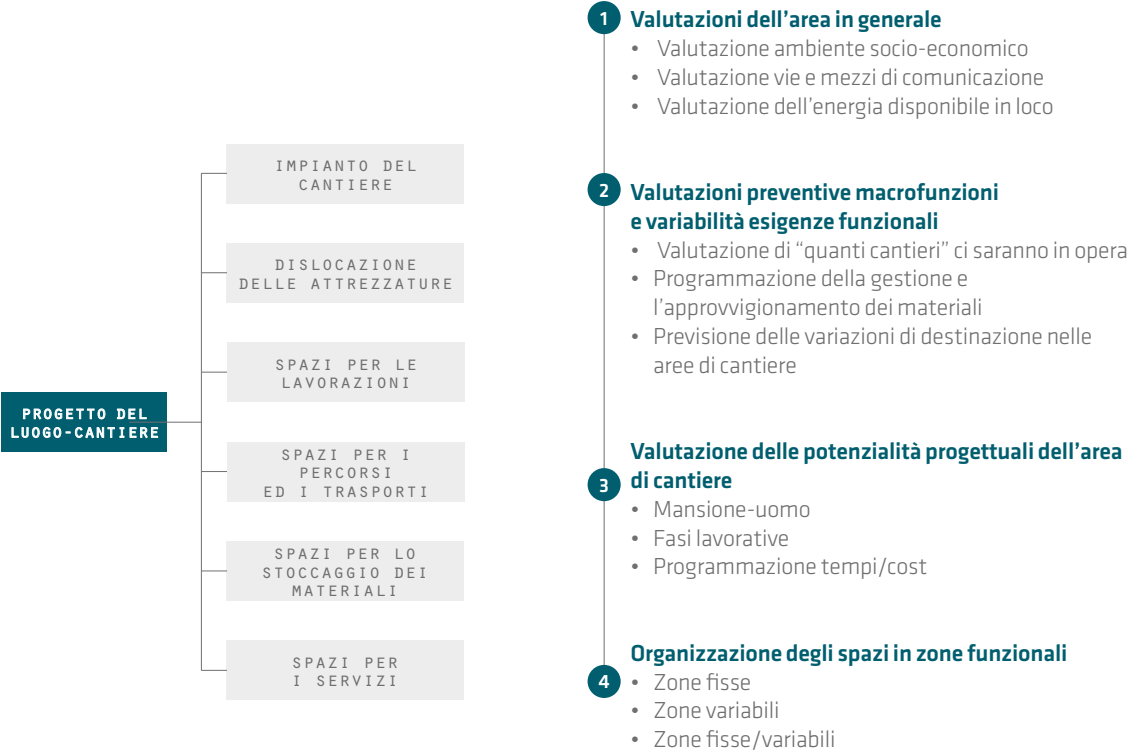
Fig. 4
Processo analitico preliminare

L'attività-cantiere

In maniera intuitiva, con una definizione semplice ma efficace, possiamo descrivere l'attività di cantiere, come l'insieme di tutte quelle operazioni finalizzate all'esecuzione dell'intervento. Queste operazioni interagiscono dinamicamente con la sicurezza, intesa come prevenzione e protezione dei rischi per i lavoratori, pertanto essa va considerata, contestualmente all'organizzazione del lavoro. La gestione di questo sistema complesso necessita di un atto progettuale che, come riportato nello schema (fig. 3), identifichi innanzitutto le fasi di realizzazione, attribuendo quindi loro le risorse necessarie in termini di tempo, uomini, costi, materiali ed attrezzature.

I parametri caratterizzanti le attività di cantiere sopra esposti non sono indipendenti l'un dall'altro. In particolare, la sicurezza dei lavoratori, vi si aggiunge come elemento che li connette e vincola reciprocamente. In questo senso, una delle sfide nella gestione della sicurezza intesa come studio e valutazione del profilo operativo, nell'ambizione di armonizzare i concetti teorici della sicurezza con la pratica giornaliera di ogni singola mansione, è comune al tema, tipico delle teorie del project management, dell'analisi delle risorse umane sia in termini di competenze e di potenzialità professionali, e sia di motivazione e partecipazione alla riuscita del progetto di costruzione.

Su questa idea si basa il processo analitico preliminare propedeutico alla progettazione dell'attività-cantiere che comprende la lettura dei dati del problema e la ricerca di soluzioni attraverso gli strumenti della gestione scientifica dei processi (fig. 4)



Il luogo-cantiere

Definita l'attività di cantiere, prima in termini di obiettivi e poi di modalità operative, secondo un approccio sistemico che tenga conto delle varie implicazioni da armonizzare e pianificare, l'individuazione delle caratteristiche fisiche e funzionali del luogo dove questo processo produttivo si svolgerà, avviene attraverso un atto progettuale finalizzato ad una sintesi biunivoca e ottimizzata tra spazio e funzione. Se in alcuni progetti di spazi architettonici l'obiettivo della emozione nella fruizione può avere il sopravvento su quello della ottimizzazione della funzione, questo non può verificarsi per i luoghi deputati al lavoro, in quanto sia le ragioni della produzione e sia le ragioni del comfort lavorativo devono avere valenza primaria, soprattutto se omogenizzate dal parametro della sicurezza. Ci piace ricorrere all'immagine del progetto di un luogo di lavoro (cantiere nella fattispecie) come processo di industrial design. Un oggetto-macchina che innanzitutto deve funzionare e poi anche piacere, pur riconoscendo che, renderne gradevole la fruizione, diviene uno dei parametri su cui intervenire per affrontare la questione, per esempio, dello stress lavoro-correlato.

Il progetto del luogo-cantiere deve articolarsi attraverso la definizione di diversi ambiti, come schematizzato nella fig. 5.

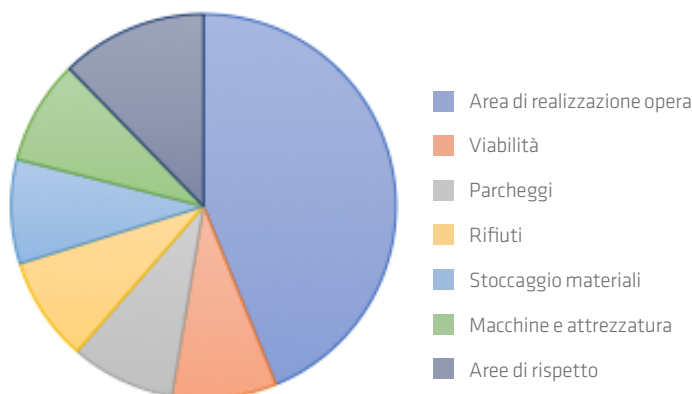
In questa ottica, il luogo-cantiere rappresenta il primo vero e proprio livello di progettazione: si tratta, infatti, ogni volta di organizzare a livello distributivo-funzionale uno spazio da adibire temporaneamente alla produzione — come se il cantiere fosse uno stabilimento industriale o, nel caso del restau-

Fig. 5
Progetto del luogo-cantiere, definizione degli ambiti

Fig. 6
Progetto del luogo-cantiere, valutazioni preliminari



Fig. 7
Diagramma dei rapporti di
fabbisogno di spazio per
funzione in cantiere



ro, un laboratorio artigianale — da allestire in relazione ad un manufatto ed all'esterno rispetto ad un contenitore-laboratorio fisso realizzato una volta per tutte.

Il concetto di produzione, di qualunque natura essa sia, ha una connessione logica e fisica con l'ambiente ove avviene. Pertanto, è naturale che nel sistema di pianificazione e gestione della sicurezza dei lavoratori, l'attenzione alla prevenzione dai rischi si debba concentrare sul luogo. In termini strettamente tecnici è l'accezione di prevenzione passiva ad indirizzare l'attenzione progettuale e gestionale verso il luogo, tenendo conto della sua conformazione fisica, in modo che questo abbia la capacità preventiva e protettiva verso chi vi opera.

È quindi nell'ottica della progettazione architettonica che deve essere impostato questo *modus operandi*, facendo riferimento alla griglia dei requisiti e delle prestazioni da raggiungere ottenuta a partire dalle norme in materia di sicurezza da una parte e, inevitabilmente, dal repertorio culturale dell'arte del costruire dall'altra.

È questa la sfida più impegnativa realizzare un luogo sicuro che non risulti ostativo delle attività cantieristiche: “costruire in sicurezza, ma costruire”⁵.

Lo studio e il progetto del luogo-cantiere possono essere quindi affrontati suddividendo lo spazio disponibile in una parte generale, meno precaria e variabile nel tempo, dove si lavora con i ‘piedi per terra’, e in una parte più precaria, in cui si snoda la moltitudine delle opere provvisorie, cioè quella in cui si opera con i ‘piedi per aria’.

In linea teorica è possibile effettuare una schematizzazione dei passaggi da effettuare nel processo di analisi preliminare alla progettazione del luogo-cantiere (fig. 6).

Una prima considerazione che se ne può ricavare è che logicamente il fabbisogno di spazio da parte delle ‘funzioni accessorie’ è considerevole, ed è ipotizzabile che ammonti ad un'area per lo meno paragonabile a quella di immediata pertinenza della costruzione (fig. 7).

⁵ Capone P. 2004, *Progettare la sicurezza per costruire*, Edizione Medicea, Firenze.

Prima di parlare di cantiere per il restauro dell'arte, è doveroso innanzitutto porsi il quesito se esiste una tipologia di cantiere specifica per la produzione di manufatti artistici. A questo proposito, le ricerche effettuate riportano ad un unico riferimento significativo in letteratura, il testo di Alberto Felici: *L'impalcatura nell'arte e per l'arte*¹. Pertanto, i paragrafi che seguono riportano in sintesi i contenuti di questa monografia². In linea con questo riferimento bibliografico in questo caso il concetto di cantiere coincide di fatto con quello di ponteggio, come peraltro accade sovente nel caso del restauro.

Il cantiere nella storia

Fin dall'antichità il cantiere, inteso contemporaneamente come luogo e attività, nelle sue infinite forme e declinazioni ha permesso all'uomo di portare materialmente a compimento il frutto del proprio pensiero progettuale e artistico. A questo proposito non mancano, storicamente, testimonianze di imprese architettoniche realizzate in tutte le epoche, grazie all'invenzione di macchine operative impressionanti per dimensioni e complessità costruttiva. D'altra parte, evitando di scomodare costruzioni in un certo senso epiche, le semplici impalcature, più di qualsiasi altro mezzo, hanno, da sempre, semplificato e migliorato l'attività stessa di cantiere. Di carattere di per sé temporaneo e mobile, le impalcature hanno permesso di innalzare i piani di lavoro di capomastri, aiutanti, operai e artisti, e mantenuto nel corso degli anni, pur evolvendosi, quasi del tutto invariati i requisiti per cui sono state sempre impiegate. La caratteristica di essere smontabili e riutilizzabili ha reso impossibile il ritrovamento di ponteggi completi come testimonianza diretta.

Allo stesso tempo le fonti trattatistiche, pervenute fino ai nostri giorni, non approfondiscono l'argomento, forse confidando nell'abilità dei carpentieri che si 'autogestivano' e si adattavano in autonomia alle diverse situazioni. Un caso del tutto unico è rappresentato da Nicola Zabaglia³ che, possiamo considerare il primo addetto ai lavori del XVIII secolo a descrivere le sue invenzioni, per molti versi assimilabili ai moderni ponteggi. La sua figura e il suo operato possono essere considerati, come l'anello mancante nell'evoluzione da capi mastro rinascimentali a ingegneri di epoca industriale. Egli per primo illustrò

¹ Felici A. 2006, *Le impalcature nell'arte e per l'arte. Palchi, ponteggi, tralicci e armature per la realizzazione e il restauro delle pitture murali*, Nardini editore, Firenze.

² La conoscenza diretta con l'autore ha consentito, in virtù peraltro di precedenti collaborazioni di ricerca, la possibilità di revisionare insieme questa sintesi.

³ Zabaglia N. 1743, *Castelli e Ponti*, Nella stamperia di Niccolò e Marco Pagliarini, Roma.

innumerevoli soluzioni di impalcature che, pur essendo rappresentazioni di casi singoli e non di metodi abituali, ci permettono di avere informazioni contestuali al periodo in cui furono scritte. Seguirono i trattati ottocenteschi che, mediante l'approccio analitico derivato dalla cultura illuminista, entrarono nel dettaglio di tecnologie, materiali, sistemi di connessione e criteri di dimensionamento, per poi lasciare spazio alla letteratura di inizio Novecento in cui comparvero le prime vere e proprie indicazioni relative alla sicurezza: Donghi e Levi ad esempio citano soluzioni tutt'oggi utilizzate come il 'corrente-parapetto' posto ad 1 metro di altezza o il tavolato sottoponte. Non a caso, di pari passo con la messa in opera dei ponteggi andava la possibilità che accadessero incidenti, di cui spesso ci sono giunte sia testimonianze letterarie (fra i diversi esempi citati nelle *Vite* del Vasari possiamo citare la caduta, fortunatamente priva conseguenze, di Michelangelo durante la realizzazione del *Giudizio Universale* nella Cappella Sistina), che illustrative (dove personaggi divini giungevano in soccorso di manovali che avevano appena subito quelli che oggi giorno chiameremmo 'incidenti sul luogo di lavoro'). Infatti, a differenza della manualistica in cui i rimandi alla realizzazione delle impalcature erano scarsi, molteplici sono i contributi provenienti dalle arti figurative, in cui queste sono spesso raffigurate in spaccati di cantiere. Si può osservare che fin dall'epoca romana, immagini di questo tipo sono state realizzate sui supporti più disparati, sia con intenti celebrativi che documentari, molto spesso si tratta di rappresentazioni convenzionali o di 'maniera' ma sovente sono molto utili per valutare metodologie e usi contemporanei ai tempi in cui sono stati prodotti, tanto è vero che per noi oggi sono un grande supporto ai fini della comprensione dei cantieri storici e molto utili anche per lo studio di alcuni dettagli dei dipinti murali. Ad esempio, è possibile formulare ipotesi sulle modalità con cui era stato organizzato il ponteggio per realizzare il ciclo pittorico, attraverso l'individuazione di alcune tracce 'indirette' presenti sulla superficie pittorica come quelle giornate di lavoro, corrispondenti in dimensioni e schemi alle posizioni delle buche pontai utilizzate dall'artista per mettere in opera le impalcature.

Tutte le testimonianze giunte ci danno una visione molto eterogenea delle tipologie di impalcature che venivano utilizzate: si andava dalla semplice 'capra' (assi poggiate sui due cavalletti), a delle primitive forme di trabattello⁴ tra le attrezzature mobili. In termini di supporti fissi, era consuetudine adattare la struttura del ponteggio alle esigenze del cantiere e dell'opera da realizzare, in contrasto con la prassi attuale che predilige, nell'ottica della industrializzazione dei componenti, l'adozione di moduli standardizzati. A seconda delle esigenze si ricorreva ai cosiddetti ponteggi indipendenti, privi di qualsiasi collegamento con l'edificio. A ponteggi dipendenti che mediante un sistema di correnti e puntoni venivano fissati a sbalzo nelle buche pontai, oppure all'utilizzo di soluzioni ibride. Tali opere provvisorie venivano realizzate in legno dai carpentieri, figure che si occupavano dell'intera 'filiera' dall'al-

⁴ Trabattello s. m. [voce di origine *milan.*, forse der. di trabatto]. – Ponteggio metallico in uso nell'edilizia o per piccoli lavori di pittura, costituito da una struttura metallica sulla quale sono posti uno o più piani di lavoro orizzontali in lega leggera; è facilmente trasportabile (è spesso montato su ruote) e occupa una limitata superficie di appoggio. Si veda anche la successiva descrizione al paragrafo 6.1

bero fino al ponteggio, e che abitualmente collaboravano con i pittori e gli architetti, veri e propri 'manager' di tutti gli aspetti che ruotavano intorno all'opera e al cantiere.

Il cantiere per le decorazioni artistiche

Il cantiere per l'arte, ancora di più di quello delle costruzioni, necessitava di conoscenze specifiche in relazione alle caratteristiche dei materiali costitutivi, alle tecniche utilizzate e al contesto in cui le opere da realizzare si inserivano. Non a caso, molto spesso era il pittore stesso ad occuparsi dell'organizzazione del cantiere: anche a seguito dello sviluppo delle prime grandi personalità artistiche, che comportò una minore collegialità in ambito strettamente pittorico, il cantiere era frutto sì di tanti artefici ordinati secondo il loro grado di preparazione e, soprattutto, secondo il loro grado di specialità, ma tutti comunque subordinati al 'maestro' al fine di realizzarne il progetto seguendone stile e maniera. Fra i primi esempi di tale organizzazione si possono citare i cantieri di Giotto⁵, in cui squadre di collaboratori 'assistevano' il maestro, a cui competeva la definizione dell'idea compositiva mediante l'impiego di cartoni preparatori in cui venivano realizzati gli schizzi precedenti alla pittura vera e propria. Questa attività, nel caso in cui riguardasse cicli pittorici di grandi dimensioni, necessitava la valutazione e lo studio di impalcature specifiche. Esempio celebre, a questo riguardo, fu il ponteggio a forma di losanga incernierato ai quattro vertici che Leonardo fece realizzare per mettere in opera il cartone dell'incompiuta Battaglia di Anghiari nel Salone dei Cinquecento di Palazzo Vecchio a Firenze. Prima dell'avvento dei cartoni si trovano testimonianze relative ad impalcature che coprivano totalmente lo spazio che avrebbe occupato successivamente il dipinto per permettere di avere quella visione completa per la quale venivano realizzate anche le sinopie⁶ e che impalcature parziali non avrebbero permesso. Tuttavia, più che nel passaggio dall'uso delle sinopie all'uso dei cartoni, le principali innovazioni in termini di concezione del cantiere si sono ottenute nel passaggio dalla 'pontata' alla 'giornata' come procedura di avanzamento dell'opera pittorica. Con le pontate si utilizzava una tecnica a secco, in cui, una volta steso l'intonaco ed eseguito il disegno, la pittura veniva applicata in diversi stadi e successive finiture mediante l'uso di leganti, non obbligando ad avere particolare attenzione a dove si sarebbero posizionate le giunzioni dell'intonaco, con conseguente libertà assoluta nel posizionamento del ponteggio. Al contrario, con l'uso delle giornate si doveva prestare maggiore attenzione a dove collocare i piani del ponteggio, per non farli coincidere con zone che non potevano essere divise in più giornate. A conferma di ciò si possono riscontrare in innumerevoli opere i punti esatti in cui si trovavano le buche pontate delle impalcature grazie alle sovrapposizioni dell'intonaco di varie giornate. Ciò conferma che

⁵ Zanardi B., Zeri F., Frugoni C. 2002, *Il cantiere di Giotto*, Skira Editore, Milano

⁶ Treccani, *sinòpia* s. f. [der. del nome della città di Sinope, sul Mar Nero, da cui proveniva originariamente questo colore; cfr. lat. *sinōpis* e gr. *σινωπίς*, con lo stesso sign.]. — 1. Colore rossastro adoperato dagli antichi, del quale non sono bene accertate la composizione e la gradazione, usato anche, e perciò soprattutto noto, per delineare direttamente e in grandi proporzioni, il disegno preparatorio degli affreschi sull'arriccio, sopra un primo abbozzo eseguito a carboncino; anche, il disegno così tracciato, coperto dall'intonaco dipinto e restituito dalle moderne tecniche di restauro.

in questo periodo e in questo contesto il pittore assume anche il ruolo di progettista e allo stesso tempo di organizzatore del cantiere. Nella realizzazione dell'affresco il ricorso, infatti, alla scansione per 'giornate', sia temporale delle attività e sia spaziale della scena pittorica, obbligava alla organizzazione coordinata del lavoro per pause e sequenze di esecuzione pittorica, così come alla ripartizione dei ruoli di collaborazione tra i propri sottoposti e altri ai vari specialisti. Durante l'allestimento del ponteggio la partecipazione del maestro era inevitabile e comportava l'esecuzione dei dovuti accorgimenti per il corretto procedere dell'esecuzione pittorica, che era strettamente legata anche a questioni economiche, spesso non riportate nell'ideazione delle opere d'arte ma in realtà pane quotidiano nella gestione dei cantieri da parte anche delle più grandi personalità artistiche. L'impresa assumeva caratteri epici quando lo scopo era quello di affrescare superfici piane, curve e semicurve con la tecnica della pittura illusionistica. Inaugurata da Michelangelo con la Cappella Sistina, in cui furono impiegate impalcature pensili che coprivano circa metà della volta contemporaneamente, si trattava di una tecnica che aveva lo scopo principale di sviluppare e ampliare la struttura muraria rappresentando una architettura illusoria in continuità con quella reale. Basata su precise regole geometriche, per raggiungere l'effetto illusionistico desiderato, la realizzazione pittorica aveva bisogno di aggiustamenti e correzioni direttamente in cantiere che si ottenevano attraverso la flessibilità delle opere di sostegno. In questo senso, un esempio di tali configurazioni delle impalcature, ci giunge dall'affresatura della Cupola di Santa Maria del Fiore del Vasari. Il ciclo pittorico, diviso in otto spicchi, rappresenta il più vasto ciclo murale a soggetto sacro che si conosca e fu iniziato con un ponteggio anulare continuo che molto probabilmente era simile a quelli descritti da Zabaglia nel suo trattato, sfruttando cioè un ancoraggio al cornicione della lanterna. A tale altezza fu inevitabile la richiesta del Vasari di sistemare sulla struttura esterna del ponteggio un telo bianco in lino con la doppia funzione di evitare conseguenze di cadute accidentali e, allo stesso tempo, di nascondere l'opera da occhi indiscreti. La flessibilità del progettista fu messa a dura prova all'allargarsi della cupola che comportò l'utilizzo di strutture 'a libro aperto' tra due spicchi contigui in cui la costola coincideva con lo spigolo.

Grande importanza, come nel caso del ponteggio di Bramante per la Cappella Sistina, ebbe inoltre l'utilizzo delle corde per sorreggere i ponteggi in aree con curvatura estremamente importante. Tale soluzione, che molto contrasta con le abitudini odierne in ambito di sicurezza, all'epoca comportava vantaggi notevoli. Con l'evolversi dell'esperienze pittoriche in cui si cimentavano i maestri del barocco si evolsero anche le strutture delle impalcature: la stagione della grande pittura illusionista barocca fu caratterizzata infatti da una importante produzione di cupole e volte con una spiccata funzione di carattere prospettico, che richiedeva al ponteggio una sorta di 'permeabilità visiva' per permettere all'artista di valutare costantemente la correttezza degli scorci e verificare la riuscita dell'effetto illusorio. Nacquero quindi i ponteggi con tavolato mobile, che da una parte venivano incontro alle esigenze del pittore e, allo stesso tempo, permettevano l'utilizzo, nel caso di volte a padiglione, del cornicione di imposta della volta come naturale punto di appoggio. Gli affreschi di Pietro da Cortona nel soffitto del salo-

ne di Palazzo Barberini a Roma sono un esempio di tale soluzione, con l'uso di travi appoggiate al cornicione, di un tavolato mobile e dei fissaggi a soffitto mediante tiranti in ferro, ripresi dall'esperienza di Bramante a San Pietro. Anche in questo caso fu testata la flessibilità del cantiere, dato che, per effettuare alcuni ritocchi come la stuccatura dei fori dei fissaggi, si dovette ricorrere all'uso di un elefantiaco castello mobile progettato dal fratello di Gian Lorenzo Bernini e impiegato in precedenza a San Pietro. Fu la redazione di veri e propri progetti ad hoc il successivo passo in questa evoluzione del cantiere per l'arte: recentemente, ad esempio, sono stati ritrovati elaborati risalenti al 1851 in cui veniva descritta dettagliatamente la struttura necessaria per l'affresco della volta della Chiesa di Sant'Agata a Cremona, comprensivi dell'elenco delle fasi di montaggio, della scelta dei materiali e dell'analisi dei prezzi. In un attimo si raggiunge la modernità: da un lato la tecnologia frutto di regole certe e non più empiriche, dall'altro il richiamo, nella scelta di materiali come il legno, ai saperi riconducibili all'esperienza diretta come fonte di conoscenza.

La storia a servizio del cantiere di restauro: un caso studio⁷

Alla luce di quanto trattato sopra è lecito affermare che progettare un cantiere per il restauro è una operazione, nella maggior parte dei casi e indipendentemente dalla loro complessità, per la quale non si possa prescindere, ove possibile, dalla conoscenza del cantiere storico. Dalle problematiche dell'epoca, reperibili per via documentaria, così come dalle scelte progettuali, riscontrabili anche dall'analisi dell'opera a posteriori, è possibile ricavare, infatti, indicazioni direttamente applicabili al cantiere di restauro. Spesso le stesse problematiche si ripresentano a distanza di secoli e, altrettanto spesso, la soluzione si trova a partire dalle soluzioni applicate in passato. Un interessante studio in tal senso è stato di recente svolto relativamente all'analisi ed ipotesi di ricostruzione del ponteggio storico a servizio dei dipinti murali delle pareti e della volta della Cappella Maggiore di Santa Croce, realizzato da Agnolo Gaddi nella seconda metà del '300.

Il ciclo pittorico rappresenta *La Leggenda della Vera Croce*, racconto narrato da Jacopo da Varazze nella *Leggenda aurea* circa un secolo prima. Date le eccezionali dimensioni della Cappella, alta 30 m e larga 10 m, con una superficie di circa 800 mq, il maestro dovette necessariamente provvedere alla realizzazione di un progetto preliminare sia per garantire la corretta esecuzione della composizione pittorica, sia come strumento di organizzazione del cantiere con tutte le sue funzioni. Dal momento che non ci sono giunte testimonianze dirette relative al progetto, è stato necessario basarsi sulle 'tracce indirette' lasciate dal ponteggio sul dipinto durante la sua realizzazione e reperite da analisi precedenti mediante l'utilizzo di tecniche come la *luce radente* e la *termografia*. Innanzitutto, si è proceduto all'individuazione degli allineamenti delle giornate di lavoro, che ha permesso di ipotizzare il posizionamento dei

⁷ Capone P., Felici A., Getuli V., Del Vecchio F. 2018, *Dall'analisi del dipinto e della muratura alla formulazione di una ipotesi di ponteggio storico della Cappella Maggiore di Santa Croce a Firenze*, in *OPD Restauro*, Centro Di, Firenze.



piani di lavoro, ipotizzati sia in corrispondenza delle cornici orizzontali collocate tra le varie scene e sia a metà altezza di ogni scena.

D'altra parte, gli unici allineamenti verticali presenti si trovano in corrispondenza delle pareti laterali, e ciò fa pensare che, nell'ipotesi di un ponteggio indipendente, presso tali allineamenti si trovassero le *antenne* della struttura. Per quanto riguarda la volta invece è interessante la forma ad anelli concentrici delle giornate che fa propendere per la presenza di un piano di lavoro posizionato alla base di imposta. Queste teorie sono supportate dagli allineamenti delle buche pontai che, oltre a fornirci informazioni sulle dimensioni dei travicelli, individuano a loro volta possibili piani di lavoro, sfalsati rispetto alle cornici decorative. Ciò permetteva di realizzare la decorazione della scena e della cornice laterale contestualmente, utilizzando un piano di lavoro posizionato in corrispondenza delle buche pontai, poste immediatamente al di sotto della cornice orizzontale, per poi completare questa e la parte alta della scena sottostante da un piano di lavoro inferiore. Quindi è stata rilevata anche la presenza di varie giornate 'a tappo', più piccole rispetto ad altre giornate, in cui i margini dell'intonaco utilizzato risultano essere al di sopra di quello circostante. Tali giornate collocano cronologicamente lo smontaggio di alcuni travicelli successivamente alla decorazione pittorica circostante e hanno reso possibile individuare come in alcuni punti si fosse andati contro alla consuetudine di procedere dall'alto verso il basso, per la necessità di mantenere alcuni ponteggi in quota anche con il progredire della realizzazione delle scene. In corrispondenza della parte centrale del dipinto si è riscontrata la possibile collocazione di elementi metallici con la funzione di tiranti per garantire maggiore stabilità al ponteggio. Trattandosi inoltre di un ciclo pittorico in cui convivevano le tecniche della pittura 'a fresco', che non necessita di ritornare su scene già dipinte, e di quella 'a secco', in cui i ritocchi erano all'ordine del giorno, si è rite-

nuto plausibile l'impiego di una soluzione mista con un ponteggio più 'provvisorio' per le parti 'a fresco' e un ponteggio 'indipendente' laddove era necessaria una finitura del secondo tipo. È chiaro che le ipotesi fatte fin qui dovessero essere validate da criteri progettuali che giustificassero il dimensionamento dei travicelli in funzione delle buche pontae rilevate e a tal proposito si è proceduto, basandosi sulle consuetudini dell'epoca, al calcolo delle dimensioni necessarie a sostenere gli ipotetici carichi. Dai risultati ottenuti si è giunti alla formulazione di un'ipotesi di ponteggio storico per tutta la decorazione pittorica. In relazione alla volta della Cappella è lecito avanzare l'ipotesi che le giornate 'a tappo' presenti accogliessero una trave principale, la quale sorreggeva 3 travi secondarie, ciascuna appoggiata a sua volta anche nelle tre aperture della parete di fondo e sulle quali infine si innestava il tavolato. Per quanto riguarda le pareti verticali, la ridondanza di informazioni su giornate di lavoro e buche pontae ha permesso di ipotizzare con buona approssimazione lo schema del ponteggio. Partendo dalla base della volta, la coincidenza dell'allineamento delle giornate con quelle delle pareti verticali, rende verosimile la presenza di un piano di lavoro posto in corrispondenza della cornice più alta che era al servizio della pittura dei costoloni e della parte inferiore della volta stessa. Data la corrispondenza delle buche pontae con le cornici si può ipotizzare che i ponteggi fossero dipendenti e tale idea è confermata dagli allineamenti verticali che non risultano evidenti nella gran parte dell'apparato pittorico tranne che nelle cornici laterali. L'ipotesi di ponteggi indipendenti, peraltro attendibile, è stata scartata perché la collocazione dei piani principali non avrebbe reso possibile la sinopia sull'intera scena. Il collegamento tra i vari piani del ponteggio era verosimilmente effettuato mediante scale. Dato il notevole interesse tra gli impalcati pari a 9 braccia fiorentine (5,27 m), è lecito supporre l'uso di piani intermedi indipendenti, che risulta confermato dall'assenza di giornate 'a tappo' tra i due piani principali. Nelle pareti laterali, in cui l'impalcatura era probabilmente del tipo 'semi-indipendente', data la presenza di allineamenti verticali di buche pontae e in relazione all'organizzazione di cicli pittorici simili, si ritiene che inizialmente fossero messi in opera solo i piani principali per riuscire a raggiungere i punti più alti della Cappella e che venissero smontati dall'alto verso il basso a mano a mano che la decorazione progrediva, in modo da ottimizzare l'utilizzo del legno.

Lo studio appena presentato è stato sviluppato in parallelo ai lavori di restauro, e in quanto tale va inteso come lavoro scientifico compiuto ma indipendente perché conseguente all'intervento. I risultati ottenuti, ciò non di meno, alla luce delle problematiche che la progettazione del ponteggio realizzato per il restauro ha comportato, suggeriscono interessanti connessioni con il ponteggio storico utilizzato per la realizzazione dell'opera. La conoscenza di quest'ultimo, infatti, considerando l'influenza che ha avuto sulla composizione del ciclo pittorico, suggerisce soluzioni progettuali per l'impostazione di quello per il restauro. Va altresì sottolineato che le moderne soluzioni tecnologiche, pur fornendo ausili che ovviamente mancavano all'artista, non possono prescindere ancora oggi dalla congruenza con la scena. Il rapporto cioè tra 'campo operatorio' e impostazione del cantiere. In tal senso le intenzioni dell'artista possono ancora, a ragione, rappresentare un approccio possibile per il tecnico dei nostri giorni.

Il restauro di opere d'arte per lungo tempo ha generato l'equivoco nel pensare comune che si trattasse di un'attività artistica e, come tale, non fosse soggetta ad una specifica applicazione di misure per la sicurezza dei lavoratori. Ciò contrasta, viceversa, con il moderno approccio scientifico del restauro, che fa un ricorso significativo a tecnologie e sofisticate attrezzature, talora presi anche in prestito dall'industria, seppur con tutte le cautele del caso. Peraltro, anche le operazioni più propriamente riconducibili a quelle artistiche (ritocco pittorico, finitura, etc.) non sono esenti da rischi secondo la corrente accettazione della prevenzione (rischi posturali, rischi a carico dell'apparato visivo etc.).

Tale equivoco ha storicamente causato il recepimento tardivo della direttiva europea. Un brusco risveglio in tal senso fu determinato dall'emanazione del dlgs.626/94 che, seppur non perfetto, aveva un carattere sicuramente innovativo e comportò la presa di coscienza riguardo al fatto che il restauro, in quanto attività lavorativa, non potesse a priori essere considerata esente dall'applicazione della legge. I problemi furono molteplici e posero interrogativi nuovi a chi si occupava di restauro: chi doveva fare cosa, perché farlo, come farlo, quando farlo. In tal senso, la normativa, essendo parzialmente incompleta, contraddittoria e comunque generalista, non fu d'aiuto per i datori di lavoro messi alla gogna.

La personale esperienza maturata nel corso delle analisi e degli studi effettuati nella realtà dell'Opificio delle Pietre Dure, porta alle seguenti considerazioni preliminari riguardo alla questione della sicurezza nel restauro dell'arte¹:

- Gli incidenti mortali hanno un'incidenza statistica trascurabile, se si considera che la maggior parte delle attività in laboratorio si svolgono in posizione seduta al tavolo e pertanto, con una certa approssimazione, assimilabili a quelle da ufficio. Al contrario le attività da eseguirsi nei cantieri esterni, per i quali l'utilizzo di strutture provvisorie giustifica una lettura analitico-comparativa con le attività edili, presentano una maggiore potenziale incidenza
- Gli incidenti rilevanti accadono essenzialmente in relazione all'utilizzo di macchine operatrici (lavorazione metalli, legname, lapidei) e all'utilizzo occasionale di apprestamenti per il lavoro in quota anche in laboratorio
- Le malattie professionali, anche con esiti letali a lungo termine, viceversa sono frequenti e meritano una riflessione approfondita.

¹ Capone P., Ciatti M. (a cura di) 2017, *Restaurare in sicurezza. Nuovi progetti per i Laboratori dell'O.P.D.*, EDIFIR, FIRENZE.

Nella valutazione del rischio delle attività di restauro, particolare attenzione deve essere rivolta alla relazione tra la salute e la sicurezza dei lavoratori ed il luogo in cui operano. La contestualizzazione ambientale è fondamentale. Un numero significativo di sedi improprie, in termini di sicurezza, è stato negli anni deputato a laboratorio di restauro², per due ordini di motivi:

- Un microcosmo di singoli restauratori gestisce in maniera domestica la propria attività, adibendo, appartamenti o addirittura una stanza della propria abitazione a laboratorio
- I soggetti istituzionali e ditte private di maggior rilievo, scelgono spesso per i loro laboratori sedi architettonicamente prestigiose, con l'intenzione che il 'contenitore' abbia delle parentele linguistiche e suggestive, artistico-monumentali paragonabili ai 'contenuti' sui quali intervenire.

A questo proposito, sempre la personale esperienza ha portato alla convinzione che se l'individuazione del profilo di rischio per mansione per qualsiasi tipo di attività lavorativa non può prescindere dalla conoscenza dettagliata dei processi produttivi e del loro mutuo rapporto con le caratteristiche dell'ambiente che ospita le attività, a maggior ragione ciò è vero per una attività come quella di restauro, complessa, articolata in molteplici e specifiche distinzioni operative, soggetta per di più sovente a dover spostare l'opera oggetto di intervento (dalla sede di esposizione al laboratorio, da un settore ad un altro all'interno dello stesso laboratorio).

In quest'ultimo caso l'approccio alla materia della sicurezza difficilmente, infatti, può permettersi di scendere a compromessi con processi valutativi sbrigativi. Motivi economici molto spesso impongono ai tecnici della sicurezza l'applicazione di metodi di valutazione generali, con una approssimazione accettabile per molte attività in cui i rischi sono oggettivamente limitati. Tuttavia, una valutazione dei rischi che nella prassi operativa adotta il 'copia-incolla' ed il 'nel più ci sta il meno', nel caso del restauro non solo può risultare inadeguata ma può diventare anche pericolosa, soprattutto può risultare ostativa delle lavorazioni.

Ciò detto, in fase preliminare è possibile riflettere sul fatto che:

- È imprescindibile, al fine di analizzare i rischi delle singole attività, entrare nel dettaglio dei processi di lavoro
- Un laboratorio di restauro può annoverare una moltitudine di processi lavorativi, generalmente tanti quanti sono i tipi di materiali di cui sono costituite le opere
- Come e forse più che per altri settori, le valutazioni del rischio e le procedure di sicurezza devono essere realizzate ad hoc tenendo conto delle spiccate specificità del luogo di lavoro, dell'oggetto dell'intervento, della tipologia di intervento e persino del singolo restauratore
- Le accese istanze di intervento in materia di sicurezza da parte dei lavoratori, valutate frettolosamente come di contrasto fine a sé stesso, sono spesso solo richieste di attenzione. Prima di avviare proce-

² Capone P. 2006, *Laboratori di restauro negli edifici storici. Una compatibilità da progettare*, in *Intervenire sul patrimonio edilizio: cultura e tecnica*, Celid, Torino.

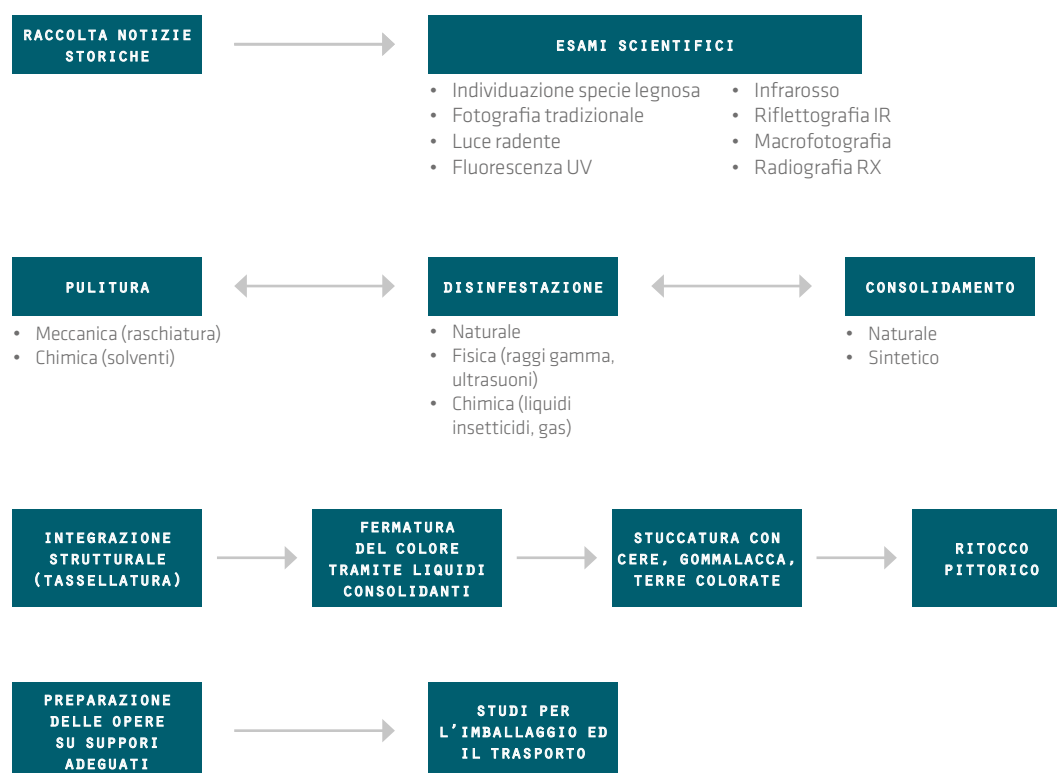


Fig. 1
Diagramma ciclo lavoro
sculture lignee policrome

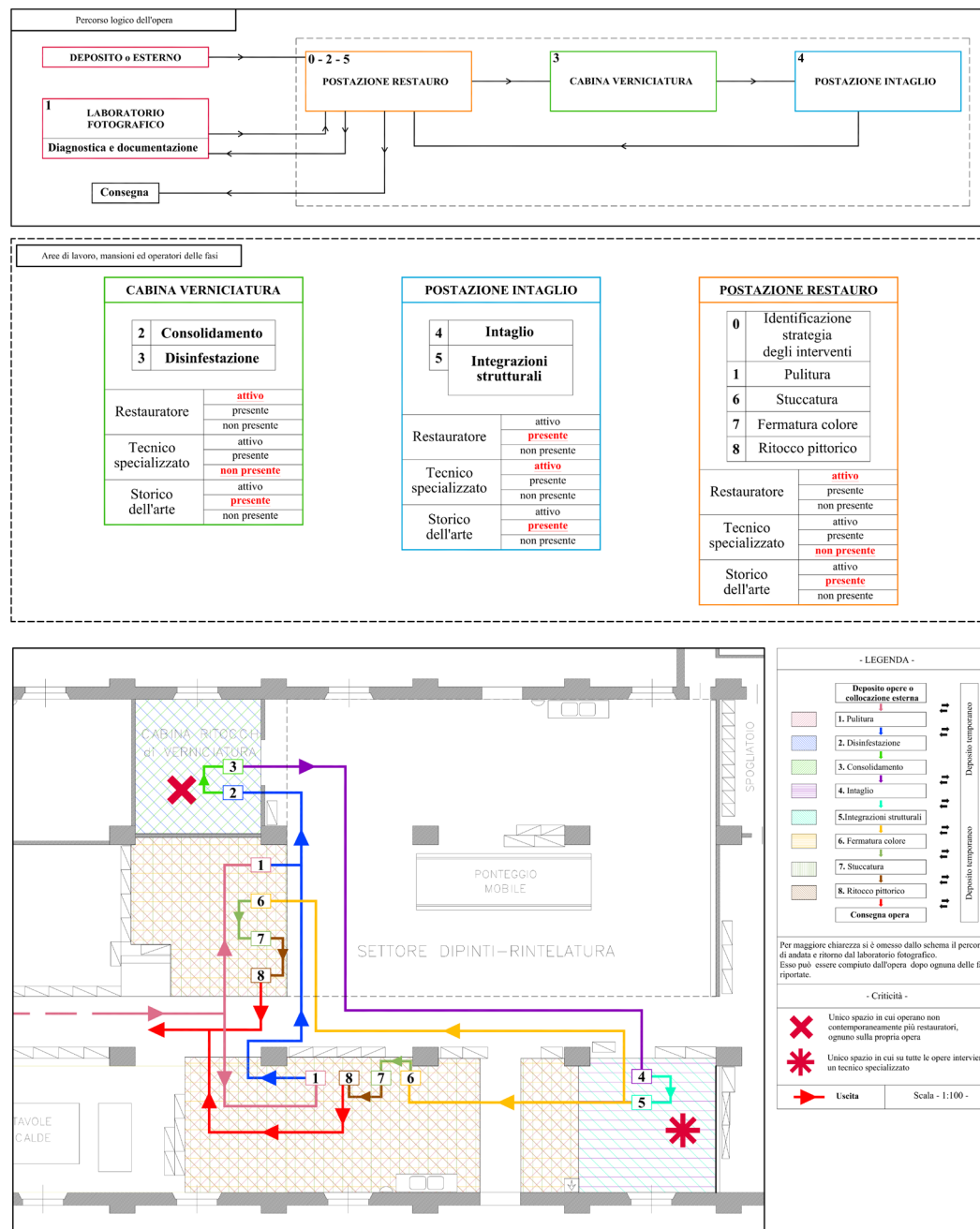
ture burocratiche, spesso inutili quanto ridondanti, un confronto diretto con il lavoratore può essere risolutivo, soprattutto quando il problema di sicurezza lamentato, nasconde più che altro un disagio lavorativo

- La progettazione su misura del laboratorio di restauro, sia di tipo fisso che temporaneo, è l'atto più efficace di prevenzione e salvaguardia della salute dei restauratori.

Le attività sperimentali in ambito di salute e sicurezza dei lavoratori nel restauro dell'arte, hanno obbligato noi ricercatori a immergerci nelle svariate e molteplici realtà dei settori di ogni specifico laboratorio di restauro, generando le considerazioni di seguito elencate:

- Il materiale che compone la singola opera (per intero o in parte) ne individua l'appartenenza ad un settore di restauro. Esso porta con sé la necessità di applicare specifici processi lavorativi: indipendentemente dell'importanza storico artistica del manufatto, i processi di restauro necessari possono e devono basarsi sulle consuetudini, artigianali o, perché no, industriali, tipiche della trasformazione di quella tipologia di materiali
- Grande importanza giocano le dimensioni dell'opera dal momento che esse caratterizzano le interazioni restauratore-opera, lavorazione-ambiente, restauro-luogo di lavoro, restauro-sicurezza
- Per quanto il restauro sia un'attività altamente specialistica, c'è la quasi totale assenza di presidi e di dispositivi di protezione individuali e collettivi specificatamente sviluppati. Quelli adottati, generalmente, sono presi in prestito da altri ambiti produttivi (fig. 1).

➔
Fig. 2
Diagrammi di flusso analitici
dell'attività di restauro,
Tommaso Giusti in Capone
P., *Progettare la sicurezza
nei laboratori per il restauro
dell'arte*, in «OPD Restauro», 12
(2000), pp. 165-172.



In termini di adempimenti di legge, la complessità che l'argomento ha col tempo assunto, in particolare nella redazione del Documento di Valutazione dei Rischi, suggerisce preliminarmente le seguenti considerazioni:

- Per una corretta valutazione analitica dei rischi non si può prescindere dal ricorso a risorse umane qualificate, oltre alle figure del servizio di Prevenzione e Protezione dai Rischi

- Una valutazione specifica necessita di competenze tecniche, oltre che di sicurezza, anche di restauro per ogni singolo settore.

Questo approccio analitico e di dettaglio alla valutazione del rischio deve essere applicato alla scala del singolo settore di restauro. Nella realtà operativa quotidiana tale obiettivo può risultare, spesso, difficilmente conseguibile a causa della carenza di mezzi, sia a livello di numero che di competenze specifiche delle risorse umane disponibili. Questa difficoltà per gli studi dei quali vengono riportati i risultati in questa sede, è stata superata perché è stato possibile spostare l'ambito da quello dell'adempimento normativo a quello accademico della ricerca, grazie ad un accordo istituzionale.³ In tale contesto, sono state sviluppate specifiche tesi di laurea⁴ che hanno portato alla schematizzazione dell'attività di ogni settore di restauro, secondo una diagrammazione tipica dei processi produttivi di tipo industriale (fig. 2).

Un altro tassello nella composizione di un approccio scientifico alla questione sicurezza del restauratore in relazione al contesto, è stata affrontata introducendo un prototipo fisico-geometrico di postazione di lavoro: il "modulo restauratore"⁵.

Dinanzi alla diffusa convinzione che l'attività del restauro non potesse essere riportata in un ambito di valutazione analitica generalizzabile delle implicazioni specifiche di sicurezza si pone proprio questo studio.

Una spesso citata norma⁶ fissava in 2mq lo spazio minimo da destinare a ciascun operatore per farlo lavorare in sicurezza. L'applicazione pedissequa e non avveduta di questa regola portava a risultati abnormi, come quello di sentenziare che in una stanza di 25mq potessero lavorare 12 persone. Ancora peggiore, la gestione degli open-space⁷, considerati come spazi infiniti da riempire senza limiti.

I principi basilari della progettazione, ma a dire il vero anche il semplice buon senso, cozzavano con l'interpretazione del parametro dei 2mq come 'necessario e sufficiente'. Per fortuna venne in soccorso un'altra norma che saggiamente riportava le considerazioni dimensionali alla valutazione prestazionale del consentire l'esercizio in sicurezza delle funzioni tipiche della mansione⁸.

L'idea originale fu quella di tradurre le norme preventive in parametri fisico-geometrici, che applicati in fase di progettazione, vincolassero la postazione di lavoro al rispetto (passivo) delle misure di prevenzione e protezione della salute e sicurezza del restauratore.

A tal fine, la considerazione dei seguenti rischi fu tradotta in requisiti spaziali:

³ (2012) Protocollo d'intesa tra Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università di Firenze e Opificio delle Pietre Dure di Firenze su "Progettazione e sicurezza dei laboratori di restauro" — Responsabile Scientifico P. Capone.

⁴ Capone P., Ciatti M. (a cura di) 2017, *Restaurare in sicurezza. Nuovi progetti per i Laboratori dell'O.P.D.*, Edifir, Firenze.

⁵ Capone P. 2000, *Progettare la sicurezza nei laboratori per il restauro dell'arte*, in «OPD Restauro», n.12 pp. 165-172.

⁶ D.lgs. 243/1996, art.16.

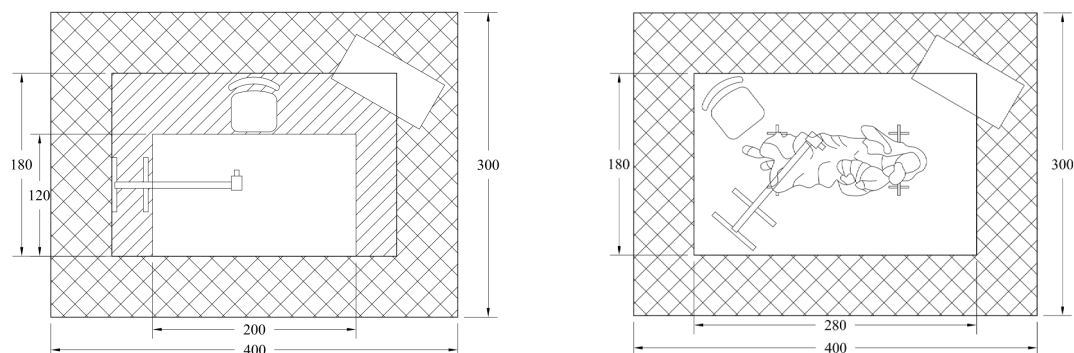
⁷ Pélegrin-Genel E. 2016, *Comment (se) sauver (de) l'open-space?*, Editions Parenthèses, Marsiglia.

⁸ D.P.R. 547/1955.



Fig. 3
Esempio di schematizzazione del Modulo Restauratore, in Capone P., *Progettare la sicurezza nei laboratori per il restauro dell'arte*, in «OPD Restauro», 12 (2000), pp. 165-172.

Fig. 4
Modulo per sculture lignee, in Capone P., Ciatti M. (a cura di) (2017) *Restaurare in sicurezza. Nuovi progetti per i Laboratori dell'O.P.D.*, Edifir, Firenze.



- Rischio ergonomico, tradotto in spazi di uso e di gestione delle funzioni lavorative calibrati su misure antropometriche
- Rischio incendi, tradotto sia in spazi di lavoro sufficienti ad evitare lo sversamento delle sostanze infiammabili e sia in spazi di pertinenza dimensionati sul modulo di fuga (60 cm) per consentire l'uscita in tempi accettabili
- Rischio ambientale, tradotto nella corretta attribuzione di spazi di pertinenza alle attrezzature ed alle strumentazioni normalmente poste in prossimità del restauratore, per evitare inciampi ed urti.

Da queste considerazioni di sicurezza, scaturì l'individuazione del “Modulo restauratore”, una cellula base utile per caratterizzare l'attività del restauratore in termini di fabbisogno spaziale (fig. 3).

Prendendo inizialmente in considerazione l'attività di restauro di dipinti da eseguirsi al tavolo, i primi elementi di base considerati per la definizione geometrica del modulo furono:

- La dimensione del tavolo più comunemente utilizzato
- Una fascia d'uso su tre lati per considerare lo spazio occupato dalla sedia, il carrello, la lampada a stativo ed il microscopio
- Una fascia di sicurezza di 60 cm che tenesse conto della possibilità di allontanarsi agevolmente in caso di emergenza e di muoversi intorno al tavolo senza rischiare di inciampare o urtarsi. L'abbinamento di due moduli in adiacenza portava alla individuazione di percorsi di fuga collettivi da 120 cm.

Negli anni la ricerca è stata approfondita e il modulo declinato per tutti i settori di restauro.

Il passaggio chiave, in tale ambito, fu la definizione di un metodo di analisi che permettesse di raccogliere e organizzare il maggior numero possibile di dati utili in schede in cui venisse inquadrata una singola attività lavorativa e si definissero le postazioni di lavoro secondo un approccio innovativo e ovvero mediante una standardizzazione degli spazi, delle attrezzature e degli arredi secondo le operazioni di svolgere. A seguito di un processo di perfezionamento derivante dall'analisi dei rischi nelle posta-

zioni proposte e alle successive modifiche messe in atto, si è giunti, in seguito, alla determinazione delle 'metrature' minime utili allo scopo ricavando dei parametri di progetto dimensionali e geometrici. Si è definita la cosiddetta unità base di restauro, intesa come lo spazio di lavoro necessario con strumentazioni essenziali e i relativi spazi d'uso e di sicurezza (fig. 4).

A seconda del tipo di settore, e conseguentemente delle relative specializzazioni, si dovette progettare più unità di base, ipotizzando di poter standardizzare le dimensioni ricorrenti dei manufatti. Si aggiunse quindi la *Postazione Restauratore*, che insieme con l'unità base impiegava degli spazi dedicati allo studio e ricerca, aree di stoccaggio attrezzature e materiali di studio, oltre ad eventuali impianti con spazi d'uso e sicurezza.

Chiaramente, essendo tutte le unità base diverse da settore a settore, anche le forme definitive dei moduli completi sono differenti, eccetto che per gli spazi extra dedicati alle dotazioni accessorie.

Il tutto ha permesso di definire delle aggregazioni utilizzabili per generici laboratori.

Sono stati studiati i possibili modelli aggregativi che possono scaturire dall'affiancamento dei vari moduli specifici per ogni settore per ipotizzare un'organizzazione funzionale e rispettosa delle norme di sicurezza. In tal caso le dotazioni accessorie comuni a tutti i moduli sono state inserite in spazi di dimensioni calcolate in precedenza per il modulo restauratore (fig. 5).

Restauro e rischi

Senza entrare nel merito delle asserzioni riguardo la possibilità di assimilare l'attività di restauro ad una attività artistica, né tantomeno il fatto che il cantiere di restauro possa o meno essere considerato un vero e proprio intervento edilizio di tipo produttivo, se non addirittura industriale, è altresì necessario concentrarsi sull'interazione tra le specifiche attività di restauro e l'ambiente che le ospita.

Come detto in precedenza, questo significa analizzare le caratteristiche dell'attività e confrontarle con quelle del contenitore, al fine di capire in che modo tali destinazioni d'uso richiedano particolari attenzioni.

Si può in termini generali schematizzare come segue le principali fasi di restauro⁹:

Diagnosi preliminare

Prima fase per evidenza cronologica è composta dalle seguenti sottofasi:

- Analisi accurata dello stato di conservazione (ricognizione degli stati materici, determinazione delle varie epoche, delle stratificazioni, delle modifiche e delle aggiunte);
- Documentazione e rappresentazione (fotografie, recto e tergo, radiografie e scansioni dello stato precedente)



Fig. 5
Vista assonometria del Modulo per sculture lignee, Tommaso Giusti in Capone P., Ciatti M. (a cura di) (2017) *Restaurare in sicurezza. Nuovi progetti per i Laboratori dell'O.P.D.*, Edifir, Firenze.

⁹ Capone P. 2006, *Laboratori di restauro negli edifici storici. Una compatibilità da progettare*, in *Intervenire sul patrimonio edilizio: cultura e tecnica*. Celid, Torino.

- Prelievi minimi di materia dei vari strati fino al supporto per eseguire le sezioni stratigrafiche
- Analisi microbiologiche in presenza di formazioni fungine.

Pulitura

Le indagini preliminari sono funzionali a comprendere quale intervento sia il più idoneo. Fra tutti, deve essere individuato, in particolar modo, il metodo di pulitura più appropriato: semplice, di fissaggio, di rimozione delle ridipinture, di trasporto, di ricomposizione di frammenti.

In tal senso si può procedere in due modi:

- Tramite mezzi meccanici (con bisturi o sabbiatura)
- Tramite mezzi chimici (prevalentemente solventi)

Spesso si ricorre anche alla tecnologia laser. Quando si tratta di dipinti si effettua preliminarmente la verifica della statica della pittura.

Quando sono presenti supporti lignei, è necessario procedere ad azioni di bonifica mediante gas contro eventuali insetti xilofagi come tarli e termiti. Invece per i dipinti su tela, può essere necessario sottoporre l'opera alla rintelatura tramite ingombranti telai interinali ed impianti di tavole calde e fredde.

Integrazione

Nel caso in cui la pittura presenti lacune di materia si deve procedere a ricostruire la continuità dell'immagine complessiva: questa è un'azione complessa dal momento che è necessario rendere riconoscibile e, allo stesso tempo reversibile, l'aggiunta. Nel caso di lavorazione su materiali quali pietra, metallo e legno, questa fase implica l'utilizzo di macchine operatrici. Solo il trattamento finale è quello spiccatamente artistico.

Finitura

Il trattamento finale di finitura consiste spesso in una applicazione di vernice e cera.

Come si può intuire già da questa breve descrizione, gli spazi necessari a condurre tutte le attività descritte devono essere specifici e a volte differenziati a seconda delle fasi. Non a caso, di pari passo all'evoluzione delle tecnologie, c'è stata una evoluzione dei rischi che spaziano dall'ambito chimico e biologico, fino ai rischi fisici legati ai laboratori di falegnameria e alle officine meccaniche. L'estrema varietà di fasi in cui si articolano le attività di restauro, unitamente alle differenti tipologie di opere e di tecniche di intervento correlate, corrisponde ad una altrettanto vasta normativa antinfortunistica che deve trattare, tra l'altro, anche macchine e impianti.

L'impatto dell'applicazione della normativa antinfortunistica del restauro è stato abbastanza significativo, in quanto ha introdotto comportamenti, apprestamenti e impianti che hanno modificato sensibilmente la struttura dei laboratori.

Ciononostante, non esistendo un riferimento normativo specifico per questo tipo di attività, la prima difficoltà nasce dal raggruppare i rischi a cui vanno incontro gli operatori di restauro. Dalle ricerche effettuate in questi anni è emerso che i rischi sono raggruppabili nelle seguenti macrocategorie:

- Rischio chimico, in relazione all'uso dei prodotti e delle sostanze chimiche nelle fasi di pulitura
- Rischio posturale, legato alle posizioni assunte nel corso degli interventi
- Rischio laser e radiazioni ionizzanti
- Rischio da taglio, schiacciamento ed elettrocuzione, legato alle macchine utensili
- Rischio da inalazione di polveri di legno e di materiali lapidei
- Rischio di caduta da quote di lavoro per cui è necessario l'uso di ponteggi o sistemi di salita
- Rischio a carico dell'occhio, a causa dell'affaticamento visivo.

Ai rischi specifici sopraelencati, legati alle singole fasi di restauro, si aggiungono tutti i rischi comuni alle altre attività, riguardanti le condizioni igieniche dei luoghi di lavoro come:

- Qualità dell'aria in termini di velocità, temperatura, umidità, composizione della miscela aria, ventilazione naturale e artificiale, condizionamento e riscaldamento
- Qualità dell'acqua
- Rischi da agenti cancerogeni
- Rischi da rumore
- Rischio sismico
- Rischio incendi
- Rischio da barriere architettoniche
- Rischio biologico (servizi igienici, presenza di muffe, umidità, smaltimento dei rifiuti).

È possibile altresì fare una ulteriore suddivisione dei rischi in relazione all'ambiente in cui si verificano.

Laboratorio

I rischi appena visti, in una situazione di laboratorio stabile sono tutti abbastanza gestibili. Viceversa, anche per attività in condizioni logistiche permanenti, il rischio chimico rimane quello più impegnativo da gestire. In particolare, è la fase di pulitura quella in cui il restauratore è maggiormente esposto a rischi specifici, in relazione soprattutto all'uso dei solventi, che possono determinare problematiche diverse relative a:

- La sicurezza dell'operatore e dell'opera (incendio, esplosione, corrosione)
- La salute dell'individuo (effetti acuti e cronici)
- L'ambiente naturale (inquinamento o eventi incidentali).

D'altro canto, anche evitare il ricorso ai solventi chimici in fase di pulitura non è risolutivo, dal momento che anche altre tecniche come la sabbiatura e il laser non sono esenti da problematiche.

Cantiere

Non è mai chiaro in che misura i cantieri di restauro dell'arte possano effettivamente essere assimilati a lavori di edilizia. Sicuramente al cantiere edile si possono assimilare le situazioni di uso, montaggio e smontaggio dei ponteggi, mentre è più consono ricondursi alle attività proprie di un laboratorio per le lavorazioni da eseguire. Le lavorazioni sono, infatti, estremamente specifiche e ciò rende difficile adottare apparecchiature realizzate ad hoc per l'uso in cantiere. Spesso è necessario dirigersi verso strumenti usati in ambiti differenti. Questo è il caso degli aspiratori mobili che, progettati per attività industriali, posseggono livelli di rumorosità al di sotto dei limiti di legge ma oggettivamente disturbanti per applicazioni operative in cui la concentrazione è fondamentale, come nel campo del restauro.

Oltre le problematiche tipiche dell'attività di restauro in laboratorio che si riportano tal quale in cantiere, la situazione provvisoria introduce o in ogni caso peggiora questioni quali:

- Qualità dell'aria e condizioni di comfort ambientale (nei cantieri indoor: difficoltà di ricambio, presenza di inquinanti dovuti ai prodotti volatili degli impacchi con i composti di ammonio, temperatura e velocità dell'aria; nei cantieri outdoor: inquinamento atmosferico, irraggiamento solare, intemperie)
- Condizioni di visibilità (per i cantieri indoor: condizioni di illuminazione naturale/ artificiali insufficienti; per i cantieri outdoor: abbagliamento solare/ zone d'ombra)
- Comfort posturale (costrizione posturale e/o discomfort lavorativo dovuto alle caratteristiche geometriche/dimensionali dell'apprestamento).

La peculiarità del cantiere per il restauro dell'arte determina anche una difficoltà di tutela formale, in quanto gli adempimenti documentali previsti dalla normativa vigente in materia di sicurezza cantieri, è difficile applicarli nella realtà degli interventi sui Beni Culturali. Innanzitutto, una difficoltà di traduzione del linguaggio e delle evidenze di sicurezza tipiche dell'edilizia, possono facilmente portare a sottostimare i rischi per i cantieri di restauro.

Questione ancora più delicata riguarda la messa a norma delle strutture provvisorie. Il rispetto dei parametri dimensionali (distanze dalle pareti, parapetti ecc...) così come previsti dalla normativa vigente¹⁰, non garantirebbero di per sé le condizioni di sicurezza nella loro forma strettamente prescrittiva. È stato verificato nel corso degli anni che il restauratore messo a lavorare su un ponteggio considerato a norma di legge per interventi di edilizia, non è sufficientemente tutelato dai rischi per la propria salute. Usando un paradosso potremmo dire che il restauratore su un ponteggio per l'edilizia è sicuro se non lavora.

¹⁰ Dlgs 81/08, titolo IV, artt. dal 122 al 140 e allegato XVIII

Pertanto, le prescrizioni normative vengono considerate, secondo l'approccio presentato in questa ricerca, delle condizioni minime, necessarie ma non sufficienti. Passando ad un'ottica prestazionale, e partendo dall'attività da svolgere, nel restauro sono le esigenze operative e meglio ancora di compatibilità soprattutto ergonomica tra azione e luogo, a dettare le regole. Gli standard dimensionali hanno bisogno di essere riscritti e la 'sicurezza di sostanza' diviene più esigente, per una volta, della 'sicurezza di forma'.

Pertanto, in sintesi si è scelto di interpretare la sicurezza del restauro come frutto dell'interazione uomo-laboratorio, un'interazione complessa per metodiche operative, fabbisogno strumentale ed energetico.

Quindi il cambiamento di approccio è significativo. Non è più il restauratore a doversi attrezzare ad affrontare i perigli del cantiere, ma il cantiere a doversi trasformare in un laboratorio provvisorio. Ciò non significa abbassare il livello di attenzione, tutt'altro.

La valutazione dei rischi dell'attività di restauro deve essere capillare e specifica per settore di intervento. Il fatto che si svolga all'interno di un luogo adibito a laboratorio in forma permanente o in forma temporanea è solo una scelta.

La provocazione insita in tale affermazione è consapevole e quindi voluta.

Derubricare le attività all'esterno del laboratorio come 'cantiere' ha spesso implicato un invito alla rassegnazione ad un'attività da svolgere in condizioni di disagio, di precarietà e quindi di ridotta sicurezza. E questo non è accettabile.

Non è pensabile richiedere una prestazione di altissima professionalità, quando non di vera e propria eccellenza, quale sovente è il restauro di opere d'arte, ad un professionista al quale si chiede, all'un tempo, di stare attento a dove mette i piedi. La preoccupazione di lavorare in un ambiente precario, e pertanto ostile, non è compatibile con la serenità e la concentrazione necessaria a qualsiasi attività, tanto meno se in termini produttivi si cerca l'eccellenza del risultato in virtù dell'eccellenza del manufatto su cui si interviene.

La questione quindi va traslata sulla performance del laboratorio provvisorio, al quale possiamo tornare a dare la dignità del nome 'Cantiere', come frutto esperto ed efficace di una progettazione mirata all'ottimizzazione dell'ambiente di lavoro.

Alla luce di quanto prima chiarito, senza più distinzione tra laboratorio e cantieri, vediamo di seguito una tabella messa a punto dallo scrivente di sintesi degli interventi utili, in termini preventivi e protettivi, a minimizzare i rischi per il restauratore¹¹ (fig. 6).

¹¹ Capone P. 2000, *Progettare la sicurezza nei laboratori per il restauro di opere d'arte*, in *OPD Restauro*, Centro Di, Firenze.

Rischi	Interventi
Agenti chimici	Stoccaggio protetto
Agenti cancerogeni	Sistemi di aspirazione; Uso controllato di prodotti chimici con agenti cancerogeni; Trattamento dell'aria; Dispositivi di protezione individuale; Divieto di fumare
Agenti biologici	Smaltimento differenziato dei rifiuti; Realizzazione a norma dei servizi igienici; Manutenzione dei servizi igienici; Controllo qualità dell'aria; Divieto di consumo di alimenti nei luoghi di lavoro
Barriere architettoniche	Eliminazione dislivelli; Rispetto dimensioni minime di circolazione nei collegamenti orizzontali; Rispetto dimensioni minime d'uso per i servizi igienici; Impianti di emergenza; Ubicazione opportuna dei componenti impiantistici; Dispositivi automatizzati per il superamento di dislivelli
Inalazione polveri	Sistema di aspirazione Sistemi controllati di stoccaggio e smaltimento Dispositivi di protezione individuale
Danni di tipo muscolo-scheletrico	Corretta progettazione della postazione di lavoro; Progettazione ergonomica degli arredi; Progettazione ergonomica delle attrezzature; Informazione e formazione sulla corretta postura; Organizzazione dell'attività lavorativa che preveda idonee pause
Danni a carico dell'occhio	Rispetto del fabbisogno di illuminazione naturale; Rispetto del fabbisogno di illuminazione artificiale
Elettrocuzione	Messa a terra; Impianti elettrici a norma; Apparecchiature alimentate elettricamente con opportuni dispositivi di protezione in caso di emergenza; Dispositivi di protezione individuale
Laser e radiazioni ionizzanti	Compartimentazione del luogo di attività; Dispositivi di protezione individuale
Taglio	Protezione e schermatura delle apparecchiature con elementi taglienti; Dispositivi di protezione individuale
Sisma	Realizzazione o adeguamento della struttura portante dell'edificio alla normativa sismica; Formazione ed informazione in caso di emergenza
Rumore	Isolamento acustico degli ambienti; Isolamento acustico dei macchinari; Isolamento acustico degli impianti; dispositivi di protezione individuale

 **Fig. 6**
Tabella di sintesi
Rischi - Interventi

La prevenzione incendi

Tutti i rischi appena visti meriterebbero un approfondimento, ma rischieremmo, così, di travalicare lo spazio che è corretto destinare alla trattazione della sicurezza in questo contesto.

Diversa è la questione inerente al rischio incendi, in quanto la sua incidenza e la sua importanza nel delicato rapporto tra cantiere e contesto in cui si inserisce, lo rendono un parametro particolarmente sensibile. La ricorrenza di cantieri in ambienti monumentali e il verificarsi di incidenti rovinosi in queste situazioni, mette sotto accusa il luogo di lavoro provvisorio e l'attività che in esso si svolge. Pertanto, un piccolo approfondimento sul rischio incendio nel restauro è questione particolarmente pertinente alla buona progettazione del cantiere.

Il rischio che vite umane, in primis, ed oggetti di valore, secondariamente, possano andare in fumo a causa dell'insorgere di un incendio è una eventualità che tutti i progettisti dei luoghi di lavoro devono tenere in considerazione.

L'eventualità che i beni abbiano un valore tale da rendere più sottile la distinzione tra protezione primaria, cioè degli uomini, e protezione secondaria, per le cose, complica in modo significativo la questione a livello progettuale. Ciò riguarda tutti quei luoghi come musei, spazi espositivi per mostre temporanee, edifici monumentali e laboratori in cui sono esposti, depositati o restaurati beni storici di notevole pregio. D'altro canto, statisticamente, non è l'intervento di restauro ad incrementare la probabilità di incidente, infatti il momento di maggiore criticità in termini di potenziale rischio incendio è lo stazionamento non sorvegliato del bene (prima o dopo il restauro). Il deposito dedicato alla conservazione delle opere con adeguati impianti di rilevazione e spegnimento automatico a gas è la soluzione più efficace, tuttavia i suoi costi di installazione e gestione la rendono però applicabile solo a poche realtà istituzionali. Se da un lato la maggior parte dei manufatti artistici sono realizzati in materiali infiammabili (o combustibili) (fibre tessili, legno, carta) dall'altro, risultano infiammabili anche gran parte dei prodotti impiegati nel restauro, attività in cui, peraltro, sovente è necessario ricorrere all'uso di fonti di calore. A tali condizioni usuali delle attività di restauro, si aggiungono, inoltre, stoccaggi non idonei dei prodotti chimici, errate modalità di conservazione dei beni, presenza di impianti obsoleti. Inoltre, a tutto si aggiunga che, molto spesso, l'attività di restauro viene effettuata in edifici storici nei quali la protezione passiva, cioè garantita dalle caratteristiche costruttive del luogo, è assai carente.

Tralasciando i riferimenti alla normativa antincendio generica, ci occuperemo di trattare il rischio incendio in relazione al caso del cantiere di restauro.

Tendenzialmente, la strategia degli interventi preventivi rimane invariata rispetto ad un comune luogo di lavoro, fatta eccezione per la presenza di opere d'arte: non ha senso in tali casi fare distinzione tra rischio incendio basso-medio-alto dal momento che il rischio può essere considerato sempre alto, e così, come già accennato, la distinzione tra prevenzione primaria per le persone e secondaria per i beni non può essere più così netta.

A maggior ragione, quindi, è particolarmente significativo il concetto che la prevenzione incendi non possa prescindere dall'essere parte integrante della gestione dei rischi in generale, in quanto vi sono misure adottate per un tipo di rischio, che favoriscono anche la prevenzione di un altro. Eliminare le barriere architettoniche favorisce l'esodo in caso di incendio, il confinamento e l'uso attento di composti chimici riduce la probabilità che esse possano funzionare da combustibile, così come il rispetto dei corridoi di fuga permette una migliore mobilità dei luoghi e limita l'insorgere di urti e inciampi, oltre che favorire l'evacuazione dei beni.

Il rischio d'incendio può essere causato, sia nei laboratori che nei cantieri di restauro, da:

- Fumo
- Stazionamento prolungato delle opere in condizioni non protette e in vicinanza di sorgenti di innesco
- Utilizzo di fiamme libere
- Non idoneo uso di sostanze chimiche infiammabili
- Non idoneo stoccaggio dei rifiuti

- Mancanza di sorveglianza (è il caso dei piccoli laboratori privati)
- Dimensioni ridotte degli ambienti
- Disordine sulle postazioni di lavoro.

Inoltre, lo svolgimento di attività di restauro in strutture storiche può comportare:

- Impianti elettrici vetusti e non ‘a norma’
- Non idonea reazione al fuoco dei materiali
- Mancanza di compartimentazioni
- Non idonea resistenza al fuoco delle strutture.

La miglior strategia per contrastare l'incendio è, naturalmente, massimizzare le attività di prevenzione e protezione di tale rischio, come riportato nei diagrammi (fig. 7).



Fig. 7
Strategia per contrastare
gli incendi

Misure di gestione
Stoccaggio protetto dei prodotti chimici;
Formazione ed informazione in caso di emergenza di tutto il personale;
Conservazione delle opere in condizioni di protezione antincendio;
Limitazione dei quantitativi di prodotti chimici presenti sul tavolo da lavoro;
Organizzazione degli spazi di lavoro tale da consentire la fuga;
Controllo periodico dei luoghi e manutenzione degli spazi;
Informazione sulle caratteristiche di infiammabilità dei prodotti chimici (schede di sicurezza).

Prevenzione passiva
Stoccaggio protetto dei prodotti chimici;
Conservazione delle opere in condizioni di protezione antincendio;
Compartimentazione dei luoghi di attività a rischio;
Impianti elettrici a norma;
Predisposizione di spazi compartimentati per il deposito di materiale infiammabile.

Prevenzione attiva
Divieto di fumare e di usare fiamme libere;
Presenza di quantitativi minimi di prodotti chimici sul tavolo di lavoro;
Informazione sulle caratteristiche di infiammabilità dei prodotti chimici (schede di sicurezza).

Protezione passiva
Rispetto dimensioni minime di circolazione nei collegamenti orizzontali
Eliminazione di dislivelli
Impianti elettrici a norma
Uscite di sicurezza
Scale di sicurezza
Predisposizione di spazi compartimentati per il deposito delle opere
Informazione sulle caratteristiche di infiammabilità dei prodotti chimici (schede di sicurezza)
Predisposizione di spazi compartimentati per il deposito di materiale per il restauro infiammabile

Protezione attiva
Presidi mobili (estintori)
Impianti di rilevazione e di allarme
Impianti automatici di spegnimento
Formazione ed informazione delle squadre di emergenza
Impianti di emergenza
Dispositivi per il trasporto rapido delle opere in situazioni d'emergenza

Sicurezza delle opere

Quanto appena visto sulla prevenzione incendi mette in evidenza una questione prioritaria: la sicurezza delle opere.

Nonostante, in questa sede, ci sia la volontà di porre soprattutto l'attenzione sul comfort lavorativo del restauratore e quindi anche alla sua salute ed incolumità, daremo di seguito anche qualche breve cenno alla sicurezza delle opere sia per completezza, sia per una necessità di chiarezza, perché tante sono le occasioni di confusione e perché tante sono le implicazioni che riguardano in parallelo sia l'opera che il restauratore.

Come ben noto il termine 'sicurezza' in italiano può assumere molte sfaccettature, le quali si possono riassumere in due grandi categorie: la sicurezza antinfortunistica, la cosiddetta *safety*, in lingua inglese, che è rivolta a contrastare eventi accidentali e le successive conseguenze, e la sicurezza anticrimine, cioè la *security*, per evitare eventi dannosi causati dall'uomo.

Ovviamente in entrambi gli ambiti, l'approccio da applicare per garantire l'obiettivo finale, cioè la sicurezza dell'opera d'arte, deve essere basato sull'analisi del rischio e, in particolar modo, su quei rischi che riguardano l'insediamento in cui si trova il manufatto.

Tra di essi si possono trovare rischi di origine naturale:

- Allagamenti
- Terremoti
- Incendi nelle vicinanze
- Incendi nel sito di natura dolosa.

E rischi legati ad attività umane:

- Vandalismo
- Furti
- Attentati
- Scioperi
- Rapine.

Ciascuno di tali rischi, con un approccio analogo a quello che adottiamo per i luoghi di lavoro, deve essere valutato in termini di dimensioni potenziali del danno e possibilità che il danno si concretizzi, per poi mettere in atto, una volta completato il quadro delle aree di rischio, una strategia di difesa.

La 'prevenzione', come nel campo antinfortunistico, rappresenta la più efficace misura di difesa in quanto comporta una diminuzione della probabilità che il danno avvenga. Generalmente si basa sull'adozione di misure che in molti casi possono simultaneamente dare benefici a più aree di rischio e che, nella pratica devono essere individuate preferibilmente tenendo conto del rapporto benefici/costi.

Queste si possono classificare banalmente in tre categorie:

- Misure di difesa fisica (casseforti, vetri blindati, barriere anti-scavalcamento, serrature e porte blindate)
- Misure di difesa elettronica (impianti vari di segnalazione e di allarme contro le intrusioni ed il fuoco)
- Misure di difesa di tipo procedurale (ronde, manutenzione accurata degli impianti, compartimentazione dei locali).

Il rischio incendi è senz'altro, quello più probabile e quindi più temuto, sia nei grandi che nei piccoli laboratori di restauro.

Anche una semplice soluzione messa a scaldare a bagnomaria su un fornello elettrico può talvolta rivelarsi pericolosa per un laboratorio di restauro, come è possibile ricordare da un caso realmente avvenuto in un laboratorio di restauro privato. Nell'incendio risultante, dovuto anche alla massiccia presenza di materiale infiammabile stoccato, furono distrutti o danneggiati dalle schiume di spegnimento una serie di dipinti comportando la necessità da parte dell'autore di risarcire i proprietari e contemporaneamente di mantenere una credibilità professionale creando una nuova attività. Fu uno dei casi in cui la polizza assicurativa non era stata stipulata data l'esigua dimensione dei fatturati in un settore caratterizzato da ribassi nelle gare sempre più consistenti. D'altra parte, il fatto che non esistano procedure certe a livello normativo sia in termini di sicurezza che di coperture assicurative molto spesso è il punto nodale che dovrebbe essere sciolto per garantire una completa definizione di ruoli e processi.

Da questo caso rovinoso, scaturiscono diverse considerazioni, come quelle relative alle criticità dell'impiego di sostanze estinguenti, che possano danneggiare l'opera¹².

Quando la prevenzione del rischio è di difficile o costosa applicazione si può procedere mediante misure di contenimento del rischio che sono volte a limitare gli effetti dannosi più che a prevenirli: esempi sono la compartimentazione, che oltre ad essere una misura di protezione evita che il rischio incendio si propaghi, o una scelta banale come l'acquisto di due casseforti più piccole invece di una più grande, che obbliga un eventuale ladro a raddoppiare i tempi per raggiungere tutti i manufatti, permettendo alle forze dell'ordine di giungere sul posto in modo efficace.

Un ultimo approccio, infine, può essere quello del trasferimento del rischio, molto diffuso ma allo stesso tempo carico di aspetti negativi, che fa affidamento alle coperture assicurative che, per quanto possano risarcire anche ingenti danni economici, nulla possono sull'impatto sociale e psicologico causato dalla perdita del bene culturale. È quindi preferibile integrare la protezione assicurativa con altri tipi di difesa e non considerarla essa stessa una difesa esaustiva di per sé.

In tal senso, in linea con l'approccio rappresentato in questo testo, una opportuna progettazione degli

¹² Atti della giornata di studio, *Salvati dalle fiamme: gli interventi su edifici e oggetti d'arte danneggiati dal fuoco*, SUPSI-SCR/SKR, Lugano, 2006

spazi, con il loro adeguato dimensionamento e con il distanziamento e confinamento delle opere, rimane una forma di prevenzione e difesa efficace.

Si può, quindi, concludere dicendo che è dal mix di tutti questi approcci che si può ottenere un buon risultato in termini di sicurezza delle opere: lavorare innanzitutto nella direzione della prevenzione, ma se le misure di prevenzione, risultando estremamente costose e necessitanti di procedure e risorse di supporto, non potessero essere prese, in tutto o in parte, in considerazione, devono essere integrate da opportune misure di contenimento del danno ed ovviamente tutelarsi sempre, come ultima ratio, con la copertura assicurativa¹³.

¹³ Biasotti A. 1998, *Arte Sicura. Tecniche e procedure per la difesa dei musei e delle mostre temporanee*, EDIS, BOLOGNA.

Il presente capitolo è dedicato a comprendere, per mezzo di una analisi per sottosistemi, se il cantiere per il restauro delle opere d'arte ha dei caratteri tali da giustificare la possibilità di considerarlo una tipologia specifica.

La domanda a dire il vero è retorica. Infatti, la sua natura temporanea, soprattutto a servizio dell'attività di restauro, le condizioni ambientali, gli apprestamenti e la logistica rivestono un ruolo fondamentale e non assimilabile ad altri tipi di cantieri.

A caratterizzare il cantiere di restauro è certamente il legame forte che si instaura tra allestimento cantieristico ed opera, e la sua impostazione influenza inevitabilmente l'efficienza dell'intervento di restauro, anche volendo ipotizzare che l'efficacia sia solo frutto della perizia del restauratore.

L'intento è pertanto quello di ricercare i principi e caratterizzare i parametri per una definizione meta-progettuale dell'allestimento del cantiere. In tal senso, la scrittura di una procedura operativa, supportata da soluzioni tecniche e tecnologiche, diviene l'obiettivo auspicato.

Indipendentemente dal pregio e dalla natura artistica del manufatto, in questo capitolo, infatti, faremo riferimento alle caratteristiche dell'opera in termini di dimensioni, di materiale e di contesto, valutando quei parametri fisico-dimensionali utili per una definizione meta-progettuale dello spazio dove si svolgono le attività.

Questo assume un valore ancora più grande nel caso si tratti di manufatti non trasferibili e quindi trasportabili come altari, affreschi, monumenti e sculture in contesti urbani, o anche nel caso di opere mobili il cui trasporto stesso risulti essere oneroso e poco praticabile. In tutti questi casi il progetto vero e proprio del cantiere di restauro come laboratorio temporaneo è evidentemente imprescindibile.

Tutta la trattazione prevede un atto di responsabilità nei confronti di:

- Contesto
- Operatori
- Opera.

Il legame tra questi tre elementi fisici diviene l'attività di restauro, che si connota fisicamente nella sua intermediazione tra di essi, attraverso, usando un linguaggio figurato, la 'creazione' di uno spazio che nuovo e prepotente si impone nello spazio esistente, e che appunto chiamiamo Cantiere.

pagina a fronte

Figg. 1-4

Posizioni della struttura
provvisoria

Il cantiere di restauro

Come visto nel capitolo *Il cantiere per le opere d'arte*, trattando l'arte, il primo pensiero va alla distinzione che si può porre tra fase di realizzazione e fase di restauro.

Nella prima il ricorso al cantiere è raro, è praticamente limitato ai casi di pitture murali e altre decorazioni artistiche fisicamente connesse alla struttura edilizia. Quando però ciò è avvenuto, il cantiere ha sicuramente segnato la genesi, i modi e i tempi della realizzazione del manufatto, che molto spesso, come già visto¹ porta i segni di tale scelta. E lo studio di tali scelte, sebbene possa sembrare una strada ardua, sicuramente molto spesso trascurata, può comportare notevoli vantaggi in termini di organizzazione dell'attività di restauro.

Il cantiere viceversa è molto più presente nella fase di restauro. Infatti, spesso, anche manufatti facilmente movimentabili come terrecotte e bronzi vengono volontariamente restaurati in sito anche per evitare rischi di rotture e danneggiamenti durante il trasporto, oltre che per le difficoltà di collocazione nei laboratori. La decisione di non delocalizzare l'opera può derivare, infine, dalla necessità di non depauperare uno specifico spazio espositivo di un elemento di particolare attrattiva ed interesse per i visitatori. In questi casi il cantiere viene spesso trasformato in un valore aggiunto rispetto alla consueta fruizione.

Ma andiamo a definire quelli che sono gli aspetti operativi comuni alla gran parte dei cantieri di restauro. Essi prevedono:

- Attività manuali
- Lavorazioni con strumentazioni e macchinari molteplici e di varie caratteristiche (laser, lampade, microscopi, aspirapolveri)
- Attività assimilabili a quelle 'da ufficio': studio, scrittura (anche al computer) consultazione di testi (da conservare in cantiere)
- Possibilità di visite da parte di studiosi non partecipanti attivamente al cantiere
- Allestimento di set per realizzare documentazioni fotografiche
- Operazioni per le quali i restauratori si trovano in posizioni ergonomicamente sfavorevoli (in ginocchio o a capo chino ad esempio)
- Lavori che richiedono concentrazione
- Uso significativo di sostanze chimiche
- Produzione di rifiuti speciali che devono essere smaltiti secondo procedure specifiche
- Impiego di piccoli strumenti affilati (p.e. bisturi) con conseguente rischio di taglio per chi li utilizza e per chi si trova al piano inferiore dell'utilizzatore per caduta degli stessi attraverso le connessioni delle tavole degli impalcati dei ponteggi.

¹ Capitolo *Il cantiere per le opere d'arte*, paragrafo *La storia a servizio del cantiere di restauro: un caso studio*.

Elemento centrale, non soltanto nell'immaginario di tutti noi, ma anche nella pratica del cantiere di restauro, è il ponteggio. In quanto allestimento temporaneo, il suo impiego si porta dietro una serie di problematiche che meritano sicuramente approfondimento nello studio meta-progettuale del cantiere stesso. Essendo provvisorio per propria natura, il ponteggio è da sempre stato causa principale di infortuni in cantiere in particolar modo legati a problemi di caduta dall'alto, o di problematiche derivanti dalle avverse condizioni atmosferiche (p.e. fulmini) prestandosi per natura costruttiva anche all'installazione in ambiente esterno. Il ponteggio in quanto tale deve possedere una serie di requisiti:

- Facilità e rapidità di montaggio/smontaggio
- Facilità di stoccaggio dei suoi componenti quando non utilizzati
- Idoneità e conformità dei materiali.

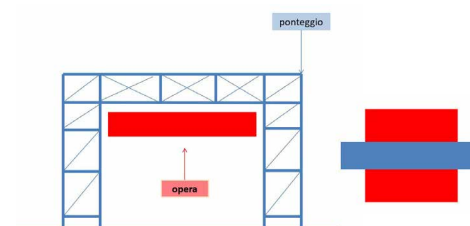
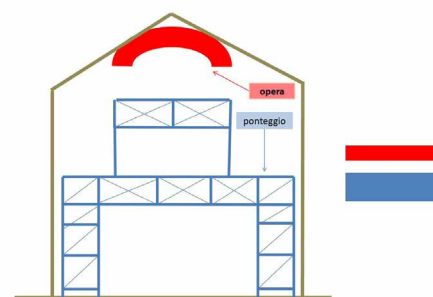
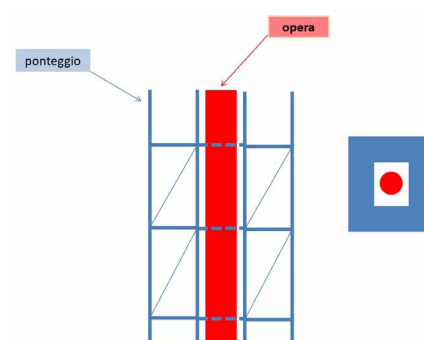
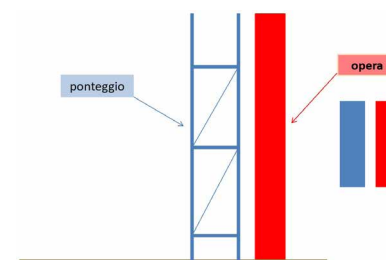
Oltre a questi concetti basilari tipici delle attività edili, il ponteggio del restauro possiede una specificità notevole, tanto che le esigenze superano i requisiti normativi, date le prestazioni che il ponteggio dovrà garantire nel doversi adattare al manufatto che è stato realizzato secoli prima con tecniche del tutto differenti da quelle impiegate nel restauro.

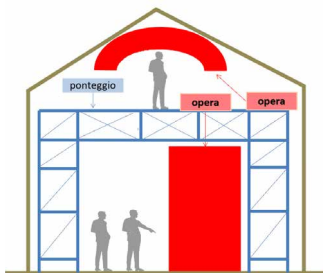
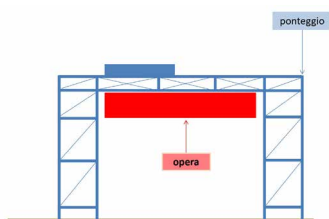
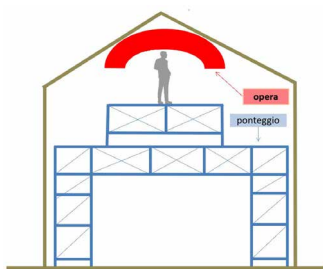
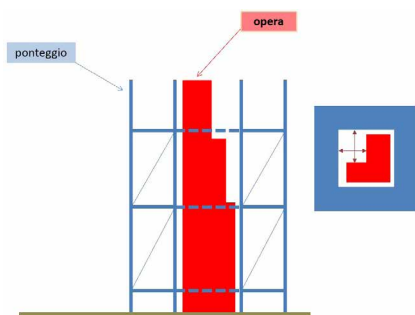
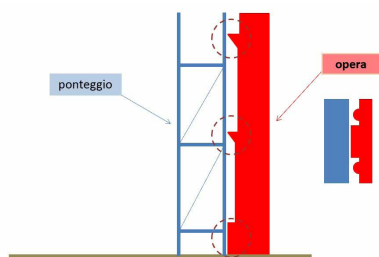
In relazione all'opera, la struttura provvisoria può essere posizionata:

- Parallelamente (p.e. pitture murali) (fig. 1)
- Intorno (p.e. sculture) (fig. 2)
- Sotto (p.e. volte) (fig. 3)
- Sopra (dipinti di grandi dimensioni) (fig. 4)

In generale, vengono stabilite da normativa dimensioni di riferimento per impalcati, parapetti e distanze ammissibili. Nel caso del ponteggio per il restauro, però, questi parametri non possono considerarsi sufficienti dal momento che gli spazi richiesti sono decisamente superiori per contenere tutte le attrezzature necessarie e tutti quegli spazi necessari allo svolgimento dell'attività di restauro. In ogni caso, indipendentemente dall'uso di una tipologia di ponteggio rispetto ad un altro, e quindi alle sue caratteristiche tecnologiche, non si può prescindere dallo studio dei rapporti tra cantiere ed edificio storico in termini di compatibilità del tipo:

- Congruenza tra cantiere di restauro e opera
- Congruenza tra cantiere di restauro e ambiente.





Nel secondo caso di specie si deve distinguere:

- Cantiere Indoor
 - Cantiere Outdoor
- e progettare il cantiere tenendo conto di:
- Caratteristiche dell'opera
 - Caratteristiche dell'edificio
 - Eventuale compresenza di attività.

Un edificio vetusto può infatti comportare:

- Non compatibilità delle condizioni termo-igrometriche
- Inadeguatezza degli impianti alle specifiche tecniche richieste dalle attrezzature
- Difficoltà di adduzione di acqua e di smaltimento di reflui in quota.

I casi appena generalizzati, hanno nella loro applicazione pratica, una serie di peculiarità ed anche l'allestimento della struttura provvisoria, deve essere affrontato su misura al caso specifico. Possiamo pertanto effettuarne una classificazione per rapporti topologici con l'opera come di seguito descritta.

Ponteggio parallelo alla facciata

Porta spesso problematiche di congruenza tra il paramento murario molto spesso irregolare per la presenza di decorazioni o imprecisioni geometriche (fig. 5).

Ponteggio intorno all'opera

Caratterizzato da problemi di irregolarità degli impalcati per seguire il contorno del manufatto (fig. 6).

Impalcato sotto-volta

Implica sia problemi posturali e sia problemi relativi alle condizioni di ventilazione ed illuminazione (fig. 7).

Ponteggio sopra l'opera

Necessita di specifiche soluzioni tecnologiche per risolvere i problemi ergonomici per le posture indotte al restauratore (fig. 8).

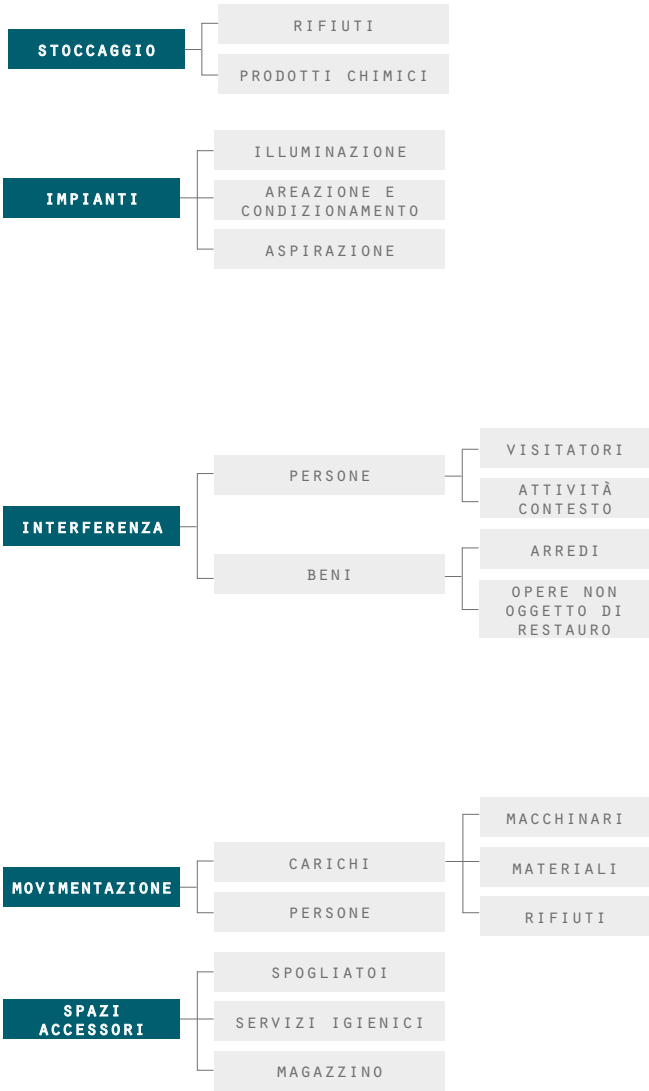
Cantieri per edifici monumentali

Salvaguardia di altre opere ed eventuale presenza contemporanea di visitatori (fig. 9).

Si evince quindi che i problemi di congruenza (opera ed apprestamento provvisorio) e compresenza (cantiere di restauro ed altri soggetti), in definitiva hanno una diretta ripercussione sulla sicurezza del restauratore.

A questo si aggiunge il fatto che, a causa dell'inalterabilità degli spazi e della delicatezza dei contenuti e delle finiture, diventano spesso difficili da risolvere anche i problemi tipici dei cantieri 'standard' che sinteticamente sono schematizzati nei diagrammi di seguito.

pagina a fronte
Figg. 5-9
Ponteggio parallelo alla facciata;
Ponteggio intorno all'opera;
Impalcato sotto-volta;
Ponteggio sopra l'opera;
Cantieri per edifici monumentali



Quanto visto nel capitolo precedente impone una riflessione in merito all'approccio tecnico e metodologico con cui impostare e progettare un nuovo cantiere di restauro. È, a questo punto, evidente che il problema maggiore sia costituito dal dovere trasferire nel cantiere di restauro le condizioni lavorative che caratterizzano un laboratorio di restauro. Ciò significa riallocare nello spazio la strumentazione, le tecnologie e le metodologie operative necessarie passando pertanto, da un'ambiente progettato e gestito per svolgere una funzione con carattere permanente ad uno spazio dove la stessa funzione deve viceversa essere svolta in condizioni di provvisorietà.

La riuscita di questa sfida è in parte racchiusa nella distinzione, già vista, tra *provvisorio* e *precario*. Il concetto di precario che, molto spesso, viene associato con accezione negativa al cantiere, alle sue funzioni e ai suoi sottosistemi, è la principale criticità da evitare.

Di seguito si propone una lettura diagrammatica che sintetizza: (1) gli aspetti sui quali la temporaneità del cantiere non deve influire, (2) le prestazioni che l'impostazione del progetto del cantiere di restauro deve garantire, (3) il rapporto con l'ambiente inteso come criticità da evitare e (4) viceversa come opportunità da favorire.

1. La temporaneità del cantiere non deve

condizionare significativamente le finalità dell'intervento di restauro;

limitare l'operatività del restauratore;

mettere a rischio la salute e la sicurezza degli operatori;

danneggiare l'opera oggetto di intervento;

danneggiare il contesto in cui l'opera è inserita;

impedire la fruizione e la funzione dell'ambiente in cui l'opera è inserita.

Viceversa:

2. L' impostazione del cantiere deve

favorire l'intervento di restauro, in termini di spazi operativi e in termini di predisposizioni tecnologiche e impiantistiche;

rendere facilmente raggiungibili parti dell'opera normalmente non 'a portata di mano';

consentire la migliore operatività sul dettaglio;

consentire la visione d'insieme sia per verifiche in corso d'opera che per documentazioni fotografiche;

consentire l'utilizzo in sicurezza di strumentazioni alimentate elettricamente e prodotti chimici;

consentire agevolmente l'approvvigionamento di materiali e lo smaltimento di rifiuti a piè d'opera;

avere caratteristiche strutturali tali da **garantire sicurezza e stabilità**.

Allo stesso tempo, il fatto che l'opera da restaurare sia ubicata in contesti monumentali o coevi o comunque di pregio, così come spesso in contesti con funzioni pubbliche, rende necessario l'obbligo per il cantiere di impattare il meno possibile sulle strutture del contesto ambientale.

3. Il cantiere non deve impattare sul contesto ambientale

durante le fasi di **allestimento e dismissione**;

mediante **predisposizioni non reversibili**;

incrementando il livello di **rischio incendi**;

impedendo la fruizione di pubblico;

compromettendo l'immagine dello stesso contenitore.

Viceversa:

4. Il cantiere deve essere un'opportunità per il contesto ambientale

di **revisionare e studiare componenti** strutturali, architettoniche ed impiantistiche normalmente non accessibili;

di **attrarre visitatori** nel caso di cantieri predisposti per l'accesso a pagamento di esterni;

di **sfruttare le strutture di confinamento** dell'area di cantiere per l'esposizione di pannelli documentali con finalità didattiche e didascaliche;

per la **dislocazione alternativa e temporanea di opere**, per specifici eventi espositivi.

In altri termini, la questione può trasformarsi da problema in opportunità, se il cantiere viene opportunamente studiato.

Soprattutto per piccoli interventi, la personale esperienza racconta che anche interventi molto studiati e pertanto curati in termini di restauro possono risultare carenti in termini di progettazione del cantiere. A dire il vero, tale progetto, nella sostanza e nella forma, è raro che esista.

Il restauratore, facendo leva sulla propria esperienza, tende a supplire, quasi a sublimare oseremmo dire, la necessità di una intermediazione tecnica (il progettista del cantiere di restauro), attraverso un'interlocuzione diretta con le maestranze, con i pontai. Una sorta di approccio da 'coscienza spontanea' tipico del cantiere storico, ma che poco si confà alla realtà anche legislativa corrente.

È utile ricordare, infatti, che il rigore documentale del progetto è anche una garanzia contrattuale nel rapporto tra committenza ed impresa realizzatrice, ed in ogni caso facilita le procedure di affidamento dell'appalto.

Al fine di ottenere questo rigore metodologico e procedurale di progetto del cantiere, il metodo proposto in questo studio, prevede innanzitutto un inquadramento delle esigenze e delle prestazioni richieste. Con l'intento di conferire un ordine metodologico alla gestione di input di progetto, variegati e molteplici, occorre innanzitutto individuare gli elementi, materiali o immateriali, portatori di quelle esigenze che il cantiere deve soddisfare. Con riferimento all'opera e al contesto in

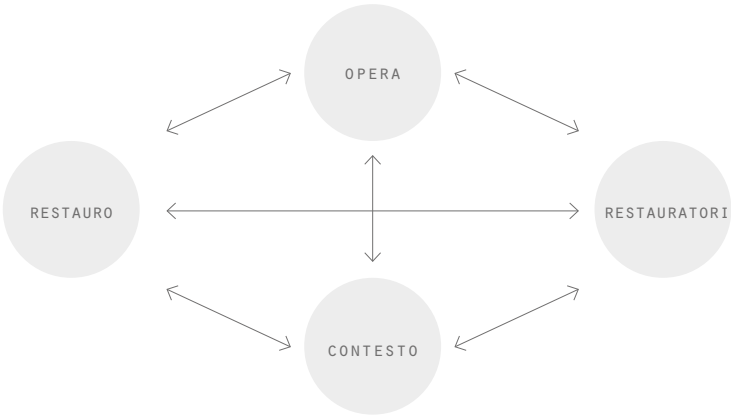


Fig. 1

cui è inserita, gli altri due ‘portatori di interesse’, quindi esigenze, sono i restauratori e l’attività di restauro (fig. 1).

Individuati i soggetti in questione vanno definite la natura e la tipologia di legami che tra essi possono e devono intercorrere per la riuscita qualitativa e la sostenibilità materiale e immateriale dell’intervento.

Con l’obiettivo di prevedere, e quindi evitare, eventuali criticità del cantiere, sono stati individuati 5 parametri per vagliare la natura e le tipologie di relazioni che possono intercorrere tra i 4 soggetti appena visti. Dai risultati di questa analisi tematica scaturiscono i dati che indirizzeranno le scelte progettuali, in quanto le criticità emerse dovranno viceversa trasformarsi in prestazioni.

I parametri da valutare sono quindi:

- | |
|------------------|
| 1. Specificità |
| 2. Congruenza |
| 3. Costruibilità |
| 4. Compresenza |
| 5. Reversibilità |

Ulteriore parametro sotteso ad omogenizzare questi appena enunciati, e quindi ad essi trasversale, è la sicurezza. Ognuno di essi dovrà essere inteso con il suo completamento ‘in sicurezza’, vale a dire ad esempio ‘Compresenza in sicurezza’.

Vediamo di seguito come interpretare ognuno di questi parametri. Il vaglio di ognuno di essi viene proposto come atto progettuale, intendendo in tal senso che la lettura in fase preliminare dell’esigenza e/o criticità vada interpretata non come ostacolo alla realizzazione, bensì come dato di input di progetto e quindi esigenza da soddisfare, che caratterizzerà positivamente il cantiere di restauro.

Progettare la specificità					
1. Materiale costitutivo del supporto	2. Tipologia artistica	3. Morfologia	4. Posizione	5. Modalità di fissaggio	6. Ubicazione
• Lapideo • Bronzeo • Membranaceo • Cartaceo • Tessile • Ceramicco • Vitreo • Ligneo	• Dipinto • Affresco • Scultura • Alto/bassorilievo • Disegno • Incisione • Tessitura	• Elemento isolato tridimensionale (scultura, elemento architettonico) • Elemento bidimensionale (piano, curvo, poligonale, inclinato, irregolare) a parete • Elemento bidimensionale (piano, curvo, poligonale, inclinato, irregolare) a pavimento • Elemento bidimensionale (piano, curvo, poligonale, inclinato, irregolare) a soffitto • Elemento in rilievo (basso, alto)	• Isolato • Parte di una serie di opere	• A pavimento • Su piedistallo • A parete • A soffitto • Incorniciato • In nicchia	• All'esterno • All'interno

Progettare la congruenza					
1. Le caratteristiche geometriche e dimensionali	2. Le condizioni ambientali	3. Gli impianti disponibili	4. Gli spazi accessori disponibili	5. I percorsi e i sistemi di movimentazione presenti	6. Le risorse a disposizione
• Opera • Contesto ambientale • Attrezzature/macchinari necessari • Percorsi esistenti verticali e orizzontali • Spazi limitrofi destinati ad altre attività • Fabbisogno di spazio degli operatori	• Microclima • Illuminazione naturale • Ventilazione naturale	• Impianto elettrico • Impianto idrico • Impianto di riscaldamento • Impianto di raffrescamento • Impianto aspirazione • Impianto antincendio (rilevazione, allarme, spegnimento...)	• Ambienti/spazi accessori per attività di restauro • Servizi igienici ad uso esclusivo o promiscuo • Ambienti/ spazi accessori per spogliatoi • Ambienti/ spazi accessori per stoccaggio materiali • Ambienti/ spazi accessori per stoccaggio provvisori rifiuti • Aree di parcheggio	• Accessi principali • Accessi esclusivi • Percorsi orizzontali ad uso promiscuo • Percorsi orizzontali ad uso esclusivo • Percorsi verticali ad uso promiscuo • Percorsi verticali ad uso esclusivo • Ascensori e montacarichi • Scale di emergenza • Uscite di emergenza	• Budget per la realizzazione del cantiere • Tempi di allestimento • Durata del cantiere

 **Fig. 2**
Progettare la specificità
Parametri su cui intervenire

Fig. 3
Progettare la congruenza

Progettare la Specificità

La prima operazione prestazionale da effettuare è la definizione degli obiettivi che l’installazione del cantiere in questione dovrà perseguire e soddisfare. Nel campo del restauro potremmo dire che innanzitutto si tratta di individuare e caratterizzare la specifica attività di restauro. Semplificando potremmo dire che ciò corrisponde a partire dal settore di restauro di riferimento. Ma ciò non risulta sufficiente. La suddetta caratterizzazione dell’attività di restauro riguarda innanzitutto la tipologia di opera su cui intervenire secondo i parametri elencati nella fig. 2. In altri termini, la tipologia di opera determina l’ambito disciplinare di restauro il che implica, quindi, modalità operative che richiedono allestimenti specifici.

Progettare la Congruenza

Individuata la tipologia di opera e di intervento di restauro la progettazione del cantiere passa allo step successivo della progettazione della ‘compatibilità’ del cantiere (fig. 3). Compatibilità del cantiere rispetto all’elenco dei precedenti parametri significa effettuare delle scelte in merito a:

- Il ricorso ad apprestamenti mobili (trabattelli, piattaforme elevatrici, scale)
- Il ricorso ad apprestamenti fissi (ponteggi, strutture appositamente realizzate)
- L'utilizzo temporaneo di spazi presenti nelle immediate vicinanze
- La realizzazione d’impianti ex novo (impianti di aspirazione, di riscaldamento e/o raffrescamento)
- Le alimentazioni impiantistiche: indipendenti o meno dalle reti presenti nell’ambiente

Progettare la Costruibilità

Con riferimento al terzo parametro, i problemi da risolvere sono:

- Modalità di approvvigionamento dei materiali necessari all'allestimento
- Modalità di trasporto in prossimità dell'opera dei materiali necessari all'allestimento
- Modalità di assemblaggio dei componenti necessari all'allestimento
- La sicurezza statica di eventuali strutture provvisorie
- La stabilità ed assenza di oscillazioni della struttura provvisoria anche in fase di utilizzo di macchinari che producano vibrazioni
- Facilità di montaggio di tutti gli apprestamenti
- Facilità di controllo del corretto montaggio in fase di esercizio

Progettare la Compresenza

Il riferimento è alla presenza in contemporanea in cantiere di:

- Restauratori esperti ed allievi o apprendisti
- Restauratori appartenenti a ditte diverse ma operanti in sinergia sulla stessa opera
- Restauratori appartenenti a ditte diverse ed operanti nella stessa area di cantiere su opere diverse ma limitrofe, che quindi utilizzano gli stessi apprestamenti
- Restauratori appartenenti a ditte diverse ed operanti nella stessa area di cantiere su opere diverse ma limitrofe che utilizzano apprestamenti diversi
- Restauratori e/o maestranze appartenenti a ditte diverse ed operanti su opere nello stesso contesto non nella stessa area di cantiere ma che utilizzano servizi, impianti, percorsi e sistemi di movimentazione comuni
- Studiosi
- Visitatori nelle vicinanze
- Visitatori paganti autorizzati all'accesso in cantiere
- Personale che lavora abitualmente nell'ambiente
- Persone che abitano nell'ambiente

Stabilita la lista delle compresenze, il passo successivo è la zonizzazione, ove possibile, delle aree di pertinenza indipendenti, di quelle comuni e di quelle interferenti, vale a dire il loro posizionamento e dimensionamento nello spazio.

Il parametro dell'interferenza è il duale della compresenza, che è in questo caso intesa come coesistenza armonica, coabitazione non interferente.

Il progetto conseguente sarà in parte in termini di predisposizioni fisiche (il più possibile) e in parte di definizione gestionale delle procedure operative concordate per garantire la compresenza senza interferenze.

Progettare la Reversibilità

In quanto al parametro della “reversibilità”, i problemi da risolvere sono complementari a quelli della costruibilità, ed ineriscono essenzialmente all’assunto che a cantiere dismesso lo stato dei luoghi dove esso è stato allestito, sia ripristinato nelle condizioni *ante operam* e se qualche modifica è riscontrabile deve essere solo migliorativa.

Quindi in termini di reversibilità il cantiere deve avere:

- Facilità di smontaggio
- Modalità di smaltimento agevole dei materiali non più riutilizzabili
- Misure di protezione preliminari delle strutture circostanti, eventuali elementi di arredo fissi ed opere non movibili dalle immediate vicinanze dell’opera oggetto di restauro
- Salvaguardia degli interventi di restauro effettuati

Il Metodo

Da quanto premesso scaturisce un approccio progettuale che, pertanto, presuppone:

1. Conoscenza dell’opera
2. Sopralluogo preliminare per la valutazione dei 5 parametri di criticità
3. Scelta della soluzione di apprestamento/i più confacente
4. Definizione delle aree funzionali e della loro caratterizzazione topologica e dimensionale
5. Definizione dei livelli altimetrici di lavoro
6. Definizione tecnologica delle soluzioni alle criticità emerse in fase di rilievo parametrico delle esigenze.

Il riferimento al secondo punto che attiene all’effettuazione del sopralluogo preliminare, è utile il ricorso ad un sistema di schedatura.

La struttura della scheda parte dalla schematizzazione dell’approccio progettuale prestazionale:

- SP | specificità
- CG | congruenza
- CS | costruibilità
- CM | compresenza
- RV | reversibilità

La realizzazione di un sistema di schedatura da redigere dopo i sopralluoghi preliminari per definire il quadro delle esigenze da soddisfare in fase di progettazione rappresenta un elemento di standardizzazione del progetto del cantiere atto a controllare sistematicamente tutti i parametri sopradetti. Si propone una scheda tipo (fig. 4).

Cantiere		
SP Specificità	Materiale costitutivo dell'opera	
	Tipologia artistica	
	Morfologia	
	Posizione	
	Modalità di fissaggio	
	Ubicazione (contesto)	
	Restauro in situ	
	Smontaggio / rimontaggio	
CG Congruenza	Caratteristiche geometriche e dimensionali	
	Condizioni ambientali	
	Impianti disponibili	
	Spazi accessori disponibili	
	Percorsi e sistemi di movimentazione presenti	
	Risorse a disposizione	
CS Costruibilità	Trasporto in situ	
	Trasporto a piè d'opera	
	Modalità di assemblaggio	
	Modalità di ancoraggio	
	Modalità di stabilizzazione	
	Predisposizioni impiantistiche	
	Inserimento apprestamenti	
	Componenti speciali	
	Modifiche possibili	
CM Compresenza	Allievi e/o apprendisti	
	Altre ditte cooperanti alla stessa opera sullo stesso ponteggio	
	Altre ditte operanti su opere diverse sullo stesso ponteggio	
	Altre ditte nelle vicinanze con attrezzatura in condivisione	
	Altre ditte nelle vicinanze con spazi e servizi in condivisione	
	Studiosi	
	Persone che lavorano stabilmente nello stesso contesto	
	Persone che abitano nello stesso ambiente	
	Visitatori autorizzati	
	Turisti nei dintorni	
RV Reversibilità	Modalità di smontaggio	
	Modalità smaltimento componenti non recuperabili	
	Protezioni preliminari	
	Salvaguardia interventi effettuati	

 **Fig. 4**
Il metodo, scheda tipo

Come si è visto nel capitolo *Il cantiere per le opere d'arte*, il cantiere a servizio delle opere d'arte è stato caratterizzato fin dalle origini prevalentemente dalla necessità di lavorare in quota e quindi il suo excursus storico passa per l'evoluzione del ponte in legno.

Nella cantieristica contemporanea nell'occidente del mondo l'utilizzo dei materiali lignei per la realizzazione di opere provvisoriale è pressoché decaduto mentre in oriente e in alcune parti dell'America latina è ancora piuttosto diffuso soprattutto tramite il ricorso al bambù, che se correttamente scelto ed assemblato, è stato dimostrato avere ottimi comportamenti strutturali¹.

A differenza dei lavori edili, nello specifico dei cantieri per il restauro dell'arte il ricorso ad elementi lignei non è raro. La morfologia dell'opera può essere tale da richiedere compensazioni su misura e personalmente è capitato anche di dover progettare un intero ponte (struttura ed impalcati) interamente in legno.

Nonostante ciò, quello che nelle sperimentazioni portate avanti in questi anni di studi è emerso in maniera categorica è il cercare di evitare per gli impalcati il ricorso alle vecchie assi di legno, che per un problema di assenza di agganci alle estremità tradizionalmente risolvono la necessità di continuità della giunzione attraverso la sovrapposizione opportuna sugli appoggi. Proprio questa discontinuità nel piano di calpestio del ponteggio è una delle criticità più comuni e da evitare nell'impostazione del cantiere per i restauratori.

Tipologie di ponteggi

Le tipologie di ponteggi a disposizione sono quelle in uso nei lavori di edilizia e ciò comporta vantaggi e svantaggi. Gli svantaggi sono legati al fatto che nascono per attività sensibilmente diverse e pertanto nella loro strutturazione standard non hanno caratteristiche tecnologiche, dimensionali e spaziali compatibili con la necessità di avere:

- Molteplici attrezzature e suppellettili
- Riprese fotografiche su ampie superfici
- Attività di studio in contemporanea con le operazioni di restauro
- Presenza di computer
- Presenza di studiosi
- Presenza di visitatori
- Impianti per l'adduzione di acqua a tutti i livelli

¹ Parotti F. 2020, *Opere provvisoriale e ponteggi in Bambù*, ResearchGate



- Sistemi di smaltimento rifiuti (solidi, liquidi e gassosi) sia ordinari e sia speciali, sia temporaneo ad ogni livello per la produzione quotidiana e sia in prossimità del cantiere per smaltimento definitivo
- Sistemi differenziati di illuminazione
- Sistemi di alimentazione elettrica diffusa a tutti i livelli
- Impianti di trattamento dell'aria (riscaldamento-raffrescamento-aspirazione inquinanti)

I vantaggi vengono soprattutto in relazione alla possibilità di:

- Avere a disposizione strutture con caratteristiche strutturali già certificate
- Avere a disposizione strutture già pronte con un ottimo rapporto qualità prezzo
- Non dover ricorrere, se non eccezionalmente a strutture interamente realizzate su misura
- Poter montare e smontare agevolmente le strutture minimizzando tempi ed impatto sul contesto
- Poter ricorrere ad un mercato più ampio di fornitori e poter eseguire significative valutazioni comparative tecnico-economiche

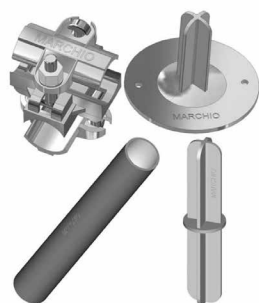


Fig. 1
Esempio di nodo di ponteggio
tubi, in Candreva M. 2004,
Ponteggi metallici fissi.

Le tipologie di ponteggi utilizzati sono sia mobili che fissi.

I ponteggi mobili sono altrettanto diffusi sia nelle fasi preliminari di studio che in quelle di intervento (nel caso di piccole opere). Nonostante ciò, all'uso del *trabattello* sono imputabili una serie notevole di incidenti, per cui, anche in questo caso la normativa ha imposto delle dotazioni minime da rispettare:

- Sistema di bloccaggio ruote
- Controventamento diagonale
- Pavimento antisdrucchiolo
- Tavola fermapiède
- Parapetto.

A ciò si aggiunge il sistema di salita che deve essere agevole e sicuro.

D'altra parte, tali ponteggi mobili vengono forniti dal produttore dotati di tutte le caratteristiche di legge, lasciando al progettista l'onere di valutare in maniera completa soltanto i ponteggi fissi il cui funzionamento è legato soprattutto alle modalità di realizzazione *in situ*.

In questi casi i sistemi di movimentazione da un livello ad un altro rappresentano uno degli aspetti da trattare con maggior perizia e attenzione, dal momento che la visibilità dei cantieri da parte di studiosi, così come il trasporto di materiale delicato da un impalcato all'altro deve avvenire minimizzando ogni tipo di rischio. I sistemi anticaduta dei materiali e dell'attrezzatura per tutelare chi si trova nei dintorni, è un altro requisito fondamentale dal momento che molto spesso in prossimità del ponteggio anche di

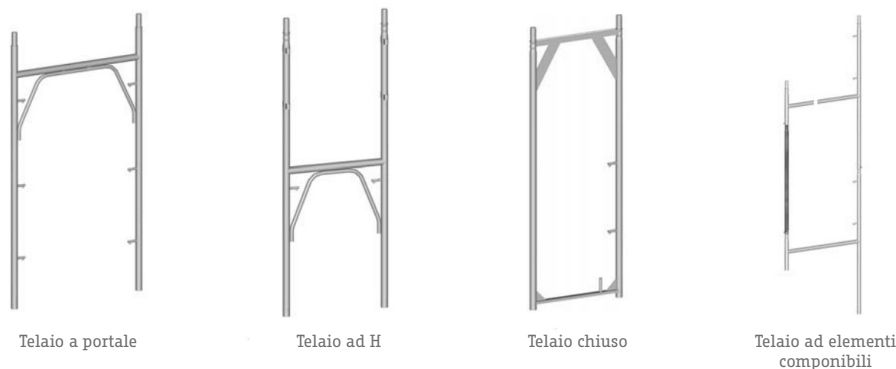


Fig. 2
Esempio di telai prefabbricati,
in Candreva M. 2004, *Ponteggi
metallici fissi*.

un visitatore o comunque qualcuno che non conosce e non ha a che fare con le dinamiche di cantiere. Le tipologie di ponteggi metallici fissi più utilizzate sono tradizionalmente:

- ‘A tubi e giunti’. Con ottimi risultati di compatibilità con l’opera, soprattutto per piccoli manufatti e sviluppi pressoché circolari. Il problema della planarità e continuità dell’impalcato si risolve sovente ricorrendo a pannelli lignei sagomati appositamente (fig. 1).
- ‘A telai prefabbricati’. Preferiti in edilizia per la facilità di montaggio e smontaggio, risultano poco versatili nel restauro dell’arte se non per piccole opere a sviluppo bidimensionale parietale (fig. 2).

In passato, a dispetto della sua scarsa flessibilità geometrica, la tipologia a telai prefabbricati era molto utilizzata anche per il restauro con il ricorso, purtroppo, a compensazioni ibride con componenti a tubi e giunti. Ciò ha generato un repertorio di ‘bestialità’ tecnologiche, oltre che non conformi dal punto di vista della normativa di sicurezza e delle caratteristiche strutturali, soprattutto non idonee alla funzione del restauro, anche per il frequente ricorso ad assi di legno di vario tipo per realizzare improbabili impalcato-trappole, caratterizzati da un impossibile gioco di sovrapposizioni.

Negli ultimi anni di quest’attività di studio, la tipologia multidirezionale è stata individuata come la tipologia di ponteggio più adatta ai cantieri del restauro dell’arte rappresentando non a caso la tecnologia più evoluta di ponteggio ed essendo stata utilizzata con successo nel cantiere per la Cappella Maggiore di S. Croce. Il caso è risultato particolarmente paradigmatico, perché è stata scelta in alternativa alla struttura da realizzarsi su misura prevista in un primo tempo. Il ricorso a strutture provvisorie realizzate ad hoc è una soluzione che si giustifica in casi eccezionali (p.e. restauro delle pitture murali della cupola di Santa Maria del Fiore a Firenze) e generalmente in presenza di geometrie complesse del manufatto artistico. Nel caso della Cappella Maggiore di Santa Croce, viceversa, il nostro approccio dimostrò che, a fronte di un notevole risparmio economico, un ponteggio prefabbricato rispondeva perfettamente alle esigenze, salvo l’inserimento di componenti speciali (vedi cap. *Casi studio*).

La tecnologia di ‘ponteggio multidirezionale’ è risultata quella più versatile, con caratteristiche di solidità e di flessibilità tipiche dei ponteggi ‘a tubi e giunti’ e allo stesso tempo la leggerezza e la velocità di montaggio e smontaggio dei ponteggi ‘a telai prefabbricati’. Ciò è permesso grazie a un sistema di ‘montanti e traversi prefabbricati’, realizzato con tre elementi, montante, trasverso e diagonale, e basato su una piastra ottagonale posizionata sul montante a passo costante su cui vengono collegati traversi e diagonali. Una volta assemblato, la stabilità del collegamento è garantita mediante l’impiego di un cuneo che contribuisce a realizzare il vincolo di incastro a seguito dell’applicazione di alcuni colpi di martello (fig. 3).



Fig. 3
Esempio di nodi di ponteggio
multidirezionale, in Candreva
M. 2004, *Ponteggi metallici fissi*.

Soluzioni progettuali

Lo studio ed applicazione ad i singoli casi studio ha portato ad elaborare soluzioni che dopo essere state più volte esperite e discusse con i restauratori, in contesti anche sensibilmente differenti, negli ultimi anni sono diventate prassi nei cantieri dell'OPD e non di rado ahimè imitate senza il doveroso riconoscimento a chi le ha pensate, testate e affinate nel tempo.

Di seguito verranno presentate in forma di abaco le principali soluzioni progettuali messe a punto per adeguare il ponteggio tradizionale alle specifiche esigenze dell'attività di restauro.

MENSOLA/PIANO DI LAVORO

Funzione

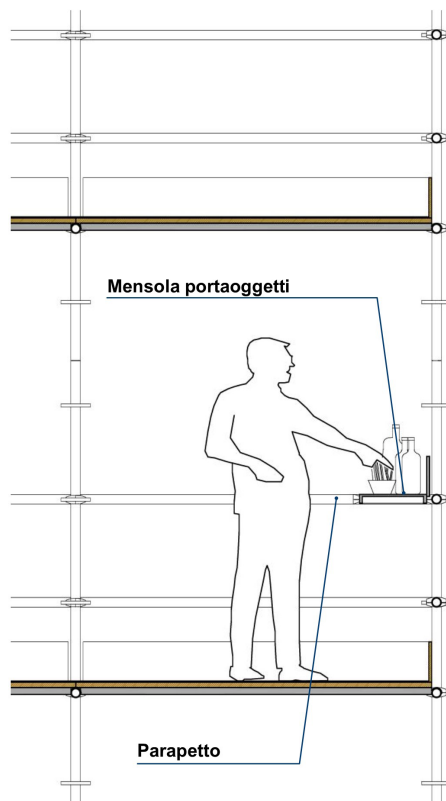
Ospitare piccole attrezzature, utensili, materiali e prodotti per il restauro, documenti, libri e supporti informatici.

Componenti tecnologici

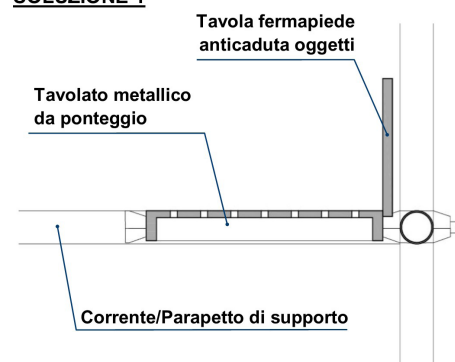
Se non disponibili appositi componenti, può essere realizzata con stocchi e tavole metalliche da impalcato. Per spazi limitati è conveniente montarle in corrispondenza dei parapetti, anche su più livelli. La sezione deve essere ad "L" per evitare la caduta dall'alto degli oggetti.

Sicurezza

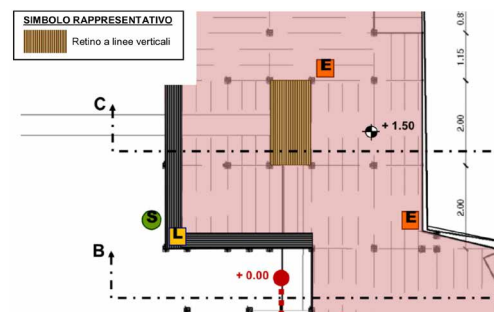
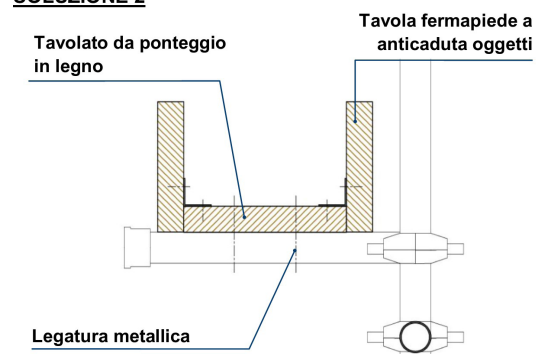
Ha la funzione di liberare il pavimento da materiale che può determinare inciampo e sversamento di liquidi. La disposizione ordinata degli oggetti consente inoltre di avere agevole accessibilità agli stessi ed evitarne la caduta accidentale.



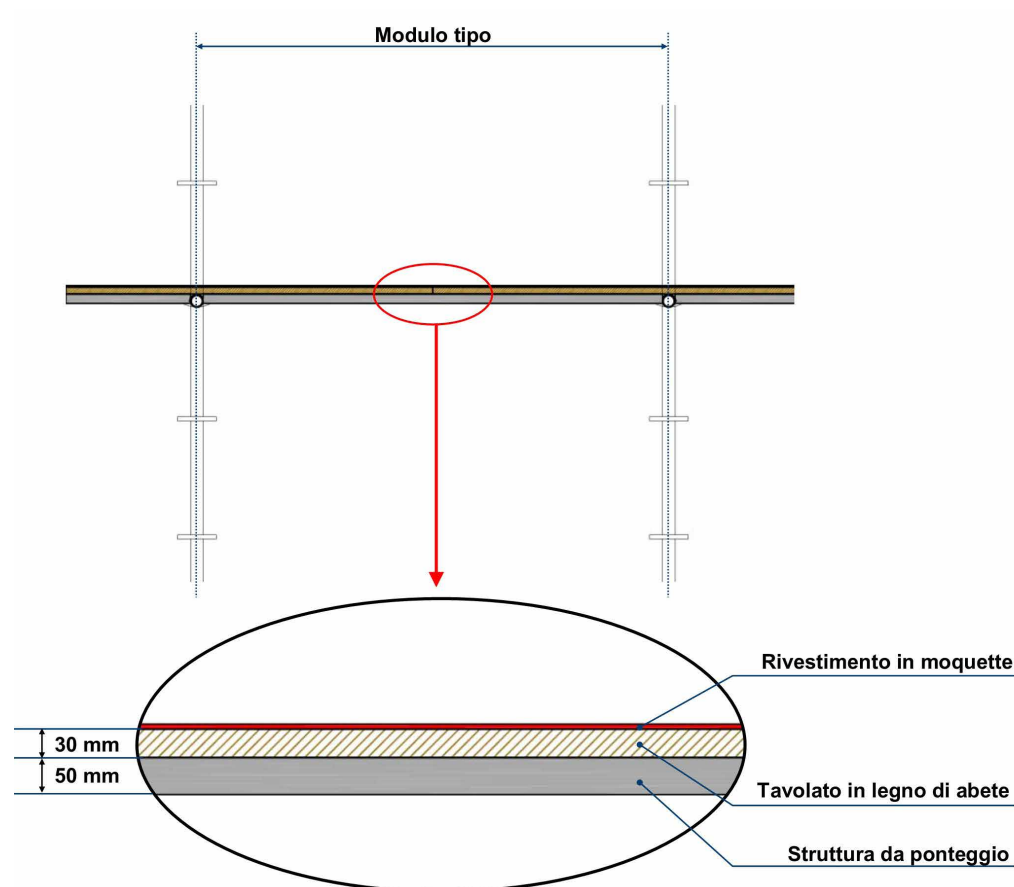
SOLUZIONE 1



SOLUZIONE 2



RIVESTIMENTO A PAVIMENTO

**Funzione**

Omogenizzare la superficie con un componente uniforme per materiale, spessore e colore. È opportuno evitare colori accesi come il rosso per evitare affaticamento o scuri prossimi al nero che assorbono luce e contrastano meno la presenza di cavi elettrici o altri attrezzi presenti a pavimento. Particolarmente sconsigliati sono i colori molto chiari per un problema di pulizia e di effetto riflettente. Il grigio chiaro è uno dei colori più adatti.

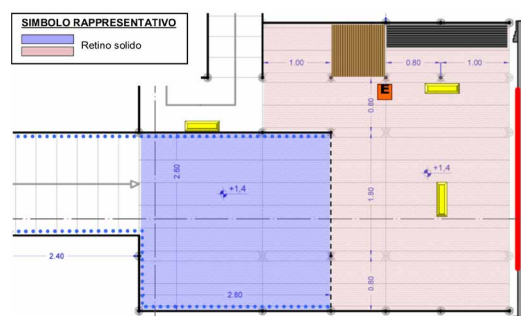
Componenti tecnologici

Il rivestimento può essere realizzato in materiali diversi ma quello più performante in genere è la moquette, per lo spessore ammortizzante, le caratteristiche ignifughe, la facilità di montaggio e di pulizia con un normale aspirapolvere generalmente presente in cantiere. In taluni casi è possibile anche riciclarla da un cantiere all'altro. Sono stati fatti degli esperimenti, per esempio con il tessuto-non-tessuto, ma è risultato meno performante. Il problema è duplice. Innanzitutto è troppo sottile per attutire lo sfregamento con le ginocchia. Secondo, la sua leggerezza impedisce una posa in opera stabile, sovente capita quindi che si strappi e si arrotoli per cui diviene un rischio di inciampo più che un ausilio.

Sicurezza

La funzione è quella di:

- attutire l'attrito sulle ginocchia nelle posizioni di lavoro inginocchiate
- coprire le connessioni ed i fori delle tavole metalliche per prevenire la caduta ed attraversamento da parte di piccoli oggetti metallici (soprattutto bisturi)
- contenere lo sversamento accidentale di liquidi attenuando il rischio di investimento degli operatori al livello inferiore



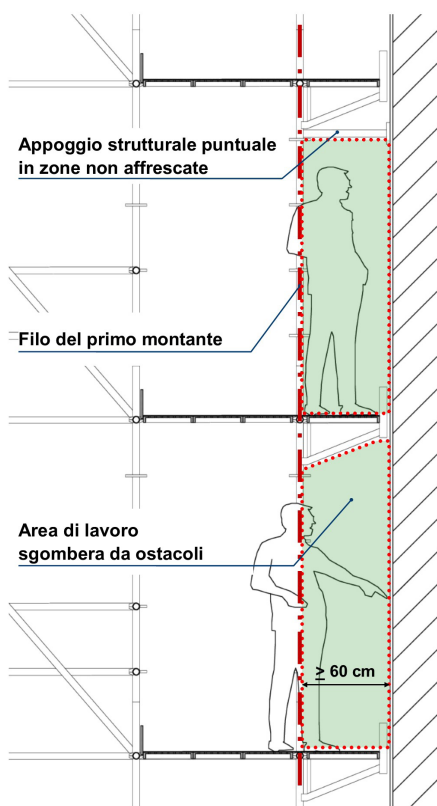
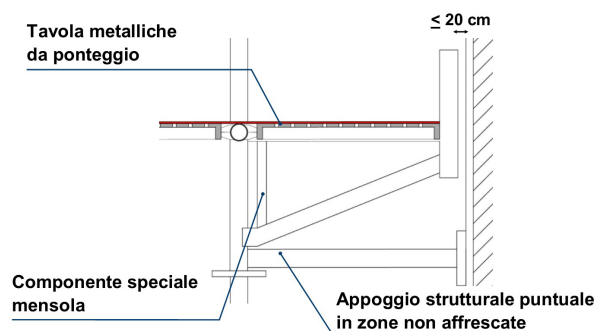
SBALZO**SOLUZIONE 1**

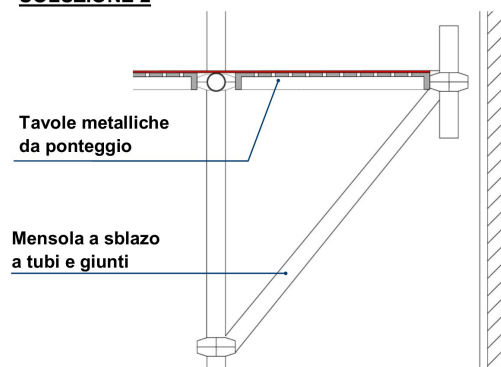
Tavola metalliche da ponteggio



SOLUZIONE 2

Tavole metalliche da ponteggio

**Mensola a sblozo
a tubi e giunti**



Funzione

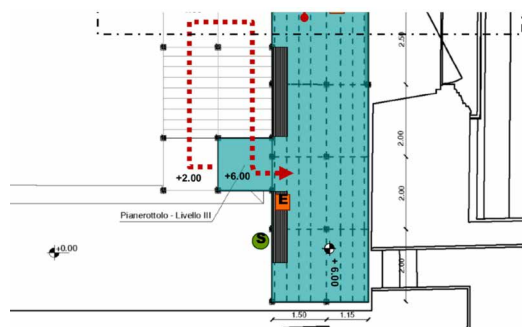
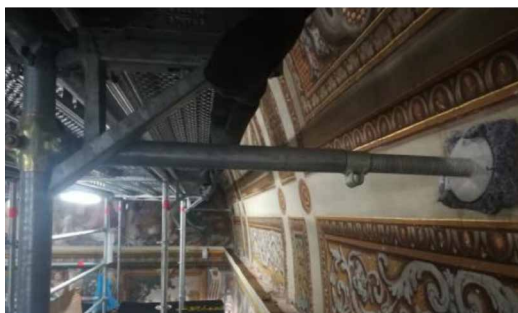
Libera la superficie a parete da restaurare da montanti nelle immediate vicinanze, per consentire un restauro più agevole, uniforme e riprese fotografiche senza intralci.

Componenti tecnologici

Viene realizzato con un supporto strutturale che consenta il comportamento a sbalzo dell'impalcato. Nel caso di tecnologia multidirezionale gli elementi a mensola sono presenti a catalogo

Sicurezza

Il campo di lavoro libero evita al restauratore di compiere movimenti innaturali o di assumere posizioni incongrue.



IMPIANTO ELETTRICO

Funzione

Illuminazione generale.
Alimentazione elettrica
capillare.

Componenti tecnologici

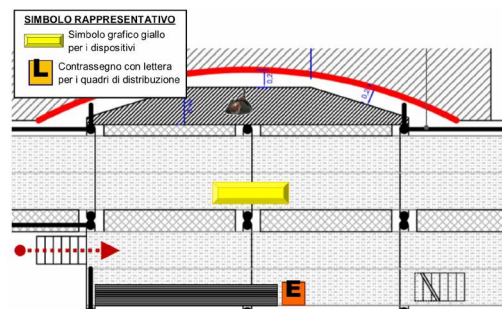
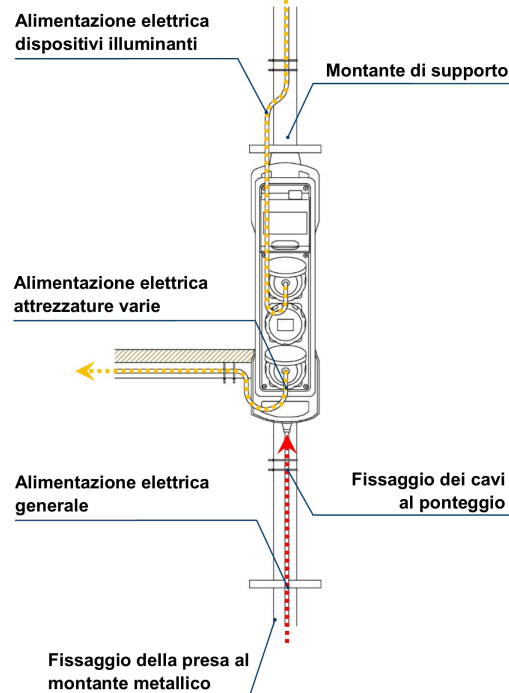
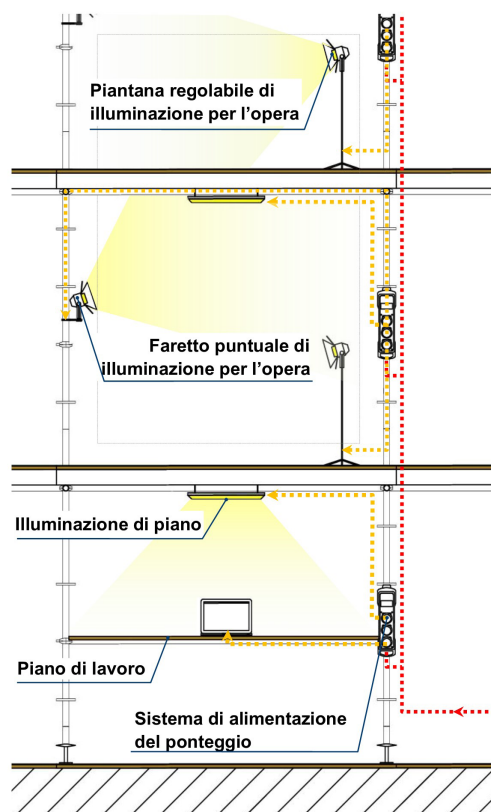
Corpo illuminante da cantiere distribuito omogeneamente ed in numero adeguato ad ogni livello. È fissato stabilmente all'intradosso dell'impalcato e collegato all'impianto elettrico da cantiere.

Sistema di alimentazione elettrica da predisporre in maniera diffusa a tutti i livelli con un collegamento stabile all'impianto di cantiere. Distribuito uniformemente nell'area di lavoro, viene fissato ai montanti.

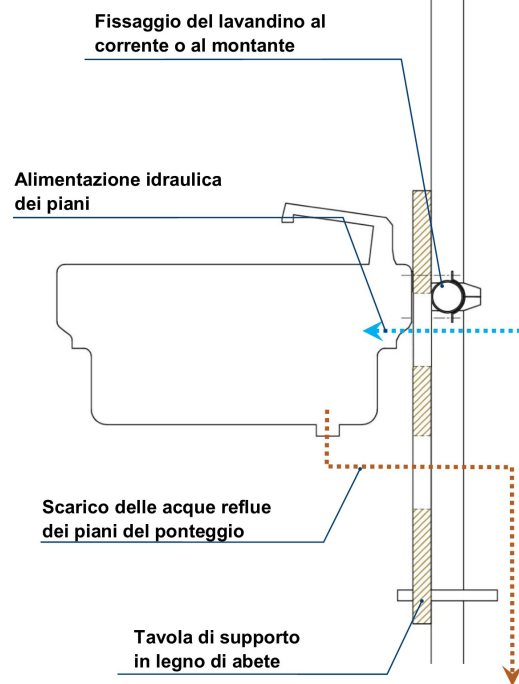
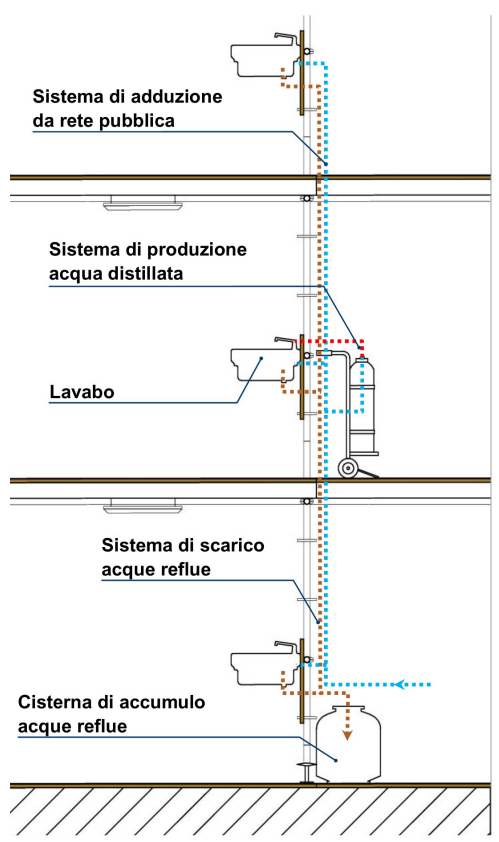
Sicurezza

La presenza diffusa ed omogenea di corpi illuminanti fissi migliora le condizioni di visibilità evitando i danni a carico dell'occhio e consente, con l'accensione generale al momento dell'ingresso in cantiere, l'illuminazione generale allo scopo di evitare inciampi o cadute dall'alto in corrispondenza di botole o vani scala.

La presenza capillare di punti di alimentazione evita la presenza di cavi volanti e prolunge o ciabatte sul pavimento per scongiurare il rischio di inciampo, di elettrocuzione e di incendio per corto circuito. Consente infine di inserire agevolmente corpi illuminanti accessori senza ricorrere a collegamenti provvisori.



IMPIANTO IDRICO



Funzione

Fornire un sistema agevole di adduzione d'acqua al piano di lavoro, che serva anche da dispositivo di smaltimento di acque sporche (ma non contaminate da sostanze T/N).

Componenti tecnologici

Tecnologicamente si realizza montando ad ogni livello degli appositi lavandini in materiale infrangibile collegati ad un piccolo impianto idrico costituito da due colonne montanti di acque chiare e acque scure da convogliare in appositi bidoni ai piedi del ponteggio. Spesso l'impianto è completato anche da un sistema di produzione di acqua distillata.

Sicurezza

Questa predisposizione solleva il restauratore dal tradizionale rischio rilevante a carico del sistema muscolo-scheletrico legato all'onere di conferire in quota manualmente taniche d'acqua salendo per le scale (a volte anche a pioli) e allo stesso modo fare il percorso inverso per smaltire le acque sporche. Allo stesso tempo si solleva il restauratore dalle attività pericolose di travaso con rischio di sversamento sull'impalcato e di percolazione o inondazione ai livelli sottostanti.

SCALE

Funzione

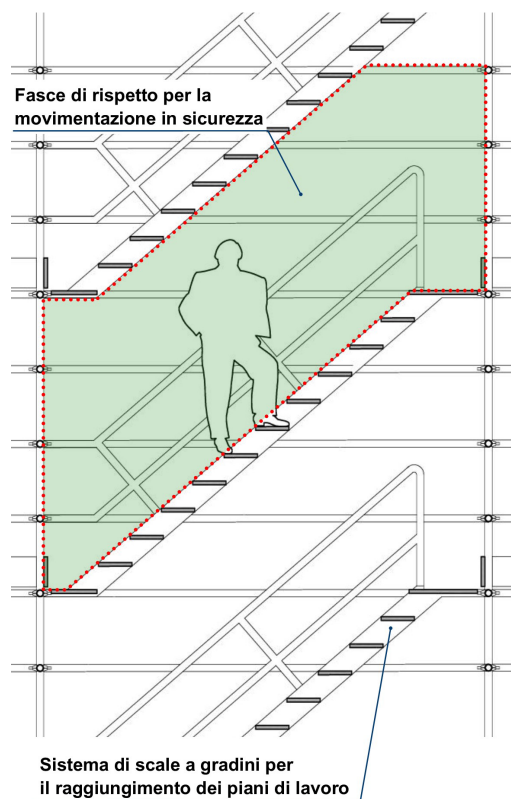
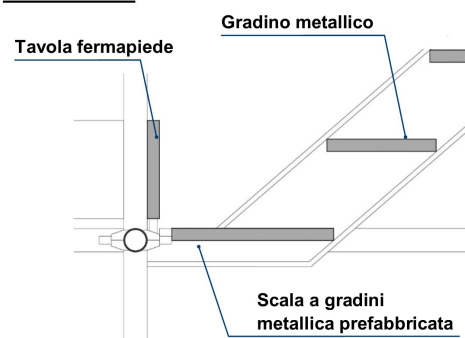
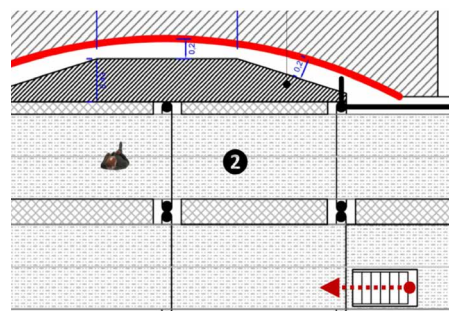
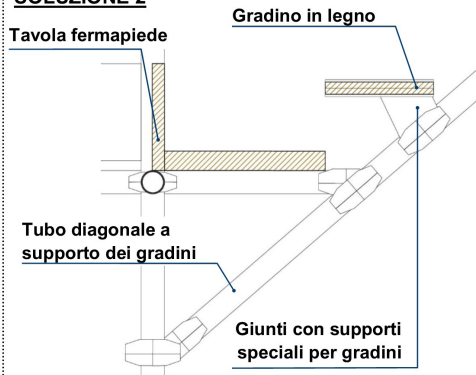
Consentire agevolmente e velocemente la movimentazione verticale routinaria anche trasportando oggetti. Tale tipologia di scale facilita inoltre l'accesso di non restauratori, quali studiosi o visitatori, come succede sovente per questo tipo di cantieri.

Componenti tecnologici

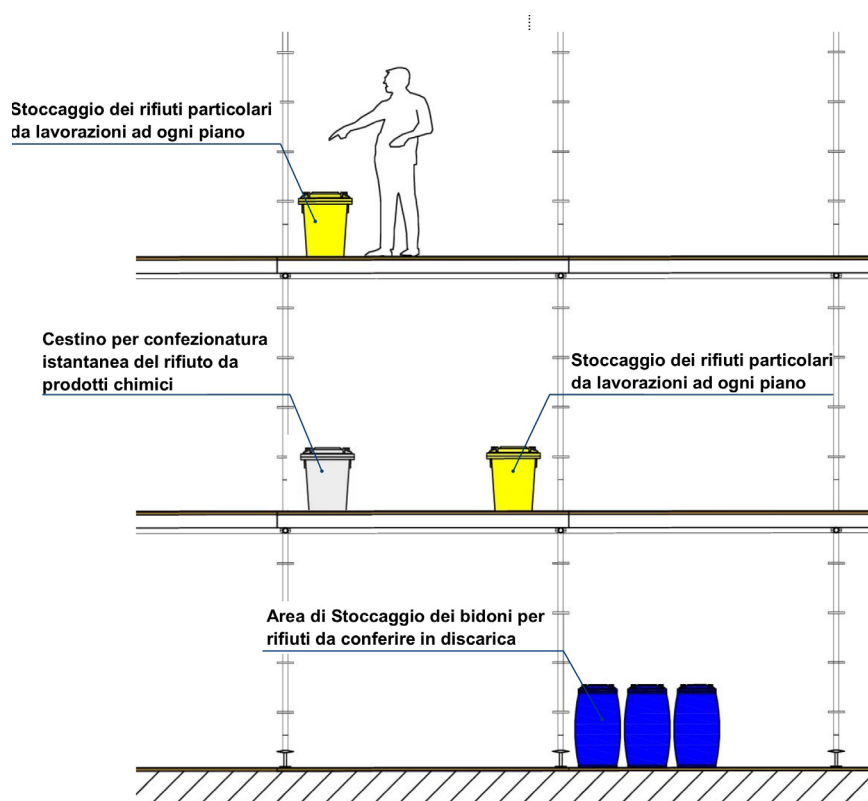
Per le tecnologie multidirezionali, la scala a gradini è spesso presente a catalogo. Viceversa, è sempre possibile realizzarla appositamente o con tavole metalliche da ponteggio o con assi di legno opportunamente sagomate. Esistono in commercio degli elementi porta assi da fissare ai montanti.

Sicurezza

Evitare l'inciampo e quindi la caduta dall'altro e favorire l'esodo in situazioni di emergenza quali l'incendio o un evento sismico.

**SOLUZIONE 1****SOLUZIONE 2**

SISTEMA DI STOCCAGGIO E SMALTIMENTO RIFIUTI



Funzione

Confinare il materiale di risulta dalle lavorazioni in appositi spazi opportunamente progettati all'interno dell'organizzazione generale del cantiere attribuendo a questi un carattere di vicinanza a tutte le attività di restauro nonché delimitazione e riconoscibilità non solo dai restauratori ma da parte di tutti i soggetti operanti.

Componenti tecnologici

Per la raccolta giornaliera ad ogni piano sono presenti piccoli contenitori in prossimità delle postazioni di lavoro. Per lo stoccaggio temporaneo, in attesa della periodica raccolta da parte della ditta specializzata, viene realizzato uno spazio opportunamente delimitato per mezzo di segnaletica orizzontale o per mezzo di confinamento con pareti lignee multistrato e porta di ingresso a seconda delle necessità e della tipologia di rifiuto prodotto nel cantiere specifico.

Sicurezza

In tal modo viene garantito il confinamento del materiale e tutto il personale operante viene formato e informato sulle modalità di stoccaggio dei rifiuti. In aggiunta gli addetti allo smaltimento dei rifiuti potranno operare soltanto nell'area dedicata senza la necessità di muoversi all'interno del cantiere.



SISTEMA DI ASPIRAZIONE E FILTRAGGIO DELL'ARIA

Funzione

L'uso di sostanze chimiche durante le attività di restauro è molto frequente e a questo si aggiunge molto spesso la necessità di lavorare in ambienti con scarso ricircolo di aria e di dimensioni ristrette che aumentano i livelli di inquinamento dell'aria. Si rende necessario a tal proposito, in funzione dei risultati della valutazione dei rischi, la necessità di installazione di un sistema di aspirazione e filtraggio dell'aria.

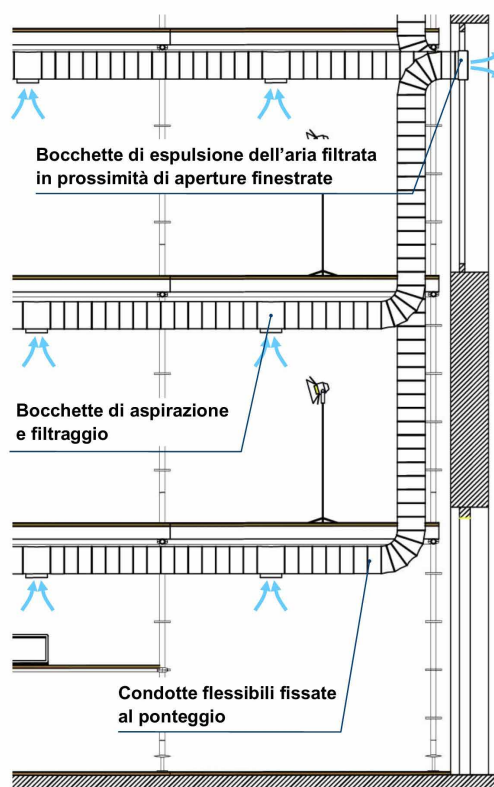
Componenti tecnologici

Il sistema viene realizzato per mezzo di un impianto progettato su misura in termini di canalizzazione, ricambi di aria garantiti e filtraggi dell'aria stessa. Questo è composto da canali e punti di presa nel luogo di cantiere. Il ponteggio riveste anche un carattere di supporto all'installazione dell'impianto. Il sistema si compone di canalizzazioni fisse che hanno l'obiettivo di raggiungere i diversi piani di lavoro del ponteggio nonché postazioni di lavoro in prossimità del manufatto e di un canale flessibile in testa che permette al restauratore di posizionare il punto di presa dell'area in diretta prossimità al punto di effettuazione dell'attività di restauro.

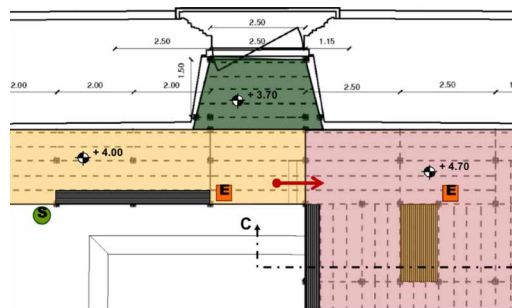
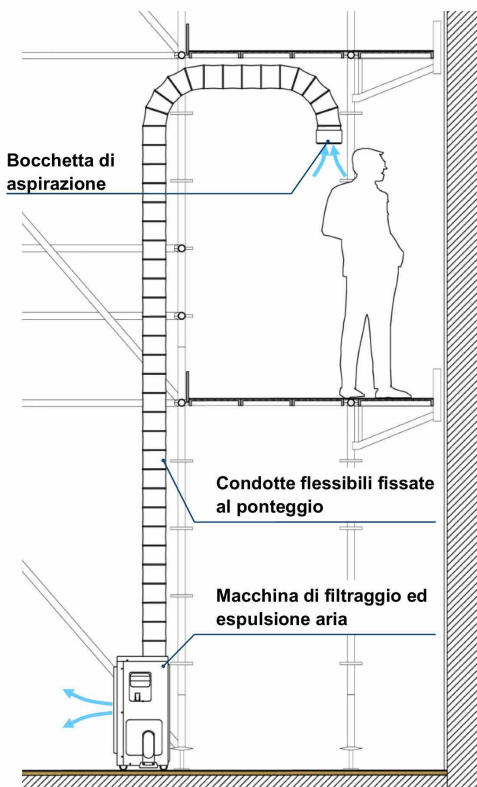
Sicurezza

Il sistema permette di avere delle condizioni ambientali compatibili con la tipologia di attività e compensare le carenze di ventilazione naturale.

SOLUZIONE 1



SOLUZIONE 2



Casi studio

Nel presente capitolo vengono presentati 8 cantieri, direttamente studiati ed in alcuni casi anche progettati dall'autore.

Questa scelta delicata è stata operata nella consapevolezza che il ricorso all'autocitazione, ancorché tacciabile di immodestia, comporti soprattutto il rischio di mancanza di obiettività e la carenza di valutazioni comparative con impostazioni altre. La valenza, viceversa, di questi cantieri vuole essere quella dell'applicazione del metodo, sia nel rispetto dei suoi principi prestazionali e sia nel ricorso alle semplificazioni tecnologiche presentate nel capitolo precedente, e come tale il progetto, la realizzazione e la gestione vanno intesi come un tutt'uno con l'impostazione teorica. Anzi senza il supporto di questa casistica le considerazioni argomentate sarebbero risultate carenti di effettiva applicabilità.

Peraltro, va considerato che l'assoluta specificità dell'ambito operativo, unita all'eccellenza riconosciuta internazionalmente all'Opificio delle Pietre Dure e per finire il valore artistico primario delle opere oggetto di restauro qui presentate, rendono questi casi difficilmente omologabili e quindi unici nella loro iconicità.

L'ordine con cui vengono presentati è in parte cronologico ed in parte testimone di una evoluzione di impostazione ed affinamento tecnologico dei progetti.

1. Restauro della cornice in terracotta invetriata dei Della Robbia nella chiesa di San Francesco a Citerna (PG)
2. Restauro del Pulpito della Resurrezione di Donatello, Basilica di S. Lorenzo a Firenze
3. Restauro degli affreschi della Cappella Maggiore della Basilica di Santa Croce a Firenze
4. Restauro del Monocromo di Leonardo da Vinci, della sala delle Asse del Castello Sforzesco a Milano
5. Restauro del pulpito di Andrea Pisano nella chiesa di S. Andrea a Pistoia
6. Restauro della lunetta di Giacinto Botteghi raffigurante il martirio di S. Antonino re d'Appamia nel Chiostro dei Morti della Basilica di Santo Spirito a Firenze
7. Restauro della pittura murale Marco Aurelio di Ottavio Steffenini nel Palazzo di Giustizia a Milano
8. Restauro della pittura murale della Resurrezione di Piero della Francesca, a San Sepolcro (AR).

La presentazione di ogni singolo caso studio segue lo schema del metodo elaborato nell'ambito della presente ricerca:

1. Introduzione sull'opera e sul restauro
2. Scheda di analisi dei luoghi e delle prestazioni del cantiere elaborata in fase di sopralluogo preliminare
3. Descrizione del progetto conseguente
4. Presentazione degli elaborati con l'evidenziazione delle soluzioni progettuali introdotte nel capitolo *Il Ponteggio*
5. Documentazione fotografica dello stato dei luoghi prima e/o durante il cantiere.

Legenda per le schede tecniche in questo capitolo:

SP specificità;
CG congruenza;
CS costruibilità;
CM compresenza;
RV reversibilità.

RESTAURO DELLA CORNICE IN TERRACOTTA INVETRIATA DEI DELLA ROBBIA NELLA CHIESA DI SAN FRANCESCO A CITERNA (PG)

Oggetto	Cornice robbiana in terracotta invetriata
Soggetto	Festone con frutta e serie di cherubini
Autore/Epoca	Dei Della Robbia (bottega) sec. XV
Ubicazione /Provenienza	Citerna (PG), Chiesa di San Francesco
Dimensioni	2,12 x 1,55 m
Settore di restauro	Materiali ceramici e plastici
Restauratori	A. Andreoni, F. Kumar, R. Moradei, allievi: M. Baruffetti, G. Basilissi, S. Casu, A. Vecchierelli
Sede del restauro	Laboratorio in via degli Alfani
Tipologia di intervento	Smontaggio e rimontaggio
Stato di avanzamento	Completato
Progetto cantiere	Sì
Progettista	Pietro Capone, coll. Antonio Iannalfi
Periodo restauro	In laboratorio: Dicembre 2010 – luglio 2013; cantiere di smontaggio in loco 22/24 novembre 2010



Citerna		
SP	Materiale costitutivo dell'opera	Terracotta maiolicata policroma
	Tipologia artistica	Altorilievo
	Morfologia	Cornice a parete
	Posizione	In nicchia su di un altare
	Modalità di fissaggio	Murato con malta
	Ubicazione (contesto)	Chiesa di Citerna
	Restauro in situ	No
	Smontaggio/rimontaggio	Si
CG	Caratteristiche geometriche e dimensionali	• Avere gli impalcati a quote compatibili con posture ergonomicamente corrette • Avere gli impalcati a quote compatibili con una partizione razionale dell'opera • Compatibili con le attività di montaggio e smontaggio con l'ausilio di un argano
	Condizioni ambientali	• Compatibilità con la morfologia dell'altare • Compatibilità con l'altro ponteggio presente • Difficoltà di ancoraggio • Compatibilità con il contesto monumentale
	Impianti disponibili	• Compatibilità con l'impianto elettrico presente • Compatibilità con un sistema di illuminazione artificiale • Verifica di distanza dalla adduzione idrica più vicina
	Spazi accessori disponibili	• Servizi igienici della chiesa • Spogliatoi in prossimità della sagrestia
	Percorsi e sistemi di movimentazione presenti	• Percorso tra le panche in asse con l'accesso principale della chiesa • Percorso secondario in corrispondenza della sagrestia
	Risorse a disposizione	
CS	Trasporto in situ	Centro storico
	Trasporto a piè d'opera	Presente altro ponteggio
	Modalità di assemblaggio	Presente altro ponteggio
	Modalità di ancoraggio	Presente altro ponteggio
	Modalità di stabilizzazione	Presente altro ponteggio
	Predisposizioni impiantistiche	Ubicazione prese da cantiere a piè d'opera
	Inserimento apprestamenti	
	Componenti speciali	Argano o paranco per movimentazione elementi
	Modifiche possibili	
CM	Allievi e/o apprendisti	Si
	Altre ditte cooperanti alla stessa opera sullo stesso ponteggio	No (forse muratori)
	Altre ditte operanti su opere diverse sullo stesso ponteggio	No
	Altre ditte nelle vicinanze con attrezzatura in condivisione	Si
	Altre ditte nelle vicinanze con spazi e servizi in condivisione	Si
	Studiosi	Si
	Persone che lavorano stabilmente nello stesso contesto	Si – celebrazioni religiose
	Persone che abitano nello stesso ambiente	No
	Visitatori autorizzati	Si
	Turisti nei dintorni	Si
RV	Modalità di smontaggio	Complicata dalla presenza di altro ponteggio nell'area
	Modalità smaltimento componenti non recuperabili	Ricorso a ditta specializzata
	Protezioni preliminari	Proteggere altare, pavimenti, arredi
	Salvaguardia interventi effettuati	Messa in atto di procedure protettive



Descrizione del progetto

L'intervento prevedeva il restauro della *Cornice robbiana in terracotta invetriata* denominata 'Festone con frutta e serie di cherubini' dei Della Robbia realizzato nel sec. XV, ed ubicato nella Chiesa di San Francesco a Citerna (PG).

Il layout di cantiere è stato impostato individuando un'area a servizio dell'intervento dalla geometria regolare per ottimizzare le funzioni del cantiere e la modularità delle opere provvisorie e per limitare al massimo, anche visivamente, l'impatto del 'volume cantiere' nella chiesa che doveva continuare ad ospitare le funzioni religiose ed il flusso di visitatori esterni.

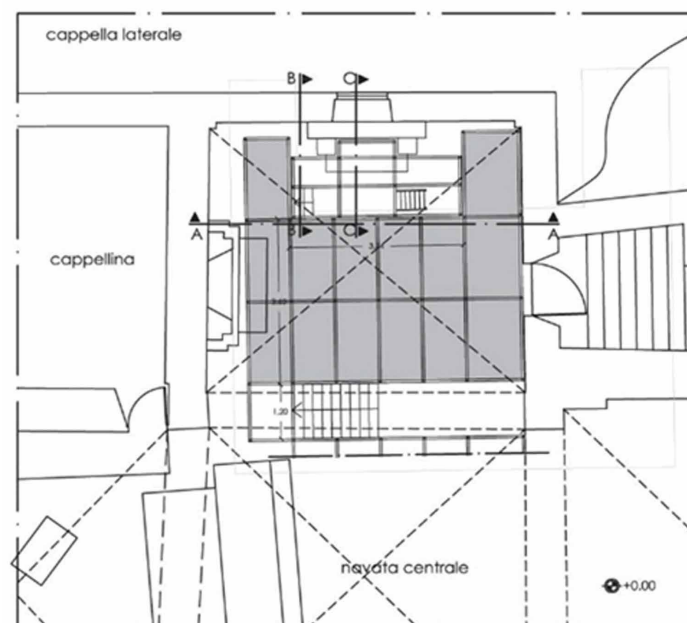
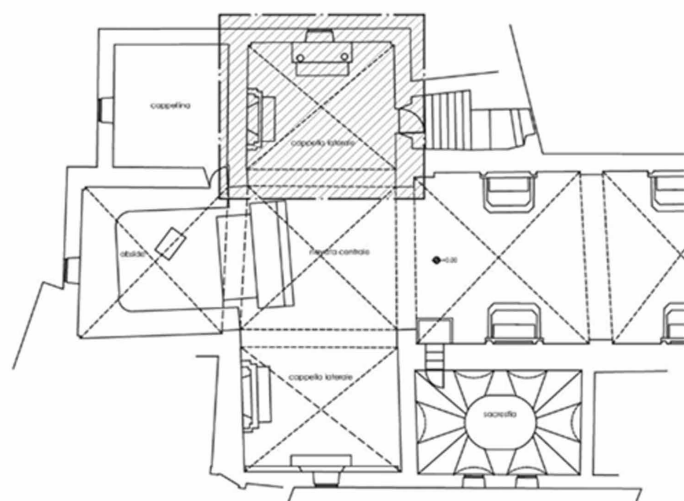
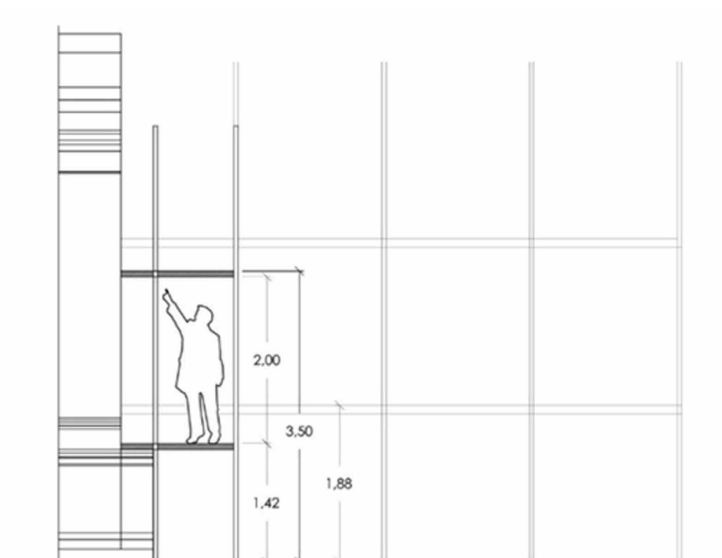
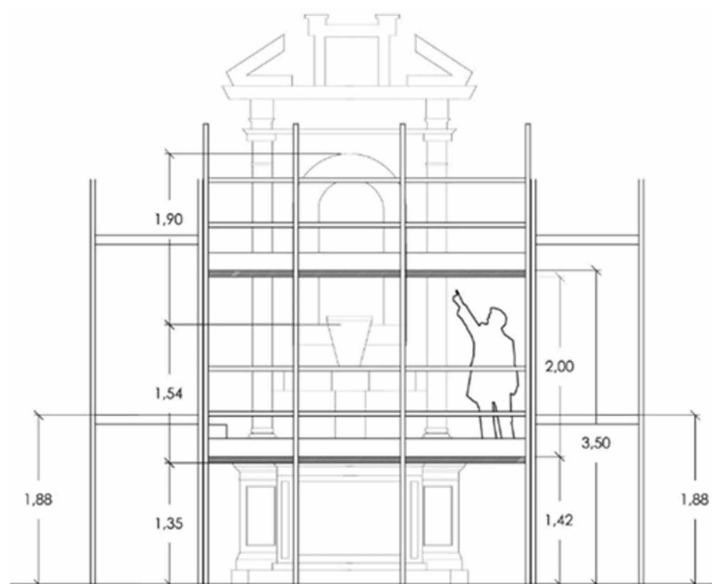
La cornice oggetto dell'intervento di restauro è posizionata sulla parete esterna della Cappella laterale destra, all'interno di quest'area è stato allestito il cantiere, ed è stato totalmente mascherato alla restante parte della chiesa mediante una recinzione. All'interno dell'area di cantiere l'intero volume è stato occupato dalle strutture provvisorie per i lavori in quota, dove, ai piani inferiori sono state individuate due aree coperte confinate adibite a spogliatoio e servizi, e due aree coperte non confinate da destinare alla raccolta differenziata di rifiuti e ad un piccolo deposito.

Lo schema del ponteggio è stato studiato per essere realizzato con tecnologia di tipo a telaio prefabbricato e si articola su tre livelli: il piano terra a quota 0.00m sul livello del pavimento, il piano primo alla quota di 1,42m ed il secondo piano alla quota di 3,50m.

Al piano terra è stata prevista un'apertura per l'accesso all'area, mediante una scala a gradini è possibile raggiungere i piani superiori dove sono allestite le aree di lavoro in cui si svolgono le fasi del restauro.

Al piano primo è stata prevista l'installazione di un lavandino per l'adduzione e lo scarico dell'acqua a servizio delle lavorazioni e per la pulizia degli utensili, la disposizione di piani di appoggio e mensole per lo stoccaggio ordinato di utensili e contenitori ed il posizionamento di cestini per i rifiuti. Il secondo piano è stato articolato secondo lo schema del piano sottostante ed è stato utilizzato per il restauro delle aree elevate della cornice.

Il ponteggio è dotato di impianto elettrico, ad ogni piano di lavoro sono distribuite prese elettriche di servizio a disposizione per l'alimentazione di utensili, macchinari e dispositivi di illuminazione puntuali e generali.



RESTAURO DEL PULPITO DELLA RESURREZIONE DI DONATELLO, BASILICA DI S. LORENZO A FIRENZE

Oggetto**Soggetto****Autore/Epoca****Ubicazione /Provenienza****Dimensioni****Settore di restauro****Restauratori**

Pulpito bronzeo con base marmorea e pannelli lignei policromi

Pulpito della Resurrezione

Donatello e aiuti (Bellano e Bertoldo) – (1453/1466)

Firenze, Chiesa di San Lorenzo

3.10 x1.25x1.60 m

Bronzi e Armi antiche

parte bronzea: Stefania Agnoletti, Annalena Brini, Sveva Gennai, Elisa Pucci, Chiara Valcepina;

parte lignea: Chiara De Felice;

parte lapidea: Isidoro Castello, Paola Lorenzi, Franca Sorella, Francesca Piccolino;

Parte bronzea in loco / Parte lignea in Laboratorio

Restauro in situ

Completato

Si

Pietro Capone, coll. Antonio Iannalfi

2011 / 2013 /2014 (scheda storico artistica)

Sede del restauro**Tipologia di intervento****Stato di avanzamento****Progetto cantiere****Progettista****Periodo restauro**

San Lorenzo		
SP	Materiale costitutivo dell'opera	Bronzo
	Tipologia artistica	Bassorilievo
	Morfologia	Pulpito isolato
	Posizione	Su colonne in marmo
	Modalità di fissaggio	Leganti di varia natura
	Ubicazione (contesto)	Basilica di s. Lorenzo
	Restauro in situ	Si
	Smontaggio / rimontaggio	Parziale
CG	Caratteristiche geometriche e dimensionali	• Avere gli impalcati a quote compatibili con posture ergonomicamente corrette • Avere gli impalcati a quote compatibili con una partizione razionale della scena • Avvicinarsi alla parete compatibilmente con la morfologia del pulpito • Avere le dimensioni adeguate alle operazioni compatibilmente con i limiti spaziali (quota di lavoro) • Essere compatibile con il montaggio di un sistema di sollevamento (argano) per evitare la movimentazione manuale dei carichi • Compatibile con le operazioni nella parte bassa del pulpito
	Condizioni ambientali	• Compatibilità con le colonne • Compatibilità con i percorsi interni • Avere le dimensioni del ponteggio adeguate alle operazioni compatibilmente con i limiti spaziali (colonne, spazio religioso)
	Impianti disponibili	• Valutare la compatibilità con gli impianti esistenti • Valutare la compatibilità con sistemi di illuminazione artificiale stante la scarsa illuminazione naturale
	Spazi accessori disponibili	Servizi igienici della chiesa
	Percorsi e sistemi di movimentazione presenti	Percorso in corrispondenza dell'accesso secondario sulla navata dx
	Risorse a disposizione	
CS	Trasporto in situ	Centro storico ma facilmente carrabile
	Trasporto a piè d'opera	Agevole
	Modalità di assemblaggio	In situ
	Modalità di ancoraggio	Autoportante
	Modalità di stabilizzazione	Elementi diagonali
	Predisposizioni impiantistiche	Ubicazione prese da cantiere a piè d'opera
	Inserimento apprestamenti	
	Componenti speciali	Argano o paranco per movimentazione elementi
	Modifiche possibili	Piani sotto quota per posizioni a sedere
CM	Allievi e/o apprendisti	Si
	Altre ditte cooperanti alla stessa opera sullo stesso ponteggio	No
	Altre ditte operanti su opere diverse sullo stesso ponteggio	No
	Altre ditte nelle vicinanze con attrezzatura in condivisione	No
	Altre ditte nelle vicinanze con spazi e servizi in condivisione	No
	Studiosi	Si
	Persone che lavorano stabilmente nello stesso contesto	Si – funzioni religiose
	Persone che abitano nello stesso ambiente	No
	Visitatori autorizzati	Si
	Turisti nei dintorni	Si
RV	Modalità di smontaggio	
	Modalità smaltimento componenti non recuperabili	Ricorso a ditta specializzata
	Protezioni preliminari	Pavimento, arredi, colonne sottostanti, colonne attigue, catene
	Salvaguardia interventi effettuati	Messa in atto di procedure protettive

Descrizione del progetto

L'intervento prevedeva il restauro del Pulpito della Resurrezione di Donatello situato all'interno della chiesa di San Lorenzo. Il pulpito in questione è collocato sulla destra in fondo alla navata centrale rispetto alla porta di ingresso.

L'intera area di cantiere risulta recintata in modo tale da consentire l'accesso alle sole persone addette. È previsto l'accesso al cantiere attraverso delle scale, scostate rispetto all'area di lavorazione e di facile utilizzo. Considerando che i lavori di restauro dovevano essere effettuati in una chiesa, la presenza del cantiere non doveva impedire comunque lo svolgimento delle funzioni religiose e la normale fruizione della chiesa. Per mantenere ciò, l'area di cantiere è stata delimitata da pannelli multistrato di altezza 1,20 m e di una rete bianca che permette di isolare l'area di lavoro dallo spazio restante.

A servizio delle lavorazioni è stato previsto un ponteggio composto da un piano rialzato posto ad un'altezza di 2,20 metri, utilizzato dai lavoratori per effettuare le lavorazioni in quota. Il ponteggio circonda il pulpito per consentire di effettuare le operazioni di restauro su tutti i lati.

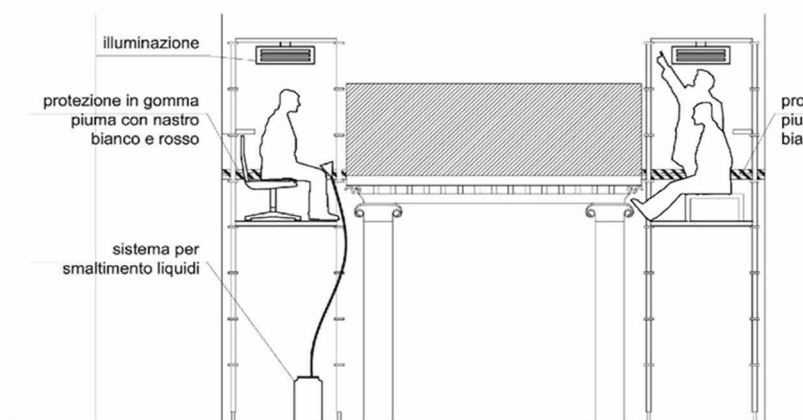
Sui due lati corti del ponteggio, la circolazione risulta ostacolata dalla presenza di un tirante di acciaio per parte, che connette il pulpito ad una colonna. Non potendo intervenire diversamente, è stato previsto di rivestirlo con della gommapiuma ed un nastro bianco e rosso per evidenziarne la presenza.

A tale piano, per ogni lato è stata prevista la disposizione di piani di appoggio e mensole per lo stoccaggio ordinato di utensili e contenitori, realizzate con tavole di legno da impalcato e confinate da tavole fermapiEDE per evitare la caduta di utensili o lo sversamento di liquidi. A servizio del ponteggio sono stati previsti sistemi di aspirazione, filtraggio e scarico di sostanze inquinanti (fumi, liquidi) provenienti dalle lavorazioni e dai prodotti per il restauro.

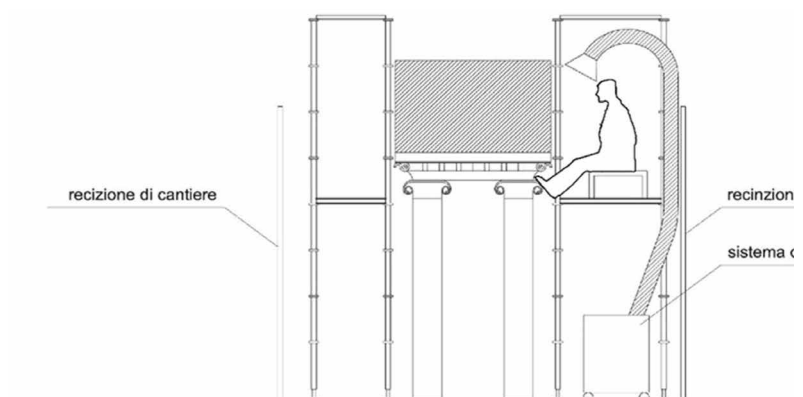
Il ponteggio è dotato di impianto elettrico, ad ogni piano di lavoro sono distribuite prese elettriche di servizio a disposizione per l'alimentazione di utensili, macchinari e dispositivi di illuminazione puntuali e generali.

Il cantiere è stato impostato per consentire le visite studio effettuate da personale autorizzato.

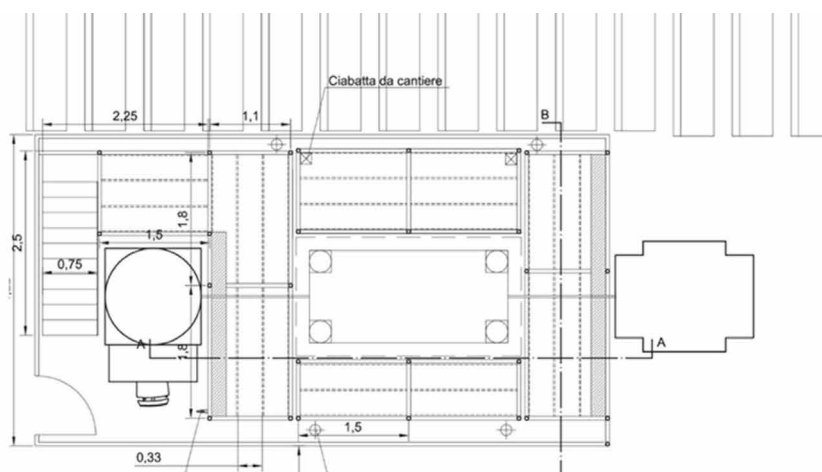




Sezione A-A



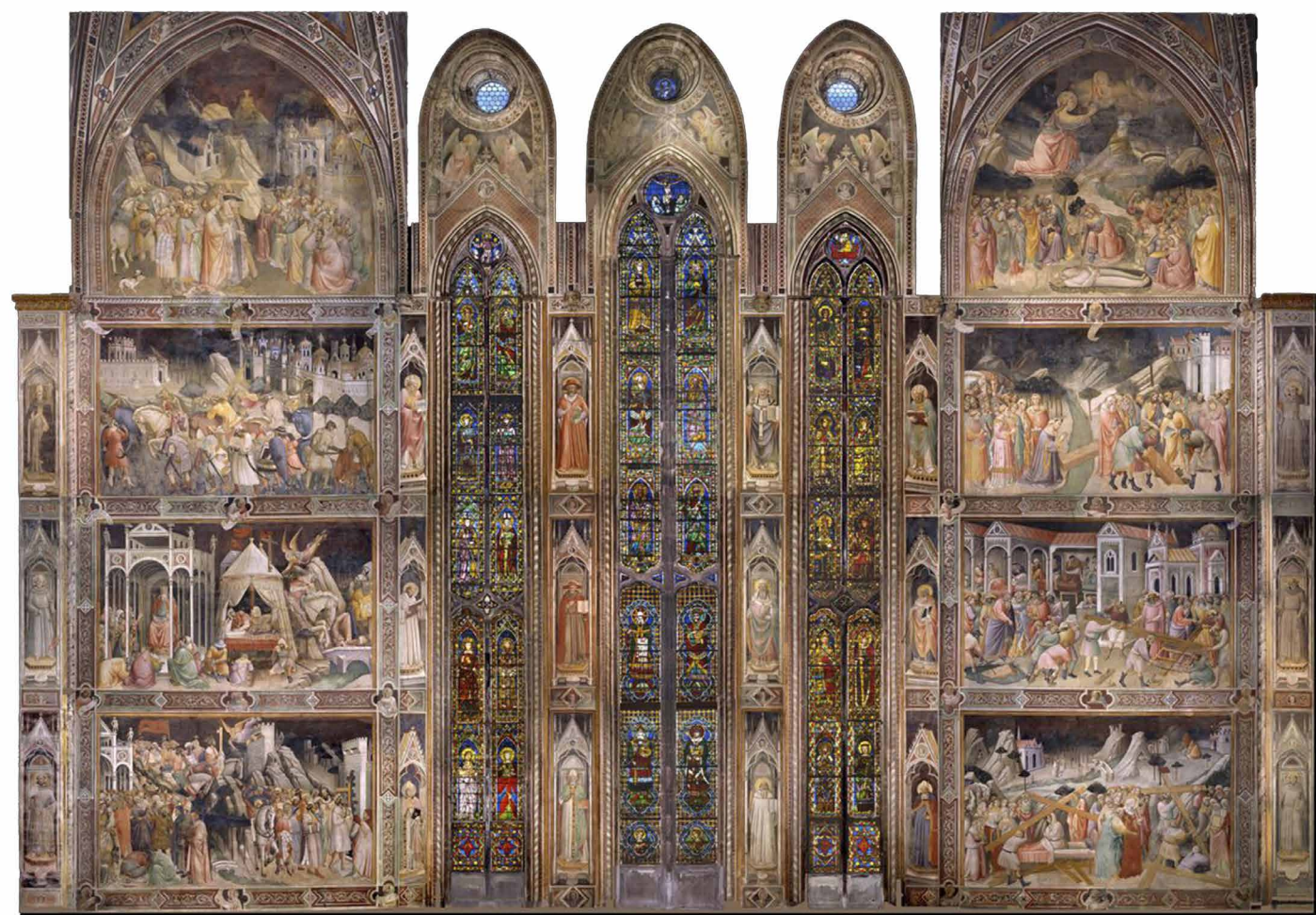
Sezione B-B



Layout di piano terra

RESTAURO DEGLI AFFRESCHI DELLA CAPPELLA MAGGIORE
DELLA BASILICA DI SANTA CROCE A FIRENZE

Oggetto	Pittura murale
Soggetto	Storie della vera Croce
Autore/Epoca	Agnolo Gaddi
Ubicazione /Provenienza	Firenze, Chiesa e convento di Santa Croce, Cappella Maggiore
Dimensioni	Ingombro max: 10x30m (superficie dipinta di circa 800 m2)
Settore di restauro	Pitture murali e stucchi
Restauratori	Fabrizio Bandini, Alberto Felici, Maria Rosa Lanfranchi, Paola Ilaria Mariotti
Sede del restauro	In situ
Tipologia di intervento	Restauro in situ
Stato di avanzamento	Completato
Progetto cantiere	Sì (schema costruttivo del ponteggio)
Progettista	Ditta fornitrice del Ponteggio, su indicazioni elaborate dai restauratori e Pietro Capone (che ha fornito anche bozzetti di dettagli costruttivi, in particolare per i piani ribaltabili)
Periodo restauro	2005
Pubblicazioni	Capone P. (2007) <i>Il cantiere di restauro negli edifici storici</i> , in OPD Restauro, Centro Di, Firenze Capone P., Felici A., Getuli V., Del Vecchio F. (2018) <i>Dall'analisi del dipinto e della muratura alla formulazione di una ipotesi di ponteggio storico della Cappella Maggiore di Santa Croce a Firenze</i> , in OPD Restauro, Centro Di, Firenze



Santa Croce		
SP	Materiale costitutivo dell'opera	Intonaco
	Tipologia artistica	Affresco
	morfologia	Bidimensionale
	Posizione	A parete a sviluppo poligonale e sotto volta
	Modalità di fissaggio	Intonaco
	Ubicazione (contesto)	Basilica di S.Croce
	Restauro in situ	Si
	Smontaggio / rimontaggio	No
CG	Caratteristiche geometriche e dimensionali	• Avere gli impalcati a quote compatibili con posture ergonomicamente corrette • Avere gli impalcati a quote compatibili con una partizione razionale della scena • Avvicinarsi alle pareti e alla volta compatibilmente con la morfologia dello spazio • Avere le dimensioni adeguate alle operazioni compatibilmente con i limiti spaziali (presenza di altro ponteggio, altare, quote di lavoro) • Salvaguardare la possibilità di avere all'occorrenza la visione integrale dell'opera (monitoraggio avanzamento del restauro, riprese fotografiche)
	Condizioni ambientali	• Lasciare libero lo spazio intorno all'altare per consentire lo svolgimento delle funzioni religiose • Consentire la realizzazione di uno spazio di lavoro per il restauro in loco della croce
	Impianti disponibili	• Valutare la compatibilità con gli impianti esistenti • Valutare la compatibilità con sistemi di illuminazione artificiale stante la scarsa illuminazione naturale
	Spazi accessori disponibili	• Spogliatoi e servizi igienici nel seminterrato della chiesa • Magazzino nel seminterrato della chiesa
	Percorsi e sistemi di movimentazione presenti	• Essere compatibile con la realizzazione di una scala adatta all'evacuazione in caso di emergenza • Essere compatibile con il montaggio di un sistema di sollevamento (montacarichi) per evitare la movimentazione manuale dei carichi
	Risorse a disposizione	
CS	Trasporto in situ	Centro storico, accesso da via s. Giuseppe
	Trasporto a piè d'opera	• In contesto monumentale • Sviluppo per n.9 piani • Realizzazione piani di lavoro sottovolta
	Modalità di assemblaggio	• In contesto monumentale • Sviluppo per n.9 piani • Realizzazione piani di lavoro sottovolta
	Modalità di ancoraggio	• autoportante • possibile solo a vitone e solo nei vani delle finestre
	Modalità di stabilizzazione	Diagonali
	Predisposizioni impiantistiche	Elettrico / idrico / trattamento aria
	Inserimento apprestamenti	Pedane con parapetto
	Componenti speciali	Piani ribaltabili / montacarichi / scale a gradini
	Modifiche possibili	Apertura piani ribaltabili con inserimento di parapetti realizzati all'uopo
CM	Allievi e/o apprendisti	Si
	Altre ditte cooperanti alla stessa opera sullo stesso ponteggio	Si
	Altre ditte operanti su opere diverse sullo stesso ponteggio	Si
	Altre ditte nelle vicinanze con attrezzatura in condivisione	Si
	Altre ditte nelle vicinanze con spazi e servizi in condivisione	Si
	Studiosi	Si
	Persone che lavorano stabilmente nello stesso contesto	Si – funzioni religiose
	Persone che abitano nello stesso ambiente	Si
	Visitatori autorizzati	Si
	Turisti nei dintorni	Si
RV	Modalità di smontaggio	Salvaguardare pavimento, altare, croce, coro ligneo
	Modalità smaltimento componenti non recuperabili	Ricorso a ditta specializzata
	Protezioni preliminari	Coro ligneo - altare
	Salvaguardia interventi effettuati	Messa in atto di procedure protettive

Descrizione del progetto

L'intervento prevedeva il restauro del Ciclo di Affreschi, raffiguranti la *Leggenda della Vera Croce*, dipinti da Agnolo Gaddi nel decennio 1380-1390, all'interno della Basilica di Santa Croce. L'opera (affresco) si estende sulle pareti della Cappella Maggiore di Santa Croce su una superficie di circa 1.000 metri quadrati, il layout di cantiere è stato impostato individuando un'area a servizio dell'intervento dalla geometria regolare per ottimizzare le funzioni del cantiere e la modularità delle opere provvisorie e per limitare al massimo, anche visivamente, l'impatto del 'volume cantiere' nella chiesa che dovrà continuare ad ospitare le funzioni religiose ed il flusso di visitatori esterni.

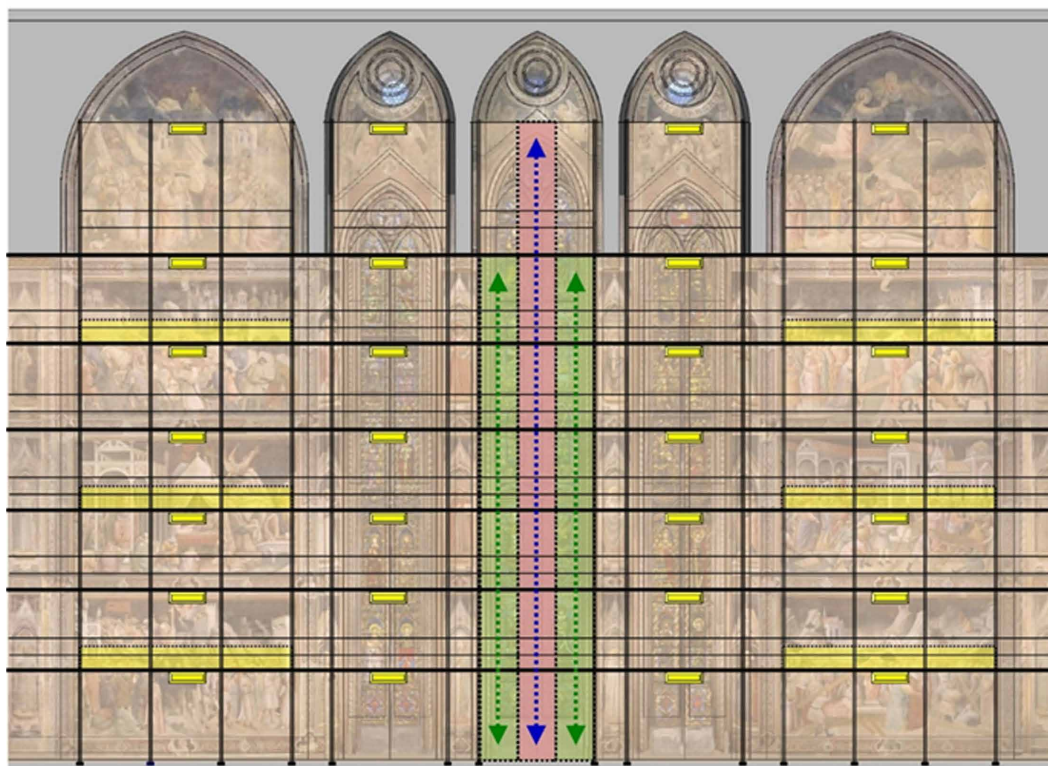
Lo schema del ponteggio è stato studiato per essere realizzato con tecnologia di tipo multidirezionale e si articola su 9 livelli, assumendo due diverse configurazioni, quella dei primi tre piani che occupano un'impronta ed una superficie minore a causa della presenza dell'altare, mantenuto in funzione per le questioni sopradette; e quella dei piani superiori all'altare che, estendendosi a sbalzo sopra di esso, presenta un'area di cantiere di superficie maggiore. Gli accessi all'area di cantiere sono posizionati sui lati esterni della Cappella Maggiore e permettono l'ingresso al piano terra del ponteggio, dove, in prossimità della porzione retrostante l'altare, si accede al sistema di scale a gradini e montacarichi per il raggiungimento dei piani di lavoro superiori. Con lo scopo di mantenere in funzione le attività della chiesa e dunque isolare il cantiere di restauro dalla restante parte della sala, è stato previsto la protezione dei primi due piani del ponteggio con un telo colorato impermeabile.

Per migliorare le condizioni di lavoro dei tecnici del restauro è stata prevista l'installazione di una pavimentazione di rivestimento in moquette ignifuga per ciascun piano di lavoro del ponteggio, così da renderlo sicuro, uniforme, impermeabile e facilmente pulibile.

Per garantire inoltre la massima visibilità dell'opera e la completa libertà di movimentazione al lavoratore durante le operazioni di restauro, la struttura verticale del ponteggio è stata posizionata sempre ad una distanza dall'Opera d'arte maggiore di 60 cm e con l'utilizzo di un sistema di piani di lavoro a sbalzo e ribaltabili è stato possibile estendere il piano di lavoro sino alla parete affrescata.

Il ponteggio è dotato di impianto elettrico, ad ogni piano di lavoro sono distribuite prese elettriche di servizio a disposizione per l'alimentazione di utensili, macchinari e dispositivi di illuminazione.

Ogni piano di lavoro è dotato di lavandini per l'adduzione e scarico dell'acqua necessaria per le lavorazioni e per il lavaggio di attrezzi, utensili e contenitori. All'interno di ogni piano di lavoro sono state individuate aree da destinarsi all'installazione di piani di appoggio e mensole per lo stoccaggio ordinato di utensili e attrezzature, ed aree da destinarsi allo stoccaggio dei rifiuti da lavorazione costituite da bidoni per la raccolta differenziata.



Fotoraddrizzamento dei prospetti interni dell'abside

Nota bene:

Le indicazioni, le misure e le dimensioni del ponteggio e dei suoi componenti possono essere soggette a cambiamenti in funzione delle specifiche soluzioni tecnologiche proposte dall'impresa esecutrice.

Il carroponte sarà alimentato elettricamente e dovrà essere conforme alle indicazioni contenute nel D.Lgs 81/08.

LEGENDA

 Impalcati.
Le tavole di tutti gli impalcati dovranno essere rivestite con moquette ignifuga

 Mensola per appoggio attrezzature
(da realizzarsi con tavole semplici da ponteggio)

 Piano ribaltabile

 Scale a gradini per l'accesso ai piani

 Montacarichi

Protezione dell'area di cantiere
con telo xxx a isolamento
rispetto al resto della sala

Impalcati: le tavole di tutti gli impalcati dovranno essere rivestite con moquette ignifuga

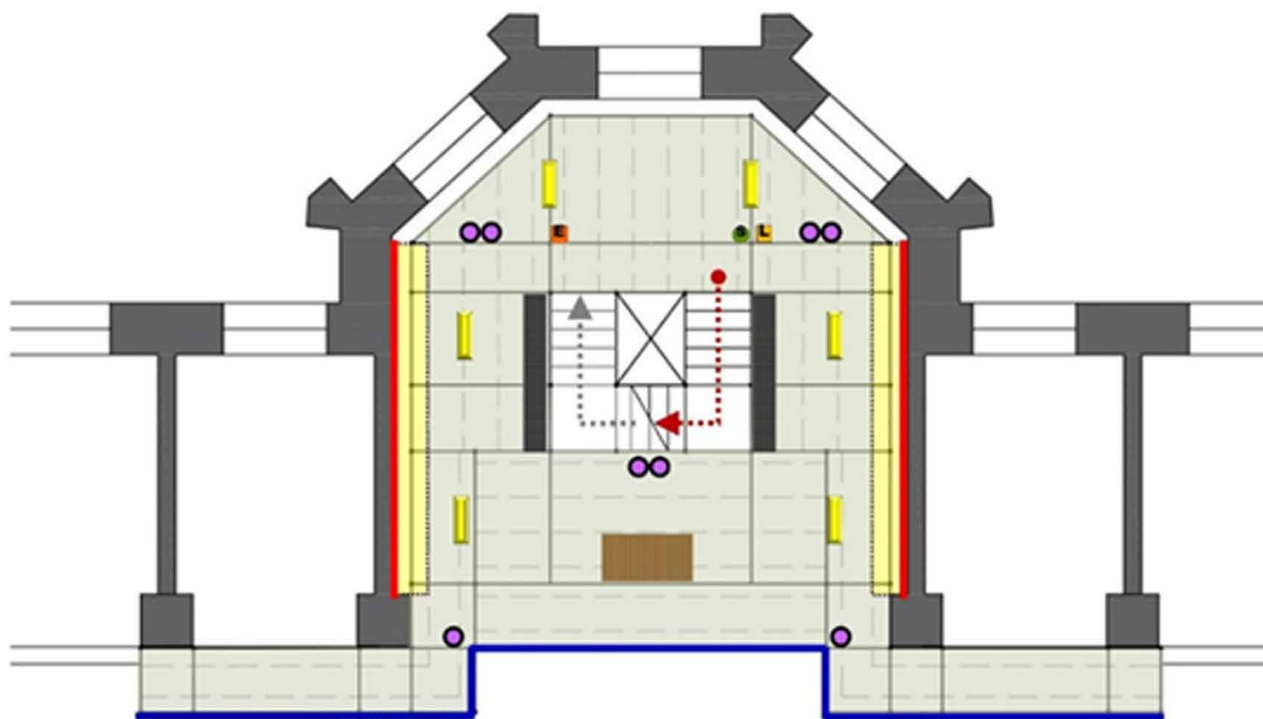
E

S

L

114

Dipinto da restaurare



Pianta piano di
lavoro a quota
superiore all'altare

RESTAURO DEL MONOCROMO DI LEONARDO DA VINCI ,
DELLA SALA DELLE ASSE DEL CASTELLO SFORZESCO A MILANO

Oggetto	Pittura murale (pareti e soffitto)
Soggetto	Decorazioni fitomorfe
Autore/Epoca	Leonardo da Vinci
Ubicazione /Provenienza	Milano, Castello Sforzesco, Sala delle Asse
Dimensioni	Pianta sala: 15m x 15m, H max: 9m
Settore di restauro	Pitture murali e stucchi
Restauratori	Fabrizio Bandini, Alberto Felici, Maria Rosa Lanfranchi, Paola Ilaria Mariotti
Sede del restauro	In situ
Tipologia di intervento	Restauro in situ
Stato di avanzamento	Completato
Progetto cantiere	Sì
Progettista	Pietro Capone – coll. Vito Getuli
Periodo restauro	Aprile 2009



Sala delle Asse		
SP	Materiale costitutivo dell'opera	Intonaco
	Tipologia artistica	Affresco
	morfologia	Bidimensionale
	Posizione	A parete e a soffitto voltato
	Modalità di fissaggio	intonaco
	Ubicazione (contesto)	Sala delle Asse – Castello sforzesco
	Restauro in situ	Si
	Smontaggio / rimontaggio	No
CG	Caratteristiche geometriche e dimensionali	• Essere compatibile con il montaggio di un sistema di sollevamento (argano) per evitare la movimentazione manuale dei carichi • Essere compatibile con piani di lavoro, lavandini, mensole, allestimento set fotografico
	Condizioni ambientali	• Avere gli impalcati a quote compatibili con posture ergonomicamente corrette • Avere gli impalcati a quote compatibili con una partizione razionale della scena • Avvicinarsi alla parete compatibilmente con la morfologia dell'opera e della parete • Avere le dimensioni adeguate alle operazioni compatibilmente con i limiti spaziali (presenza di altro ponteggio, quota di lavoro) • Compatibile con le diverse quote di impalcato da rispettare per la presenza di accessi • Compatibile con la presenza di una parte della pavimentazione ribassata • Compatibile con il soffitto voltato
	Impianti disponibili	• Elettrico, idrico
	Spazi accessori disponibili	Ambiente attiguo per spogliatoio e piccolo deposito
	Percorsi e sistemi di movimentazione presenti	Percorso museale
	Risorse a disposizione	
CS	Trasporto in situ	Viabilità principale fino all'ingresso principale del castello sforzesco
	Trasporto a piè d'opera	Lungo percorso pedonale attraverso le sale espositive
	Modalità di assemblaggio	In situ di componenti prefabbricati
	Modalità di ancoraggio	Autoportante
	Modalità di stabilizzazione	Diagonali e croci di sant'Andrea
	Predisposizioni impiantistiche	Impianto elettrico, impianto idraulico, impianto di trattamento aria
	Inserimento apprestamenti	Trabattello per indagini sulla volta
	Componenti speciali	
	Modifiche possibili	
CM	Allievi e/o apprendisti	No
	Altre ditte cooperanti alla stessa opera sullo stesso ponteggio	Si
	Altre ditte operanti su opere diverse sullo stesso ponteggio	No
	Altre ditte nelle vicinanze con attrezzatura in condivisione	Si
	Altre ditte nelle vicinanze con spazi e servizi in condivisione	Si
	Studiosi	Si
	Persone che lavorano stabilmente nello stesso contesto	Si
	Persone che abitano nello stesso ambiente	Si
	Visitori autorizzati	Si
	Turisti nei dintorni	Si
RV	Modalità di smontaggio	A piè d'opera
	Modalità smaltimento componenti non recuperabili	Ricorso a ditta specializzata
	Protezioni preliminari	Pavimento, arredi, altre opere presenti
	Salvaguardia interventi effettuati	Messa in atto di procedure protettive

Descrizione del progetto

I lavori del presente progetto di restauro riguardano le superfici pittoriche monocrome a parete e policrome a soffitto voltato (Intonaci affrescati) situate nella Sala delle Asse del Castello Sforzesco di Milano, di proprietà del Comune di Milano. La Sala ornata di affreschi a motivi araldici per Galeazzo Maria Sforza, ha ricevuto sotto Ludovico il Moro la celebre decorazione leonardesca, oggetto del presente restauro, nel 1498.

Il cantiere ha interessato direttamente la Sala delle Asse, che si trova al piano terra del torrione nord-orientale, detto anche del Falconiere, del Castello Sforzesco di Milano e rappresenta la VIII del percorso museale "Museo d'Arte Antica".

La Sala è costituita da un ambiente a pianta quadrata con lato di circa 15 m, un'altezza massima delle pareti di circa 9,00 m su cui si sviluppano gli intonaci affrescati a partire da un'altezza da terra di 1,50 m.

Per suddividere razionalmente l'opera ed assicurare le condizioni ambientali necessarie al corretto svolgimento delle operazioni di restauro, è stato dunque sviluppato un sistema di ponteggio su tre livelli principali, ciascuno dei quali, composto da più piani di lavoro a quote differenti, che fossero compatibili anche con la geometria del soffitto voltato.

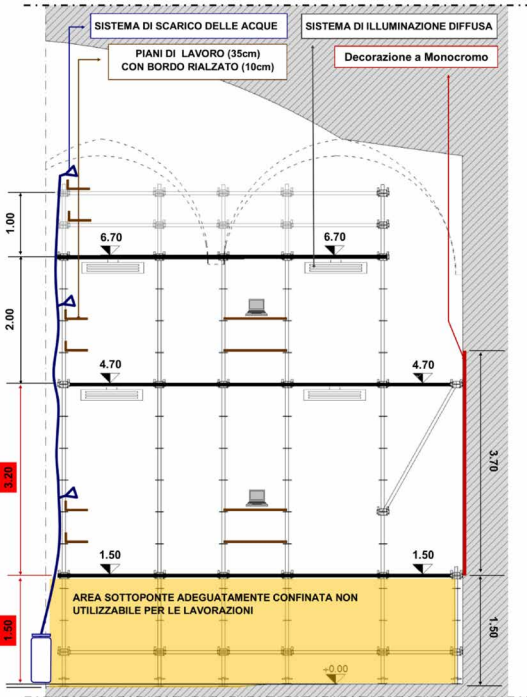
L'accesso alla Sala delle Asse, per l'approvvigionamento di materiali ed attrezzature per l'allestimento del cantiere e per le successive lavorazioni di restauro, è permesso soltanto dall'ingresso principale del Castello Sforzesco, dopo un lungo percorso pedonale attraverso le differenti Sale del Percorso museale sopraindicato, aperto anche al pubblico. Questo ha indirizzato la scelta su di una tipologia di ponteggio a componenti prefabbricati, multidirezionali, dato il numero ridotto di componenti e la loro facilità di assemblaggio, con struttura autoportante a seguito dell'impossibilità di ancoraggio alle pareti affrescate. L'ingresso al ponteggio è permesso dalla scala a gradini che si sviluppa per tutta l'altezza della struttura. Per migliorare le condizioni di lavoro dei tecnici del restauro è stata prevista l'installazione di una pavimentazione di rivestimento in moquette ingnifuga per ciascun piano di lavoro del ponteggio, così da renderlo sicuro, uniforme, impermeabile e facilmente pulibile.

Per garantire inoltre la massima visibilità dell'opera e la completa libertà di movimentazione al lavoratore durante le operazioni di restauro, la struttura verticale del ponteggio è stata posizionata sempre ad una distanza dall'Opera d'arte maggiore di 60 cm e con l'utilizzo di un sistema di piani di lavoro a sbalzo e ribaltabili è stato possibile estendere il piano di lavoro sino alla parete affrescata.

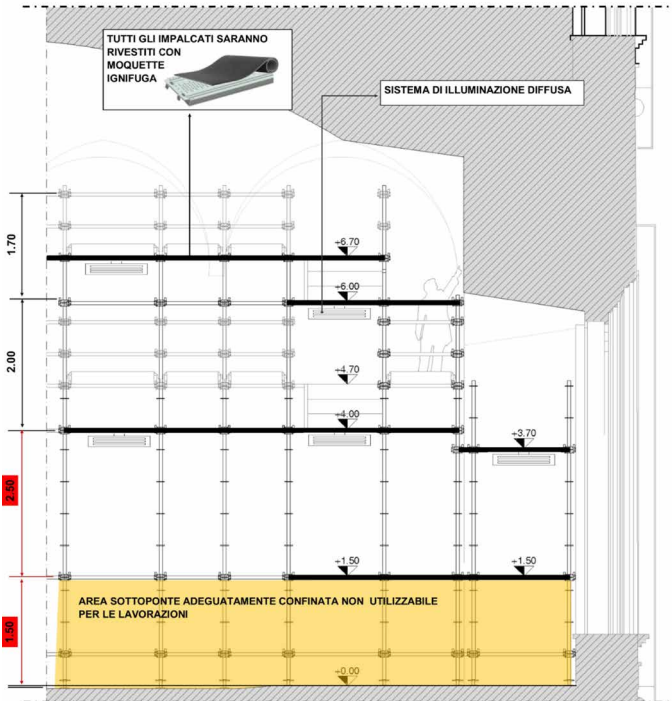
Il ponteggio è dotato di impianto elettrico, ad ogni piano di lavoro sono distribuite prese elettriche di servizio a disposizione per l'alimentazione di utensili, macchinari e dispositivi di illuminazione.

Ogni piano di lavoro è dotato di lavandini per l'adduzione e scarico dell'acqua necessaria per le lavorazioni e per il lavaggio di attrezzi, utensili e contenitori.

All'interno di ogni piano di lavoro sono state individuate aree da destinarsi all'installazione di piani di appoggio e mensole per lo stoccaggio ordinato di utensili e attrezzature, ed aree da destinarsi allo stoccaggio dei rifiuti da lavorazione costuite da bidoni per la raccolta differenziata.



Sezione C-C



Sezione B-B

Elaborati redatti da Vito Getuli

LEGENDA



Impalcati.
Le tavole di tutti gli impalcati dovranno essere rivestite con moquette ignifuga



Quadri di distribuzione ai piani.
Tutti i collegamenti dovranno essere realizzati all'intradosso dell'impalcato



Scarico acque di scarto delle lavorazioni



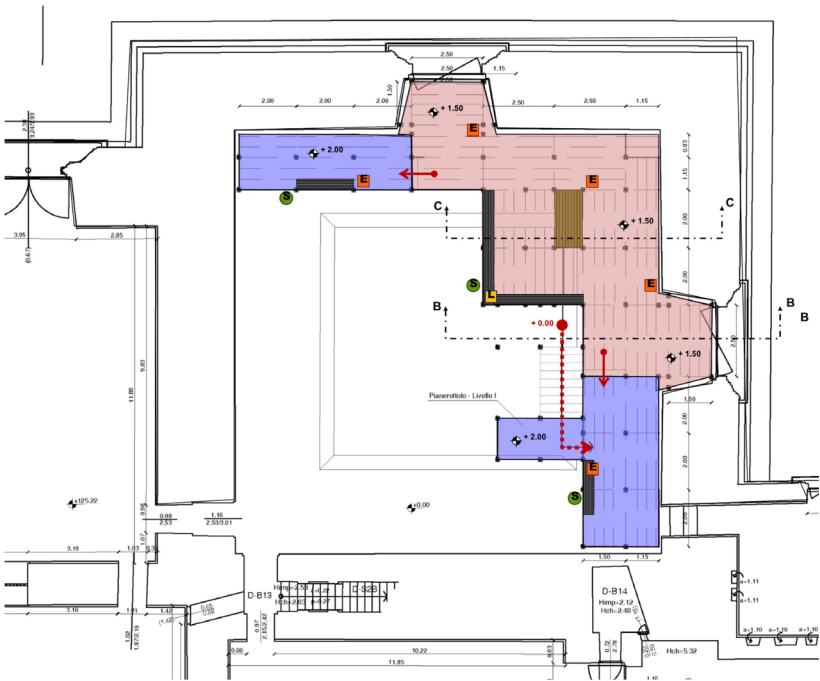
Lavandino a supporto delle lavorazioni



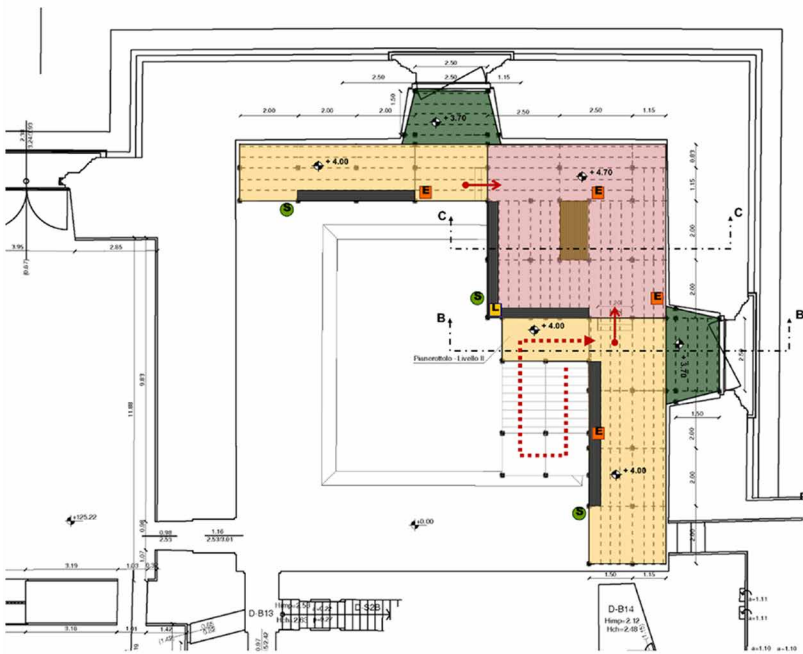
Tavolo a supporto delle lavorazioni da realizzarsi con tavole da ponteggio e rivestimento in moquette ignifuga



Mensola per appoggio attrezzature
(da realizzarsi con tavole semplici da ponteggio)



Specifiche al progetto preliminare del ponteggio - livello 1



Specifiche al progetto preliminare del ponteggio - livello 2

RESTAURO DEL PULPITO DI ANDREA PISANO
NELLA CHIESA DI S. ANDREA A PISTOIA

Oggetto	Pulpito marmoreo
Soggetto	Storie della vita di Cristo
Autore/Epoca	Giovanni Pisano sec. XIII
Ubicazione /Provenienza	Pistoia, Chiesa di S. Andrea
Dimensioni	H: 4,55 m
Settore di restauro	Materiali lapidei
Restauratori	Franca Sorella (OPD), J. Hoyte (esterno)
Sede del restauro	In situ
Tipologia di intervento	Smontaggio, restauro e rimontaggio
Stato di avanzamento	Non ancora attivato, solo indagini preliminari
Progetto cantiere	Sì
Progettista	Pietro Capone, coll. Vito Getuli, Tommaso Giusti
Periodo restauro	Non ancora iniziato



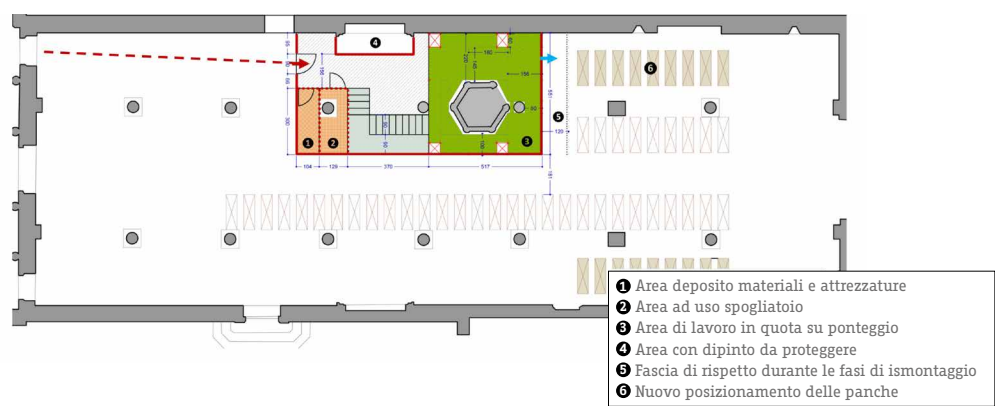
Pulpito di Sant’Andrea a Pistoia		
SP	Materiale costitutivo dell'opera	Lapideo
	Tipologia artistica	Pulpito
	Morfologia	Isolato
	Posizione	Su colonne
	Modalità di fissaggio	Malte
	Ubicazione (contesto)	Chiesa di S. Andrea
	Restauro in situ	In stanza adiacente
	Smontaggio / rimontaggio	Totale
CG	Caratteristiche geometriche e dimensionali	● Avere gli impalcati a quote compatibili con posture ergonomicamente corrette ● Avere gli impalcati a quote compatibili con una partizione razionale della scena e la morfologia dell'o- pera ● Essere compatibile con il montaggio di un sistema di sollevamento (carroponte) per evitare la movi- mentazione manuale dei carichi ● Compatibile con le operazioni di calo a terra dei componenti smontati ● Compatibile con l'accesso di un piccolo carrello per il trasferimento dei pannelli nel locale deputato al restauro
	Condizioni ambientali	● Avere le dimensioni del ponteggio adeguate alle operazioni compatibilmente con i limiti spaziali (altare, colonne, spazio religioso) ● Valutare la compatibilità con gli accessi principali a quote diverse
	Impianti disponibili	● Valutare la compatibilità con gli impianti esistenti ● Valutare la compatibilità con sistemi di illuminazione artificiale stante la scarsa illuminazione naturale
	Spazi accessori disponibili	Stanza in prossimità della navata destra
	Percorsi e sistemi di movimentazione presenti	Percorsi principali in asse con l'accesso principale e quello laterale sul lato destro
	Risorse a disposizione	
CS	Trasporto in situ	Centro storico
	Trasporto a piè d'opera	All'interno di edificio monumentale su un unico piano
	Modalità di assemblaggio	● Montare l'apprestamento in contesto monumentale ● Montare l'apprestamento in presenza di elementi architettonici interferenti (colonne, altare) ● Montare struttura di puntellamento e consolidamento strutturale per evitare il collasso dell'opera in fase di smontaggio
	Modalità di ancoraggio	Difficoltà di ancoraggio del ponteggio sul lato altare
	Modalità di stabilizzazione	
	Predisposizioni impiantistiche	Impianti elettrico, idraulico
	Inserimento apprestamenti	● Carroponte
	Componenti speciali	● Travi pontai ● Botola ● Puntelli
	Modifiche possibili	Variazione posizione puntelli in fase di smontaggio dell'opera
CM	Allievi e/o apprendisti	Sì
	Altre ditte cooperanti alla stessa opera sullo stesso ponteggio	No
	Altre ditte operanti su opere diverse sullo stesso ponteggio	No
	Altre ditte nelle vicinanze con attrezzatura in condivisione	No
	Altre ditte nelle vicinanze con spazi e servizi in condivisione	No
	Studiosi	Sì
	Persone che lavorano stabilmente nello stesso contesto	Sì
	Persone che abitano nello stesso ambiente	Sì
	Visitatori autorizzati	Sì
	Turisti nei dintorni	Sì
RV	Modalità di smontaggio	In situ
	Modalità smaltimento componenti non recuperabili	Ricorso a ditta specializzata
	Protezioni preliminari	● Colonne per evitare il collasso in fase di smontaggio ● Pavimenti, arredi, colonne, altare
	Salvaguardia interventi effettuati	Messa in atto di procedure protettive

Descrizione del progetto

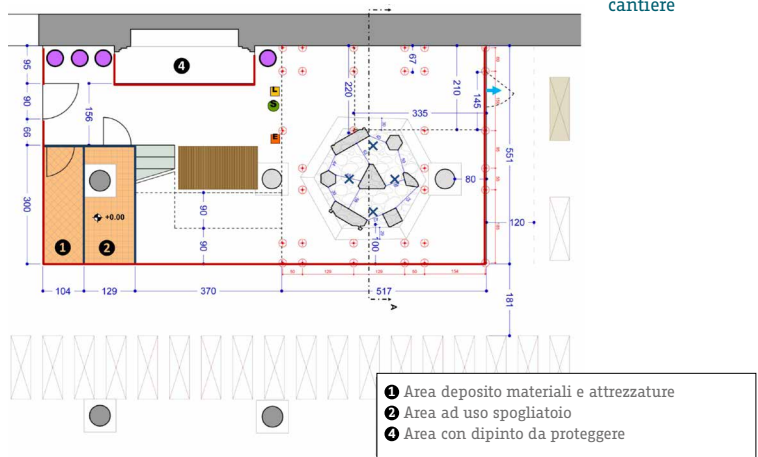
L'intervento prevede il restauro del pulpito di Giovanni Pisano nella Chiesa di Sant'Andrea a Pistoia. Il layout è stato impostato individuando un'area a servizio dell'intervento dalla geometria regolare per ottimizzare le funzioni del cantiere e la modularità delle opere provvisorie e per limitare al massimo, anche visivamente, l'impatto del 'volume cantiere' nella chiesa che dovrà continuare ad ospitare le funzioni religiose. A tal fine la 'recinzione' verrà adeguatamente tinteggiata. Nella planimetria viene proposta anche una redistribuzione delle panche per evitare una perdita nella capienza della chiesa. All'interno dell'area di cantiere oltre allo spazio da destinarsi alle strutture provvisorie di stretta pertinenza del pulpito sono state individuate due aree confinate da destinarsi una a spogliatoio e una a piccolo deposito. Sono state altresì individuate altre due aree aperte da destinarsi alla raccolta dei rifiuti differenziati e alla ubicazione di un tavolo con postazione pc. Nell'area da cantiere risulta compreso un altare che andrà preventivamente ed opportunamente protetto insieme alla soprastante pala dipinta. Sono previsti due aperture, una destinata all'accesso corrente ed una da utilizzarsi eccezionalmente per il transito di carrelli con materiale pesante.

Il restauro si articolerà in fasi nettamente diverse tra di loro, per cui l'assetto stesso della struttura provvisoria sarà soggetta ad essere modificata ed in ogni caso con gli elementi da ponteggio sarà necessario realizzare nello stesso cantiere strutture con funzioni diverse. La prima struttura è quella articolata su due quote diverse (+ 0.95 e +3.00) e necessaria per fornire due piani di lavoro per le fasi di restauro che richiedono la vicinanza degli operatori in corrispondenza degli apparati artistici della balaustra e degli archi all'intradosso del piano del pulpito.

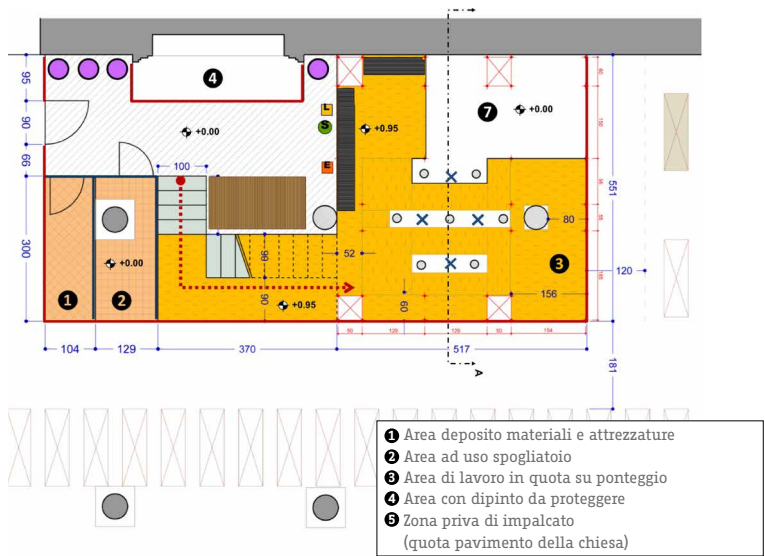
Per le fasi in cui sarà necessario intervenire sugli elementi scultorei alla base delle colonne, l'impalcato a quota +0.95 dovrà essere modificato per consentire l'accesso a quota pavimento. Così come per le eventuali operazioni di smontaggio anche per il piano a quota +3.00 sarebbe utile poter 'liberare' le parti di impalcato a ridosso del pulpito. Utile potrebbe essere l'utilizzo di parti ribaltabili (come realizzate nel ponteggio per l'altare maggiore di S. Croce a Firenze). Questa flessibilità dell'impalcato potrebbe essere sfruttata anche per gli interventi in corrispondenza del marca-piano tra balaustra e archi. La seconda struttura è quella di 'puntellamento' del pulpito durante le fasi in cui sarà necessario lo smontaggio di parti della balaustra. Le vibrazioni in genere generate dalle operazioni di asportazione e la interruzione della continuità tra gli elementi costituenti l'opera, potrebbero instabilizzare la struttura del pulpito mettendo a repentaglio l'incolumità dei restauratori nelle immediate vicinanze e l'integrità stessa del ponteggio. Il sistema di puntellamento sarà costituito da elementi verticali (a 'cristi') da posizionare sotto il pavimento del pulpito ed almeno due 'reti' parallele costituite da elementi orizzontali nella tecnologia a tubi e giunti atte a realizzare dei vincoli 'a cravatta' per ogni colonna al fine di bloccare eventuali spostamenti. La terza struttura è quella a servizio del paranco che dovrà potersi muovere secondo lo schema di un 'carro ponte' per consentire la movimentazione degli eventuali paramenti staccati. Dovranno essere consentiti sia movimenti in piano (quota +3.00) e sia in verticale per consentire il calo a pavimento. A tal fine sarà predisposta una botola ed un accesso secondario per consentire un'agevole movimentazione su appositi carrelli degli elementi lapidei rimossi.



Progetto preliminare di cantierizzazione dell'intervento di restauro - pianta layout del cantiere



Specifiche tecniche al progetto del ponteggio - pianta piano di lavoro a quota +0.00m



Specifiche tecniche al progetto del ponteggio - pianta piano di lavoro a quota +0.95m

LEGENDA

X
Puntelli
(cristi collegati a quota +0.95)

I
Impalcati.
Le tavole di tutti gli impalcati dovranno essere rivestite con moquette ignifuga

E
Quadri di distribuzione ai piani.
Tutti i collegamenti dovranno essere realizzati all'intradosso dell'impalcato

S
Scarico acque di scarto delle lavorazioni

L
Lavandino a supporto delle lavorazioni

T
Tavolo a supporto delle lavorazioni da realizzarsi con tavole da ponteggio e rivestimento in moquette ignifuga

M
Mensola per appoggio attrezzature
(da realizzarsi con tavole semplici da ponteggio)

Nota bene
Le indicazioni, le misure e le dimensioni del ponteggio e dei suoi componenti possono essere soggette a cambiamenti in funzione delle specifiche soluzioni tecnologiche proposte dall'impresa esecutrice.

Elaborati redatti da Vito Getuli

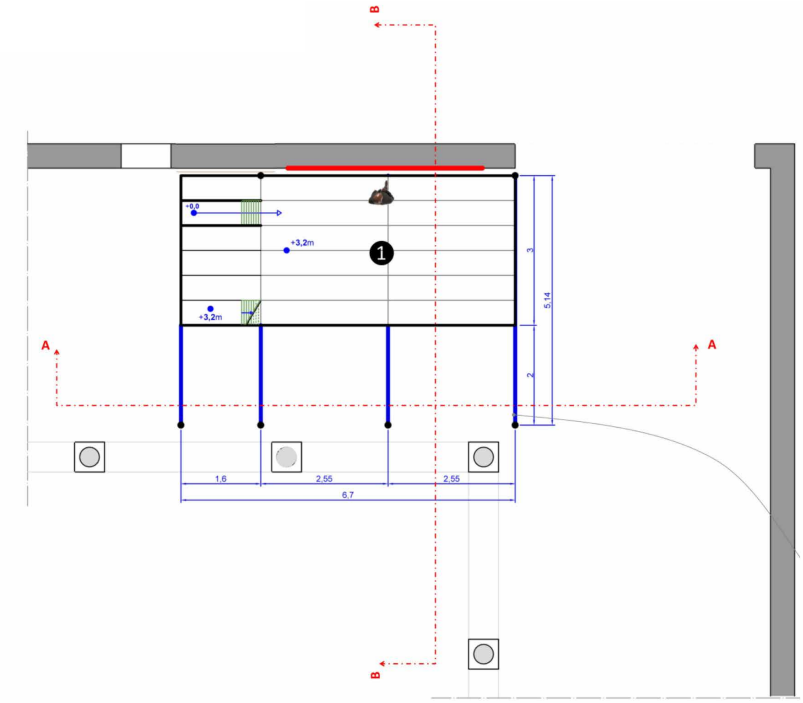
RESTAURO DELLA LUNETTA DI GIACINTO BOTTEGHI RAFFIGURANTE
IL MARTIRIO DI S. ANTONINO RE D'APPAMIA
NEL CHIOSTRO DEI MORTI DELLA BASILICA DI SANTO SPIRITO A FIRENZE

Oggetto
Soggetto
Autore/Epoca
Ubicazione /Provenienza
Dimensioni
Settore di restauro
Restauratori
Sede del restauro
Tipologia di intervento
Stato di avanzamento
Progetto cantiere
Progettista
Periodo restauro
Pubblicazioni

Pittura murale
Martirio di Sant'Antonino Re d'Appamia
Giacinto Bottegghi, 1639-1701
Firenze, Chiesa di Santo Spirito, Chiostro dei Morti, lato Ovest, lunetta n.10
3.00x3.00h base 4-4,5m
Pitture murali e stucchi
Maria Rosa Lanfranchi, Paola Ilaria Mariotti, Alexa Ciardi (tesi di laurea)
In loco
Pulitura a secco e messa in sicurezza pellicola pittorica
Completato
Sì
Pietro Capone, coll. Vito Getuli
Inizio 2015 - Finito febbraio 2017
OPD restaura 2018



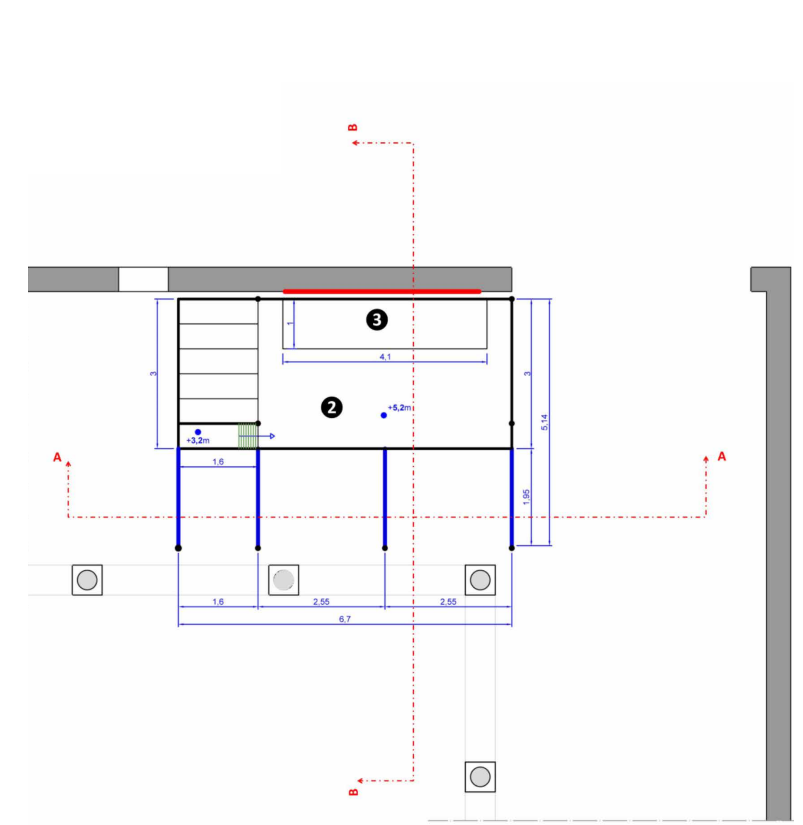
Santo Spirito		
SP	Materiale costitutivo dell'opera	Intonaco
	Tipologia artistica	Affresco
	morfologia	A parete
	Posizione	In lunetta sotto volta
	Modalità di fissaggio	Intonaco
	Ubicazione (contesto)	Chiostro di Santo Spirito
	Restauro in situ	Si
	Smontaggio / rimontaggio	No
CG	Caratteristiche geometriche e dimensionali	• Essere compatibile con il montaggio di un sistema di sollevamento (argano) per evitare la movimentazione manuale dei carichi • Avere gli impalcati a quote compatibili con posture ergonomicamente corrette • Avere gli impalcati a quote compatibili con una partizione razionale della scena
	Condizioni ambientali	• Avvicinarsi alla parete compatibilmente con la morfologia della lunetta • Avere le dimensioni adeguate alle operazioni compatibilmente con i limiti spaziali (quote di lavoro, passaggio carrabile)
	Impianti disponibili	• Valutare la compatibilità con gli impianti esistenti • Valutare la compatibilità con sistemi di illuminazione artificiale per necessità di restauro
	Spazi accessori disponibili	Servizi igienici
	Percorsi e sistemi di movimentazione presenti	Percorso carrabile da salvaguardare
	Risorse a disposizione	
CS	Trasporto in situ	Centro storico
	Trasporto a piè d'opera	Colonnato del chiostro (carrabile)
	Modalità di assemblaggio	In situ con componenti multidirezionali
	Modalità di ancoraggio	Difficile - autoportante
	Modalità di stabilizzazione	diagonali
	Predisposizioni impiantistiche	
	Inserimento apprestamenti	
	Componenti speciali	Trave carraia, piano ribaltabile
	Modifiche possibili	Apertura piano ribaltabile con inserimento di parapetti realizzati all'uopo
CM	Allievi e/o apprendisti	1
	Altre ditte cooperanti alla stessa opera sullo stesso ponteggio	No
	Altre ditte operanti su opere diverse sullo stesso ponteggio	No
	Altre ditte nelle vicinanze con attrezzatura in condivisione	No
	Altre ditte nelle vicinanze con spazi e servizi in condivisione	No
	Studiosi	Si
	Persone che lavorano stabilmente nello stesso contesto	Si
	Persone che abitano nello stesso ambiente	Si
	Visitatori autorizzati	Si
	Turisti nei dintorni	Si
RV	Modalità di smontaggio	In situ
	Modalità smaltimento componenti non recuperabili	Ricorso a ditta specializzata
	Protezioni preliminari	Contesto monumentale, pavimenti, colonne, altre opere esistenti
	Salvaguardia interventi effettuati	Messa in atto di procedure protettive



Pianta schema ponteggio - primo livello

LEGENDA

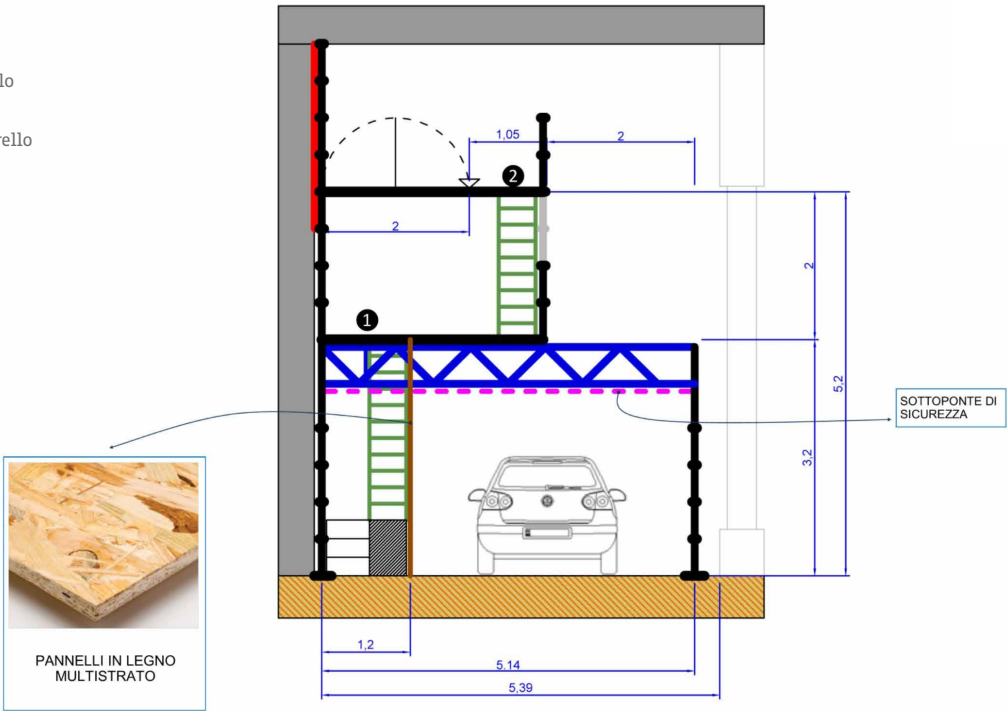
- 1 Area spogliatoio e deposito
- 2 Area di lavoro secondo livello
- 3 Piano ribaltabile
- Ingresso esclusivo al cantiere
- Dipinto
- Trave carraia
- Confinamento con pannelli in legno multistrato



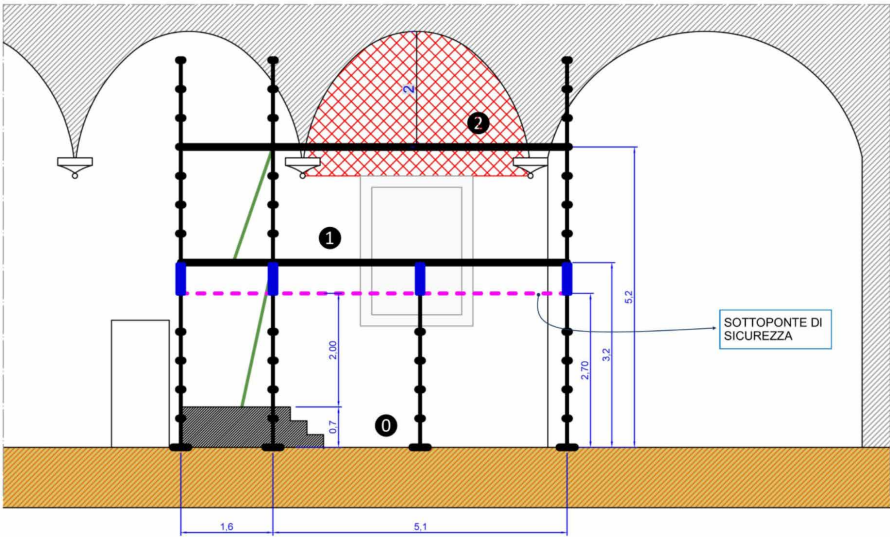
Pianta schema ponteggio - secondo livello

LEGENDA

- 1 Piano di lavoro primo livello
- 2 Piano di lavoro secondo livello
- 3 Piano terra adibito a spogliatoio e deposito

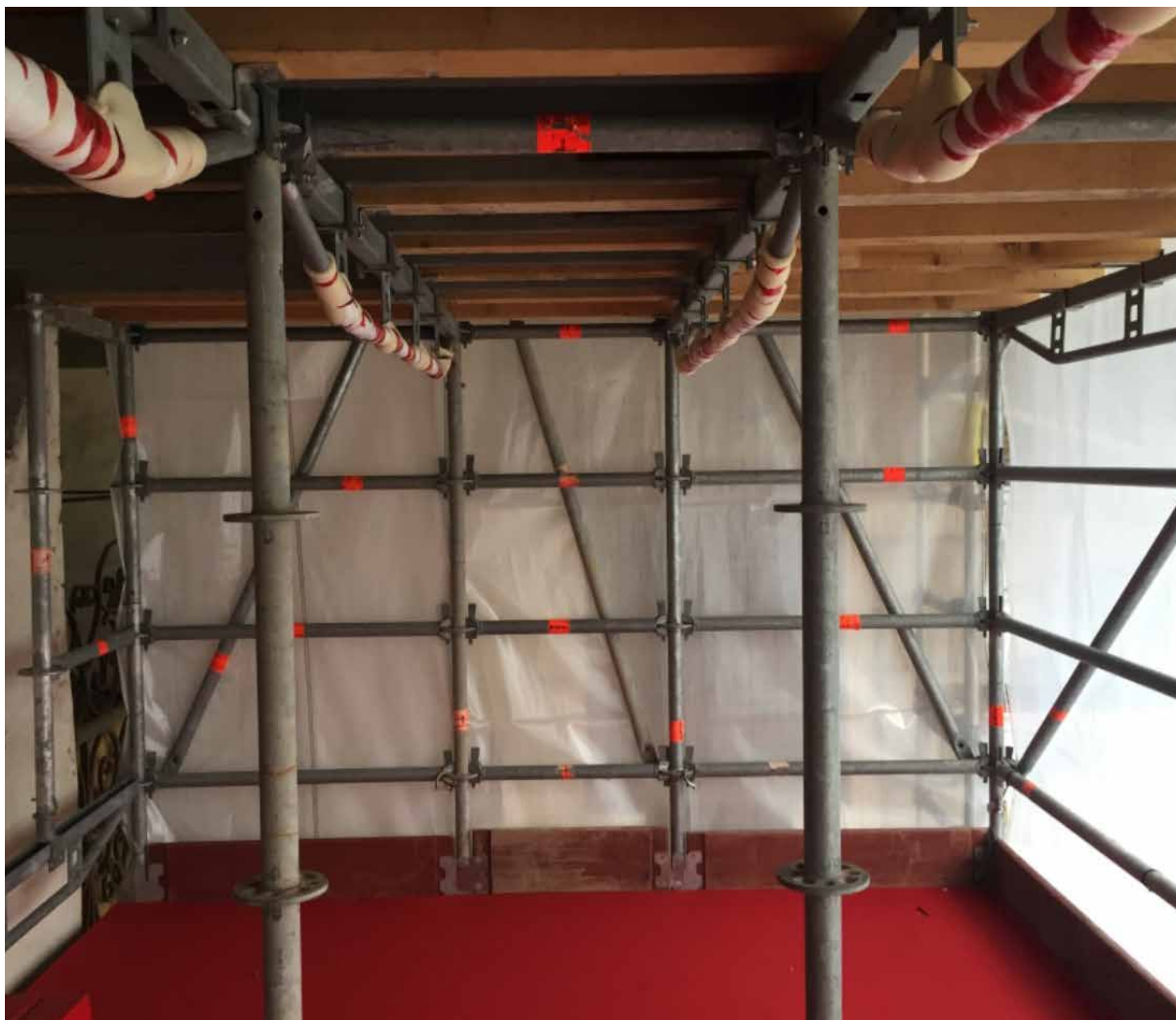


Sezione B-B



Elaborati redatti da Vito Getuli

Sezioni A-A



RESTAURO DELLA PITTURA MURALE MARCO AURELIO DI OTTAVIO STEFFENINI NEL PALAZZO DI GIUSTIZIA A MILANO

Oggetto	Pittura murale, tecnica mista
Soggetto	Marco Aurelio
Autore/Epoca	Ottavio Steffenini, 1937 (firmato e datato)
Ubicazione /Provenienza	Milano, Palazzo di Giustizia
Dimensioni	4,80 x 4,80m
Settore di restauro	Pitture murali e stucchi
Restauratori	Maria Rosa Lanfranchi e Francesca Siena (tesi di laurea)
Sede del restauro	In loco
Tipologia di intervento	Restauro
Stato di avanzamento	Completato
Progetto cantiere	Sì
Progettista	Pietro Capone, coll. Vito Getuli
Periodo restauro	Inizio maggio 2016 / fine gennaio 2017



Palazzo di giustizia		
SP	Materiale costitutivo dell'opera	Intonaco e pigmenti
	Tipologia artistica	Affresco
	morfologia	Parete concava
	Posizione	Alta
	Modalità di fissaggio	intonaco
	Ubicazione (contesto)	Palazzo di giustizia - Milano
	Restauro in situ	si
	Smontaggio / rimontaggio	No
CG	caratteristiche geometriche e dimensionali	• Avere gli impalcati a quote compatibili con posture ergonomicamente corrette • Avere gli impalcati a quote compatibili con una partizione razionale della scena • Avvicinarsi alla parete compatibilmente con la morfologia della parete stessa • Avere le dimensioni adeguate alle operazioni compatibilmente con i limiti spaziali • Compatibile con le dimensioni antropomorfe
	condizioni ambientali	• Compatibile con la presenza di boiserie e gli arredi fissi • Compatibile con la presenza di una pedana in legno a pavimento
	impianti disponibili	• Valutare la compatibilità con gli impianti esistenti • Valutare la compatibilità con sistemi di illuminazione artificiale stante la scarsa illuminazione naturale
	spazi accessori disponibili	• Servizi igienici in comune con gli altri utenti del piano
	percorsi e sistemi di movimentazione presenti	• Scale, ascensori e corridoi di uso promiscuo con gli altri utenti del palazzo
	risorse a disposizione	
CS	Trasporto in situ	• Pubblica strada
	Trasporto a piè d'opera	• Difficoltà di approvvigionamento e di accesso trattandosi di luogo pubblico sottoposto a condizioni restrittive di accesso
	Modalità di assemblaggio	• Montare l'apprestamento in contesto monumentale • Quote differenti di appoggio in corrispondenza del pavimento • Difficoltà di montaggio/smontaggio in presenza di arredi fissi e boiserie • Necessità di realizzare parte a sbalzo su misura e disegno per lo sviluppo curvilineo della parete su cui insiste l'opera • Verifica di portanza della pedana in legno
	Modalità di ancoraggio	• autoportante • Difficoltà di ancoraggio del ponteggio sul lato affresco
	Modalità di stabilizzazione	Autoportante
	Predisposizioni impiantistiche	
	Inserimento apprestamenti	
	Componenti speciali	Aggetto a sbalzo con impalcato in legno sagomato su misura
	Modifiche possibili	
CM	Allievi e/o apprendisti	1
	Altre ditte cooperanti alla stessa opera sullo stesso ponteggio	No
	Altre ditte operanti su opere diverse sullo stesso ponteggio	No
	Altre ditte nelle vicinanze con attrezzatura in condivisione	No
	Altre ditte nelle vicinanze con spazi e servizi in condivisione	No
	Studiosi	Si
	Persone che lavorano stabilmente nello stesso contesto	Si
	Persone che abitano nello stesso ambiente	Si
	Visitatori autorizzati	Si
	Turisti nei dintorni	No
RV	Modalità di smontaggio	In situ
	Modalità smaltimento componenti non recuperabili	Ricorso a ditta specializzata
	Protezioni preliminari	Boiserie, arredi, pedana in legno
	Salvaguardia interventi effettuati	Messa in atto di procedure protettive

Descrizione del progetto

Il presente progetto individua l'impostazione generale del cantiere di restauro del Marco Aurelio di Ottavio Steffenini nel Palazzo di Giustizia di Milano.

Il layout è stato progettato individuando un'area a servizio dell'intervento destinata alle lavorazioni dalla geometria regolare per ottimizzare le funzioni del cantiere e per limitare al massimo l'impatto del cantiere all'interno della sala.

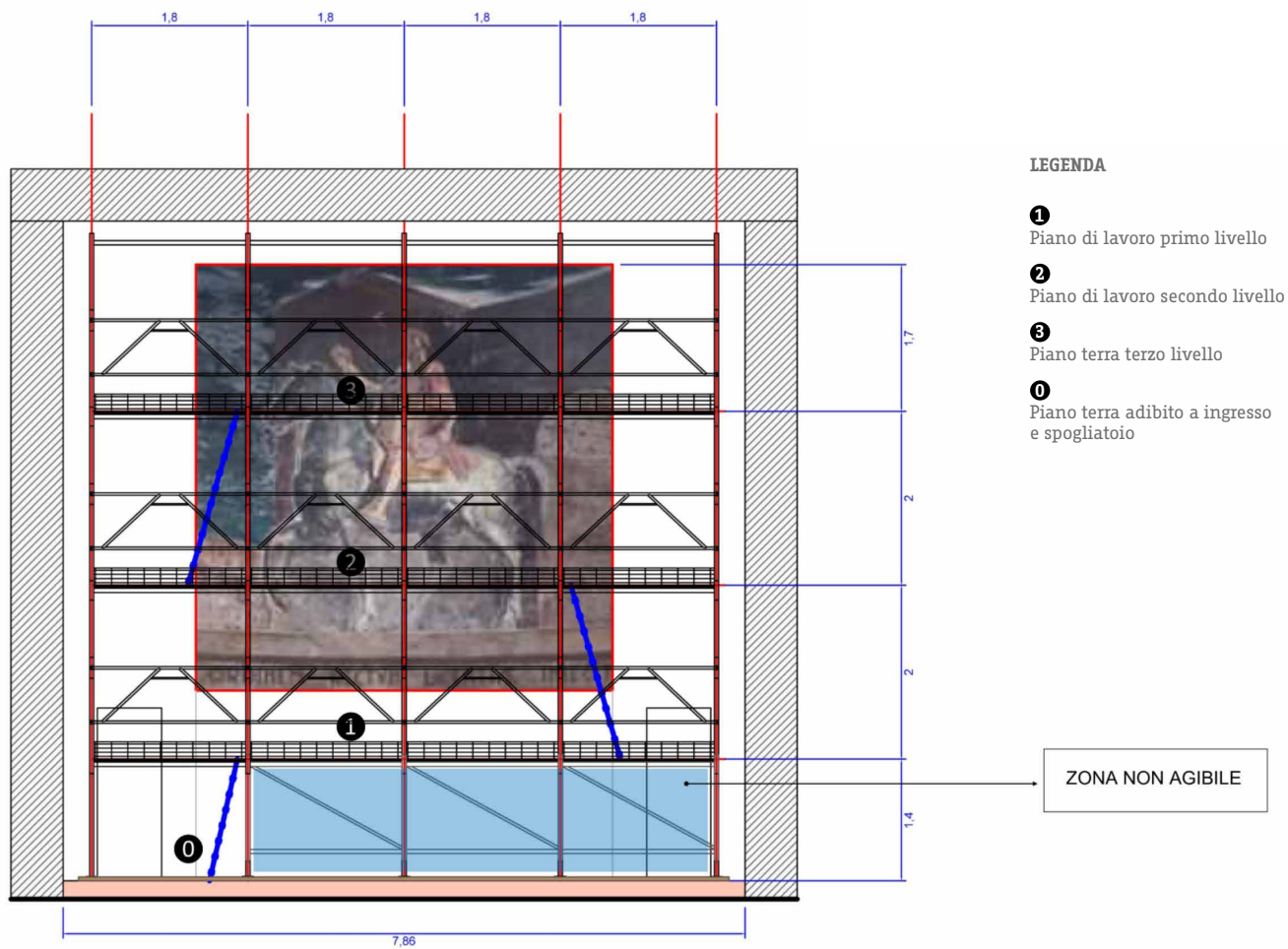
Il ponteggio si articola su tre piani di lavoro, posti rispettivamente a quota +1,4 metri, 3,4 metri e +5,4 metri nonché una zona a livello del pavimento che svolge funzione di accesso e di servizio (spogliatoio) e per cui è previsto un confinamento con pannelli multistrato in legno.

Lo schema del ponteggio è stato studiato per essere realizzato con tecnologia a telai prefabbricati, ogni piano assume una forma regolare, per lo più quadrata e presenta una scomposizione in due zone principali: una più lontana dall'opera d'arte dove si sviluppano i collegamenti verticali (scale a gradini) e le aree di stoccaggio e deposito; ed una vicina alla parete affrescata curva dove è stato previsto l'utilizzo di un piano di calpestio sagomato a sbalzo per consentire al restauratore la massima libertà di lavoro e prossimità all'opera.

Il ponteggio è dotato di impianto elettrico, ad ogni piano di lavoro sono distribuite prese elettriche di servizio per l'alimentazione di utensili, macchinari e dispositivi di illuminazione.

Ogni piano di lavoro è dotato di lavandini per l'adduzione e scarico dell'acqua necessaria per le lavorazioni e per il lavaggio di attrezzi, utensili e contenitori.

All'interno di ogni piano di lavoro sono state individuate aree da destinarsi all'installazione di piani di appoggio e mensole per lo stoccaggio ordinato di utensili e attrezzature, ed aree da destinarsi allo stoccaggio dei rifiuti da lavorazione costituite da bidoni per la raccolta differenziata.



Sezione A-A

LEGGENDA

Impalcati.
Le tavole di tutti gli impalcati dovranno essere rivestite con moquette ignifuga

Quadri di distribuzione ai piani.
(tutti i collegamenti dovranno essere realizzati all'intradosso dell'impalcato)

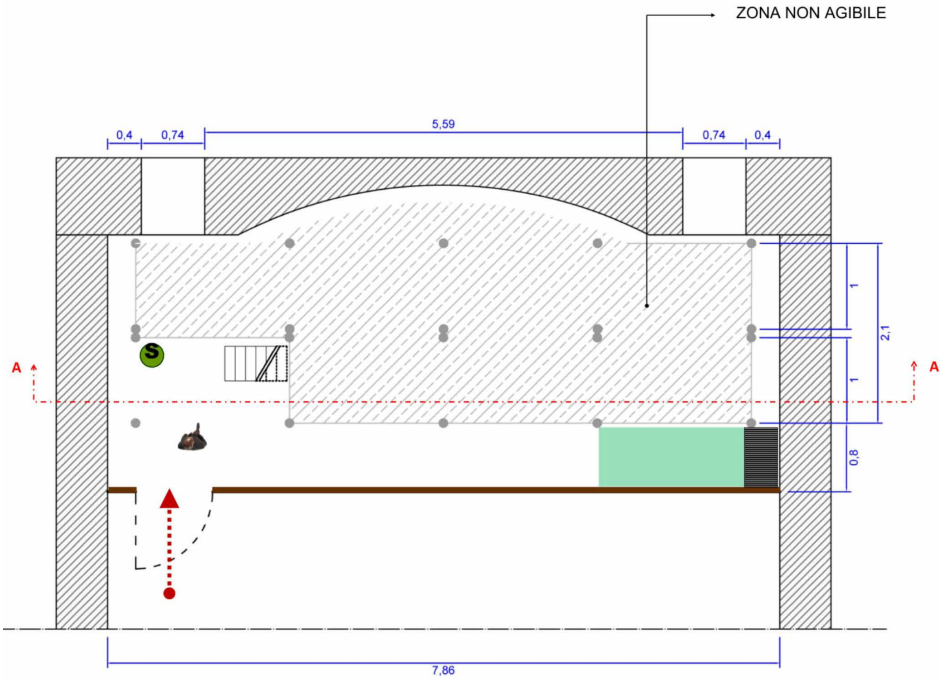
Scarico acque di scarto delle lavorazioni

Area deposito

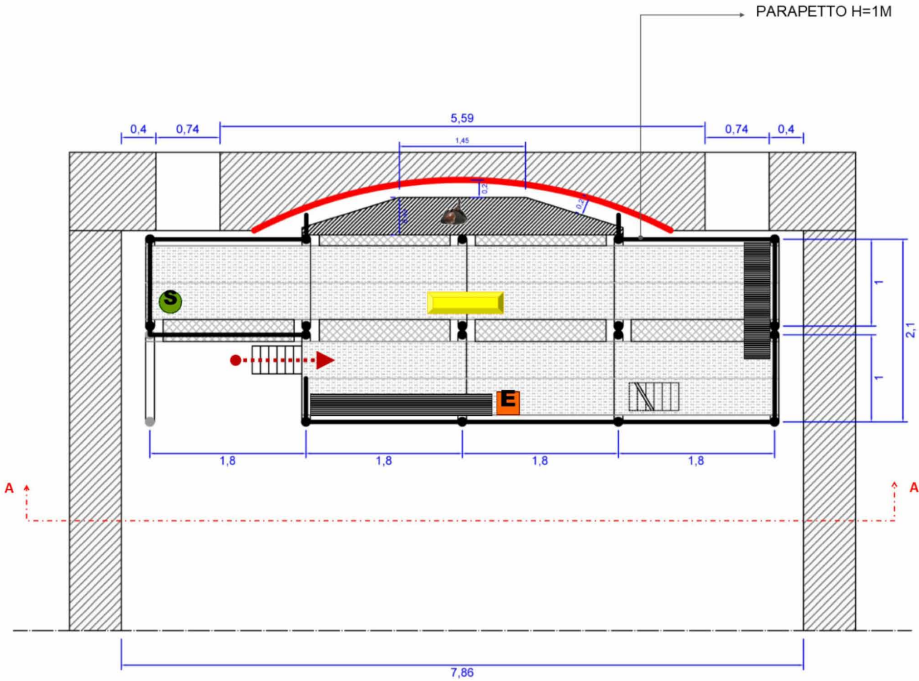
Mensola per appoggio attrezzature
(da realizzarsi con tavole semplici da ponteggio)

Lampada fluorescente lineare

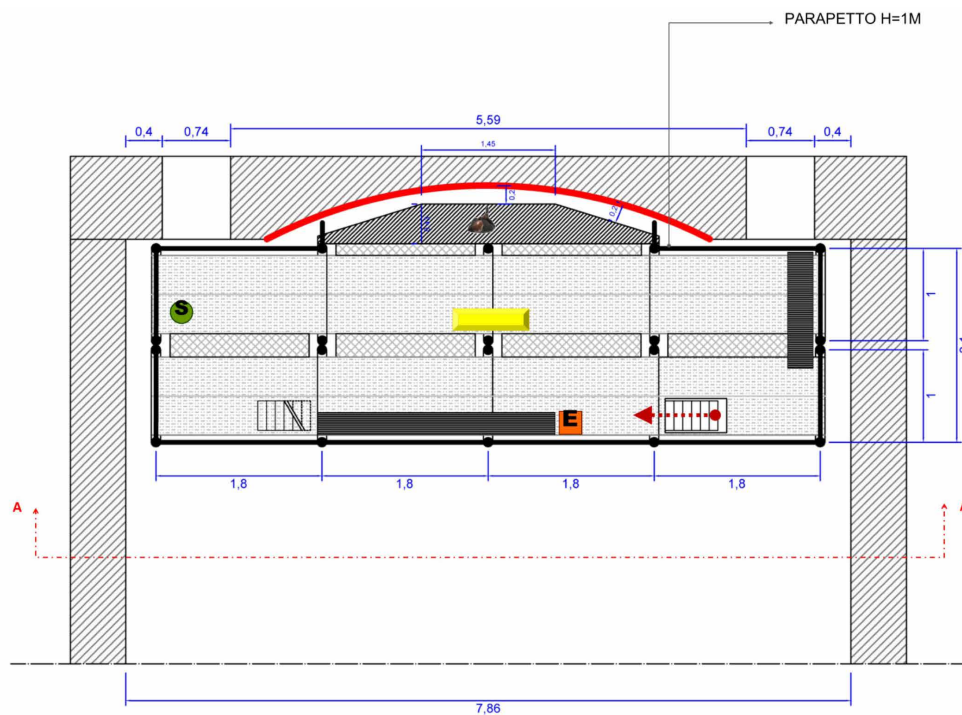
Confinamento pannelli multistrato in legno



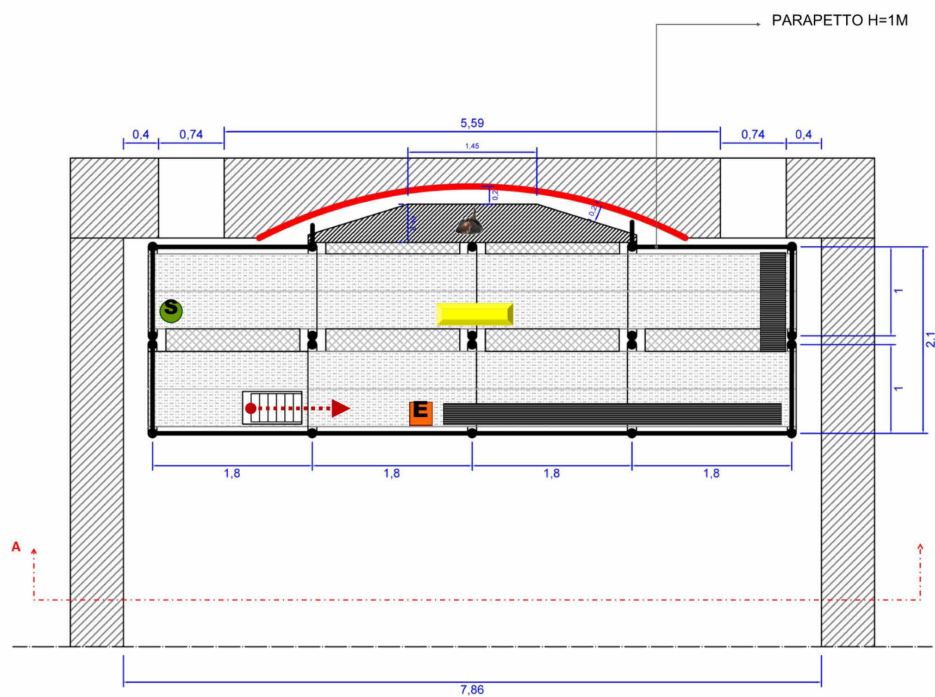
Pianta layout di cantiere - piano terra quota 0.00m



Pianta layout di cantiere - piano prima quota 1.40m



Pianta layout di cantiere - piano secondo 3.40m



Pianta layout di cantiere - piano terzo quota 5,40m

Nota bene

Le indicazioni, le misure e le dimensioni del ponteggio e dei suoi componenti possono essere soggette a cambiamenti in funzione delle specifiche soluzioni tecnologiche proposte dall'impresa esecutrice.

RESTAURO DELLA PITTURA MURALE DELLA RESURREZIONE DI PIERO DELLA FRANCESCA, A SAN SEPOLCRO (AR)

Oggetto**Soggetto****Autore/Epoca****Ubicazione /Provenienza****Dimensioni****Settore di restauro****Restauratori****Sede del restauro****Stato di avanzamento****Progetto cantiere****Progettista****Periodo restauro****Pubblicazioni**

Pittura murale

Resurrezione

Piero della Francesca

San sepolcro (AR), Museo Civico

2.25x2.00 m

Pitture murali e stucchi

Paola Ilaria Mariotti, Maria Rosa Lanfranchi (OPD);

Umberto Senserini (Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio per le province di Siena, Grosseto e Arezzo)

In loco

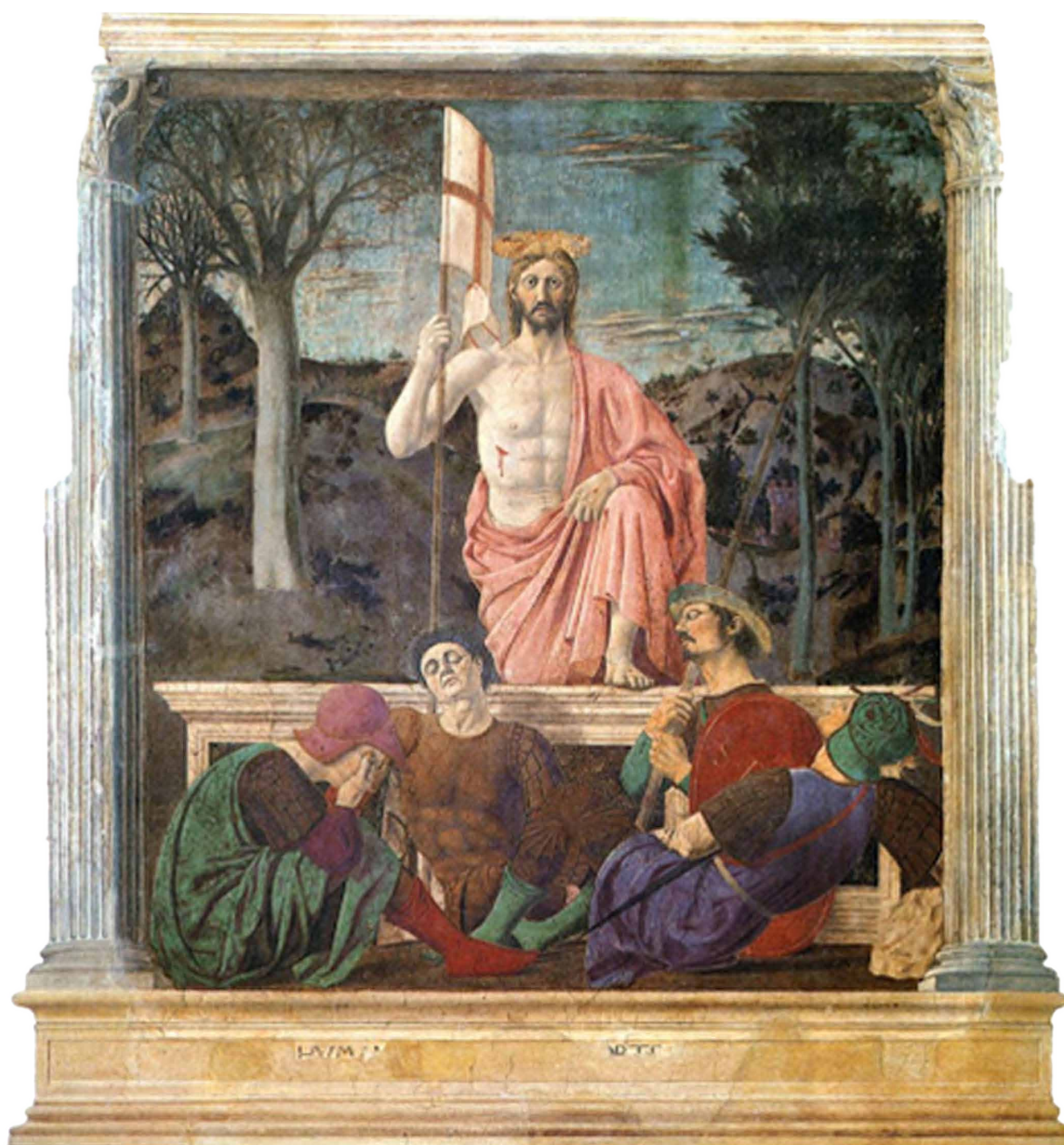
Completato

Sì

Pietro Capone, coll. Vito Getuli

2014

OPD restaura 2018



San Sepolcro		
SP	Materiale costitutivo dell'opera	Intonaco
	Tipologia artistica	Pittura murale
	Morfologia	A parete
	Posizione	In alto
	Modalità di fissaggio	Intonaco
	Ubicazione (contesto)	Museo civico – San Sepolcro
	Restauro in situ	Si
	Smontaggio / rimontaggio	No
CG	Caratteristiche geometriche e dimensionali	• Avvicinarsi alla parete compatibilmente con la morfologia dell'opera e la quota di posizionamento in altezza • Salvaguardare la possibilità di avere all'occorrenza la visione integrale dell'opera (monitoraggio avanzamento del restauro, riprese fotografiche) • Avere gli impalcati a quote compatibili con posture ergonomicamente corrette • Avere gli impalcati a quote compatibili con una partizione razionale della scena
	Condizioni ambientali	• Avere le dimensioni e le geometrie adeguate alle operazioni compatibilmente con i limiti spaziali (salvaguardia dell'accesso alla sala attigua)
	Impianti disponibili	• Valutare la compatibilità con gli impianti esistenti • Valutare la compatibilità con sistemi di illuminazione artificiale stante la scarsa illuminazione naturale
	Spazi accessori disponibili	
	Percorsi e sistemi di movimentazione presenti	Percorso museale
	Risorse a disposizione	
CS	Trasporto in situ	Centro storico
	Trasporto a piè d'opera	• Approvvigionamento del materiale e trasporto a piè d'opera dall'accesso principale ed attraversando alcune sale del museo
	Modalità di assemblaggio	• Montare l'apprestamento in contesto monumentale • Montare l'apprestamento in presenza di suppellettili, arredi e finiture di pregio • Montare l'apprestamento in sicurezza
	Modalità di ancoraggio	Difficoltà di ancoraggio del ponteggio alla parete sede dell'affresco
	Modalità di stabilizzazione	Autoportante
	Predisposizioni impiantistiche	
	Inserimento apprestamenti	
	Componenti speciali	Piani ribaltabili
	Modifiche possibili	Apertura piano ribaltabile con inserimento parapetti provvisori
CM	Allievi e/o apprendisti	No
	Altre ditte cooperanti alla stessa opera sullo stesso ponteggio	Si, 1 restauratore della Soprintendenza di Arezzo
	Altre ditte operanti su opere diverse sullo stesso ponteggio	No
	Altre ditte nelle vicinanze con attrezzatura in condivisione	No
	Altre ditte nelle vicinanze con spazi e servizi in condivisione	No
	Studiosi	Si
	Persone che lavorano stabilmente nello stesso contesto	Si
	Persone che abitano nello stesso ambiente	Si
	Visitatori autorizzati	• Le strutture provvisionali devono consentire la fruizione del museo • Il ponteggio deve essere agevolmente accessibile ai visitatori • Le attività di restauro e l'opera devono essere ben visibili dai visitatori • La privacy e la tranquillità dei restauratori deve essere salvaguardata • Le aree di visita e le aree di cantiere devono essere nettamente distinte, per la sicurezza sia dei visitatori e sia dei restauratori
	Turisti nei dintorni	Si
RV	Modalità di smontaggio	Contesto monumentale
	Modalità smaltimento componenti non recuperabili	Ricorso a ditta specializzata
	Protezioni preliminari	Pavimento, arredi, altre opere
	Salvaguardia interventi effettuati	Messa in atto di procedure protettive

Descrizione del progetto

Il presente progetto individua l'impostazione generale del cantiere di restauro dell'affresco *La resurrezione* di Piero della Francesca.

Il layout è stato progettato individuando un'area a servizio dell'intervento dalla geometria regolare per ottimizzare le funzioni del cantiere e per limitare al massimo l'impatto visivo del 'volume cantiere' all'interno della sala del museo che continuerà ad ospitare visitatori durante le fasi del restauro.

Il cantiere è caratterizzato dal ponteggio posto nella sala della Resurrezione del Museo Civico in corrispondenza della omonima pittura murale. Le attività di cantiere sono confinate nello spazio occupato dal ponteggio

Il ponteggio si articola su due piani di calpestio, posti rispettivamente a quota +1,4 metri e +3,4 metri. Al livello del piano terra il ponteggio ingloba una delle porte di collegamento con la sala retrostante il dipinto, e di fatto questo diventa l'accesso al cantiere stesso. Il primo ospita il piano di lavoro ad uso esclusivo dei restauratori nella parte direttamente a ridosso del dipinto. Ad esso segue un'area destinata ad accogliere i visitatori, opportunamente confinata mediante parapetti in plexiglass trasparente.

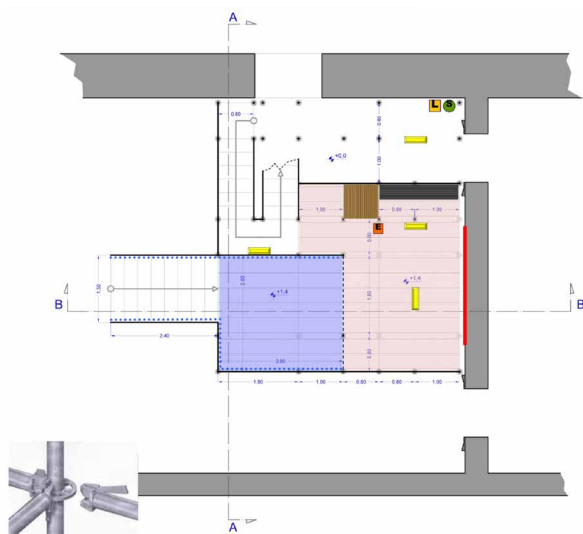
Sotto il primo piano di lavoro è stato predisposto un sottopiano di sicurezza non praticabile.

Il secondo ed ultimo livello occupa solo la parte centrale per consentire l'intervento in corrispondenza della volta.

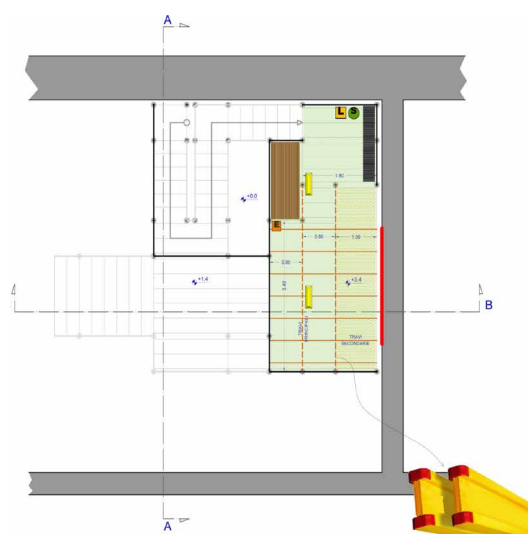
Il livello ospita esclusivamente il piano di lavoro dei restauratori, caratterizzato dalla presenza di un piano ribaltabile per permettere la visione completa del dipinto.

All'interno dei piani di lavoro sono state individuate aree da destinarsi all'ubicazione di un tavolo con postazione pc e mensole per il deposito delle attrezzature. Completeranno il ponteggio:

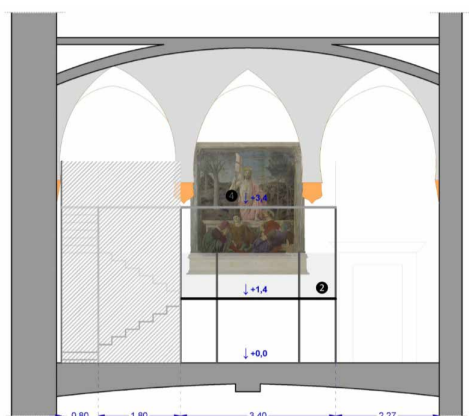
- gli 'impianti elettrici' che dovranno consentire una 'illuminazione' diffusa ed una 'alimentazione' il più possibile distribuita per evitare il ricorso ad elementi di derivazione provvisori (ciabatte, ecc.). Sarà opportuno che le canalizzazioni avvengano a soffitto;
- 'sistemi di adduzione' e scarico dell'acqua;
- 'mensole' da realizzare in corrispondenza dei due piani di lavoro;
- rivestimento in *moquette* ignifuga degli impalcati, per contenere eventuali sversamenti di liquidi, cadute accidentali di utensili taglienti (bisturi ecc.), per migliorare il comfort delle posture in ginocchio dei restauratori.



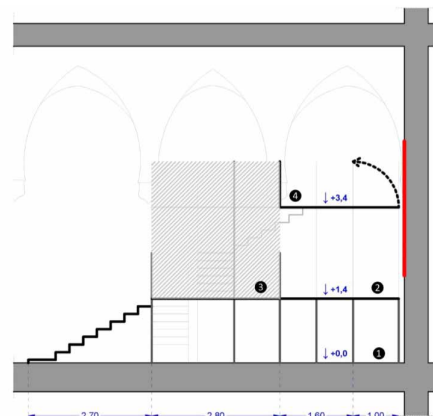
Pianta struttura ponteggio multidirezionale - primo livello



Pianta struttura ponteggio multidirezionale - secondo livello



Sezione A-A



Sezione B-B

Nota bene
Le indicazioni, le misure e le dimensioni del ponteggio e dei suoi componenti possono essere soggette a cambiamenti in funzione delle specifiche soluzioni tecnologiche proposte dall'impresa esecutrice.

LEGENDA



Impalcati.
Le tavole di tutti gli impalcati dovranno essere rivestite con moquette ignifuga



Quadri di distribuzione ai piani
(tutti i collegamenti dovranno essere realizzati all'intradosso dell'impalcato)



Scarico acque di scarto delle lavorazioni



Lavandino a supporto delle lavorazioni



Tavolo a supporto delle lavorazioni da realizzarsi con tavole da ponteggio e rivestimento in moquette ignifuga



Mensola per appoggio attrezzature
(da realizzarsi con tavole semplici da ponteggio)



Lampada fluorescente lineare



Area ingresso e deposito



Piano di lavoro primo livello



Area ad uso esclusivo dei visitatori

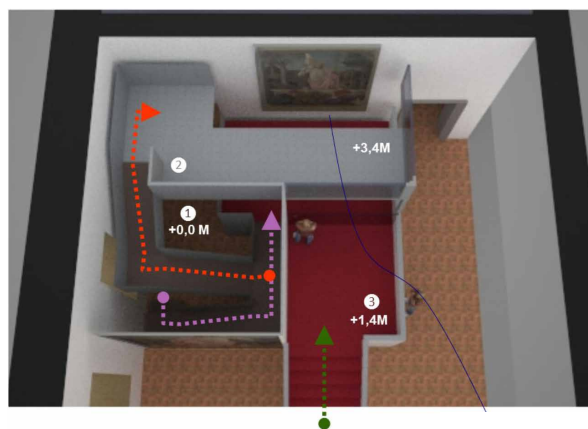
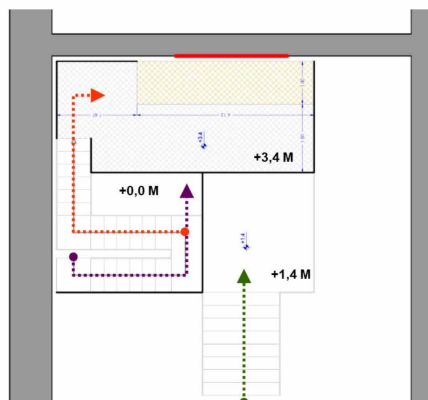


Piano di lavoro secondo livello

Elaborati redatti da Vito Getuli

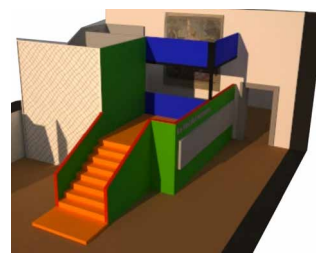
LEGENDA

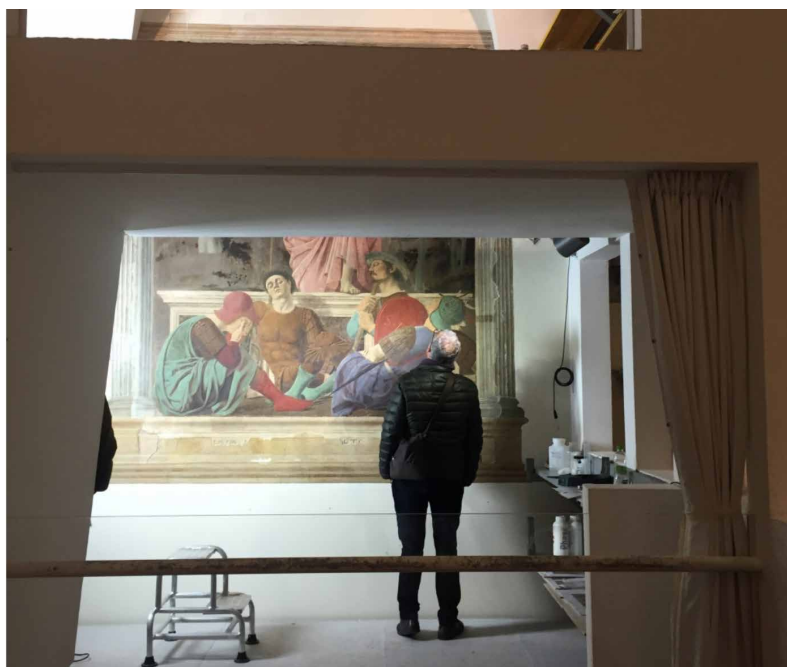
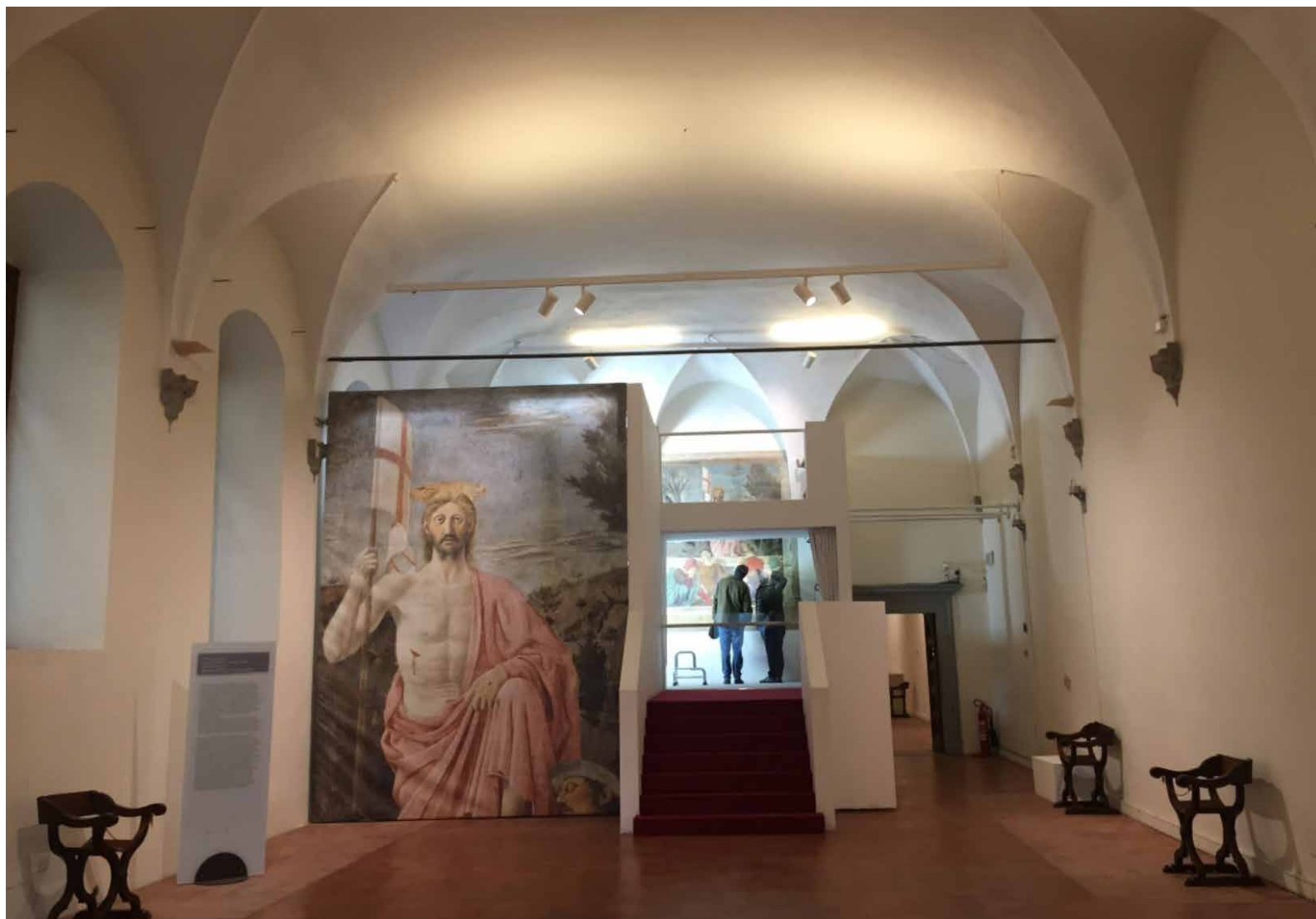
- ❶
Area ingresso e deposito
- ❷
Piano di lavoro secondo livello
- ❸
Area ad uso esclusivo dei visitatori
- Accesso ad esclusivo dei visitatori pr la visione del dipinto
- Percorso di accesso al primo impalcato di lavoro
- Percorso di accesso al secondo impalcato di lavoro



Rendering prospettici della sala

- Parapetto in plexiglass
- Tamponature in pannelli multistrato verniciati
- Rivestimento in moquette ignifuga





Opera, restauratori, visitatori, apprestamenti, materiali, macchinari necessari all'esecuzione di un intervento di restauro occupano spazio e lo spazio è una risorsa preziosa e limitata in un cantiere di restauro che, rispondendo ai dettami metodologici e tecnologici descritti nei capitoli precedenti, si configura come un laboratorio provvisorio in grado di garantire prestazioni e comfort qualitativamente e quantitativamente paragonabili ad un laboratorio permanente. Se a questo aggiungiamo la variabile del contesto, quasi sempre caratterizzato dalla presenza di attività diverse quali ad esempio attività museali o religiose; allora il cantiere di restauro si configura come un vero e proprio sistema complesso. Un sistema fatto di entità (lavoratori, attività, risorse, spazi con funzioni, contesto), ognuna delle quali fatta di specifiche proprietà e di mutue relazioni con tutte le altre entità del sistema stesso. In tal senso, la gestione di un sistema complesso nel settore delle costruzioni ha visto la crescente adozione di metodi e strumenti di *Building Information Modelling* (BIM), che si traduce nella disponibilità di un modello tridimensionale, virtuale ed informativo dell'edificio. Ciò ha dato il via alla transizione digitale attualmente in atto nel settore che vede un rinnovato interesse ed una rapida diffusione del *Construction Virtual Prototyping* in maniera trasversale alle diverse fasi del processo edilizio.

L'obiettivo di questo capitolo conclusivo non è quello di ritrarre un ipotetico domani della progettazione evoluta dei cantieri di restauro con l'utilizzo di processi, metodi, e strumenti digitali innovativi già in uso o in sperimentazione in altri settori ma, piuttosto, delineare uno scenario prossimo e realistico basato sulle esperienze di ricerca innovativa ed applicazioni svolte dagli autori esaminando esigenze, possibilità e conseguenze della loro applicazione nel mondo dei cantieri per il restauro dell'arte.

A tal proposito l'adozione dell'*Information Modelling and Management* vale a dire la possibilità di avere a disposizione un modello tridimensionale, virtuale ed informativo tanto dell'opera da restaurare quanto del cantiere di restauro, si configura come il presupposto ideale, necessario ma non sufficiente per l'organizzazione digitale e collaborativa dell'intero processo di restauro di un'opera. Tutto ciò promuovendo quella che potremmo definire l'*Art Virtual Prototyping* (AVP), vale a dire la prototipazione virtuale dell'arte e del cantiere di restauro intesa come la progettazione, la simulazione e il monitoraggio del processo *computer-aided* finalizzati:

1. Alla generazione del modello virtuale del dipinto, della scultura, della pittura murale o di qualsivoglia altra opera d'arte insieme a quella del luogo di restauro fatto di contesto edilizio, apprestamenti, flussi di persone e di materiali

2. Alla progettazione e valutazione simulata preventiva del processo tecnico di restauro con l'ausilio di ambienti virtuali immersivi
3. Alla simulazione tridimensionale e parametrica del cantiere inteso come la trasposizione intelligente del laboratorio di restauro nel contesto specifico dell'opera e alla sua visualizzazione e validazione interattiva direttamente sul luogo da parte degli stakeholder per mezzo di strumenti di *Virtual e Augmented Reality*
4. Alla creazione di ambienti di studio virtuali collaborativi con il coinvolgimento di diversi studiosi
5. Alla possibilità di trasposizione nella 'prototipazione fisica' dell'opera d'arte e del cantiere, vale a dire la produzione dal modello digitale di copie ad alta fedeltà dell'artefatto originale per la sostituzione temporanea durante il cantiere di restauro o l'inserimento di derivati fisici del modello digitale nel cantiere che diventa così un luogo e uno strumento di comunicazione 'aumentata' tra l'opera, i restauratori e i visitatori
6. Al monitoraggio digitale dello stato di avanzamento del restauro con l'utilizzo proprio del modello digitale dell'opera come fonte informativa (data-base) dove catalogare l'evoluzione del processo di restauro;
7. Alla possibilità di fruizione digitale da parte dei visitatori del processo e dello stato di avanzamento del restauro diventando così il cantiere un luogo non più percepito dal restauratore e dal visitatore come temporaneo e precario ma come una vera e propria esperienza di condivisione e formazione in laboratorio.

Questi esempi sull'uso di un approccio e tecnologie digitali vogliono mostrare il superamento della dicotomia tradizione/innovazione per cui non si immagina un cantiere di restauro privo di studio tradizionale, bensì si apre la strada alla compartecipazione spesso utile e funzionale all'ottimizzazione e all'aumento della performance del processo.

In tal senso, la progettazione digitale del cantiere di restauro deve essere concepita come un processo gestionale, ossia una sequenza di elementi processuali finalizzati a produrre un risultato, 'il modello spaziale del cantiere di restauro' costituito a partire dal modello digitale dell'opera profilando così un processo di gestione digitale dell'attività di restauro che diventa intrinsecamente collegata a quella del cantiere di restauro.

Tale processo può essere scomposto in quattro sotto-processi elementari che costituiscono lo scheletro della gestione digitale del cantiere di restauro. Per questi, verranno di seguito definiti i *key concepts* e i domini di applicazione.

La prima fase è rappresentata dal Processo di Informatizzazione digitale, che rappresenta la fase di recepimento dei dati necessari allo sviluppo del modello digitale dell'opera e del cantiere di restauro vale a dire la loro mappatura fisica, geometrica, dimensionale.

Segue a questo il ‘Processo di Analisi e Progettazione’, vale a dire la fase di mappatura dei requisiti ed esigenze spaziali del cantiere di restauro in relazione alle caratteristiche geometriche e qualitative dell’opera e in relazione alle specificità del luogo dove esso verrà installato. A differenza di quanto comunemente avviene, l’approccio alla modellazione del progetto del cantiere che segue il metodo delineato nei precedenti capitoli non può limitarsi alla definizione di ‘oggetti’ (attrezzature di cantiere, apprestamenti, macchinari) con un livello di rappresentazione geometrica ed informativa più o meno spinto nel tentativo di perseguire una ‘bella’ e ‘artistica’ rappresentazione del cantiere di restauro.

Un modello digitale così composto risolverebbe solo una parte del problema relativo alla rappresentazione del cantiere di restauro e certamente la parte meno utile e funzionale ad un processo di progettazione e gestione digitale. Il valore risiede nella modellazione parametrica degli oggetti costituenti il modello del cantiere che garantirebbero in tal modo al progettista di investigare speditamente diverse soluzioni progettuali come ad esempio il posizionamento dei piani di lavoro rispetto ad un dipinto murale diventando un potente strumento di supporto alle decisioni.

C’è poi il ‘Processo di Simulazione e Controllo’, che rappresenta la fase di utilizzo del modello digitale dell’opera d’arte e di quello spaziale del cantiere di restauro fatto di apprestamenti, macchinari e lavoratori simulati per la visualizzazione immersiva da parte di quelli che potremmo genericamente definire ‘portatori di interesse’, vale a dire progettista, restauratore, gestore e visitatore.

Nell’ambito del product design, un prototipo virtuale rappresenta l’anticipazione di un prodotto che non esiste ancora nella realtà e che tramite la simulazione digitale può essere esplorato, testato e valutato prima della sua effettiva realizzazione anticipando, in tal modo, alla fase progettuale le considerazioni tipiche dell’uso dell’oggetto stesso e dell’interazione tra questo e l’utente futuro. Nel caso del cantiere di restauro, tale oggetto è rappresentato prima dall’opera d’arte e poi dal cantiere.

L’uso di questi due prototipi virtuali implica la conseguente adozione di sistemi di *Virtual Reality* come piattaforme di visualizzazione ed interazione, eventualmente multimodale e multisensoriale.

In particolare, l’ambiente virtuale immersivo permetterebbe al progettista, ai restauratori, ai gestori dell’edificio, dove l’opera d’arte è situata, di vivere un’esperienza in prima persona nel prototipo a scala reale del cantiere di restauro non ancora realizzato, in modo intuitivo e coinvolgente attraverso una navigazione ‘egocentrica’ caratterizzata dall’immersione nello scenario virtuale simulato e dal cosiddetto senso di presenza, ovvero la percezione di trovarsi effettivamente nell’ambiente in cui si è virtualmente immersi. In tal senso il restauratore avrebbe la possibilità di validare la posizione e il dimensionamento degli apprestamenti, in particolar modo dei ponteggi; il posizionamento dei piani di lavoro rispetto all’opera in funzione della posizione assunta durante le attività di restauro; la dislocazione dell’impianto idrico e di quello elettrico così come il posizionamento delle mensole e delle scrivanie molto spesso anch’esse progettate per avere una relazione con l’opera d’arte. Basti pensare al fatto che il restauratore necessita di guardare l’opera mentre svolge le attività di studio o catalogazione documentale.

Se si pensa invece alla simulazione e alla validazione del progetto del cantiere di restauro dal punto di vista del gestore dell'edificio e quindi delle relazioni che intercorrono tra il cantiere e il contesto dove l'opera si trova e dove, pertanto, il cantiere verrà installato, potrebbe questa avvenire direttamente nel luogo stesso per mezzo dell'*Augmented Reality* in grado di sovrapporre componenti del mondo digitale (il cantiere progettato) al modo reale del quale il validatore mantiene sempre la visione e la percezione grazie all'impiego, ad esempio, degli ologrammi ovvero immagini tridimensionali visualizzate attraverso uno speciale display posizionato su di un visore equipaggiato di sensori di movimento e videocamera di profondità.

Un progetto del cantiere di restauro che ha subito il suddetto processo di simulazione e validazione si configurerebbe come 'costruibile' ossia capace di garantire le prestazioni ad esso richieste.

Segue poi, il Processo di Monitoraggio, che rappresenta la fase di utilizzo del modello digitale dell'opera per il monitoraggio dello stato di avanzamento delle attività restauro.

Il restauro dell'opera d'arte è costituito da un insieme di operazioni complesse da parte del restauratore come ad esempio ispezioni, analisi chimiche e ricerche storiche che si ripetono nel tempo con l'obiettivo di monitorare l'avanzamento dell'attività di restauro stessa. In tal senso il problema che emerge è quello della gestione dei diversi dati multimediali risultanti da queste attività come documenti storici, testi scritti, immagini bidimensionali scattate durante le attività di restauro, dati numerici così come checklist di controllo e ispezioni periodiche e programmate, ma ancora termografie e ricostruzioni manuali delle 'giornate di lavoro'.

La gestione digitale di tutto ciò può certamente essere ottimizzata grazie all'uso del modello digitale dell'opera che diventa in tal senso un vero e proprio contenitore informativo di tutti quei dati che da diversi operatori e in diverse fasi e con diversa forma vengono generati durante le attività di restauro.

Tutto ciò con l'utilizzo di strumenti software e hardware, e.g. tablet, già in uso in altri settori. Questi strumenti permetterebbero di collegare un qualsiasi dato al modello digitale dell'intera opera d'arte o a parte di essa, avendo indirettamente traccia di quando l'informazione è stata inserita e da chi, configurandosi automaticamente come la ricostruzione temporale dell'attività di restauro. Dati che, se resi accessibili ai restauratori in un ambiente integrato, gli permetterebbero di confrontare l'opera prima del restauro con quella sottoposta agli interventi verificando e monitorando in maniera veloce e costante il buon esito delle attività di restauro.

Per di più, molto spesso le informazioni raccolte si riferiscono a porzioni dell'opera e pertanto il modello tridimensionale informativo dell'opera rappresenta lo strumento ideale per memorizzare sistematicamente e visualizzare tutte queste informazioni.

Così facendo, mentre ad oggi i dati delle attività di restauro per non andare dispersi necessitano di una complessa e laboriosa attività di catalogazione, in questo modo il modello digitale dell'opera si configurerebbe come una possibile fonte dove catalogare l'evoluzione del processo di restauro rappresentando un importantissimo patrimonio di conoscenza.

Questi modelli digitali delle opere costituirebbero una base di conoscenza che non correrebbe il rischio di andare dispersa, basti pensare al fatto che i restauratori usualmente mappano il processo di restauro su carta e conservano in maniera diligente le informazioni nella propria mente e nei propri archivi, diventando loro il vero contenitore di informazioni; informazioni che, se passivamente condivise perché intrinsecamente mappate durante il processo, costituirebbero una preziosa e difficilmente stimabile fonte di conoscenza.

Si raggiungerebbe così una forma di rivalutazione del patrimonio culturale, non più intesa come dominio esclusivo dei restauratori e di eventuali esperti del settore interessati, ma piuttosto come una risorsa più facilmente accessibile per la formazione di futuri restauratori e soprattutto per lo sviluppo della comunità scientifica in generale.

CONCLUSIONI

Alla fine di questo excursus la questione non può dirsi chiusa e sarebbe presuntuoso pensarlo, ma è stimolante considerare che, invece, l'aver cercato di mettere a sistema una materia sicuramente di nicchia, ma con molte ricadute culturali e tecnico-operative, apra una serie di prospettive di approfondimento.

E qui di seguito vengono riportate alcune riflessioni appuntate a margine dello scritto, in ordine sparso e in forma non sempre organica, proprio con lo spirito del futuro approfondimento.

Partendo inizialmente da esigenze di sicurezza, con il tempo questi studi hanno virato l'attenzione su aspetti più propriamente inerenti: il 'comfort lavorativo del restauratore' e le condizioni più idonee di diagnosi e documentazione fotografica.

L'esperienza maturata nell'affinamento progressivo nel tempo ha dimostrato che la realizzazione dei cantieri secondo questo approccio progettuale, attento alla matrice esigenze-prestazioni, può rendere molto agevole e confortevole il lavoro determinando una riduzione dei tempi di cantiere compensando così, con la riduzione del tempo di noleggio, l'aggravio di costi iniziali per la progettazione e per la fornitura e posa in opera dei componenti speciali.

La possibilità di rendere accessibili a pagamento, ovviamente fatte salve le doverose condizioni di sicurezza, rappresenta un'ulteriore opportunità di contribuzione alla realizzazione. L'evoluzione del modello di cantiere riportata nell'ultimo caso di studio (San Sepolcro), vede, d'altro canto, il cantiere, nella sua predisposizione per la visita da parte di non addetti ai lavori, trasformato da momento di privazione dell'esposizione ad una prospettiva di valorizzazione della fruizione dell'opera.

Una considerazione particolarmente importante è rappresentata dal fatto che un cantiere opportunamente realizzato e gestito in termini di comfort lavorativo eviterebbe, in tutti i casi in cui è possibile l'opzione restauro *in situ* o restauro in laboratorio, di operare nel senso del trasferimento del bene. Tale operazione rappresenta sempre un momento di criticità perché:

- Ha un costo
- È un rischio per l'opera
- Le operazioni di smontaggio e rimontaggio sono un rischio per gli operatori
- Comporta un impegno temporale ed un ritardo nell'inizio dei lavori e nella restituzione (e quindi nel ritorno alla fruizione del bene) perché ci sono i tempi di trasporto e la ricerca sovente del momento migliore per effettuarlo

- Comporta un allontanamento dell'opera dal luogo di esposizione che nei casi in cui essa rappresenti un'attrazione primaria può determinare una perdita economica diretta o indiretta.

In generale quando è capitato di sostenere questa tesi con gli operatori del settore è stata avanzata la obiezione che il restauratore preferisce lavorare in laboratorio, per non allontanarsi dai colleghi, dalle logistiche alle quali è confortevolmente abituato. La ventennale esperienza di osservazione e studio, riporta di contro che talvolta le dimensioni dell'opera 'importata' risultano così impattanti da peggiorare la vivibilità del laboratorio e rendere le condizioni di lavoro più critiche in termini di sicurezza rispetto a quello che sarebbero state in cantiere.

È ovvio che la valutazione dell'opzione restauro *in situ* anche in casi normalmente non contemplati, acquista forza e credibilità solo nella prospettiva portata avanti in questa trattazione che il cantiere perda tutti i suoi attributi di precarietà e *discomfort*, a favore di una sua impostazione quale laboratorio confortevole e funzionale benché temporaneo.

BIBLIOGRAFIA

- AA. VV. (1986) *Donatello e la Sagrestia Vecchia di San Lorenzo: temi, studi, proposta di un cantiere di restauro*, Centro Di, Firenze.
- AA. VV. (1, 2004) *Quaderni de il Cantiere di restauro di beni architettonici e ambientali*, CUEN, Napoli.
- Acidini Luchinat C., Della Negra R. (a cura di) (1995) *Cupola di Santa Maria del Fiore: il cantiere di restauro, 1980-1995*, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma.
- Armaroli M. (a cura di) (1983) *Il sapere pratico: esperienze di cantiere per una nuova professionalità del lavoro artigiano*, Galaeti, Imola.
- Balocco C., Capone P. Boddi R. (2014) *Il controllo della luce nei laboratori dell'Opificio delle Pietre Dure. Un problema di comfort, sicurezza e restauro*, in OPD Restauro, Centro Di, Firenze.
- Basile G., Croci G. (a cura di) (2007) *Restauri in San Francesco ad Assisi: il cantiere dell'utopia: studi, ricerche e interventi sui dipinti murali e sulle vetrate dopo il sisma del 26 settembre 1997*, Quattroemme, Perugia.
- Biagini C., Capone P., Donato V., Facchini N. (2015) *IT Procedures for Simulation Of Historical Building Restoration Site*, in *32nd International Symposium on Automation and Robotics in Construction and Mining*, Oulu (Finland), University of Oulu.
- Biagini C., Capone P., Donato V., Facchini N. (2016). *Towards the BIM implementation for historical building restoration site, Automation in Construction*.
- Biasotti A. (1998) *Arte Sicura. Tecniche e procedure per la difesa dei musei e delle mostre temporanee*, edis, Bologna.
- Capone P. (2000) *Progettare la sicurezza nei laboratori per il restauro di opere d'arte*, in OPD Restauro, Centro Di, Firenze.
- Capone P. (2001) *Prevenzione incendi nei laboratori di restauro: il caso dell'Opificio delle Pietre Dure di Firenze*, in *Progetto Restauro. Trimestrale per la tutela dei Beni Culturali*, il prato casa editrice, Padova.
- Capone P. (2004) *Progettare la sicurezza per costruire*, Edizione Medicea, Firenze.
- Capone P. (2006) *La prevenzione incendi nei laboratori di restauro*, in *Salvati dalle fiamme. Gli interventi su edifici e oggetti d'arte danneggiati dal fuoco*, SUPSI, Lugano-Canobbio.
- Capone P. (2006) *Laboratori di restauro negli edifici storici. Una compatibilità da progettare*, in *Intervenire sul patrimonio edilizio: cultura e tecnica*, Celid, Torino.
- Capone P. (2007) *Il cantiere di restauro negli edifici storici*, in OPD Restauro, Centro Di, Firenze.
- Capone P., Cristaudo P., Giusti T., Iannalfi A. (2007) *Progettazione integrata dei laboratori di restauro: il caso studio dell'Opificio delle Pietre Dure*, in OPD Restauro, Centro Di, Firenze.
- Capone P. (2008) *Sicurezza Laser in cantiere e in laboratorio*, in *Aplar 2 — Applicazioni laser nel Restauro — La ragione delle scelte*, Siena.

Capone P., Conti S., Parotti F., Stragapede M. (2010) Alcune considerazioni sulle modalità espositive. In: AA. VV. *La "coperta" Guicciardini. Il restauro delle imprese di Tristano*, edizioni Edifir, Firenze.

Capone P. (2017) *La sicurezza nel restauro: esperienze e prospettive*, in *Kermes. Restauro, conservazione e tutela del patrimonio culturale*, Lexis Compagnia Editoriale in Torino, Torino.

Capone P., Ciatti M. (a cura di) (2017) *Restaurare in sicurezza. Nuovi progetti per i Laboratori dell'O.P.D.*, edifir, Firenze.

Capponi G., Vedovello S. (a cura di) (2000) *Il restauro della Torre di Pisa: un cantiere di progetto per la conservazione delle superfici*, Comitato di coordinamento per la salvaguardia della torre di Pisa: Istituto centra per il restauro, Roma.

Carbonara G. (1996), *Restauro Architettonico*, UTET, Torino

Cassatella A. (1989) *Arco di Costantino: il restauro della sommità*, Maggioli, Rimini.

Civita M. S. (a cura di) (1996) *Conservazione: ricerca e cantiere*, Schena, Fasano.

Comune di Parma, Camera di commercio di Parma (a cura di) (1990) *Un miracol d'arte senza esempio: la cupola di Correggio in S. Giovanni evangelista a Parma*, Tipolitografia benedettina editrice, Parma.

D'Amico R., Masetti Bitelli L., Cervellati F. (1993) *Restauri a Pieve di Cento: il coro e gli affreschi della Chiesa della SS. Trinità: un'esperienza di cantiere-scuola*, Grafis, Casalecchio di Reno.

D'Antonio M., Maccherini M. (a cura di) (2018) *Il restauro della cappella di San Bernardino all'Aquila*, Carsa, Pescara.

Degli Innocenti M. (2002) *La sicurezza del lavoro nell'arte, nell'artigianato artistico e nel restauro*, Edizioni Palazzo spinelli, Firenze.

Deni C. (1994) *Il cantiere e le maestranze roglianesi: una proposta di restauro: la Chiesa di Sant'Ippolito, 18 sec.*, Alinea, Firenze.

Dezzi Bardeschi C. (2007) *Archeologia e conservazione: teorie, metodologie e pratiche di cantiere*, Maggioli, Sant'Arcangelo di Romagna.

Felici A. (2006) *Le impalcature nell'arte e per l'arte. Palchi, ponteggi, trabiccoli e armature per la realizzazione e il restauro delle pitture murali*, Nardini editore, Firenze.

Genovese R. A. (a cura di) (2008) *Il cantiere della conoscenza: metodologie e strumenti per la conservazione ed il restauro*, Arte tipografica, Napoli.

Giandomenico N., Rocchi P. (a cura di) (1999) *Basilica patriarcale di San Francesco in Assisi: il cantiere dei restauri*, Electa, Milano.

Giorgi L. (2010) *I: La diagnostica architettonica per il cantiere di restauro* in Giorgi L., Matracchi P. (2010) *Cupole medievali: il Duomo di Siena*, Alinea, Firenze.

Giuffredi A., Iemmi F., Cigarini C. (1991) *Il cantiere di restauro: materiali, tecniche e applicazioni*, Alinea, Firenze.

Giusti A. (2012) *La porta del Paradiso: la bottega di Ghiberti al cantiere del restauro*, Giunti, Firenze.

Grimaz S., Cavriani M. (a cura di) (2011) *Manuale opere provvisorie: l'intervento tecnico urgente in emergenza sismica: l'attività del Nucleo di coordinamento delle Opere provvisorie del Corpo nazionale dei vigili del fuoco a seguito del terremoto dell'Abruzzo del 2009: elaborazione di standard progettuali e soluzioni tecniche per la messa in sicurezza post-sisma*, CNVF, Milano.

- Lapi Ballerini I. (a cura di) (1992) *Notizie di cantiere* 3, Ministero dei beni culturali e ambientali.
- Maiorano A. C. (2004) *La rappresentazione in progress del progetto al cantiere di restauro*, Politecnico di Bari, Dipartimento di disegno tecnico, industriale e della rappresentazione.
- Mazzeschi D. (1993) *Il piano di sicurezza e l'organizzazione del cantiere di restauro dei beni culturali*, a cura di ARI Associazione Restauratori d'Italia, Firenze.
- Merone G., Giusti T., Capone P. (2016) *Fattore umano, la sua importanza nella gestione del cantiere edile*, in *Ambiente e Sicurezza*.
- Messina S. (2006) *Il cantiere di restauro luogo operativo della conservazione*, Università degli studi Mediterranea di Reggio Calabria.
- Nègre V. (a cura di) (2018) *L'art du chantier: construire et démolir du xvie au xxie siècle*, Snoeck, Gand.
- Nichelli E. *Tecnica e cantiere nel restauro monumentale*, Tipografia C. Tamburini, Milano.
- Parotti F. (2020), *Opere provvisorie e ponteggi in Bambù*, ResearchGate
- Pasqualetti R. (a cura di) (1998) *Palazzo Gambacorti a Pisa: un restauro in cantiere*, Electa, Milano.
- Pélegrin-Genel E. (2016) *Comment (se) sauver (de) l'open-space*, Editions Parenthèses, Marsiglia.
- Perogalli C. (a cura di) (1957) *Architettura e restauro: esempi di restauro nel dopoguerra*, G. G. Gorlich, Milano.
- Savarè G. (1989) *Analisi degli aspetti economici e finanziari nel settore della tutela e nel cantiere di restauro attraverso gli operatori istituzionali (1890-1980): dottorato di ricerca in conservazione dei beni architettonici*, Politecnico di Milano, Dipartimento per la conservazione delle risorse architettoniche e ambientali.
- Scuto S. (1992) *Il cantiere barocco: Silvestro Gugliara e l'Addolorata di Niscemi*, Accademia nazionale di scienze, lettere e arti, Palermo.
- Spadola G. (2005) *Il restauro con prodotti chimici: i prodotti, il cantiere, le tecniche, le misure di sicurezza*, EPC libri, Roma.
- Tampone G., Gurrieri F., Giorgi L. (a cura di) (2005) *Piero Sanpaolesi: restauro e metodo*, Nardini Editore, Firenze
- Varchetta M. (2006) *Il cantiere di restauro: specificità ed esperienze in Campania*, Università degli Studi di Napoli.
- Venegoni M., Italia L., Bert M. (2012) *Cantiere Ferdinand: immagini di un restauro*, Duc, Saint-Christophe.
- Zanardi B., Zeri F., Frugoni C. 2002, *Il cantiere di Giotto*, Skira Editore, Milano



Finito di stampare da
Officine Grafiche Francesco Giannini & Figli s.p.a. | Napoli
per conto di **didapress**
Dipartimento di Architettura
Università degli Studi di Firenze
Giugno 2020

Il tema del cantiere per il restauro delle opere d'arte è stato studiato per oltre vent'anni dall'autore sia in termini di gestione della sicurezza dei restauratori e sia in termini di impostazione progettuale finalizzata alle migliori condizioni di comfort lavorativo. Il testo mette a sistema gli studi pregressi, per arrivare alla definizione di linee guida per la migliore progettazione e gestione del cantiere di restauro dell'arte, con particolare attenzione all'apprestamento ponteggio.

“A mio avviso il cantiere, prima che la fase astratta di un processo, è un luogo abitato da uomini che lavorano, e se con questi uomini si è interagito e ci si è confrontati, ogni sperimentazione e teorizzazione assume una valenza di maggiore credibilità”.

Pietro Capone è dal 2007 Professore Associato di “Tecnica e Produzione Edilizia” presso la Scuola di Ingegneria di Firenze ed è Direttore scientifico del Master di II livello per Ingegneri ed Architetti in “Progettazione e sicurezza dei luoghi di lavoro”. Dal 1998 si è occupato della progettazione e sicurezza dei cantieri di restauro dell'Opificio delle Pietre Dure. Dal 2012 è Responsabile scientifico del Protocollo d'Intesa tra il Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università di Firenze e l'Opificio delle Pietre Dure di Firenze, per lo sviluppo di attività di ricerca sul tema della “Progettazione e sicurezza dei laboratori e dei cantieri di restauro”. È autore di articoli ed interventi a convegni sul tema della sicurezza nel restauro delle opere d'arte. Nel 2017 ha curato con Marco Ciatti l'edizione del volume *Restaurare in sicurezza*.

ISBN 978-88-3338-102-2



9 788833 381022

€ 22,00