

Scan to VPL Image Processing. **Sovrapposizioni e detessiture nell'opera** **di Salvatore Emblema**

Scan to VPL Image Processing. Overlaps and disconnections in the work of Salvatore Emblema

Emanuela Lanzara | Patrizia Irena Somma | Miriana Terriccio
 Dipartimento di Scienze Umanistiche, Università degli Studi Suor Orsola Benincasa di Napoli

Il presente lavoro indaga l'utilizzo di algoritmi VPL finalizzati alla restituzione speditiva di prototipi digitali e analogici per il testing di attività diagnostiche e conservative di manufatti tessili, anche adattabile ad altri supporti.

Il sistema trova luogo e ispirazione nel restauro dell'opera *Senza Titolo* (1964, terre colorate su tela), dell'artista vesuviano Salvatore Emblema (1929–2006, Terzigno), evidenziando i vantaggi di un concreto dialogo tra restauro, diagnostica, ricerca storico-artistica e scienze della rappresentazione, al fine di strutturare azioni conservative e preventive idonee per la tutela dell'opera. L'approccio ha ispirato la definizione di un algoritmo, versatile e interoperabile, avente funzione di *database* parametrico-computazionale multilivello, strutturato sulla traduzione digitale delle partiture semantiche caratterizzanti lo specifico manufatto (armatura Trama/Ordito), e finalizzato alla geolocalizzazione e comparazione di dati eterogenei (*imaging* multispettrale/multisensore) prodotti dai numerosi test eseguiti su copie analogiche al fine di intervenire con sicurezza sull'opera originale.

This work investigates the use of VPL algorithms aimed at the rapid processing of digital and analogue prototypes for testing diagnostic and conservation activities of textile artefacts, also adaptable to other supports.

The system finds its place and inspiration in the restoration of the artwork *Senza titolo* (1964, colored earth on canvas), by the Vesuvian artist Salvatore Emblema (1929–2006, Terzigno), resulting from a concrete dialogue between restoration, diagnostics, historical-artistic research and representation sciences, in order to structure conservative and preventive actions for the protection of the artwork. The approach inspired the definition of a versatile and interoperable multilevel parametric-computational database, structured on the digital translation of the semantic scores characterizing the specific artefact (Weft/Warp weave), and aimed at geolocalisation and comparison of heterogeneous data (multispectral/multisensor imaging) deriving from numerous tests carried out on analogue copies to intervene safely on the original work.

00.
 Dettaglio immagine
 d'archivio,
 Salvatore Emblema.

La conservazione di opere contemporanee richiede una costante attività di ricerca e sperimentazione al fine di intervenire preservando le peculiarità di imprevedibili, talvolta incompatibili, combinazioni di supporti, tecniche e materiali. Il presente lavoro indaga l'utilizzo di algoritmi VPL finalizzati alla restituzione speditiva di prototipi digitali e analogici per la *testing* di attività conservative di manufatti realizzati su supporto tessile.

Il sistema trova luogo e ispirazione nel restauro dell'opera *Senza Titolo* (1964, 200cm x 180cm, terre colorate su tela), dell'artista Salvatore Emblema, parte della Collezione Eredi Emblema (Museo Emblema, Terzigno, Napoli). L'attività è frutto della collaborazione interdisciplinare svolta nell'ambito del CdLM in Conservazione e Restauro dei Beni Culturali dell'Università Suor Orsola Benincasa di Napoli, evidenziando i vantaggi di un concreto dialogo tra restauro, diagnostica, ricerca storico-artistica e scienze della rappresentazione, al fine di strutturare azioni conservative e preventive idonee per la tutela dell'opera.

L'approccio ha ispirato la costruzione di un *database* parametrico-computazionale multilivello strutturato sulla traduzione digitale delle partiture semantiche caratteristiche dello specifico manufatto (e.g. armatura Trama/Ordito) per annotare e confrontare i dati prodotti dai numerosi test (tecniche e materiali) eseguiti su copie analogiche, d'insieme o parziali, a grandezza naturale o ridotta, al fine di intervenire con sicurezza sull'opera originale, previo confronto del framework proposto con approcci analoghi [Apollonio et al. 2023; Baratin et al. 2023; Pamart et al. 2022; Cabezos-Bernal 2021; Lanzara et al. 2021, p. 381; Spreafico et al. 2020; Bertozzi et al. 2017], in particolare *Scan to (analogue and digital) Image processing* [Anbarjafari 2014].

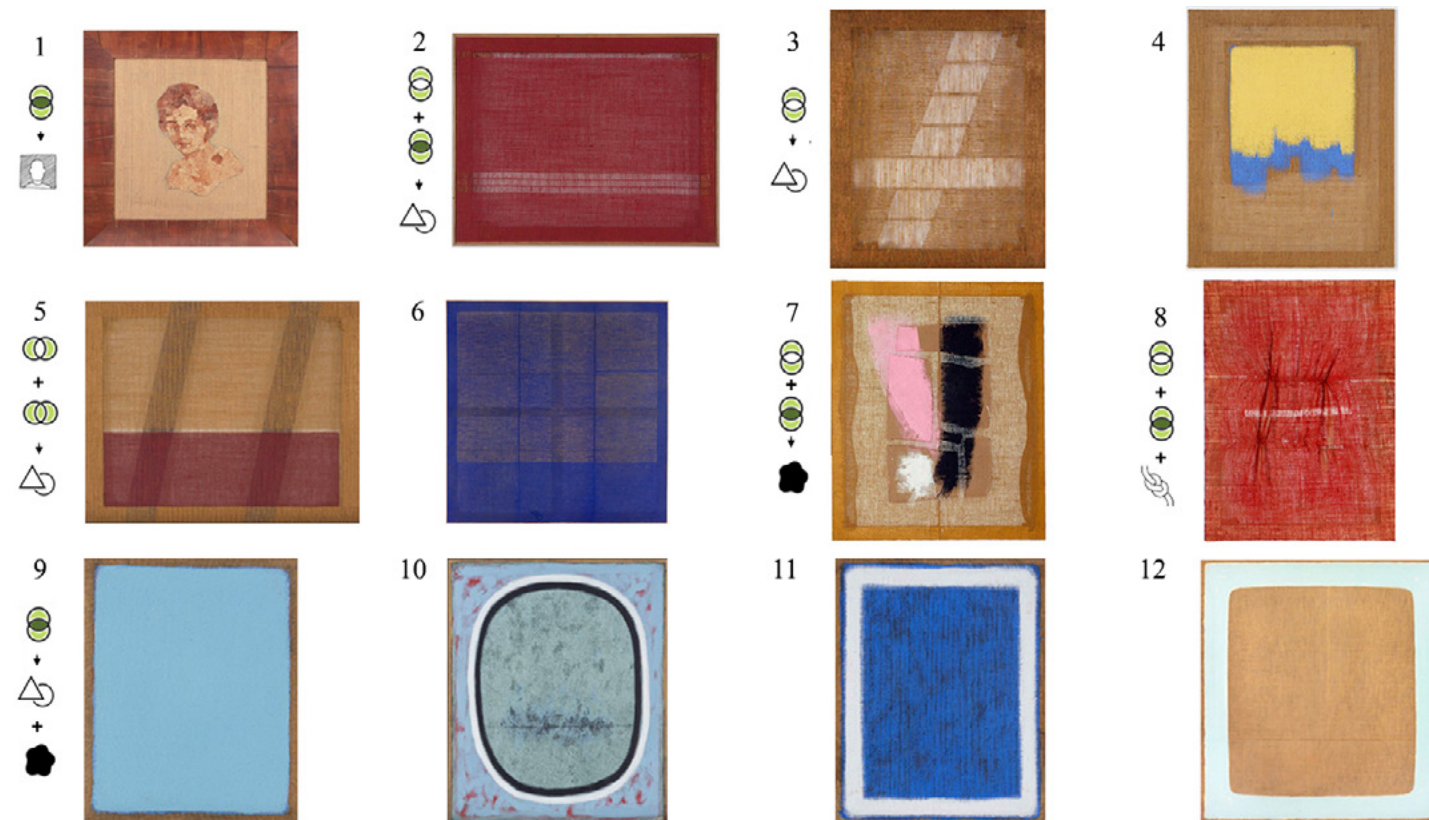
La peculiarità dell'approccio risiede nell'omoteticità del sistema: il proporzionamento e le trasformazioni geometriche della griglia parametrica implementabile, sovrapposta alla matrice di celle/pixel in output dalla campionatura dell'immagine dell'opera o del provino (*image sampling*), consentono la conservazione, visualizzazione e confronto di dati geometrico-strutturali e di *imaging* diagnostico, geolocalizzati e visualizzabili a diversi livelli di dettaglio (*zoom-in/zoom-out* semiautomatico).

L'algoritmo, utilizzabile autonomamente o in interoperabilità con altri sistemi informativi e piattaforme multilivello (e.g. BIM, GIS, motori grafici) è prevalentemente basato sul confronto di dati eterogenei (*imaging* multispettrale/multisensore, mesh maps) per la costruzione di database specialistici, a integrazione dei sistemi informativi standardizzati. L'approccio, in via di sviluppo, intende supportare i sistemi per la registrazione delle fasi di intervento a scopo preventivo e l'implementazione di strumenti AI comparativi la fine di favorire l'automazione di mappature tematiche.

IL CASO STUDIO: *SENZA TITOLO* (1964), DI SALVATORE EMBLEMA

La produzione di Salvatore Emblema (Terzigno, 1929-2006), artista vesuviano affermato nel panorama internazionale del XX secolo, è espressione di una continua ricerca sulla coesistenza dello spazio al di là dell'opera e l'opera stessa, trovando, nel corso degli anni Settanta, la sua massima espressione nella personalissima tecnica del "detessuto" [Bucarelli 1991, p. 104], intervallata dalle "sovrapposizioni" polimateriche. La produzione di Emblema si snoda attraverso numerose variazioni sul tema: dalla "Detessitura" della tela, seguendo pattern lineari verticali, orizzontali, obliqui e forme libere, "verso quella che sarà la conquista più grande della trasparenza" [Argan 1979], alle "Tele tinte", realizzate attraverso bagni di anilina, acqua e sale grosso; dalla "Doppia Tela" (fine anni Settanta, inizio anni Ottanta) combinazione di due tele sovrapposte, di cui l'anteriore detessuta e la posteriore tinta, alle "Cuciture", brevemente utilizzate negli anni Ottanta, poi riprese a inizio XX secolo, insieme alla tecnica dei "Nodi" o "Pizzicotti" [Emblema 2014], [Fig. 01].

L'opera oggetto di restauro, *Senza Titolo* (1964), frutto di un Emblema impegnato nei viaggi a New York su invito dell'imprenditore statunitense Rockefeller (1839-1937) e in occasione dei quali l'artista conosce Mark Rothko (1903-1970), manifesta l'influenza degli esponenti del



01.

Collage di opere esemplificative, tra sovrapposizioni e detessiture, la produzione artistica di Emblema¹.



02.

Senza Titolo, Salvatore Emblema, 1964 (200 x 180) cm; a destra: dettagli dello stato di conservazione.

Colorfield Painting [Frank 2013], oltre a richiamare un inevitabile confronto con la produzione di Alberto Burri e la matrice italiana dell'Arte Povera: la componente figurativa degli elementi sovrapposti polimerici, caratterizzati da colori corposi, è ridotta al minimo [Fig. 02]

PLANNING & TESTING: IL PROTOTIPO ANALOGICO

La necessità di intervento ha previsto la pianificazione di un corretto approccio per il restauro, previo consenso degli Eredi Emblema. La manifestazione di fenomeni di degrado, seppure di entità minima, risulta particolarmente problematica per la fruizione ottimale della composizione: l'alterazione cromatica e strutturale influisce sulla percezione compositiva delle diverse consistenze, principale mezzo espressivo dell'artista.

La combinazione di materiali e tecniche non compatibili ha richiesto un'attenta attività di *testing*, definita comparando interventi analoghi tra cui quello eseguito su una delle opere della serie *Black on Maroon* (1958) di Rothko, vandalizzata da un'iscrizione eseguita sul margine inferiore con pennarello indelebile nero: il prototipo è stato ricreato in scala 1:1, posto in camera d'invecchiamento e suddiviso in sezioni su cui eseguire le iscrizioni, al fine di individuare la miscela solvente più efficace per la rimozione dell'inchiostro [Ormsby e Barker 2015].

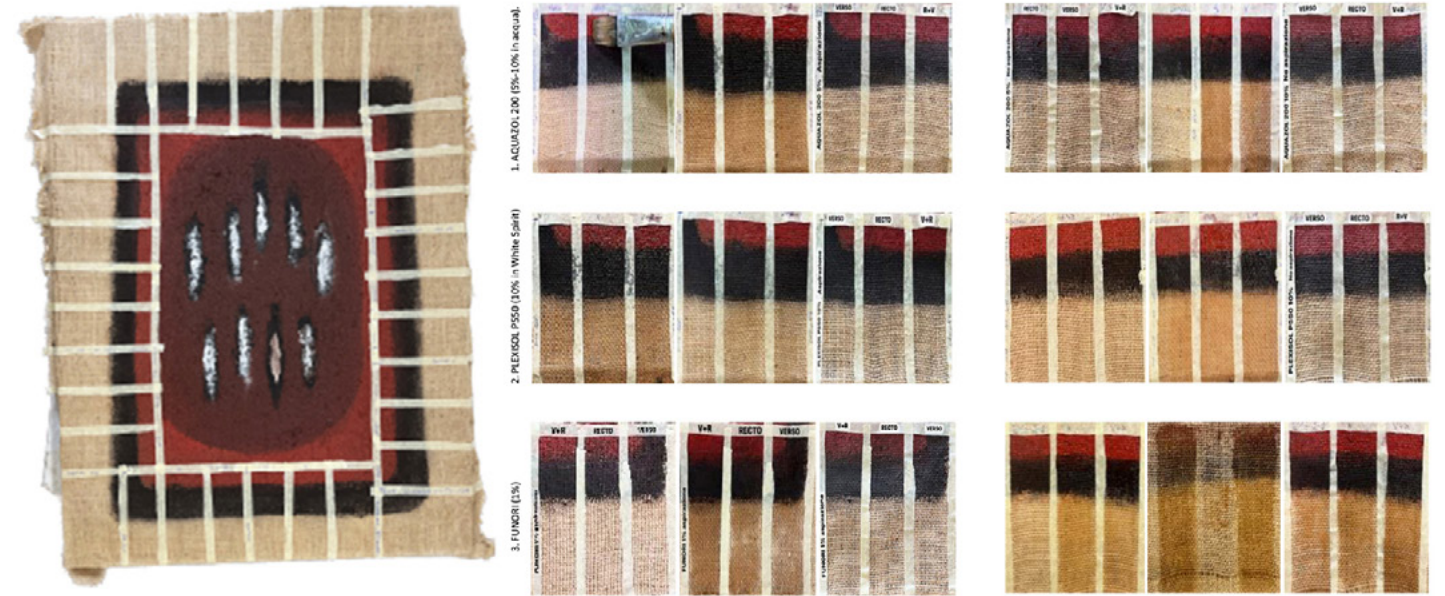
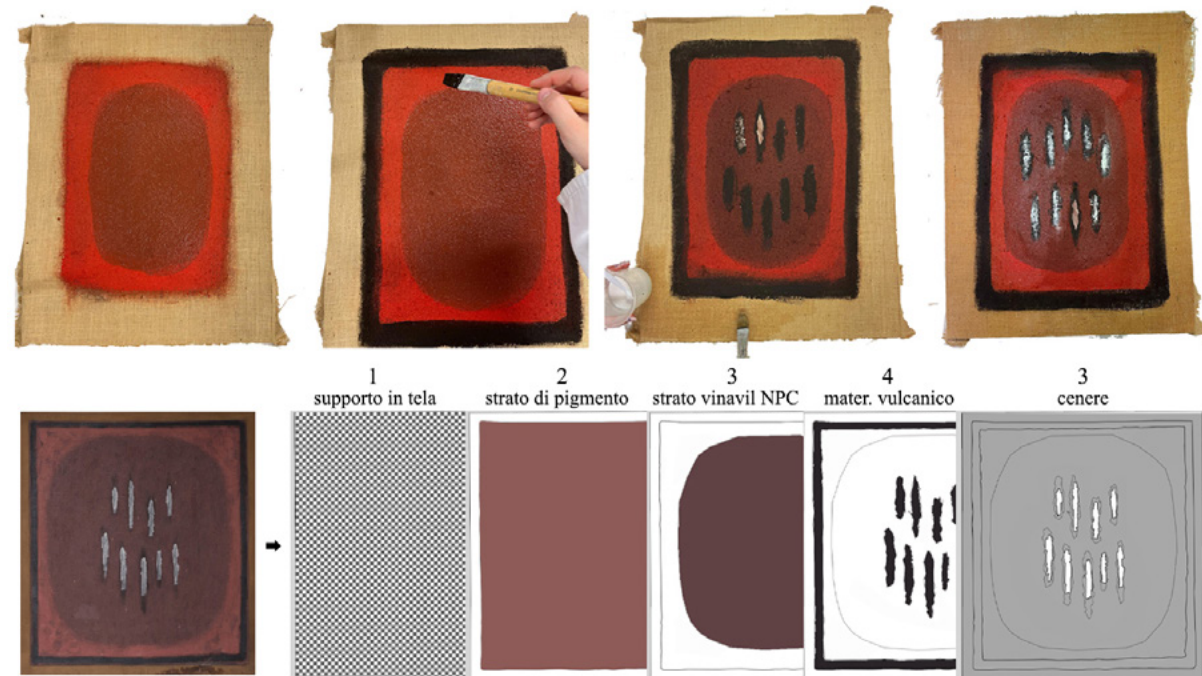
Analogamente, è stato creato un prototipo dell'opera *Senza Titolo* in scala ridotta, al fine di monitorarne peculiarità e reazioni prima, durante e dopo i test [Fig. 03].

L'obiettivo consisteva nell'individuare un consolidante capace di conservare i cromatismi e le disomogeneità (e.g. coesistenza di aree opache e lucide, grana differente) caratterizzanti la pellicola pittorica.

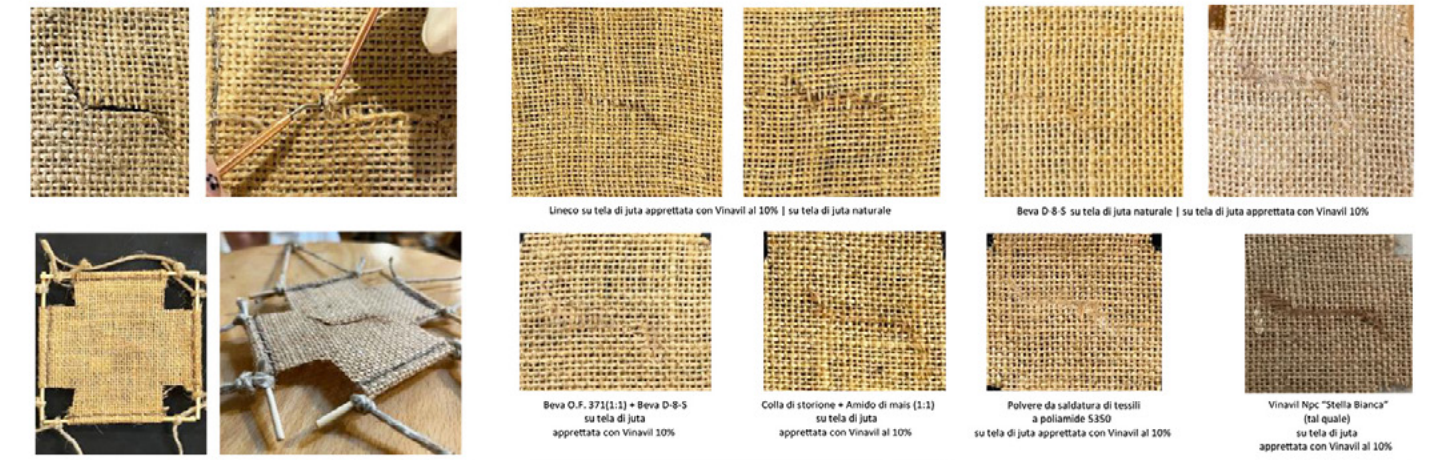
Il primo passo verso la realizzazione del prototipo è stata la scelta del supporto, di fondamentale importanza nella resa finale dell'opera originale in termini di grammatura, riduzione, spessore e colore.

03.

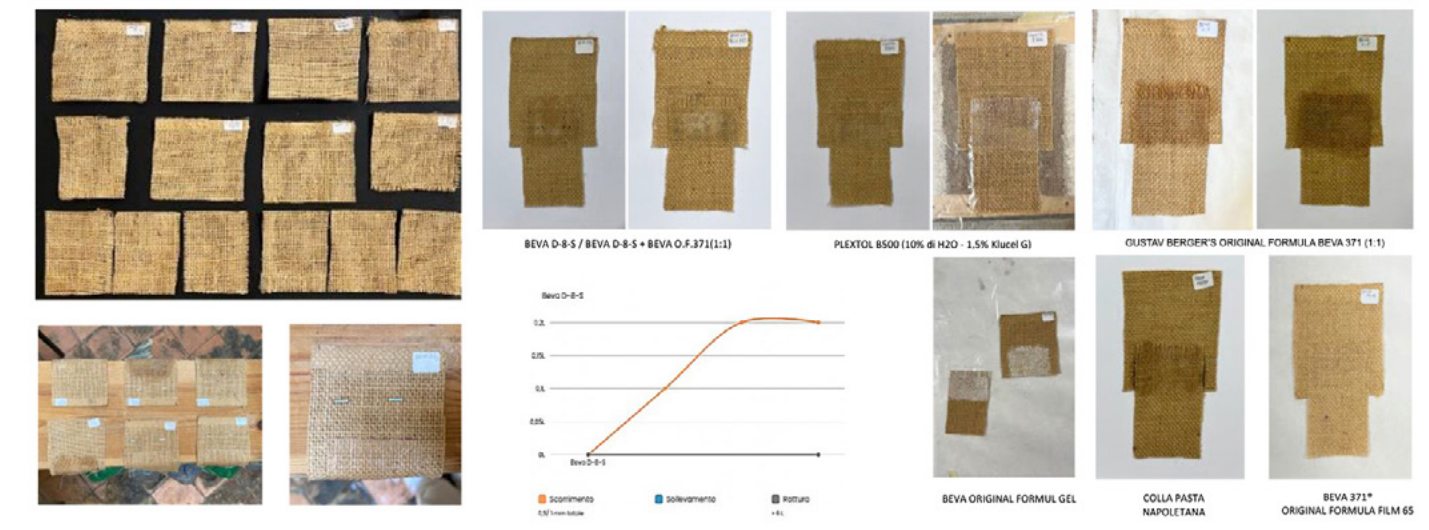
Principali fasi di realizzazione del prototipo analogico; in basso: crono-lettura delle sovrapposizioni.



TEST DI RICONGIUNGIMENTO



SPERIMENTAZIONE ADESIVO PER STRIP LINING



04.

Suddivisione del provino in sezioni e confronto tra i test eseguiti in corrispondenza delle diverse aree (le didascalie in corrispondenza dei provini sono riportate a scopo dimostrativo della molteplicità di test eseguiti).

Tramite una lente contafili è stata identificata la quantità di fili di trama e ordito presenti in un'area pari a 1cmq, per poi proporzarne la riduzione per la realizzazione del prototipo in scala, ricercando la maggiore affinità possibile con l'originale, per tecnica e materiali utilizzati. Il prototipo è stato suddiviso in tre sezioni delimitate da nastro adesivo, al fine di testare diversi consolidanti per concentrazione e modalità di applicazione sul *recto*, sul *verso* e su entrambi, mediante aspirazione su tavola a bassa pressione e senza aspirazione. In prima battuta, i risultati sono stati valutati in condizioni di luce naturale, ultravioletta, radente e mediante transilluminazione, così da confrontare il *finish* post-consolidamento delle aree/quadranti trattati rispetto a quelle originali.

Al fine di intervenire con il minimo impatto visivo sulle aree interessate da lacerazioni, tagli, strappi e mancanze, è stata utilizzata la tecnica del ricongiungimento "testa a testa" su supporti tessili [Flock et al. 2020], testata in termini di resistenza alla trazione bidirezionale, scorrimento e tenacia dei diversi adesivi su sezioni di tela nuda appositamente ritagliate, operando tagli e lacerazioni su ognuno dei provini per simulare l'area soggetta a degrado ed effettuare i ricongiungimenti rispettando la metodologia prevista per ogni tipologia di fenomeno.

Lo stesso criterio è stato utilizzato per testare l'azione e la resistenza allo scorrimento, elasticità e impatto ottico degli adesivi prescelti per intervenire sull'opera in vista dell'operazione di *strip lining*, [Fig. 04].

L'approccio adottato ha richiesto la sistematizzazione delle immagini e dati risultanti dalle analisi e dai test in un *database* multilivello, favorendo l'esecuzione di ulteriori prove e il monitoraggio di opera e provini pre, durante e post-restauro.

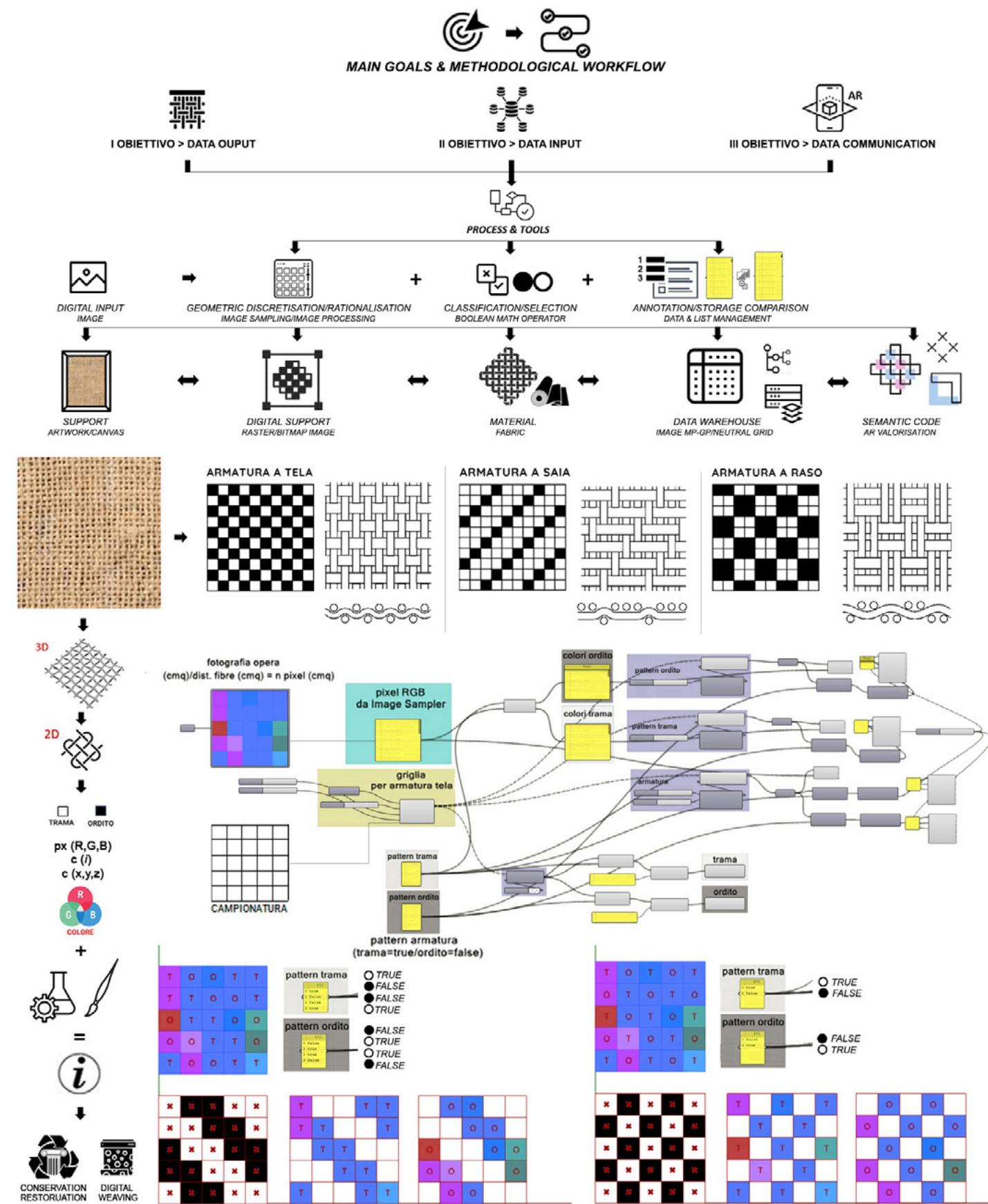
Sottrazioni (detessiture), addizioni (sovrapposizioni) e intersezioni (tecnica mista), eseguite sull'armatura (trama e ordito) e razionalizzate mediante logica booleana, hanno ispirato la definizione parametrico-computazionale di una tavola sinottica utilizzabile come traduttore geometrico-compositivo della relazione tra contenuto figurativo e supporto, e come *digital warehouse*, o taccuino digitale, su cui restauratori e diagnostici possono annotare e confrontare risultati, osservazioni, ipotesi o indicazioni.

Nel corso dei secoli, trattati e manuali specialistici (Tidball 1967; Atwater 1941; Meigs 1928; Berliat 1910-1920; Pinchetti 1910) hanno esplicitato pattern e funzionamento delle armature tessili mediante diagrammi o codici grafici, ripresi da recenti studi [Buratti et al. 2021; Chiarenza 2021; Dotto 2021].

I modelli 2D identificativi del sistema consentono la gestione di molteplici tematismi, qualitativi e quantitativi, impliciti ed espliciti (e.g. diagnostico, cromatico, strutturale,) al fine di comunicare in maniera speditiva qualsiasi tipo di dato, soprattutto se non visibile ad occhio nudo; i modelli 3D implementano informazioni quali la quota dei punti di trama e ordito rispetto al piano di riferimento xy, geometria della sezione della fibra e lunghezza dei filamenti, innescando riflessioni circa il confronto tra copie *reality based* e modelli ideali, frutto della razionalizzazione dei sistemi reali complessi.

L'algoritmo per la traduzione semi automatica delle armature tessili è stato definito, in compatibilità con le tecnologie *Digital Weaving*², mediante combinazioni booleane *true-false*, quali pattern per la selezione delle celle di una griglia corrispondente alla matrice di pixel in output dalla campionatura dell'immagine (*Image sampling*): pixel bianchi (punti di trama, T), e neri (punti di ordito, O). L'algoritmo associa, per ogni cella Trama o Ordito, al variare del tipo di armatura o pattern, il dato cromatico (e.g. codice RGB), in relazione alla composizione riportata sul supporto.

Variando le combinazioni booleane (liste *true-false*) in input nel selettore (*Sets tab, Sequence component*), è possibile generare infiniti pattern, validando lo strumento anche per il *textile design* e per la prototipazione rapida delle tracce figurative quali guida per i restauratori nella riproduzione del supporto su cui testare le ipotesi di intervento [Fig. 05].



05.

Approccio metodologico: *Image Sampling* parametrico-computazionale per la strutturazione del *digital warehouse* (pixel/celle contenitore) basato su traduzione digitale del supporto analogico (armatura tessile) mediante combinazione di pattern booleani *True* (Trama)/*False* (Ordito).

METHODOLOGICAL WORKFLOW: TRA CONSERVAZIONE E RAPPRESENTAZIONE

L'approccio proposto intende rispondere a tre obiettivi: campionamento (sistematizzazione di provini analogici, immagini e dati), campionatura (scomposizione della copia digitale dell'opera) e scampionatura (implementazione digitale dell'opera). Il sistema funziona su tre livelli informativi: rappresentativo, strutturale e gestionale.

L'obiettivo è restituire partiture semantiche multi/interdisciplinari e multilivello per codificare la stretta relazione tra contenuto figurativo, armatura e griglia parametrica, al fine di «tenere traccia delle caratteristiche materiali, immateriali, esecutive e conservative dell'opera» [Baratin et al. 2023, p.2321].

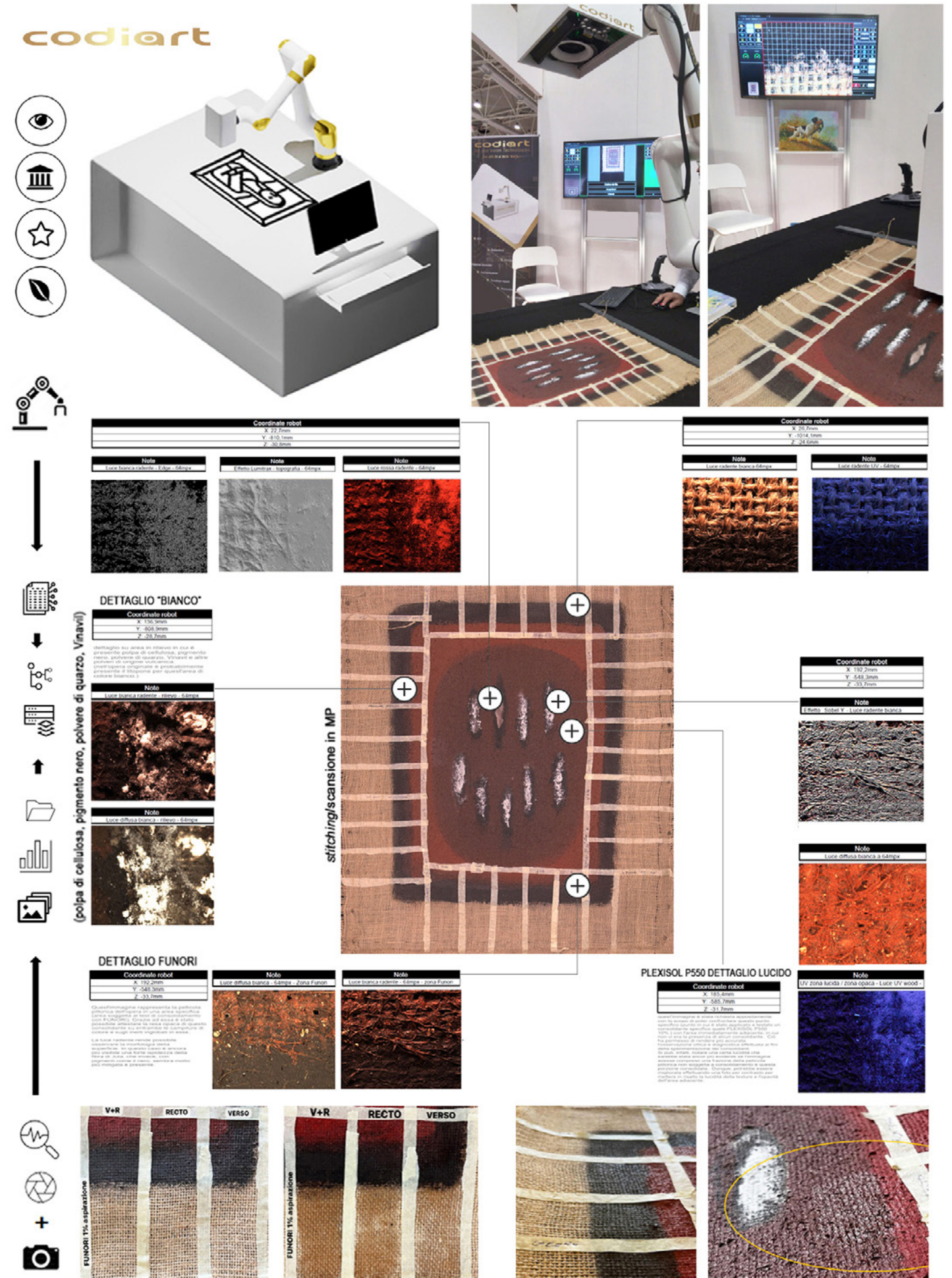
Il workflow operativo e metodologico è stato strutturato al fine di registrare, interlacciare, visualizzare e confrontare i dati eterogenei risultanti dal campionamento, campionatura e scampionatura dell'opera e della copia digitale all'interno della griglia scalabile. Il sistema è stato definito mediante strumenti digitali *open-source* e testato su prodotti derivanti dalla combinazione di tecniche multi-sensore *high e low cost*. Definite le caratteristiche storico-artistiche e geometrico-compositive del supporto, pianificato l'intervento e testati, a scopo preventivo, tecniche e materiali sul prototipo analogico, il workflow, tradotto in VPL, si compone dei seguenti step:

- acquisizione fotografica *Ultra HD* del manufatto pre-restauro (camera Sony ILCE-7RM3);
- realizzazione manuale del provino ad opera del restauratore;
- *testing* di materiali e tecniche di intervento sul provino;
- costruzione della partitura semantica/*warehouse* parametrico-computazionale (VPL, *Grasshopper*);
- scansione multisensore in MP_MegaPixel e GP_GigaPixel (totale e parziale) del provino (C_Station, CODiART);
- importazione dell'immagine (MP) nell'algorithm;
- *image sampling* (campionatura) e traduzione dell'armatura (combinazione booleana T/O);
- estrapolazione della griglia-contenitore scalabile di base coincidente con la matrice di pixel dell'immagine in input;
- campionamento e *storage* (e.g. piattaforma *web-based*) delle scansioni parziali e totali del provino;
- geolocalizzazione delle scansioni parziali (GP) e collegamento tra link, liste di dati e celle (File path, *Smart Bitmap*);
- annotazione e visualizzazione dei dati mediante appositi *Input/Output tools* (Panel, File path, Text Tag; Value List);
- definizione e associazione di appositi *label* e *marker* per la gestione/rappresentazione delle combinazioni di dati;
- traduzione, mediante codici grafici, della partitura geometrico-semantiche di detessiture e sovrapposizioni.

DIGITALIZATION, STORAGE & DATA COMPARISON: IL PROTOTIPO DIGITALE

Sul piano innovativo, la sperimentazione è confluita in un confronto tra il sistema algoritmico proposto e il sistema di acquisizione e gestione dati elaborato dall'azienda CODiART³, basato sull'applicazione di tecnologie di scansione multi sensore ad alta risoluzione progettate per il settore industriale, con specifico riferimento ai sistemi di automazione, robotica e visione artificiale per la codifica, identificazione e rintracciabilità del prodotto, appositamente implementati e adattati al settore dei beni culturali [Fig. 06]. Entrambi i sistemi sono pensati per la registrazione di dati all'interno di una griglia scalabile coincidente e/o sovrapposta con/ alla copia digitale del manufatto.

In particolare, selezionata la cella o quadrante della griglia (*i*) coincidente con le coordinate geometriche (*x,y*) del punto di rilevazione del dato, l'algorithm consente l'assegnazione di



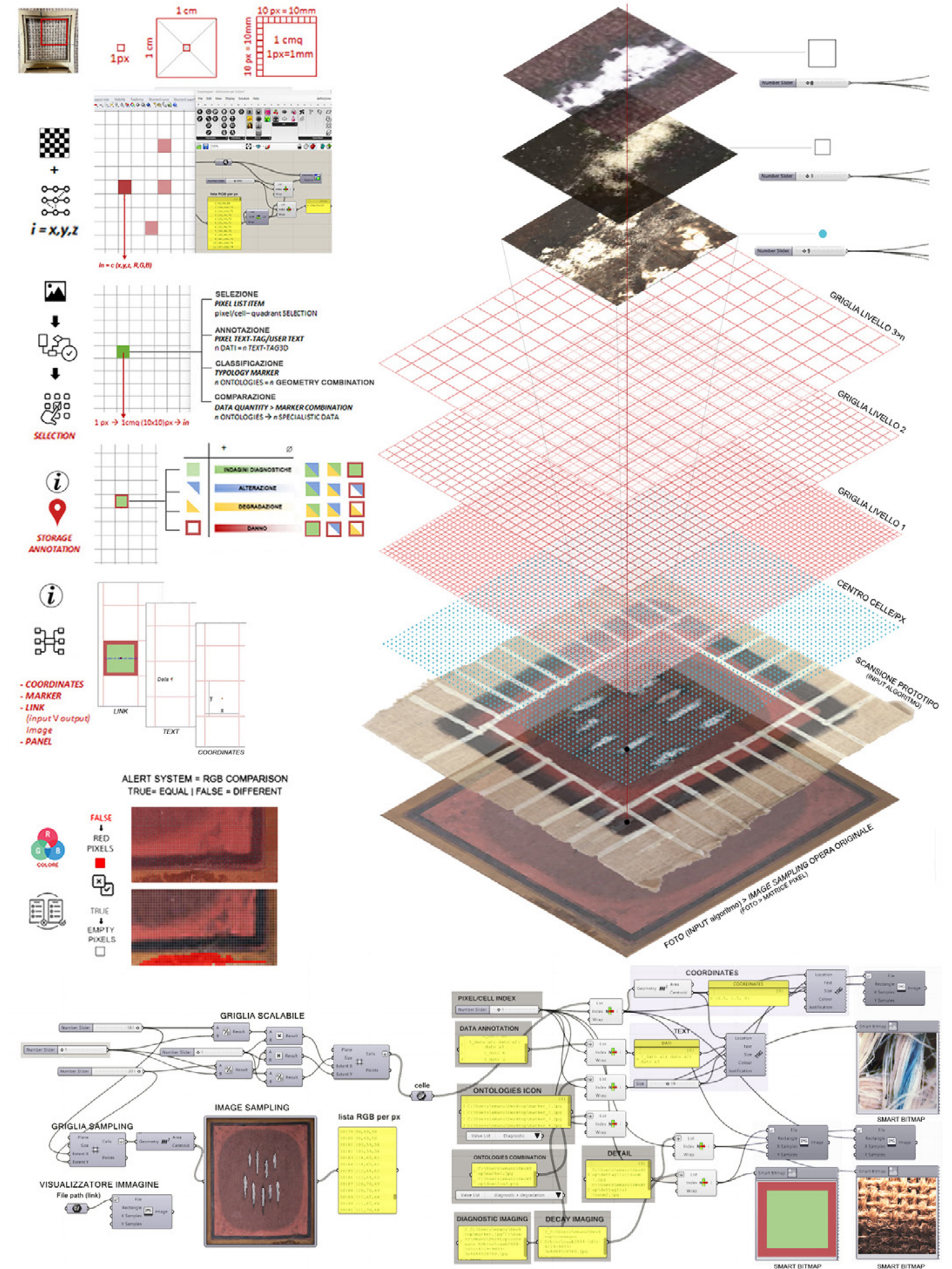
06.

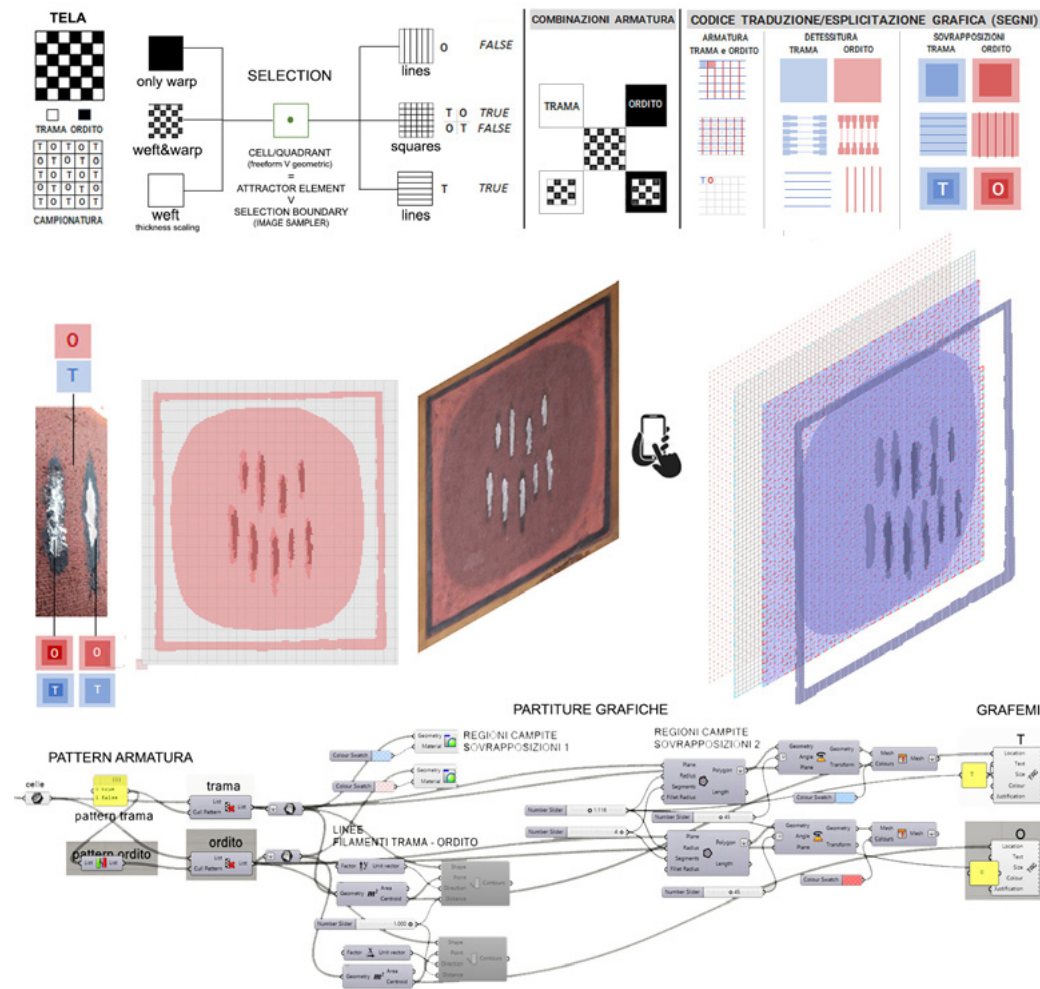
Multisensor data acquisition del prototipo analogico con CodiArt Station (CodiTech) e dettagli del digital report selezionati dal restauratore per l'annotazione e confronto dei test eseguiti sul provino per il restauro dell'opera (i testi appuntati dal restauratore nei campi compilabili sono esemplificativi delle funzionalità offerte dal sistema).

appositi marker indicativi di attività e/o indagini singole o combinate; link a riferimenti esterni; inserimento di testi; visualizzazione di *imaging* diagnostico (anche mediante strumentazione *low cost*); visualizzazione in GP di specifiche sezioni del supporto, originale o copia, altrimenti non visualizzabili, se non attraverso apposite piattaforme⁴, dati gli oneri elevati computazionali. Per testare l'intero processo *Scan to Image processing* si è proceduto con l'acquisizione, mediante CODiART Station, di due scansioni del provino eseguite in MP (*stitching* completo) e GP (*stitching* parziale), e contestuali scansioni parziali eseguite in MP e GP. I sistemi sono stati testati confrontando i fotogrammi del provino acquisiti separatamente, a differente risoluzione e mediante combinazione di sensori e filtri differenti (luce bianca, rossa, blu, diffusa e radente, UV, filtri Sobel, LumiTrax), per registrare l'impatto e le conseguenze, prodotte nel tempo, dagli interventi eseguiti, e per valutarne e validarne l'applicabilità sull'opera originale. Tra i principali obiettivi dell'azienda emerge la volontà di avvalersi delle specifiche competenze ed esigenze di restauratori e diagnostici, al fine di raccogliere *feedback* e indicazioni per implementare software e hardware. L'immagine scansionata (foto in Ultra HD o *stitching* in MP) è stata importata nell'algoritmo (*Image Sampler*), campionata e visualizzata in *Rhino*; quindi, si è proceduto con la costruzione della griglia scalabile, navigatore e contenitore, corrispondente alla matrice di pixel estrapolata dal *sampling* dell'immagine, la cui densità di partenza è strettamente legata alla risoluzione dell'immagine, in relazione al livello di dettaglio necessario per la visualizzazione di contenuti accessibili solo in corrispondenza di specifiche risoluzioni [Fig. 07]. I contenitori di testi (*Text Tag*) e immagini (*Smart Bitmap*) possono coincidere con i singoli pixel o con quadranti più estesi (*pixel clustering*), in base alle porzioni di supporto che è necessario confrontare e al livello di dettaglio volta per volta necessario, sulla base delle esigenze del restauratore. In sintesi, il confronto tra campionamenti di fotografie dei provini e *imaging* diagnostico acquisiti in tempi differenti è consentito dall'attribuzione di uno specifico indice per ogni cella a cui associare liste di dati, le quali risultano automaticamente geolocalizzate e sovrapponibili, quindi confrontabili. In particolare, la combinazione trama-ordito/dato cromatico, relativa ad ogni pixel o cella (campionatura), è utile per produrre, mediante telaio digitale, provini in scala ridotta o 1:1, quale riferimento per agevolare il restauratore nella riproduzione manuale dell'opera mediante individuazione di punti o aree in corrispondenza delle quali detessere o sovrapporre materiale, ed è fondamentale per il confronto tra i campionamenti di fotografie pre e post intervento (confronto codici RGB registrati per cluster di celle), al fine di monitorare lo stato di conservazione dell'opera e la risposta ai test. Nel caso in cui il dato cromatico subisca variazioni è attivabile un apposito sistema di *alert* grafico [Scandurra e Lanzara 2023]. Infine, la scampionatura delle immagini del supporto confluisce nell'annotazione semantica dei dati all'interno della griglia.

VALORIZZAZIONE DELL'OPERA: PARTITURE SEMANTICHE IN AR

L'algoritmo è stato utilizzato per elaborare una proposta di valorizzazione delle opere di Emblema, ad oggi fruibili soprattutto attraverso installazioni miranti a enfatizzarne l'identità di filtro, esaltando la natura del supporto in tela, nuda o trattata, luogo di espressione dell'artista. Tale proposta consiste in una partizione semantica delle opere, al fine di esplicitare, mediante installazioni interattive AR, le relazioni geometrico-compositive, figurative e strutturali, esistenti tra armatura, detessiture e sovrapposizioni proprie della poetica dell'artista, tradotte mediante apposito codice grafico [Fig. 08]. Il concept è sempre basato sulla scalabilità della griglia e della corrispondente matrice in output dall'*Image Sampling*: il livello di dettaglio accessibile è direttamente proporzionale alle prestazioni del dispositivo di visualizzazione. Il sistema parametrico consente di visualizzare, mediante idoneo sistema di zoom ottico, il reale numero di filamenti e relative combinazioni di detessiture e sovrapposizioni, tradotti in combinazioni di campiture per la traduzione grafica dei pattern booleani (T/O), consentendo visivamente il conteggio dei filamenti, la lettura delle interruzioni in corrispondenza delle aree detessute dall'artista, distribuite liberamente oppure rispettando una precisa partizione geometrica del





supporto e l'alternarsi o il sovrapporsi di spessori e texture differenti. Le soluzioni proposte prevedono la traduzione grafica delle diverse armature in griglie di grafemi T/O, aree cromatiche e filamenti in serie di segmenti o di fasce con densità e spessore variabile, caratterizzanti le opere ⁵.

CONCLUSIONI E FUTURE WORKS

Il sistema è proposto quale strumento per la gestione e confronto di dati di varia natura e formato, risultato dell'*image processing* adottato per la razionalizzazione di sistemi complessi a supporto delle attività di annotazione, conservazione e restauro, sfruttabile in interoperabilità con altri ambienti di modellazione e sistemi informativi. L'algoritmo, in fase di *testing* su altri supporti, favorisce l'elaborazione di *feedback* utili per l'integrazione di sistemi informativi in formato standardizzato, in relazione al livello di dettaglio e approfondimento specificamente richiesto per le attività conservative e di restauro, e l'implementazione di strumenti AI per la comparazione di prodotti multi-sensore finalizzata all'automatizzazione di mappature tematiche.

RINGRAZIAMENTI

Le autrici ringraziano gli Eredi Emblema per la collaborazione e disponibilità garantite nell'ambito delle attività di ricerca, accesso all'archivio e condivisione di informazioni inedite, svolte presso il Museo Emblema (Terzigno, Napoli); il CdLM in Conservazione e Restauro dei Beni Culturali dell'Università Suor Orsola Benincasa di Napoli; l'azienda CODiART per il supporto alle attività di digitalizzazione del prototipo mediante *multisensor station*.

NOTE

- 1) Fonti e crediti (su gentile concessione degli Eredi Emblema) delle foto delle opere riportate in figura: 1. Archivio Museo Emblema; 2, 3, 5, 7, 9. Catalogo Generale dei Beni Culturali; 4, 6, 8. Museo e Real Bosco di Capodimonte; 10. Museo e Real Bosco di Capodimonte. ©Roberto Della Noce2022; 12. MCA - Collection: Senza titolo. ©Museum of Contemporary Art Chicago.
- 2) Elenco esemplificativo di software per il *Digital Weaving*: WeavePoint (weavepoint.com/); Pointecarré (pointecarre.com/it/index.html); Penelope (penelopecad.com/jacquard-cad/); ARAHWEAVE (arahne.si/it/products/arahweave).
- 3) CODiART. *Art and Vision Technologies* <<https://www.codart.it/>> (consultato il 12 luglio 2024)
- 4) <https://www.codart.it/c-station/>
- 5) Per la simulazione speditiva della proposta in AR è stata utilizzata l'app Arti Vive. <<https://artivive.com/>> (consultato il 12 luglio 2024).

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Anbarjafari, G. (25 giugno 2014). *Introduction to Image Processing*. <<https://sisu.ut.ee/imageprocessing/1-2/>> (consultato il 12 luglio 2024).
- Argan, G. C. (22 aprile 1979). "Dipingere? Meglio detessere". L'Espresso.
- Apollonio, F. I., Gaiani, M., Garagnani, S., Martini, M., Strehlke, C. B. (2023). *Misurare e restituire l'Annunciazione di San Giovanni Valdarno del Beato Angelico*. In *Disegnare Idee Immagini*, n. 66, pp. 32-47.
- Atwater, M. M. (1941). *The Shuttle Craft Book of American Hand-Weaving*. The Macmillan Co.
- Baratin, L., Gasparetto, F., Tronconi, V. (2023). *L'opera Elba di Pietro Consagra: nuovi paradigmi analitico-documentali per l'intervento di restauro*. In M. Cannella, A. Garozzo, S. Morena (a cura di). *Transizioni*. Atti del 44° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione. Palermo, 14-16 settembre 2023, pp. 2320-2341. Milano: FrancoAngeli.
- Berliat, G. M. (1910 - 1920). *Trattato generale teorico pratico dell'arte dell'ingegnere civile, industriale ed architetto*. Tessitura. Vallardi Editore
- Bertozzi, S., Baratin, L., Moretti, E. (2017). *GIS e opere d'arte: applicazioni inusuali*. In *Atti della Conferenza Esri Italia 2017*. Roma, 10-11 maggio 2017.
- Buratti, G., Conte, S., Marchetti, V., Rossi, M. (2021). *Ontologia dell'intreccio. I pattern delle strutture tessili dal nodo al merletto digitale*. In *Disegno*, n. 8, pp. 47-58. Publisher: Unione Italiana per il Disegno.
- Bucarelli, P. (1991). *Il senso dello spazio*. In G. Boni (a cura di), 2009. *Emblema* (Catalogo in occasione della 53. Biennale di Venezia), p. 104. Maretti Editore.
- Cabezos-Bernal, Pedro M., Rodriguez-Navarro, P., Gil-Piqueras, T. (2021). *Documenting paintings using Gigapixel SfM Photogrammetry*. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLVI-M-1-2021. 28th CIPA Symposium "Great Learning Et Digital Emotion", 28 August-1 September 2021, Beijing, China
- Chiarenza, S. (2021). *Arte e Geometria nel Disegno tessile*. In A. Arena, M. Arena, R.G. Brandolino, D. Colistra, G. Ginex, D. Mediat, S. Nucifora, P. Raffa (a cura di). *Connettere. Un disegno per annodare e tessere*. Atti del 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione. Reggio Calabria e Messina, 16-18 settembre 2021, pp. 296-315. Milano: FrancoAngeli.
- Dotto, E. (2021). *Tessere. Gli elementi costitutivi dell'immagine digitale tra arte, scienza e artigianato*. In A. Arena, M. Arena, R.G. Brandolino, D. Colistra, G. Ginex, D. Mediat, S. Nucifora, P. Raffa (a cura di). *Connettere. Un disegno per annodare e tessere*. Atti del 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione. Reggio Calabria e Messina, 16-18 settembre 2021, pp. 3269-3292. Milano: FrancoAngeli.
- Emblema, E. L. (2014). *Relazione materiali, tecniche, conservazione e restauro opere Salvatore Emblema*. In N. Lev (a cura di), *The Missing Link in Italian Post-War Art: Salvatore Emblema* (panel 31 ottobre 2013), *Salvatore Emblema. Transparency*, 14 Nov 2013-11 Jan 2014, BOSI Contemporary in New York, United States.
- Flock, H., Diebels, S., Jägers, E., Possart, W. (2020). *Thread-by-thread tear mendings in conservation of canvas paintings: a problem of reproducibility in bonding qualities*. In *The Journal of Adhesion*, vol. 97, n.14, pp. 1336-1357.
- Frank, P. (2013). *Salvatore Emblema. Transparency*. Iemme Edizioni.
- Lanzara, E., Scandurra, S., Musella, C., Palomba, D., di Luggo, A., Asprone, D. (2021). *Documentation of structural damage and material decay phenomena in H-BIM systems*. In *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume XLVI-M-1-2021, pp. 375-382.
- Ormsby, B., Barker, R. (2015). *Conserving Mark Rothko's Black on Maroon 1958: The Construction of a 'Representative Sample' and the Removal of Graffiti Ink*. *Tate Papers*, n. 23. <<https://www.tate.org.uk/research/tate-papers/23/conserving-mark-rothkos-black-on-maroon-1958-the-construction-of-a-representative-sample-and-the-removal-of-graffiti-ink>> (consultato il 12 luglio 2024)
- Pamart, A., Roussel, R., Hubert, E., Colombini, A., Saleri, R., Mouaddib E. M., Castro, Y., Le Goic, G., Mansouri, A. (2022). *A metadata enriched system for the documentation of multi-modal digital imaging surveys*. In *Studies in Digital Heritage*, Vol. 6, n. 1, pp. 1-24.
- Pinchetti, P. (1910). *Manuale del Compositore di Tessuti*. Hoepli
- Scandurra, S., Lanzara, E. (2023). *VPL for Cultural Heritage monitoring: sampling and comparison of photographic images*. In *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci.*, XLVIII-M-2-2023, pp. 1435-1442.
- Spreafico, A., Patrucco, G., Calvano, M. (2020). *Digital models of architectural models: from the acquisition to the dissemination*. In M. Lo Turco, E. C. Giovannini, N. Manfrici (a cura di), *Digital Et Documentation*. Digital Strategies for Cultural Heritage, vol. 2, pp. 53-65. PaviaUniversity Press.
- Tidball, H. (1967). *The Weaver's Book: fundamentals in handweaving*. Macmillan.