

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna

DOTTORATO DI RICERCA IN
BENI CULTURALI E AMBIENTALI

Ciclo 34

Settore Concorsuale: 10/B1 - STORIA DELL'ARTE

Settore Scientifico Disciplinare: L-ART/04 - MUSEOLOGIA E CRITICA ARTISTICA E DEL
RESTAURO

CONFRONTO DEI METODI DI CONSERVAZIONE DELLA CARTA FRA ITALIA E
CINA : INDAGINI SCIENTIFICHE E TECNICHE DI RESTAURO PER IL
MATERIALE CARTACEO

Presentata da: Xin Zhou

Coordinatore Dottorato

Roberto Pasini

Supervisore

Donatella Biagi

Co-supervisore

Rocco Mazzeo

Esame finale anno 2022

Indice

Introduzione	6
1. Capitolo 1 La carta tradizionale cinese.....	7
1.1. Origini della carta e della sua lavorazione.....	7
1.1.1. Il concetto e l'origine della carta.....	7
1.1.2. L'origine della lavorazione della carta.....	8
1.2. Lo sviluppo della fabbricazione della carta e l'evoluzione della carta antica.....	11
1.2.1. Tecnologia di fabbricazione della carta durante la dinastia Han (202 a.C - 220 d.C).....	11
1.2.2. Tecnologia di fabbricazione della carta durante le dinastie del sud e del nord di Wei Jin (220 d.C - 589 d.C)	12
1.2.3. Tecnologia di fabbricazione della carta durante le dinastie Sui Tang e Wu Dai (581 d.C - 960 d.C)	15
1.2.4. Tecnologia di fabbricazione della carta durante la dinastia Song (960 d.C-1279 d.C) e la dinastia Yuan (1279 d.C-1368 d.C).....	16
1.2.5. Tecnologia di fabbricazione della carta durante la dinastia Ming (1368 d.C-1644 d.C) e la dinastia Qing (1644 d.C-1912d.C).....	17
1.3. Le varie tipologie delle materie prime per le carte tradizionali	19
1.3.1. La corteccia d'albero - carta di canapa, carta di gelso, carta di thymelaeaceae, carta di rattan.....	20
1.3.2 Le Poacee - carta di bambù.....	26
1.3.3 Materiale misto (corteccia e materia erbacea) - carta Xuan	27
1.4. Processo di produzione della carta artigianale tradizionale cinese e le sue caratteristiche.....	30
2. Capitolo 2 Zhuang Biao (装裱) - Metodo di conservazione per i manufatti di carta dipinta con immagini pittoriche o ideogrammi calligrafici.....	33
2.1. Descrizione della storia della Zhuang Biao.....	33
2.2. Restauro e montaggio cinese.....	35
2.3. Gli strumenti e materiali per il restauro tradizionale cinese.....	37

2.3.1. Gli strumenti.....	37
2.3.2. I materiali e i prodotti.....	40
2.4. Procedure per il restauro della calligrafia e della pittura antiche (con esempio il rotolo appeso)	51
2.4.1. Tagliare i bordi dei dipinti.....	52
2.4.2. Lavaggio acquoso.....	52
2.4.3. Il distacco dai vecchi supporti.....	54
2.4.4. Reintegrazione delle lacune e il risarcimento degli strappi.....	55
2.4.5. Applicazione dei falsi margini/fasce perimetrali.....	56
2.4.6. Incollare lo strato pittorico su supporto cartaceo.....	57
2.4.7. Ritocco estetico.....	57
2.4.8. Montatura e foderatura.....	59
2.4.9. Lisciatura e installazione.....	59
3. Capitolo 3 Casi di studio: applicazione dei metodi di restauro occidentali su una litografia su carta: "la balena" (cromatografia)	61
3.1. Descrizione dell'opera.....	61
3.2. Descrizione dell'intervento.....	62
3.2.1. Operazioni di restauro della carta.....	62
3.2.1.1. Pulizia superficiale a secco.....	62
3.2.1.2. Pulitura per via umida.....	64
3.2.1.3. Applicazione del supporto in carta coreana.....	65
3.2.1.4. Integrazione delle lacune e strappi.....	68
3.2.1.5. Riordino estetico.....	69
3.2.2. Operazioni di restauro dei listelli lignei.....	70
3.2.2.1. Intervento per i listelli lignei	70
3.2.3. Montaggio.....	72
4. Capitolo 4 Confronto tra le tecniche e i materiali di restauro.....	75
4.1. Pulitura a secco.....	78
4.2. Le operazioni per via umida.....	81
4.2.1. Lavaggio.....	81
4.2.2. Smacchiatura.....	86

4.2.3. Deacidificazione.....	93
4.3. Restauro della carta.....	104
4.3.1. Il trattamento delle lacune ed il risarcimento degli strappi.....	104
4.3.2. Materiale e collante.....	105
5. Conclusioni.....	112
6. Bibliografia e Sitografia	114
7. Ringraziamenti.....	119

Introduzione

Le opere cartacee sono estremamente delicate e soggette ad alterazioni e degrado, è facile che subiscano danni a causa di diversi motivi. Un grande numero di opere cartacee del nostro passato, di tutto il mondo, corre il rischio di essere perduto in tempi molti brevi. Il restauro e la conservazione dei materiali cartacei ha sempre costituito uno dei più importanti temi di ricerca nel campo della conservazione e della tutela del patrimonio culturale mondiale. I metodi di conservazione e la tecnica di restauro per i materiali cartacei in Italia e in Cina sono nati in diversi contesti storici e culturali. Entrambi appartengono alla tutela del patrimonio culturale, ma ci sono grandi differenze nell'uso dei materiali e negli interventi di restauro. L'idea di questo studio nasce dalla necessità di sviluppare analisi specifiche sul metodo di conservazione del patrimonio culturale cartaceo cinese, per introdurre metodi e tecnologie efficaci ed innovative.

Questa ricerca si concentra sui diversi metodi di restauro dei dipinti su carta fra Italia e Cina. La prima parte ripercorre la storia della carta antica e della carta tradizionale fatta a mano sia dal punto di vista delle materie prime che dei metodi di lavorazione per conoscere le diverse tipologie della carta tradizionale cinese. E per comprendere e capire le caratteristiche delle carte che incontriamo nelle indagini sul loro degrado e quindi nel loro restauro. La seconda parte è dedicata al tema di “Zhuang Biao”(装裱), cioè al metodo tradizionale di restauro cinese. Riguarda gli strumenti e i materiali, le principali tecniche di conservazione e degli aspetti problematici connessi. La terza parte si occupa invece di descrivere un restauro realizzato con le tecniche occidentali, essa è il frutto delle esperienze e dei risultati pratici ottenuti presso il laboratorio degli Angeli di Bologna. Nella quarta parte, infine, discuto criticamente e metto a confronto le tecniche e i materiali di restauro tra occidente ed oriente.

Verrà infine sottolineato il valore delle ricerche occidentali in ambito scientifico che hanno il compito di sviluppare ed introdurre metodi e tecnologie efficaci ed innovative, allo scopo di conservare le opere d'arte cartacee cinesi. Il fine della ricerca ha come obiettivo quello di migliorare i metodi di conservazione cinesi e di promuovere nuovi materiali e nuovi strumenti nel settore del restauro della carta in Cina.

1. La carta tradizionale cinese

Anticamente, in Cina, prima dell'invenzione della carta, gli strumenti che sono stati utilizzati per scrivere erano il guscio di tartaruga, le ossa di animale, le lastre metalliche, le stecche di bambù (le barrette di bambù), la seta, ecc. Tali materiali erano costosi e difficilmente trasportabili.

L'invenzione della carta fu per questo una delle più grandi innovazioni cinesi e venne introdotta nel XII sec. dagli arabi nel Medio Oriente e poi nel Mediterraneo (Spagna e Italia).

1.1 Origini della carta e della sua lavorazione

1.1.1 Il concetto e l'origine della carta

Prima di discutere il contenuto della mia ricerca, sento la necessità di fare una premessa per facilitare la comprensione del mio lavoro. Per tale motivo riporto la definizione di carta utilizzata dal dott. Pan Jixing (潘吉星), studioso della scienza e della tecnologia cinese, che comprende tutti i tipi carta, da quella industriale a quella fatta a mano. La descrizione completa che ne fa, recita: “Nel senso tradizionale (传统意义上的纸), la carta è un materiale a base di fibra vegetale che viene purificata dall'azione meccanica e chimica e va a formare una fibra purificata e divisa, in seguito viene mescolata con acqua per costituire

la polpa, che viene poi filtrata da un telaio poroso che separa lo strato di fibre vegetali che rimane sulla superficie; infine, con l'essiccazione si produce una sostanza di coesione che è formata dal legame a idrogeno della cellulosa; il prodotto che ne consegue è la carta che serve per scrivere, stampare e imballare".¹

La differenza tra la carta fatta a mano e quella industriale è la materia prima, perché la maggior parte della carta moderna (compresi carta e cartone) è prodotta con cellulosa di legno. La carta fatta a mano si ottiene con fibre naturali quali canapa, corteccia d'albero, bambù, erba e viene prodotta utilizzando le tecniche antiche. La carta tradizionale ha generalmente una dimensione fissa e piccola data dalle dimensioni limitate del telaio. Tenendo presente tale differenza tra la carta utilizzata nel campo del restauro e la carta di tipo industriale, approfondirò il tema legato alla carta fatta a mano proprio perché utilizzata nel campo del restauro.

1.1.2 L'origine della lavorazione della carta

Ancora oggi gli studiosi cinesi hanno opinioni diverse riguardo all'origine dell'invenzione della carta e dei suoi inventori.

Secondo il Libro degli Han Posteriori · biografia di Cai Lun (后汉书·蔡伦传; pinyin: hòu hàn shū·cài lún zhuàn), l'inventore della carta fu Cai Lun(蔡伦; pinyin: cài lún) nel 105 D.C. :

“自古书契多编以竹简，其用缣帛者谓之纸。缣贵而简重，并不便于人。伦乃造意用树肤、麻头及敝布。鱼网以为纸。元兴元年，奏上之。帝善其能，自是莫不从用焉，故天下咸称‘蔡侯纸’。”

¹ Pan Jixing. *Storia della fabbricazione della carta cinese*. Casa editrice popolare di Shanghai, 2009:4-5.
潘吉星. 中国造纸史[M]. 上海人民出版社, 2009: pp.4-5.

Traduzione: “Sin dai tempi antichi i mezzi che venivano utilizzati per scrivere erano il bambù e la seta. La seta era troppo costosa, mentre il bambù era pesante e difficile da trasportare. Cai Lun (蔡伦), mescolando materiali diversi quali la corteccia, gli stracci abbandonati, la canapa, le vecchie reti da pesca, inventò la carta. Nel 105 d.C, dopo aver perfezionato il processo e il metodo di fabbricazione della carta, descrisse il procedimento in un breve saggio che consegnò all'imperatore Han He di (汉和帝; pinyin: Hàn hé dì). L'imperatore apprezzò molto la tecnica di lavorazione della carta di Cai Lun (蔡伦) che si diffuse rapidamente nell'antica Cina. Da allora la gente chiama questo tipo di carta “Cai hou zhi” (蔡侯纸) (Cognome dell'inventore 侯 Posizione ufficiale 纸 carta) .

Altre fonti letterarie attribuiscono sempre a Cai Lun l'invenzione della carta, tra cui l'“Yi wen Lei ju”(艺文类聚) che è un'enciclopedia cinese completata da Ou'yang Xun (欧阳询) nel 624 d.C. sotto il regno Tang, ed il “Chu Xue ji” (初学记), un'enciclopedia cinese completata da Xu Jian (徐坚) nella dinastia Tang.

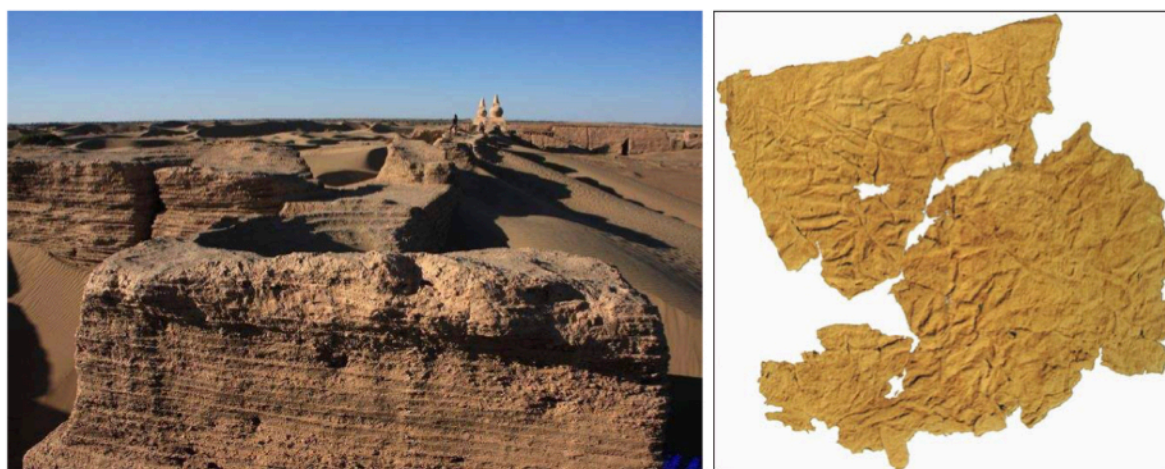
Secondo invece un'altra opera storiografica cinese, precedente al libro degli Han posteriore (后汉书) ed intitolata “Dong Han Guan Ji” (东观汉记), la fabbricazione della carta fu inventata collegialmente dagli uomini che lavoravano alle dipendenze di Cai Lun: “黄门蔡伦，典作尚方造纸，所谓‘蔡侯纸’也。” Traduzione: “Nel palazzo imperiale lavora un uomo di nome Cai Lun (蔡伦), il quale gestisce un laboratorio di produzione della carta. La carta è stata inventata da molte persone che lavorano per la corte di palazzo”.

Tuttavia, numerosi reperti ritrovati nei diversi scavi archeologici cinesi, farebbero pensare che l'invenzione della carta abbia origini ancora più antiche.

- Nel 1933, tra le rovine della dinastia Han a Luo bu a Xinjiang (新疆罗布淖尔), è stato trovato un frammento di carta antica. I documenti archeologici di Luobu (罗布淖尔考古记) lo descrivono consistente come la canapa, di colore bianco, quadrato, molto sottile, ruvido... Poiché nel medesimo sito sono state ritrovate delle stecche di bambù databili al 49 a.C., anno di Long yuan (龙元年), è possibile ipotizzare che il frammento di carta antica risalga a quel periodo.

- Nel 1957, presso il ponte di Ba Qiao (灞桥) a Xi'an (西安), sono stati rinvenuti alcuni reperti cartacei, risalenti circa al periodo 140 a.C. - 187 a.C.

- Nel 1973, sono stati scoperti nel sito di juyan (居延) della dinastia Han, nella provincia di Gansu (甘肃), due frammenti di carta di canapa risalenti circa al 52 a.C., periodo della dinastia Han medio occidentale. [Fig.1]



[Fig.1 La carta Jinguan di Juyan, Han occidentale, 居延金关纸 Jū yán jīn guān zhǐ]

- Nel 1978, a Fufeng (扶风) di Shan'xi (陕西) è stato trovato un reperto cartaceo risalente circa al 73 d.C.

- Nel 1976, nel sito militare della dinastia Han a Ma qua wan (马圈湾) di Dun huang (敦煌) vennero portati alla luce diversi frammenti di carta risalenti circa al 52 a.C. - 23 d.C..

In sintesi, tutte queste scoperte invitano gli studiosi a ritenere che la carta cinese sia stata inventata nel periodo precedente alla dinastia Han orientale, inizialmente per finalità di imballaggio e non di scrittura. La tecnica di fabbricazione della carta è stata in seguito perfezionata da Cai Lun (蔡伦).

1.2 Lo sviluppo della fabbricazione della carta e l'evoluzione della carta antica

L'Antica tecnologia cinese di fabbricazione della carta.

La tecnica della fabbricazione della carta viene suddivisa storiograficamente in diversi periodi, attraversati da diverse dinastie, qui di seguito illustrati sinteticamente.

1.2.1 Tecnologia di fabbricazione della carta durante la dinastia Han (202 a.C - 220 d.C):

Pur non avendo documentazioni scritte del metodo di lavorazione della carta in questo periodo storico, attraverso l'indagine diagnostica è stato possibile ricostruirne la tecnica.

I materiali che venivano impiegati principalmente nel processo di fabbricazione erano la corteccia, gli stracci abbandonati, la canapa, le vecchie reti da pesca e la loro lavorazione attraversava le seguenti fasi: immersione in acqua dei materiali (浸湿; pinyin: jìn shī) - battitura (叨碎; pinyin: dāo suì) - cottura ed evaporazione (蒸煮; pinyin: zhēng zhǔ) - lavaggio (洗涤; pinyin: xǐ dí) - procedura Chun Dao (春捣; pinyin: chūn dǎo) - Da Cao (打槽; pinyin: dǎ cáo) - raccolta dell'impasto (抄纸; pinyin: chāo zhǐ) - asciugatura (晒纸; pinyin: shài zhǐ) - strappo² (揭纸; pinyin: jiē zhǐ).

² strappo : togliere le carte asciugate dal muro.

Dopo aver immerso e battuto gli stracci di canapa nell'acqua, si gettava nel medesimo liquido della cenere d'erba al fine di rimuoverne le impurità e le macchie prima dell'operazione successiva di cottura ed evaporazione. Con la procedura di Chun Dao (春捣), la materia ottenuta veniva mescolata in un contenitore fino a diventare fibra, mentre con la procedura di Da Cao (打槽) la fibra veniva amalgamata con l'acqua per ottenere un impasto di carta, che veniva infine raccolto in un telaio di legno, steso a forma di foglio di carta bagnato e lasciato asciugare su una tavola all'aperto.

Durante la dinastia Han orientale, la carta iniziò ad essere fabbricata anche per finalità di scrittura e non più solamente di imballaggio: sono stati infatti trovati dei frammenti di carta scritti risalenti a quel periodo.

1.2.2 Tecnologia di fabbricazione della carta durante le dinastie del sud e del nord di Wei Jin (220 d.C - 589 d.C):

La carta e i listelli di bambù hanno avuto una coesistenza per quasi 300 anni, perché in questo lungo periodo la carta di canapa cominciò a sostituire la seta e i listelli di bambù come materiale di scrittura. Ma poiché la qualità della carta era ancora molto bassa, si continuò ad utilizzare per la scrittura anche il bambù.

Nel 404 d.C, il potente ministro Huan xuan (桓玄) emanò un decreto col quale andò a sostituire definitivamente il bambù con la carta, e questo fatto portò ad un interessante sviluppo della fabbricazione della carta. Da quel momento, la carta sostituì completamente altri tipi di supporti per la scrittura. Contemporaneamente, apparve la prima carta prodotta con una miscela di fibre vegetali (canapa e la corteccia macerata della brussonezia).

Sempre in questo periodo ci furono quindi alcuni sviluppi nell'uso delle materie prime nella fabbricazione della carta. Oltre la canapa (麻; pinyin: má), si cominciò ad utilizzare la corteccia macerata della *Brussonetia papyrifera* (构 枸³), la corteccia di Rattan (藤; pinyin: téng), i gelsi⁴ (桑; pinyin: sāng) e la pianta di *Thymelaeaceae* (瑞 香; pinyin: ruì xiāng). Le fibre ottenute da questo genere di piante sono più grosse e più lunghe e la carta prodotta ha una superficie troppo ruvida, per scrivere o disegnare, per cui si richiede un'ulteriore elaborazione per rendere la superficie più liscia, su cui sia più facile lavorare.

I metodi di lavorazione per raffinare la superficie della carta includono innanzitutto la lisciatura (研 光; pinyin: yà guāng): viene utilizzato un ciottolo liscio che viene spinto su e giù regolarmente sulla carta che va a levigare la superficie fibrosa. La **collatura**⁵ (施 胶; pinyin: shī jiāo) tratta la carta con allume di potassio per appianarne le irregolarità. La patinatura (涂 布; pinyin: tú bù) prevede l'applicazione di uno strato di colla di amido sulla superficie della carta.

Attraverso questi metodi di pre-elaborazione, la superficie della carta ottiene un effetto migliore, favorevole per la scrittura. La carta trattata è più liscia e ha un certo grado di resistenza all'acqua, particolarmente adatto per ricevere ideogrammi piccoli, come ad esempio i testi buddisti, tracciati con inchiostro a base d'acqua. [Fig.2]

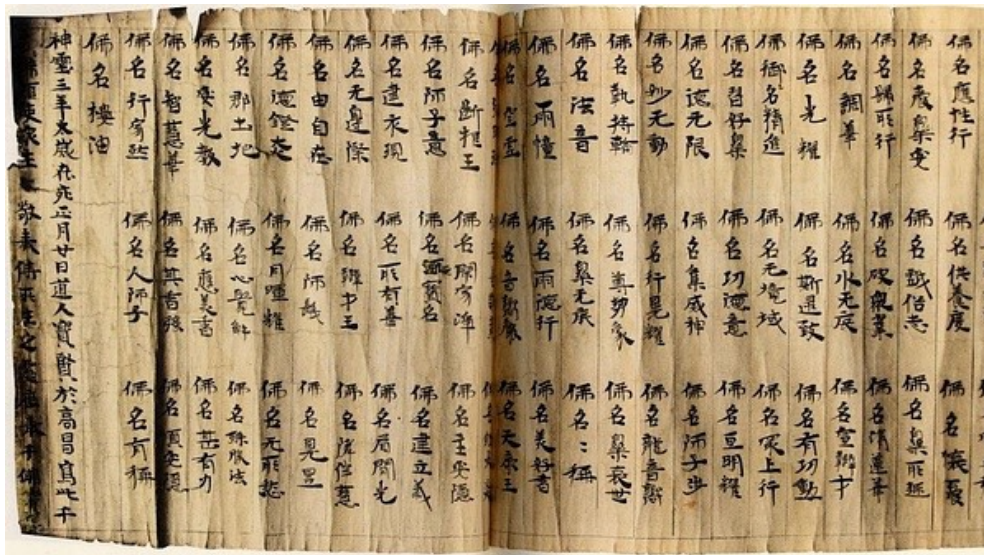
³ La *brussonetia* (nome scientifico *Broussonetia papyrifera*) è un albero originario della Cina e del Giappone, acclimatato in Europa.

构 树(大 枸) - *Brussonetia papyrifera*

楮 树(小 枸) - *Broussonetia kazinoki*/ *Broussonetia monoica*/ *Kozo*

⁴ *Morus L.* è un genere di piante della famiglia delle Moracee, originario dell'Asia, ma anche diffuso, allo stato naturale, in Africa e in Nord America. Comprende alberi o arbusti da frutto di taglia media, comunemente chiamati gelsi.

⁵ In Cina la collatura è un processo per migliorare la resistenza del foglio e evitare che i colori si diffondano sulla carta, e consiste nell'applicare uno strato della soluzione di gelatina di allume alla superficie della carta.



[Fig.2 foto: un libro sacro buddista Sutra attorno il 397d.C— 460d.C]

L'invenzione della fabbricazione della carta fatta a mano e il suo conseguente sviluppo hanno come diretta conseguenza l'ampliamento e la crescita della calligrafia cinese. I listelli di bambù avevano uno spazio molto stretto e limitato dove era possibile scrivere, mentre la carta permette di scrivere in maniera più libera dando spazio ad una raffinata ricerca estetica. Infatti, in questo periodo nacquero le prime opere calligrafiche su carta. [Fig.3]



[Fig.3 平复帖 Píng fù tiē , una lettera scritta del periodo Jin occidentale (265-316) da Lu Ji (陆机 261 – 303)]

In fig. 5 平复帖 (Píng fù tiē) è una lettera scritta oltre 1.700 anni fa, sulla carta di canapa, di Lu Ji (陆机 261–303) e si ritiene che sia la più antica opera calligrafica esistente di un noto artista.⁶ Molti libri antichi, prima della dinastia Song, furono creati su carta di canapa.

Si iniziò inoltre a tingere la carta di giallo, utilizzando per colorante le Huang bai (黄柏) e Xiao Baijian (小柏硷), ossia le cinquanta erbe fondamentali della medicina tradizionale cinese, che oltre alle proprietà coloranti garantivano la sterilizzazione e la protezione della carta dagli insetti.

1.2.3. Tecnologia di fabbricazione della carta durante le dinastie Sui Tang e Wu Dai (581 d.C - 960 d.C):

In questo periodo in Cina non ci furono guerre, l'economia si sviluppò notevolmente e la tecnologia di fabbricazione della carta fece ulteriori progressi. Da questo momento in poi, infatti, grazie all'invenzione dell'incisione, si intensificò la produzione di manufatti cartacei. Si svilupparono rapidamente numerosi laboratori di fabbricazione sia a nord che a sud della Cina e venne impiegata una gran quantità di materie prime, come la carta di canapa, la carta di corteccia d'albero. La carta di bambù, non di alta qualità ancora, venne utilizzata per le necessità quotidiane quali imballaggio, carta igienica, realizzazione di ombrelli ecc. Furono realizzate inoltre moltissime opere d'arte di carta dipinta. La fabbricazione della carta iniziò a diffondersi anche in altri paesi: in Arabia nel 750 d.C. e successivamente in Europa, Corea, Vietnam e Giappone già nel 610 d.C.. [Fig.4]



[Fig.4 Cinque buoi; 五牛图; pittura della Dinastia Tang da Han Huang (da 720 a 787), disegnata sulla carta di gelso.]

1.2.4. Tecnologia di fabbricazione della carta durante la dinastia Song (960 d.C -1279 d.C) e la dinastia Yuan (1279 d.C – 1368 d.C):

C'erano tre tipi di carta durante il periodo della dinastia Song che si usava per scrivere e disegnare, tra cui la carta di corteccia, carta di canapa e carta di bambù. Si produsse principalmente carta di bambù, poiché la pianta di bambù era molto economica e ampiamente diffusa in Cina. Gli artigiani potevano inoltre utilizzare la corteccia d'albero per produrre carte di grandi dimensioni.

In quest'epoca, la carta iniziò ad essere prodotta anche per ragioni economiche: la Cina fu tra i primi stati a livello mondiale a produrre banconote di carta. La tecnica per la fabbricazione della carta è stata notevolmente migliorata, comincia a diminuire la necessità di elaborazione secondaria per la carta.⁷

Nacquero le prime pubblicazioni sull'arte dei manufatti cartacei:

Wen Fan Si Bao Pu (文房四宝谱) di Su Yijian (苏易简), opera che illustrava i quattro strumenti fondamentali dell'arte calligrafica.

Dong Tian Qing Lu Ji (洞天清录集), opera scritta da Zhao Xizhen sulla manifattura di carte cinesi dipinte con raffigurazioni o con ideogrammi calligrafici. [Fig.5]

⁷ A causa delle materie prime e delle tecnologie di fabbricazione della carta, le prime carte furono prodotte con una superficie troppo ruvida, per poter scrivere o disegnare, per questo è necessario una ulteriore elaborazione per rendere la superficie più liscia, su cui sia più facile lavorare. Invece, con il progressivo miglioramento della tecnologia di fabbricazione, la carta prodotta non necessita di ulteriori lavorazioni prima dell'uso.



[Fig.5 I libri di Xianyuan Leipu (仙源类谱)]

I libri di Xianyuan Leipu (仙源类谱) furono uno dei primi documenti genealogici trovati nel Catalogo dei libri antichi cinesi e nel Catalogo generale dei nobili cinesi. Un totale di 30 volumi, che registrano la partecipazione di membri della famiglia reale di circa 1148 persone in cui vengono registrati i loro matrimoni, il luogo e data di nascita e di morte ecc.. Attualmente questi documenti sono conservati nella Biblioteca nazionale cinese. I libri di Xianyuan Leipu furono realizzati con la carta da corteccia; il centro della pagina conserva il colore originale della carta, con un alto grado di bianco, che indica la maturità della tecnologia di fabbricazione della carta in quel momento.

1.2.5. Tecnologia di fabbricazione della carta durante la dinastia Ming (1368 d.C - 1644 d.C) e la dinastia Qing (1644 d.C - 1912 d.C):

Durante le due dinastie la tecnica di produzione della carta fu perfezionata e raggiunse un livello qualitativamente alto. Al riguardo, furono pubblicate monografie interamente dedicate alla spiegazione del suo processo di fabbricazione, una delle più famose è Tiangong Kaiwu (天工开物; pinyin:tiān gōng kāi wù; significa in italiano le Creazioni Celesti). Nel capitolo XII dell'opera si spiega come produrre la carta con la corteccia d'albero. Le

tipologie delle carte di questo periodo includono: *la carta di cotone* (白绵纸 *bái mián zhǐ*) e *la carta di bambù*. [Fig.6]



[Fig.6 L'enciclopedia di Yongle (永乐大典) scritta sulla carta di cotone.]

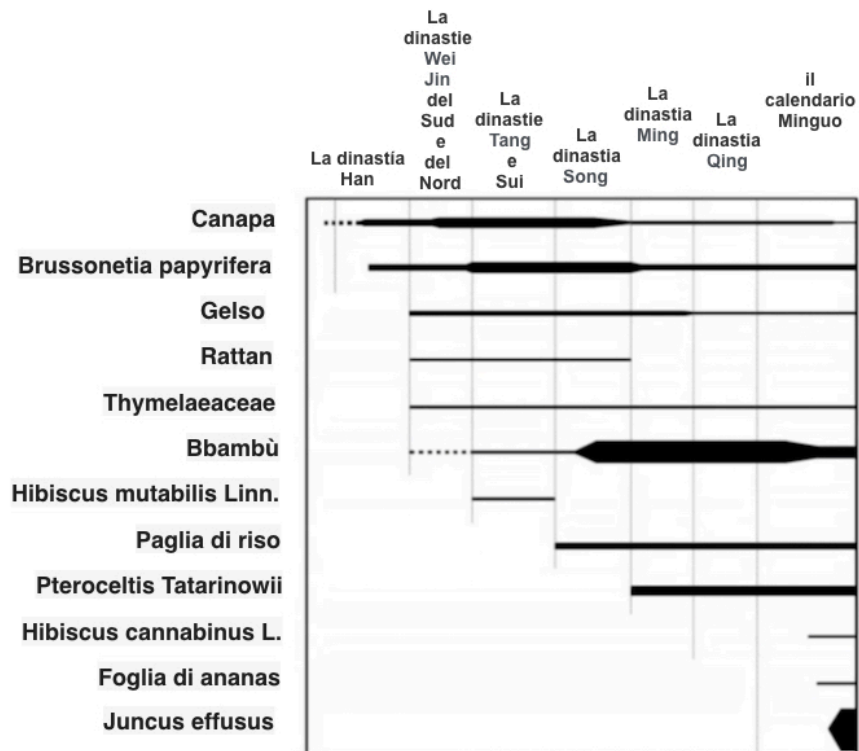
La carta di bambù fu la carta più usata durante la dinastia Ming e la dinastia Qing. In questo periodo, grazie all'esperienza artigiana fu in grado di produrre la carta di bambù di alta qualità, che serviva non solo per scrivere ma anche per stampare libri. Infatti, per circa l'80 – 90% dei libri stampati in quell'epoca, venne utilizzata la carta di bambù.

Il processo di fabbricazione della carta cambiò radicalmente nel 1892, quando a Shanghai nacque la prima cartiera meccanica (Shanghai Lunzhang Paper Mill). A causa dello sviluppo della tecnologia di fabbricazione la carta industriale⁸, quest'ultima ha rapidamente occupato il mercato cinese, portando al rapido declino della carta fatta a mano. Durante

⁸ La carta industriale cinese tra 19° sec e 20° sec presentano le seguenti caratteristiche:

- il pH ha un valore compreso tra 6 e 8, solo una piccola percentuale di campioni con pH < 6 (10%).
- il valore di DP della carta tra quella cinese e occidentale, è molto simile.
- le carte industriale avevano in media uno spessore di 0,08 mm

Per approfondimenti e spiegazioni, cfr. Brown, N., Lichtblau, D., Fearn, T. *et al.* Characterisation of 19th and 20th century Chinese paper. *Herit Sci* 5, 47 (2017).



Sviluppo delle materie prime per la fabbricazione della carta in Cina

questo periodo, la carta di canapa, la carta di corteccia e la carta di bambù si ritirarono lentamente dal mercato e la carta di Xuan (detta in Occidente carta di riso) divenne l'unico punto di riferimento per la carta fatta a mano.[Fig.7]

[Fig.7 Sintesi dello sviluppo storico delle materie prime per la produzione della carta fatta a mano]

1.3 Le varie tipologie delle materie prime per le carte tradizionali

A causa del vasto territorio della Cina, le tipologie di piante utilizzate per la fabbricazione della carta sono molto varie e ricche. Attualmente, la Cina classifica la carta fatta a mano in base ai tipi di materie prime usate per la produzione.

Poiché le materie prime hanno un impatto diretto sulle proprietà della carta, la carta prodotta con piante della stessa famiglia hanno caratteristiche molto simili.

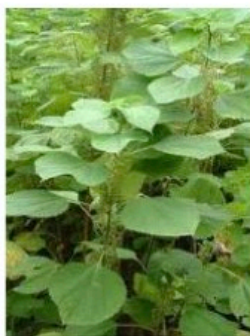
1.3.1 La corteccia d'albero

La corteccia dell'albero viene divisa tra la parte esterna e la parte interna, per la produzione della carta tradizionale fatta a mano viene usato lo strato interno. Le piante ricche di fibre di corteccia derivano principalmente da piante erbacee e piante legnose.

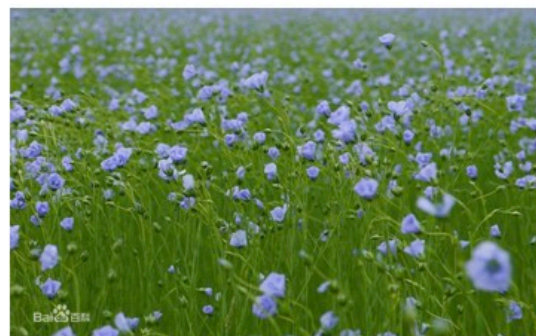
Le erbe utilizzate nella fabbricazione della carta includono : Il ramiè (苧麻, zhù má, *Boehmeria nivea*), la canapa sativa (大麻, dà má, *Cannabis sativa* L.), il lino comune (亚麻, yà má, *Linum usitatissimum*), la juta (黄麻, huáng má, *Corchorus capsularis*) e (红麻, hóng má, *Hibiscus cannabinus* L.) ecc.. [Fig.8]



la canapa sativa



il Ramiè



il Lino comune

[Fig.8 Canapa cinese]

Le piante legnose utilizzate nella fabbricazione della carta includono : gelso da carta (构树, gòu shù, *Broussonetia papyrifera*), il sandalo blu (青檀, qīng tán, *Pteroceltis tartarinowii*), i gelsi (桑, sāng, *Morus* L.) e le *thymelaeaceae* (瑞香, ruì xiāng, *Thymelaeaceae* Juss).⁹

⁹ Sun Baoming, Li Zhongkai. *Materie prime per fabbriche di carta cinese*. Pressa per l'industria leggera, 1959:312-317.

孙宝明, 李钟凯. 中国造纸植物原料志[M]. 轻工业出版社, 1959:312-317.

La carta di canapa

Le fibre di canapa sono costituite per circa il 69% da cellulosa, il 15% circa di lignina e 2% di pectina. Le fibre della canapa risultano più lunghe, più resistenti e più assorbenti di quelle della corteccia.¹⁰

La carta di canapa è spessa, grezza con una superficie ruvida, e offre una lunga conservazione. Nell'antica Cina, poiché la superficie della carta di canapa era troppo ruvida, era necessario sottoporla a lavorazioni successive (lisciatura, incollatura e rivestimento) per far sì che la superficie della carta fosse più liscia e di conseguenza più adatta alla scrittura.

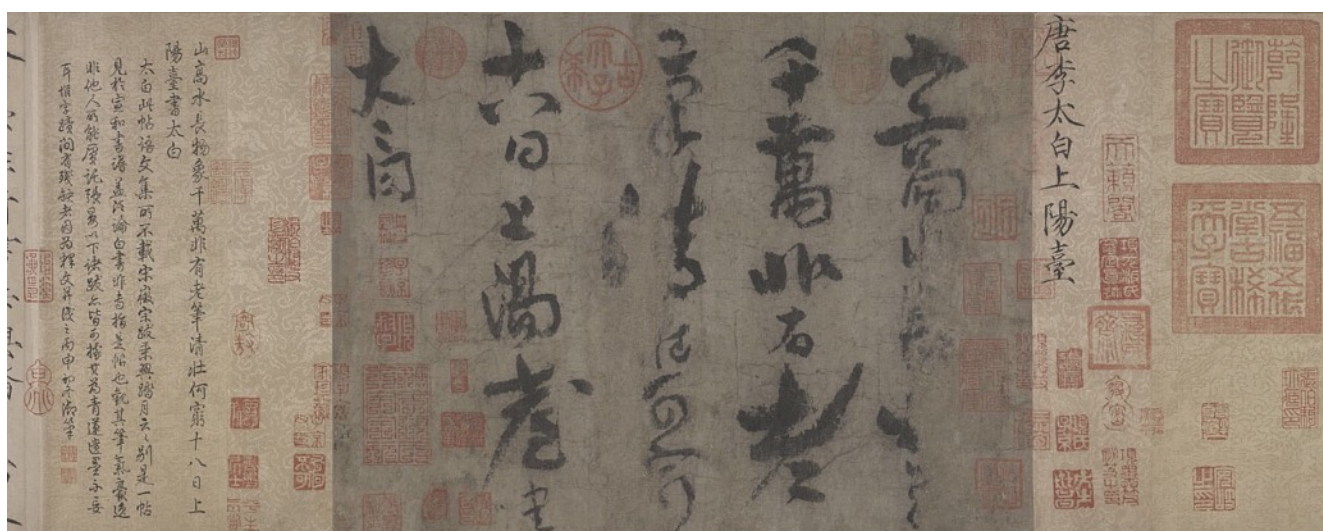
Nell'antica Cina, probabilmente si iniziò a sperimentare e produrre carta con la canapa in quanto la canapa era:

1. una pianta che cresceva ampiamente in Cina,
2. gli antichi artigiani cinesi avevano avuto già esperienza della lavorazione della canapa,
3. era una materia prima a basso costo.

All'inizio il colore della carta era marrone giallastro (il colore della fibra), successivamente venne aggiunto al processo di fabbricazione della carta un pigmento bianco per offrire un materiale esteticamente più pregevole. **[Fig.9]**

Shang Yang Tai Tie (上阳台帖 shàng yángtái tiē) è una poesia e un'opera di calligrafia, scritta dal poeta Li Bai (701–762) della dinastia Tang (618–907), è stata scritta su carta di canapa.

¹⁰ Cfr. Sun, Li 1959: 401



[Fig9. Shang Yang Tai Tie 上阳台帖, conservato nel Museo di Palazzo imperiale]¹¹

La carta di gelso

Spesso la carta da corteccia viene chiamata carta di cotone, perché strappando la carta, mostra le fibre come fossero fili di cotone. Poiché le fibre ricavate dalle piante legnose sono morbide e lunghe, la pianta di gelso era particolarmente adatta per creare una carta sottile ma allo stesso tempo resistente, la superficie è liscia come la seta, con anche una ottima resistenza all'invecchiamento.

Brussonetia papyrifera (构; pinyin : gòu) è un albero la cui altezza media è di 10-20 metri. La *Broussonetia monoica* (楮; pinyin : chǔ ; in giponese : Kōzo) è un albero invece di 2-4 metri. Sono due alberi diversi ma appartengono entrambi alla famiglia delle *Moraceae*, tanto che l'aspetto della polpa lavorata è molto difficile da distinguere, quindi, la carta prodotta da questi due tipi di alberi viene indicata collettivamente come la carta da

¹¹ <http://101.201.65.88/collections/collections/2015-03-27/1016.html>

Broussonetia (构皮; pinyin : gòu pí).¹² Con questo tipo di corteccia si produce la carta artigianale giapponese Kōzo e la carta tradizionale cinese di *Broussonetia*. [Fig.10]



[Fig.10 a) *Brussonetia Papyrufera*, b) *Brussonetia Kazinoki* c) I manoscritti di Dunhuang, 敦煌遗书 Dūn huáng yíshū] - per questi manoscritti vengono utilizzate la carta di gelso e la carta *Broussonetia*.

La carta fatta di pura corteccia di *Pteroceltis Tatarinowii* (青檀; pinyin : qīng tán)

chiamata carta Kai hua (开化纸 ;

pinyin : kāi huà zhǐ), nell'antichità

veniva chiamata Lian si zhi (连四纸

; pinyin : lián sì zhǐ). Le fibre di

Pteroceltis Tatarinowii sono più

corte e sottili rispetto ad altre

corteccie, per cui le carte prodotte



erano particolarmente adatte per la stampa. All'epoca era la carta migliore per qualità, e

¹² Wang Juhua. *Storia dell'antica tecnologia cinese per la fabbricazione della carta*. Shanxi Education Press, 2005:23.

王菊华. 中国古代造纸工程技术史[M]. 山西教育出版社, 2005:23.

veniva di conseguenza utilizzata dalla famiglia imperiale. [**Fig.11** Banconota della dinastia Qing, 户部管票]

La carta di *thymelaeaceae*

Le *thymelaeaceae* costituiscono una famiglia vegetale che comprende diversi tipi di piante arboree, arbustive ed erbacee, tra cui le piante più utilizzate nella fabbricazione della carta sono i gambi (*Wikstroemia sikokiana*, in cinese 雁皮 pinyin:yàn pí, in giapponese le ganpi); il bastone di san Giuseppe (*Edgeworthia chrysantha*, in cinese 三桠, pinyin:sān yā, in giapponese Mitsumata).¹³

In seguito alle favorevoli condizioni climatiche di alcune aree della Cina, per esempio come l'altopiano Yunnan-Guizhou e le zone del Tibet, queste piante vennero ampiamente coltivate per la produzione di carta. Una delle carte più famose è stata la carta di Dong ba (东巴纸) che veniva prodotta nella città di Li'jiang (丽江), provincia dello Yunnan (云南), minoranza etnica Na'xi (纳西族)¹⁴. [**Fig.12**]



[**Fig.12** La carta di Dong ba (东巴纸)]

¹³ Cfr. Sun, Li 1959:140-148.

¹⁴ I Naxi (纳西族) costituiscono l'etnia più numerosa dello Yunnan settentrionale, in una zona al confine con il Tibet.

La carta di rattan

Nell'antichità cinese, il Rattan è uno dei materiali più impiegati per la realizzazione della carta. In botanica, con il nome rattan si includono varie specie. Le tipologie utilizzate per produrre la carta di questo tipo sono descritte nei documenti antichi: *Wisteria sinensis* (紫藤 pinyin: zǐ téng), *Argyreia seguinii* (葛藤 pinyin: gé téng), *Spatholobus suberectus* Dunn (鸡血藤 pinyin: jī xuè téng) ecc.. Le fibre delle piante di rattan sono relativamente morbide e la carta prodotta è bianca e delicata. Era molto popolare durante le dinastie Sui e Tang. Ma questo tipo di pianta aveva un grosso difetto, il suo ciclo di crescita era relativamente lungo, per cui un eccessivo taglio di piante portò in un breve periodo alla sua estinzione. Dopo la dinastia Sui e Tang è molto difficile trovare carte ricavate da questo genere di piante.[Fig.13]



[Fig.13 a) *Wisteria sinensis* (紫藤 pinyin: zǐ téng) b) la carta di rattan]

1.3.2. Le Poacee - carta di bambù

Durante le dinastie Song e Yuan, l'elaborazione della carta di bambù è stata notevolmente migliorata, e pertanto l'uso della carta di bambù si è ulteriormente ampliato in Cina. Inoltre, il bambù ha il vantaggio di essere una pianta legnosa con una rapida crescita, e questo fa sì che ci sia sempre sufficiente materiale a disposizione delle manifatture. Per questo motivo, la carta di bambù è diventata la carta più utilizzata durante le dinastie Ming e Qing. La fibra di bambù è più corta rispetto alla fibra di corteccia, la carta prodotta ha una consistenza uniforme e la superficie è liscia. Il bambù ha un alto contenuto di lignina, per questo la carta ha un colore più scuro. Un'altra caratteristica di questa carta è data dai "tendini di bambù" (竹筋 pinyin: zhú jīn) che sono fasci di fibre rimasti sulla superficie della carta, che vanno a caratterizzare e a facilitare l'identificazione di tale carta anche senza strumenti diagnostici. Il livello di meccanizzazione e di fabbricazione della carta nell'antica Cina non era elevato; quindi, i fasci di fibre di bambù non si dividevano facilmente. [Fig.14].



[Fig.14 珊瑚贴; Periodo: dinastia Song settentrionale (960-1127), Mi Fu (1051-1107), Corallo (Shanhu tie)]

1.3.3. Materiale misto (corteccia ed erbacea) - carta Xuan

Nella storia della fabbricazione della carta tradizionale cinese, la pianta erbacea annuale, ossia la paglia *Oryza sativa*, è usata come materiale secondario per la produzione della carta e viene miscelata con altre materie più resistenti, per esempio la corteccia di *Pteroceltis Tatarinowii*. Da questa miscela si ottiene la carta di Xuan (宣纸). In Italia è più conosciuta come “la carta di riso”, pur non essendo prodotta con riso, bensì con le fibre di alcune piante tipiche cinesi, come la corteccia dell’albero di *Pteroceltis Tatarinowii* (青檀; pinyin : qīng tán) e *Oryza sativa* (沙田稻草¹⁵ ; pinyin :shā tián dào cǎo) . I materiali utilizzati per la produzione della carta Xuan sono legati geograficamente alla contea Jing (泾县; pinyin : jīng xiàn). [Fig.15]



[Fig.15 a) *Pteroceltis Tatarinowii* (青檀) b) la paglia di *Oryza Sativa* (沙田稻草)]

Inizialmente, questa carta veniva realizzata solo con la corteccia di *Pteroceltis Tatarinowii*. Successivamente, a questo impasto venne aggiunta la paglia di *Oryza sativa* per

¹⁵ *Oryza sativa* - Cresce nelle risaie con un maggior contenuto di sabbia, ha steli più alti rispetto alla tipica paglia di riso, basso contenuto di lignina e alto contenuto di cellulosa.

favorirne un migliore assorbimento dell'acqua. La carta Xuan viene prodotta unicamente con questi due materiali.

Il 29 maggio 2005, L'ente cinese AQSIQ (Amministrazione generale di supervisione di qualità, ispezione e quarantena della Repubblica Popolare Cinese ; 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局), ha emesso uno standard nazionale per la carta Xuan^{16,17} che la classifica in tre categorie :

- *Extra pura Xuan* (特净皮; pinyin : tè jìng pí) : 80% (*Pteroceltis Tatarinowii*) e 20% (paglia di *Oryza sativa*), utilizzata per la calligrafia cinese e per dipingere in stile *Xin Yi* (写意; pinyin: Xiěyì)¹⁸.
- *Pura Xuan* contiene (净皮; pinyin : jìng pí): 60% -70% (*Pteroceltis Tatarinowii*) e 30%-40% (paglia di *Oryza sativa*), adatta per la calligrafia cinese e per dipingere in stile *Xin Yi*.
- *Mian lian* (棉连; pinyin : mián lián) : 50% (*Pteroceltis Tatarinowii*) e 50% (paglia di *Oryza sativa*), usata invece per la foderatura dei dipinti e per effettuare la cosiddetta **impressione per sfregamento** (拓片).

¹⁶ Standard nazionale per carta Xuan GB18739-2002: standard nazionale della Repubblica popolare cinese emesso il 25 maggio 2002.

宣纸国家标准 GB18739-2002—中华人民共和国国家标准 2002-05-25发布

¹⁷ Liu Renqing. *Calligrafia cinese e carta da pittura*. China Water Resources and Hydropower Press, 2007:80-84.

刘仁庆. 中国书画纸[M]. 中国水利水电出版社, 2007:80-84.

¹⁸ Il lavoro con il pennello a mano libera (写意画) è un genere di pittura tradizionale cinese che include poesia, calligrafia , pittura. Letteralmente significa "scrivere idee". Si è formata in un lungo periodo di attività artistiche ed è stata promossa dai letterati. Attraverso l'eredità e lo sviluppo nelle dinastie passate, il lavoro con il pennello a mano libera è diventato gradualmente il genere più influente e popolare.

A causa dei diversi metodi di produzione, la carta Xuan può essere classificata in *Shengxuan* (生宣; pinyin : shēng xuān) , *Shuxuan* (熟宣; pinyin : shú xuān) e *Banshuxuan* (半生宣; pinyin : bàn shēng xuān) .

Shengxuan (letteralmente “Xuan cruda”), fa riferimento ad un impasto che veniva raccolto in un telaio di legno, steso a forma di foglio di carta bagnato e lasciato asciugare su una tavola all’aperto. Non è un elaborato speciale, ma possiede eccellenti capacità di assorbimento dell’acqua.

Shuxuan (letteralmente “Xuan cotto”): con questo nome si indica un prodotto trattato con ***soluzione di gelatina di allume***¹⁹ (胶矾水), il cui risultato offre una carta con una consistenza più rigida, una ridotta capacità di assorbimento dell’acqua e una minore resistenza alle sollecitazioni di taglio (il che significa che può strapparsi molto più facilmente). L’uso dell’allume di potassio porta una grande acidità alla carta, che causa uno dei più grandi problemi per la conservazione delle carte antiche.

Banshuxuan (letteralmente “Xuan mezzo maturo”) ha una qualità di assorbimento intermedia, in quanto subisce un trattamento con latte di soia .

La carta Xuan è caratterizzata da una grande resistenza alla trazione, ha la superficie liscia come la seta, il colore bianco neve, la morbidezza del cotone. Con facilità vi si spande l’inchiostro e questo è un particolare apprezzato dagli artisti cinesi per la sua adattabilità alla calligrafia e alla pittura.

¹⁹ Cfr. qui al paragrafo II.

1.4 Processo di produzione della carta artigianale tradizionale cinese e le sue caratteristiche

Le caratteristiche della carta sono certamente legate alle materie prime utilizzate, ma anche ai processi produttivi.

Tali processi rendono la carta tradizionale cinese leggermente alcalina, morbida, fine, molto sottile e ad elevata capacità di assorbimento, resistente all'invecchiamento. Non cambia facilmente colore, è difficilmente attaccabile dai tarli e rimane a lungo inalterata. È adatta a trasmettere l'espressione artistica sia della calligrafia che della pittura.

Il restauro dei beni culturali cartacei è strettamente correlato alle caratteristiche della carta. Lo stato della carta offre importanti informazioni per l'identificazione, conservazione e restauro dell'oggetto in sé. Indipendentemente dalle materie prime vegetali utilizzate, alcuni processi di fabbricazione della carta di base sono simili come menzionati nel *Libro delle Creazioni Celesti* (天工开物; pinyin: tiān gōng kāi wù;); specifici materiali vengono aggiunti per migliorare altre caratteristiche proprie della carta.

Dal processo di produzione di base, i processi comuni includono: immersione in acqua dei materiali, cottura ed evaporazione, lavaggio, sbiancamento, battitura, filtrazione, spremitura, tostatura, ecc..

Immersione in acqua delle materie prime (泡料; pinyin: pào liào): a seconda delle diverse qualità delle materie prime, queste vengono legate in un fascio e messe a bagno in un laghetto, il tempo di ammollo varia a seconda delle differenti tipologie di materie prime e dei cambiamenti stagionali. Le materie prime a fibra lunga rendono la carta più resistente rispetto a quella prodotta con le fibre corte.

Cottura ed Evaporazione (煮料; pinyin: zhǔ liào): questa operazione si riferisce alla cottura della materia prima con una miscela di acqua e calce, oppure una miscela di acqua e cenere ottenuta dalla combustione di legna di abete. Tale processo avviene ad alta temperatura per rimuovere la lignina e la pectina tra le fibre, in modo che le fibre di cellulosa vengano divise per formare la polpa. La calce e la cenere vegetale sono materiali debolmente alcalini che danneggiano poco le fibre vegetali.

Lavaggio (洗料; pinyin: xǐ liào): consiste nel mettere i materiali lavorati in un sacchetto di stoffa e immergerlo nell'acqua del fiume; con l'aiuto del flusso d'acqua si eliminano le scorie di calce e le altre impurità mescolate alla polpa. A volte, i materiali lavorati devono essere fatti fermentare ulteriormente per trasformarli in polpa.

Sbiancamento (晒白; pinyin: shài bái): la maggior parte della carta fatta a mano non è sbiancata; se necessario, lo sbiancamento viene solitamente eseguito lasciando in esposizione sotto al sole la polpa lavata fino a quando cambia dal suo colore originale al bianco.

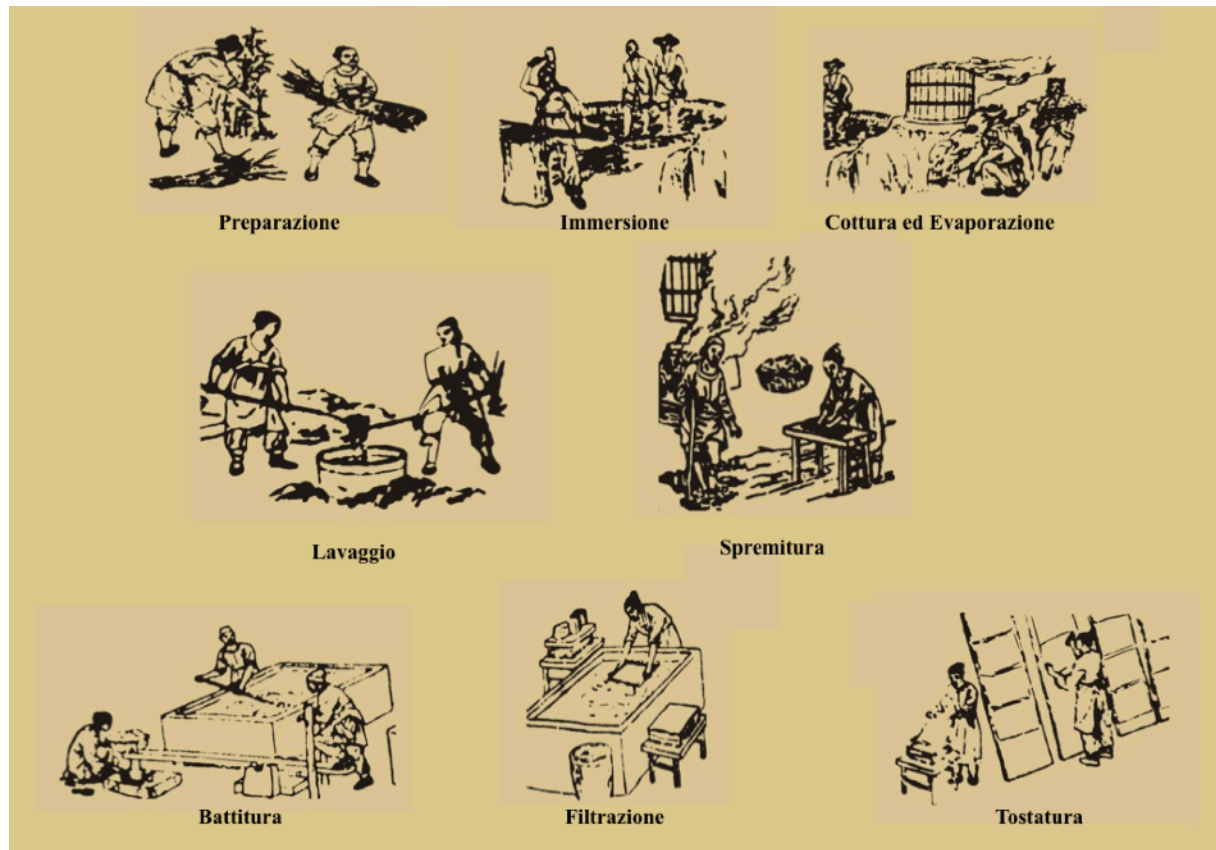
Spremitura (榨干; pinyin: zhà gàn) è un metodo di estrazione meccanica per rimuovere l'acqua dai materiali bagnati.

Battitura (打料; pinyin: dǎ liào): le fibre della polpa vengono battute da un grosso rullo per ridurle in polpa. La tradizionale battitura della carta fatta a mano avviene tramite il martellamento, le fibre delle piante impiegate sono pestate e tritate.

Tale processo mantiene bene la lunghezza della fibra, ne ammorbidisce efficacemente le fibre per attrito.

Filtrazione (捞纸; pinyin: lāo zhǐ): l'artigiano immerge la forma/setaccio ed estrae ogni volta la stessa quantità di impasto (acqua e fibre) che distribuisce, attraverso il *processo di feltrazione*, sulla superficie della forma/setaccio.

Tostatura (焙纸; pinyin: bèi zhǐ): la carta può essere tostata in aria calda oppure fredda, in questa maniera evapora l'umidità. Una volta cotti, i fogli vengono appesi o stesi a terra per lasciare asciugare completamente la carta (di solito tre o quattro giorni) .[Fig.16]



[Fig.16 I processi di produzione della carta]

2. Zhuang Biao (装裱) - Metodo di conservazione per i manufatti di carta dipinta con immagini pittoriche o ideogrammi calligrafici

2.1 Descrizione della storia della Zhuang Biao

Prima di discutere dei metodi di conservazione della pittura e della calligrafia cinesi, è importante capire cosa sia il montaggio di un'opera tradizionale cinese ed il suo valore nel campo del restauro.

Storicamente, i primi dipinti cinesi sono stati realizzati dapprima sulla seta ed in seguito prodotti su carta. Si tratta di manufatti di carta dipinta, con immagini pittoriche o ideogrammi calligrafici: una vera e propria forma d'arte, che si realizza sulla carta utilizzando inchiostro cinese steso con pennelli ricavati da animali. Poiché lo spessore della carta cinese tradizionale è estremamente sottile, sensibilmente fragile e difficilmente conservabile e trasportabile, è stata ideata nel tempo una tecnica speciale di conservazione di queste opere.

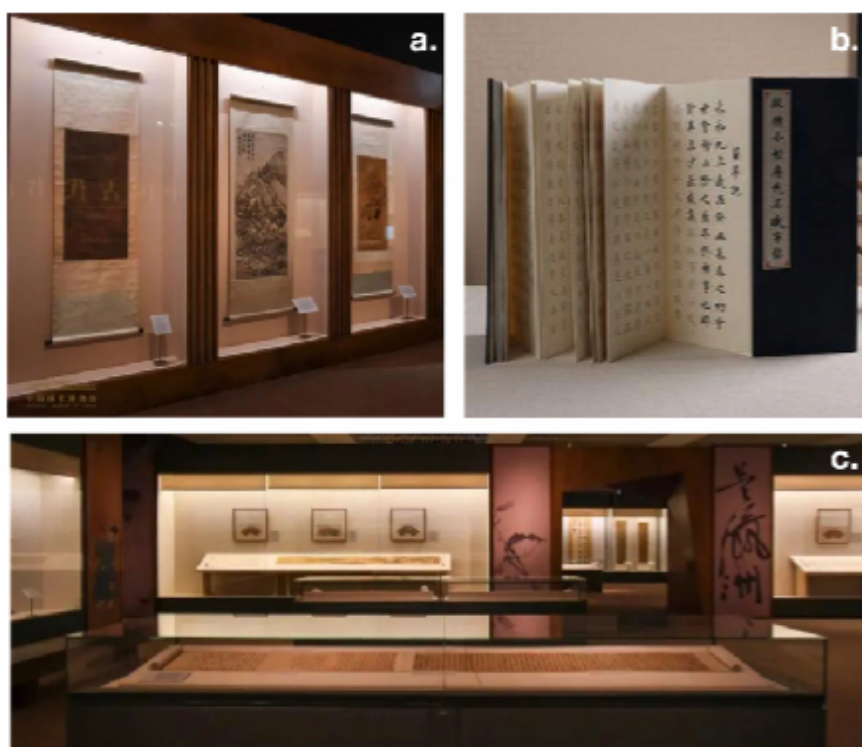
L'abilità tradizionale coinvolta è denominata Zhuang Biao (装裱) che in italiano significa il “montaggio” ed è attualmente ritenuta come un'arte in sé, considerando anche che fino ad oggi, Zhuang Biao (装裱) ha una storia di oltre 1.700 anni e, grazie agli sviluppi nel settore storico-artistico cinese la relativa tecnologia di montaggio è stata continuamente migliorata e arricchita di nuove tecniche e procedure.

La montatura di dipinti e ideogrammi calligrafici cinesi ha due funzioni importanti.

In primo luogo, tale tecnica è nata come metodo di protezione del manufatto artistico, al fine di conferire una maggiore resistenza e stabilità all'opera. In secondo luogo, ha un'importante funzione estetica: il montaggio aiuta a togliere l'ondulazione e le pieghe della carta, rendendola più liscia e uniforme.

Nell'antichità questo metodo di conservazione e restauro dei dipinti prevedeva la “sostituzione del montaggio” che consisteva nel togliere il vecchio montaggio e metterne uno nuovo con la stessa tecnica. Grazie a tale procedura molti antichi manufatti cartacei cinesi si sono potuti conservare fino ai nostri giorni. Generazione dopo generazione, gli artigiani cinesi hanno accumulato tanta esperienza di restauro di opere su supporto cartaceo grazie al lavoro di Zhuang Biao, fornendo così tutte le procedure che costituiscono il prototipo del restauro dell'arte cartacea cinese.

Le diverse tipologie di montaggio migliorano l'estetica generale dell'opera d'arte. Le forme principali delle opere sono: il rotolo disteso o il rotolo orizzontale²⁰ (手卷; pinyin : shǒu juàn), il rotolo appeso (立轴; pinyin : lì zhóu) e gli album (册页; pinyin : cè yè). Le forme vengono scelte in base alle dimensioni e alla loro funzione.²¹ [Fig.16]



²⁰ Il rotolo disteso presenta un'opera d'arte in forma orizzontale, si è evoluto dalle forme strisce di bambù, e può essere eccezionalmente lungo, misurando di solito fino ad alcuni metri in lunghezza e intorno a 25–40 cm in altezza.

²¹ Qiu Jianhui, *Tecnica di conservazione dei documenti cartacei*, Zhengzhou University Press 2017:22.
邱建辉.纸质文献保护技术.郑州大学出版社出版年.2017:22.

[Fig.16 a) Il rotolo appeso(立轴) b) i fogli di album (册页) c) il rotolo orizzontale (手卷)]

2.2 Restauro e montaggio cinese

Nel metodo di Zhuang Biao (装裱) si possono distinguere tre fasi principali.

La prima fase viene chiamata tuo “托” che in italiano significa “incollaggio”. Questa fase consiste nella preparazione dei materiali, che in seguito verranno incollati. Il supporto primario dipinto viene incollato su un supporto cartaceo, altri due supporti cartacei vengono incollati tra di loro, e per ultimo la seta viene incollata su un altro supporto cartaceo.

[Fig.17]



[Fig.17 la procedura “tuo”]

Dopo di che gli strati così incollati vengono posati su un pannello ligneo per il tiraggio e l’asciugatura.

Successivamente, si procede alla seconda fase, detta Biao (裱), che in italiano significa “montatura”. In questa fase si tagliano i bordi del montaggio in eccesso per darle una forma più regolare. Si scava una finestra nel centro della seta che è già stata preparata nella fase precedente, la cui lunghezza e larghezza devono essere leggermente più grandi dell’opera originale (all’incirca 1 cm, solitamente si lascia uno spazio di 0.6 cm) in modo da poter

installare l'opera. Poi, con la colla di grano sui bordi dell'opera, si va ad appoggiare la seta sopra lo strato pittorico. [Fig.18]



[Fig.18 la procedura “tuo”]

Terminata la preparazione, si passa al montaggio vero e proprio detto foderatura o “rintelatura” (in cinese 覆背; pinyin : fù bèi). In questa fase si va ad applicare sul retro del manufatto originale l'ultimo supporto cartaceo preparato in precedenza, con l'obiettivo di consolidare la pittura utilizzando amido di grano. L'immagine finale di questa operazione potrebbe ricordare quella di un sandwich. [Fig.19]



[Fig.19 la procedura “fu bei”]

Zhuang (装), che in italiano significa “installazione”, prevede diverse fasi. La prima consiste nell’andare a lisciare il retro della superficie dell’opera utilizzando una pietra di fiume grande e liscia. In seguito, verrà collocata un’asta di legno sia all’estremità superiore che inferiore dell’opera, al fine di tenerla perfettamente stesa una volta aperta ed anche per poterla appendere alla parete. L’asta superiore in cinese si chiama tiān gǎn (天杆) e significa “asta del cielo”, mentre l’asta inferiore si chiama dì gǎn (地杆) che significa “asta di terra”, proprio per sottolineare entrambe le funzioni delle aste.

La conservazione nel tempo di un’opera tradizionale cinese dipende quindi da tre elementi fondamentali: l’opera in sé, la forma (o stile) di montaggio ed il materiale di montaggio utilizzato. In genere, questi elementi sono strettamente e reciprocamente correlati e influiscono sulla durata dell’opera.

Non è possibile impedire il degrado nel tempo di un ‘opera d’arte cartacea, pur utilizzando materiali di alta qualità e le migliori tecniche di montaggio. Tuttavia, è possibile prolungarne la conservazione, con l’utilizzo di nuove tecnologie e materiali innovativi. La ricerca nella conservazione dei beni culturali cartacei si occupa proprio di studiare i fattori ed i processi di degrado del materiale cartaceo e le possibili modalità di intervento di fronte a problematiche conservative. Mi preme pertanto sottolineare quanto sia importante, ai fini conservativi, la relazione tra il montaggio e il restauro di un’opera d’arte cinese.

2.3 Gli strumenti e materiali per il restauro tradizionali cinesi

2.3.1 Gli strumenti

Il restauro dei dipinti in Cina è molto diverso da quello occidentale, sia per i materiali, le attrezzature utilizzate, sia per i metodi e le tecniche di restauro impiegati.

I principali strumenti utilizzati per il montaggio tradizionale e il restauro cinese includono:

- il pennello largo (排笔; pinyin : pái bǐ);
- il pennello di cocco (棕刷; pinyin : zōng shuā),
- ge hu zhi (隔糊纸; pinyin : gé hú zhǐ, letteralmente significa Vassoi per la colla),
- Ya shi (研石; pinyin : yà shí, la pietra per rischiare la superficie della carta,).²²

Altri strumenti utilizzati nel restauro non sono disponibili sul mercato e vengono quindi realizzati a mano dai restauratori, come il *punteruolo* e il *coltello di bambù*.

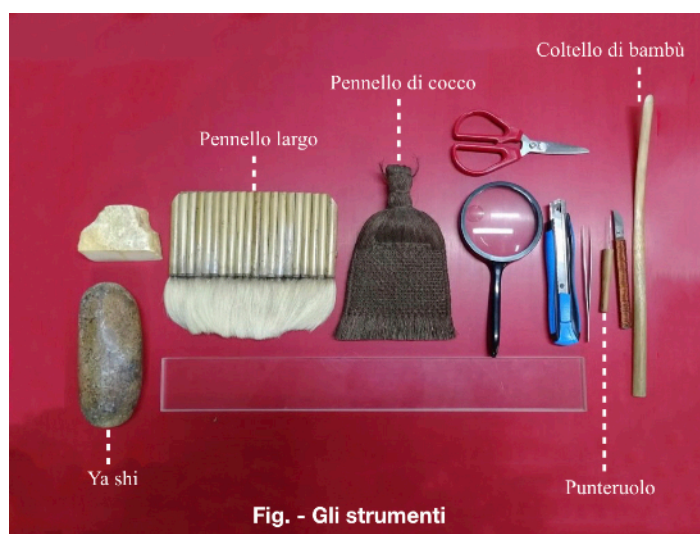
- il pennello largo è realizzato con pelo di capra, è composto da più pennelli tradizionali cinesi incollati tra di loro. Il numero di pennelli che lo va a costituire varia da un minimo di 2 pennelli ad un massimo di 24. Il più utilizzato è composto da circa 10 pennelli fino ad un massimo di 20. Il pennello largo viene utilizzato per applicare colla o acqua sulla carta.
- il pennello di cocco, che ha setole di palma fine e uniforme. Si usa nella procedura di foderatura. In questa procedura la carta utilizzata per dipingere è molto sottile, dopo che gli artisti cinesi l'hanno dipinta viene rinforzata incollando sul retro una carta più spessa.
- ge hu zhi (隔糊纸; letteralmente significa Vassoi per la colla).
- Ya shi, l'ultimo passaggio, prima di completare tutto lavoro, viene effettuato con pietra di fiume grande e la cera così da lisciare il retro della superficie dell'opera,

²² Wang Ziqiang, Shi Yan, *illustrazione di Montaggio tradizionale cinese*, Zhejiang Photography Press 2010:2-3.
汪自强, 施珩. 图说中国传统手工书画装裱[M]. 浙江摄影出版社, 2010:2-3.

questa procedura serve per indebolire la carta di supporto in modo che così si può arrotolare meglio senza creare danni all'opera.

- il *punteruolo* permette di fare un segno più profondo e preciso, spesso viene usato anche come pinzetta.²³ Nei tempi antichi, poiché le dimensioni delle opere erano molto lunghe e non c'era un righello adatto per lavorare, le carte venivano piegate diverse volte e con il punteruolo si premeva fino a trapassare ogni strato lasciando un foro. La carta veniva poi aperta e con il righello si andava a collegare, uno dopo l'altro, i fori in fila ottenendo così una linea lunga e precisa per poter lavorare. È un metodo di misurazione tradizionale che i restauratori di oggi ancora utilizzano di preferenza.

- Il *coltello di bambù* è fatto interamente in bambù. La punta del coltello è a semicerchio, la lama è molto sottile e affilata ed ha un manico di un certo spessore. È uno strumento multiuso, per esempio serve per sollevare e rimuovere l'opera dal pannello in tiraggio. Serve per il taglio, in quanto adatto per tagliare le



carte morbide con delicatezza, senza rovinarle. È utile per separare due strati di carta se sono attaccati insieme. [Fig.20]

[Fig.20 gli strumenti]

²³ Feng Pengsheng, *Tecniche di montaggio della pittura e calligrafia cinese*, Beijing Arts and Crafts Publishing House, 2002:70-79.

冯鹏生. 中国书画装裱技法[M]. 北京工艺美术出版社, 2002:70-79.

2.3.2 I materiali e prodotti

La carta a mano tradizionale cinese e la colla d'amido di grano sono i materiali più importanti ed utilizzati nei lavori di restauro.

Inoltre, troviamo i seguenti prodotti, nello specifico:

- la seta,
- i pigmenti di pittura cinese,
- la soluzione di gelatina di allume (胶矾水; pinyin : jiāo fán shuǐ),
- l'asta superiore e inferiore,
- i pomelli posizionati ai lati dell'asta inferiore (轴头; pinyin : zhóu tóu),
- il nastro di seta.

Al fine di utilizzare i materiali in modo il più possibile uniforme, attualmente i restauratori cinesi usano fondamentalmente la carta Shengxuan (生宣; letteralmente "Xuan cruda")²⁴ per la foderatura delle opere nuove. Mentre nelle opere storiche, per la loro rifoderatura, viene selezionata una carta fatta a mano che si adatterà alla tipologia e alla consistenza della carta originale, al colore e allo spessore del dipinto.

La carta di Xuan è prodotta con la corteccia di *Pteroceltis Tatarinowii* e la paglia di *Oryza sativa*. *Shengxuan* è formata da un impasto che veniva raccolto in un telaio di legno, veniva steso dandogli la forma di foglio di carta, ed essendo bagnato, veniva lasciato ad

²⁴ Standard per carta di Xuan GB 18739-2002: standard nazionale della Repubblica popolare cinese, pubblicato il 25 maggio 2002.

宣纸国家标准 GB 18739-2002—中华人民共和国国家标准，2002-05-25发布。

asciugare all'aperto. Il risultato non era un prodotto cartaceo speciale, ma che possiede eccellenti capacità di assorbimento dell'acqua.

Per rimuovere alcune impurità e rendere più bianca la carta, durante la fase di produzione vengono aggiunte sostanze alcaline come le ceneri vegetali (KOH) e la calce ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), direttamente nella polpa di carta, per cui qualsiasi tipo di carta tradizionale fatta a mano cinese presenta una debole alcalinità.

La colla d'amido di grano è un materiale autoprodotta, ed è l'unico adesivo usato nel restauro e montaggio delle opere cinesi.

Sebbene la Cina sia un importante produttore di riso, la farina di riso non viene quasi mai utilizzata come materia per fare la colla. È sempre stata usata la farina di grano, per la quale non sono previsti requisiti specifici sulla selezione di farina, esattamente come in letteratura viene indicato nei documenti Xiǎo mài fěn (小麦粉) e Fù qiáng fěn (富强粉).

- Xiǎo mài fěn è un tipo di farina macinata direttamente dal frumento.
- Fù qiáng fěn è la farina che si ottiene macinando la parte centrale dei semi di grano, è molto fine con un alto contenuto di glutine (11.5% - 13.5%) e contiene meno impurità.

Entrambi i tipi di farina sono fatti di grano, con contenuto di glutine elevato, che è come è ben noto una sostanza proteica insolubile in acqua presente nella maggior parte dei cereali come frumento, sia grano duro che grano tenero, ma anche orzo, segale e negli pseudo-cereali.²⁵

Da un punto di vista chimico, quando la farina incontra l'acqua le molecole del glutine si sollevano per formare una grande rete, e anche le molecole di amido e grasso nella farina

²⁵ CODEX STANDARD FOR FORMULA FOODS FOR USE IN VERY LOW ENERGY DIETS FOR WEIGHT REDUCTION, CODEX STAN 203-1995.

sono incorporate in questa grande rete per formare un enorme complesso che comprende amido-proteine-grassi. La grande rete formata dalle proteine è tenuta unita attraverso legami di zolfo tra diverse molecole.

Tra gli amminoacidi che compongono la proteina della farina, c'è una piccola quantità di sulfidrilici (-SH). Durante il processo di aggiunta di acqua e impasto, alcuni gruppi sulfidrilici vengono ossidati, formando il suddetto legame intermolecolare disolfuro (-SS-).

La formazione di tanti legami disolfuro rendono la proteina strettamente reticolata, mentre l'amido e il grasso non possono essere incorporati, e questo comporterà la formazione di grumi.

Allo stesso tempo, la colla prodotta con questo tipo di farina è generalmente molto viscosa, fatto che rischia di rendere la sua distribuzione irregolare, oltre a favorire la creazione delle bolle d'aria.

I grumi che si formano nella pasta, in cinese sono chiamati “jīn” (筋, letteralmente vuol dire grumi). Queste impurità devono essere eliminate nel processo di preparazione della colla. Tale processo viene descritto e menzionato nei libri antichi cinesi.

Come, per esempio, nel libro : *Note di dipinti famosi del passato*²⁶ (历代名画记; pinyin: lì dài míng huà jì) dove viene descritto chiaramente questo passaggio: “凡煮糊，必去筋。” Traduzione: “dalla polpa usata per fare la colla devono essere rimossi tutti grumi”.

Il processo per rimuovere i grumi si chiama “xǐ fěn” (洗粉), che significa lavare la farina.

²⁶ 《历代名画记》 un resoconto cronologico della storia dell'arte scritta da Zhang Yanyuan (张彦远) durante la dinastia Tang, i più antichi documenti storico-artistici cinesi.

Oggi, i restauratori cinesi hanno opinioni diverse riguardo al processo di xǐ fěn. Infatti, alcuni di loro preferiscono utilizzare la farina non trattata per mantenere la massima viscosità del collante. Altri invece preferiscono utilizzare la farina trattata per avere una colla più omogenea.

Il procedimento di xǐ fěn:



[Fig.21 Il procedimento di xǐ fěn]

- Mettere 500-750 g di polvere fù qiáng fěn in una grande bacinella.
- Aggiungere lentamente acqua fredda alla bacinella, mescolando costantemente con le mani, e impastare la farina fino a formare un impasto.
- Aggiungere altra acqua fredda all'impasto e continuare a lavorarlo con le mani finché rimangono pochi grumi.
- A questo punto si usa uno staccio per separare i grumi dal liquido che è già pronto per fare la colla d'amido.

La preparazione per produrre la colla è piuttosto semplice, va fatta a bagnomaria e prevede di²⁷ : [Fig. 22]

- mettere a cuocere a fuoco moderato, mescolando finché il composto addensandosi diventa più consistente e difficile da mescolare. A quel punto è necessario abbassare la fiamma e continuare a mescolare.
- Una volta ottenuta questa crema, che diventa trasparente, si può togliere dal fuoco (ci vuole circa mezz'ora).
- Lasciare raffreddare a temperatura ambiente.
- Quando la colla è fredda, prima di utilizzarla va passata in un colino a maglie sottili.



[Fig.22 Preparazione della colla]

La colla può essere conservata in frigo fino ad un tempo massimo di una settimana, ricoperta da uno strato di acqua per impedire la formazione di muffe. Non va usata fredda perché non attacca molto bene, di conseguenza prima di usarla va portata a temperatura ambiente.

²⁷ Wang Ziqiang, Shi Yan, *illustrazione di montaggio tradizionale cinese*, Zhejiang Photography Press 2010:39.
汪自强, 施珩. 图说中国传统手工书画装裱. 浙江摄影出版社, 2010:39.

Esistono molti pigmenti tradizionali utilizzati per disegnare e scrivere all'antica. In base alla loro composizione sono distinti in pigmenti minerali e vegetali. Prima della dinastia Tang (cioè prima del 618 d.C), erano più utilizzati quelli minerali; successivamente, i pigmenti vegetali iniziarono a svilupparsi e furono ampiamente utilizzati anche nella pittura. Alla fine della dinastia Qing (attorno il 1840 —1912), i pigmenti sintetici occidentali iniziarono ad entrare nel mercato cinese.

I pigmenti minerali derivano da minerali metallici e non metallici, la maggior parte di essi sono insolubili in acqua e quindi hanno bisogno di formare una dispersione colloidale attraverso la miscelazione con un collante come legante. I pigmenti minerali hanno un'eccellente stabilità e una forte resistenza alla luce, perché composti da ossidi di metallo e da idrati metallici. La maggior parte dei pigmenti minerali ha un'eccellente resistenza agli acidi e agli alcali, oltre alla resistenza al calore, tanto che molte opere antiche calligrafiche sono ancora in una ottima condizione, anche quelle realizzate più di mille anni fa. [Fig. 23]

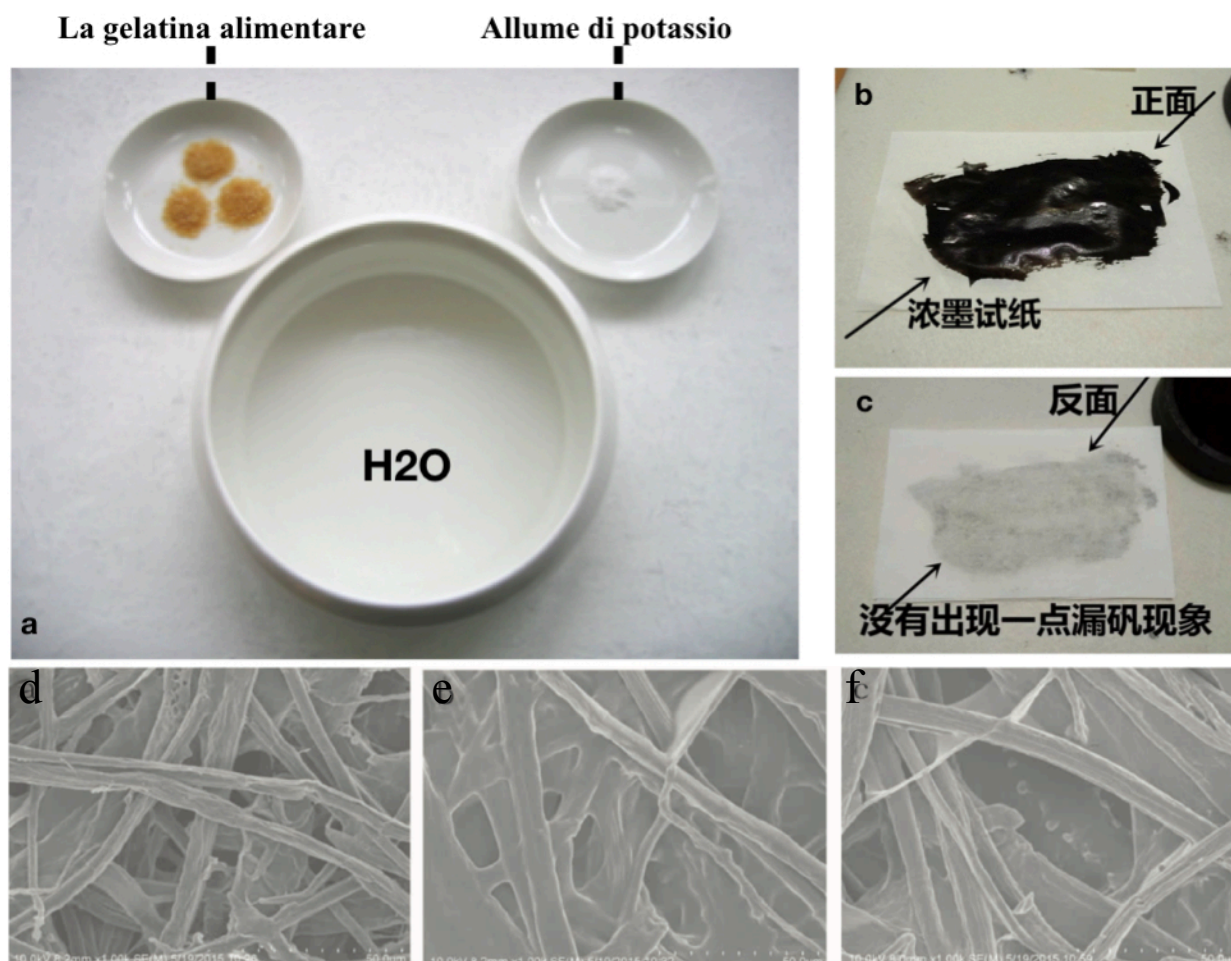


[Fig.23 I pigmenti tradizionali cinesi]

Tramite le ricerche scientifiche oggi abbiamo capito che la maggior parte dei pigmenti tradizionali sono debolmente alcalini e solo quattro pigmenti presentano acidità e sono:

- l'acido laccaico (紫胶酸; pinyin : zǐ jiāo suān),
- il rosso cocciniglia (胭脂虫红; pinyin : yānzhī chóng hóng),
- la cartamina (红花素; pinyin : hóng huā sù)
- il gamboge (藤黄; pinyin : téng huáng)

È indispensabile introdurre ora un materiale importante, cioè la **soluzione di gelatina di allume** (胶矾水; pinyin: jiāo fán shuǐ). Tale soluzione è composta da un **legante/colla** (明胶 ; pinyin: míng jiāo) cioè la gelatina e l'**allume di potassio**. Questi due materiali devono essere preparati separatamente e poi miscelati insieme. [Fig. 24]



[Fig.24 a) I componenti della soluzione di gelatina di allume b) Davanti la carta trattata c) Dietro la carta trattata d) Foto SEM della carta Xuan non trattata e) Foto SEM della carta Xuan trattata solo con la gelatina alimentare f) Foto SEM della carta Xuan trattata con la soluzione di gelatina di allume²⁸]

La funzione della gelatina è quella di legante, aiuta i pigmenti minerali che sono insolubili in acqua a disperdersi meglio nell'acqua. Inoltre, i pigmenti minerali mescolati col legante sono più omogenei e non lasciano segni di pennellate durante l'applicazione.

In genere per la sua preparazione si usa la gelatina in granuli, di conseguenza occorre versare una piccola quantità di acqua fredda fino a coprire a filo tutta la gelatina, lasciare riposare per circa 10 minuti affinché venga assorbita l'acqua che la porterà a gonfiarsi. Poi si aggiunge una quantità di acqua calda ad una temperatura di circa 70 gradi. A quel punto è necessario mescolare la soluzione per sciogliere completamente i granuli. Prima di utilizzarla, la gelatina deve essere filtrata.

L'allume di potassio (矾; fán), $KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$, è un solfato di alluminio e potassio dodecaidrato. La forma più comune che si trova in commercio è la classica pietra. Per utilizzarlo deve essere macinato in polvere, più fine è la macinatura, più facile sarà scioglierlo in acqua, che verrà versata a temperatura ambiente direttamente sulla polvere con la quale verrà mescolata. Prima dell'uso l'allume deve subire un'opera di filtraggio.

La soluzione di gelatina di allume si ottiene mescolando insieme la soluzione di gelatina alla soluzione di allume. La proporzione di gelatina è di circa il 30% del totale della soluzione, mentre l'acqua di allume contribuisce per il 70% circa.

L'uso di questa soluzione è molto comune sia nella creazione dell'opera tradizionale cinese che nel restauro tradizionale. La storia del suo utilizzo è quasi millenaria. Stendere la

²⁸ He Qiuju, Han Bin, He Haiping, et al. Preliminary Study on the Influence of alum gelatili solution on the Moisture and Mechanical Properties of Xuan Paper. China Academic Journal Eletronic Publishing House, 2017, (002): 88-92.

何秋菊, 韩宾, 何海平,等. 胶矾水对宣纸润墨及力学性能的影响初探[J]. 中国文物科学研究, 2017, (002):88-92.

soluzione di gelatina di allume sulla superficie della carta, ne migliora la permeabilità e la resistenza all'acqua.²⁹ Inoltre, la soluzione si può utilizzare come fissativo, essendo capace di fissare i pigmenti minerali sulla carta. I restauratori cinesi usano questo metodo per trattare i pigmenti poco stabili prima di immergere la carta sotto l'acqua.^{30 31}

I pittori cinesi amano particolarmente utilizzare questa soluzione. È particolarmente adatta per la tecnica artistica di gongbi³² (工笔).

[Fig.25 采薇图 (Cai Wei Tu) , Song meridionali, 1127-1279]



Per avere colori più brillanti e luminosi, durante la creazione gli artisti cinesi mettono la soluzione sopra il colore una volta asciugato; quindi, la si lascia asciugare a sua volta, per poi applicare un nuovo strato di colore. Questo processo viene ripetuto fino ad ottenere l'effetto desiderato, di solito si applicano da un minimo di 3 a un massimo di 5 stratificazioni.

²⁹ He Qiuju, Wang Liqin, Zhang Yaxu, *Study on application mechanism of alum gelatili solution curing Xuan paper in Chinese painting and calligraphy*, Science of Cultural Relics Conservation and Archeology, 2017 (2).

何秋菊, 王丽琴, 张亚旭. 胶矾水在熟化书画用宣纸中的应用机理探究[J]. 文物保护与考古科学, 2017(2).

³⁰ Liu Jiazhen. *Principi e metodi di conservazione dei documenti archivistici antichi*. Beijing National Library Press 2015:8.

刘家真-古籍保护原理与方法[M] 北京国家图书馆出版社2015:8.

³¹ Zhang Huan. *Una breve analisi dell'applicazione della gelatina nell'arte pittorica cinese*. Journal of Zhuzhou Teachers College, 2003, 8 (006):42-44.

张桓. 浅析胶矾在中国绘画艺术中的运用[J]. 株洲师范高等专科学校学报, 2003, 8(006):42-44.

³² Il gongbi è una tecnica realista della pittura cinese, caratterizzata da grande accuratezza.

È importante sapere che l'allume di potassio è un materiale che porterà acidità alla carta, creando la reazione chimica di idrolisi acida della cellulosa, per cui a seconda della quantità utilizzata, potrà più o meno danneggiare la carta. Ed è proprio a causa del vasto impiego di questo materiale da parte degli artisti nell'antichità, che un gran numero di dipinti proprio per via dell'alto contenuto di acidità, è stato così gravemente danneggiato da non potere più essere restaurato.

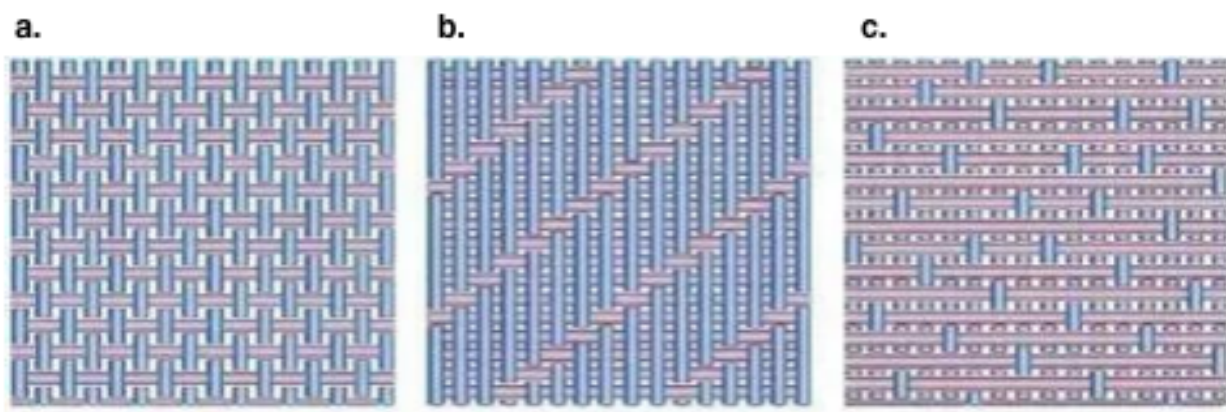
Tra i materiali che hanno una grande importanza data dall'ampio impiego nella fase del montaggio decorativo, troviamo la seta. Ce ne sono di diversi tipi, come per esempio Juān (绢), Líng (綾) e Jīn (锦). Si distinguono l'una dall'altra attraverso il metodo di tessitura.

[Fig.26]

- La Juān è un tessuto semplice e senza figure, è leggero, sottile e piatto. È un tipo di seta molto utilizzata nell'antichità.

- La Líng è un tessuto di seta con una trama in *twill*, ed ha evidenti linee diagonali sul tessuto. La tessitura è leggera e morbida. Oggi è il materiale più diffuso e più utilizzato per il montaggio.

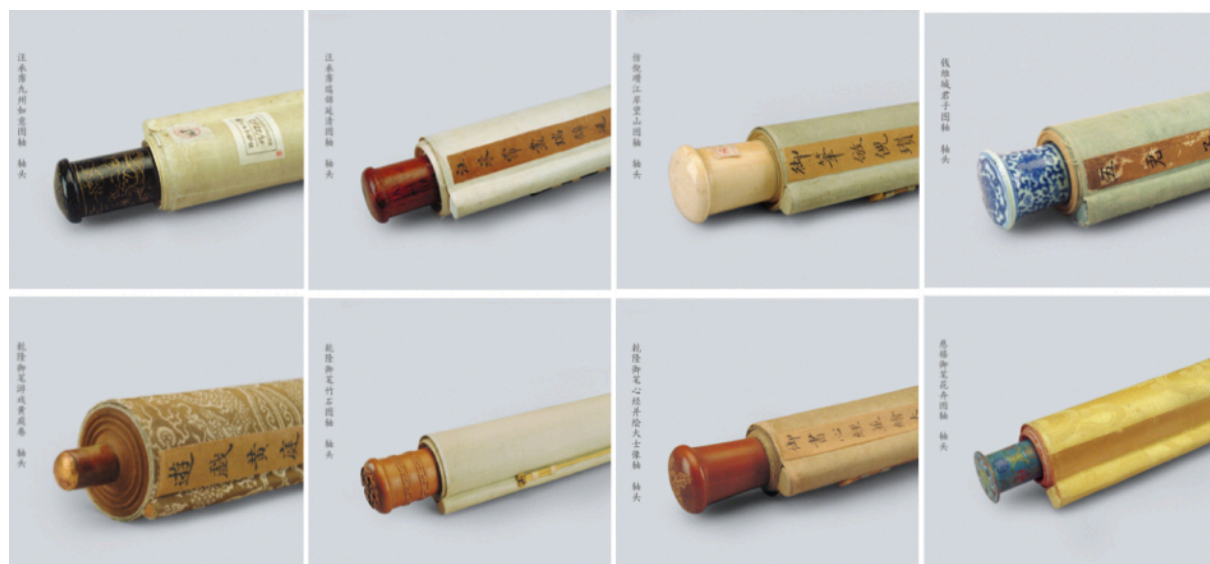
- La Jīn, letteralmente in cinese significa “i tessuti colorati”: per ottenere questo particolare tipo di seta, è richiesta un'elevata tecnica di produzione ed è il tessuto più prezioso nell'antichità.



[Fig.26 a) Juān (绢) b) Líng (绫) c) Jǐn (锦)]

L'asta superiore e quella inferiore spesso vengono realizzate con un pezzo di legno non verniciato per evitare di sporcare i dipinti. Il diametro del palo superiore è generalmente di circa 1.3 cm - 1.5 cm e il palo inferiore è compreso tra 3.5 cm e 4 cm. La lunghezza dell'asta è generalmente di 45 cm, 54 cm, 65 cm (la più comune), 70 cm e 90 cm. Di solito il palo superiore è di circa 3 cm più corto di quello sottostante.

I due pomelli ai lati estremi della barra di legno inferiore sono chiamati *zhoutou* (轴头) e hanno la funzione di facilitare l'arrotolamento dell'opera. È documentato che nell'antichità i pomelli potevano essere ornati con diversi materiali, come per esempio l'oro, la giada, l'avorio, il cristallo, la ceramica e legni preziosi.³³ Oggi, sul mercato si possono trovare ancora pomelli in giada, ma il prezzo è molto alto, tanto che vengono usati in pochissime occasioni. Oggi i più popolari ed utilizzati sono i pomelli in legno. Per fissare meglio i pomelli ai lati estremi della barra di legno si usa il vinavil. [Fig.27]



[Fig.27 I pomelli]

³³ Feng Zengmu, *Montaggio di pittura e calligrafia cinese*, casa editrice di belle arti Shandong, 2008:15.
冯增木. 中国书画装裱[M]. 山东美术出版社, 2008:15.

La corda di seta è una corda che attraversa l'anello di rame e svolge un ruolo di sospensione. La fascetta è una cinghia piatta che viene arrotolata dopo il montaggio e utilizzata per la legatura. Gli anelli di rame sono usati per appendere le opere d'arte. [Fig.28]



[Fig.28 La corda di seta]

2.4 Procedure per il restauro della calligrafia e della pittura antiche (come esempio, si assume il rotolo appeso)

Zhou Jia zhou (周嘉胄) nel “*Il libro del montaggio*” (装潢志)³⁴ scrisse: “前代书画, 传厉至今, 未有不残脱者。苟欲改装, 如病笃延医。医善, 则随手而起, 医不善, 则随剂而毙。” , “I dipinti e le opere calligrafiche storiche, che si sono tramandate ad oggi, presentano danni conservativi di diverse entità. Per restaurare queste opere è necessario

³⁴ Zhou Jia zhou, “*The Book of Mounting*”; durante la dinastia Ming fu la prima monografia per il Montaggio di Pittura Calligrafica nell’antica Cina, 2003:11.

周嘉胄, 田君. 装潢志图说. 山东画报出版社, 2003:11.

esporle ad una diagnosi, esattamente come fa un medico quando visita i suoi pazienti. Se la diagnosi è favorevole, l'opera guarisce; al contrario, se la diagnosi è sfavorevole l'opera rischia di danneggiarsi definitivamente.”

Parlerò qui delle procedure e delle tecniche di uso più comune per restaurare i dipinti e le opere calligrafiche tradizionali.



2.4.1 Tagliare i bordi dei dipinti

La maggior parte dei dipinti antichi spesso è corredata da un vecchio montaggio. Se si decide di non riciclare questo vecchio montaggio decorativo di seta, con l'aiuto di un coltello metallico lo si rimuove totalmente, lasciando soltanto la parte al centro del rotolo (画心; letteralmente "cuore dipinto"). Qualsiasi forma abbia la parte centrale, si dovrebbe sempre lasciare qualche centimetro del vecchio montaggio per non rischiare di

danneggiare il dipinto. Invece, se si decide di riutilizzare il montaggio, è necessario intervenire con un bisturi, e meccanicamente si andrà a separare, seguendo il bordo del disegno, il montaggio dall'opera.³⁵ [Fig. 29]

2.4.2 Lavaggio acquoso

Il lavaggio in acqua è un metodo molto efficace ed ha lo scopo di togliere le gore di umidità e lo sporco in profondità.

³⁵ Feng Pengsheng, *Tecniche di montaggio della pittura e calligrafia cinese*, Beijing Arts and Crafts Publishing House, 2002:79.

冯鹏生. 中国书画装裱技法[M]. 北京工艺美术出版社, 2002:79.

Prima di procedere al lavaggio si effettua un test di solubilità delle mediazioni grafiche (inchiostri, pigmenti colorati, manoscritti) per capire se l'inchiostro è solubile oppure no in acqua. A tale scopo viene utilizzato un pennello largo per favorire delicatamente l'immersione della carta nella vasca con l'acqua.

Se l'inchiostro non è fissato sulla carta si può risolvere il problema in due modi.

Il primo è quello di piegare e avvolgere la carta per poi metterla in un sacchetto di plastica che successivamente verrà inserito in una vaporiera di bambù. L'azione di riscaldare l'opera ha la funzione di aiutare la penetrazione dell'inchiostro nella carta. In seguito, la carta verrà lasciata a raffreddare. Questa tecnica è particolarmente adatta per le opere tradizionali appena create e che incontrano per la prima volta il montaggio.

Il secondo metodo di fissaggio dell'inchiostro è quello che vede l'impiego della soluzione di gelatina di allume (胶矾水).

Al termine della procedura di fissaggio dei colori, si proseguirà con il lavaggio della carta, che si realizzerà immergendo il dipinto in una vasca grande. I dipinti che presentano una condizione di grave degrado in conseguenza dello sporco o della presenza di muffe generalmente vengono lavati con l'acqua ad elevata temperatura (100°C). Tale metodo consiste nel versare l'acqua bollente sopra l'opera dopo che è stata posata su un pannello ligneo inclinato, a questo punto si versa l'acqua bollente partendo dall'alto e si ripete questa operazione fin tanto che si vedrà l'acqua scorrere limpida. Oltre a versare l'acqua direttamente sopra i dipinti, vi si può immergere direttamente l'opera. **[Fig.30]**



[Fig.30 a) Lavaggio in acqua deionizzata b) Lavaggio con l'acqua ad elevata temperatura]

2.4.3 Il distacco dai vecchi supporti

Dal lavaggio si passa allo strappo (揭; pinyin: jiē), questo è uno dei processi più importanti e complicati che va ad influenzare tutto il lavoro di montaggio. Richiede notevoli abilità manuali da parte del restauratore che in questa fase deve staccare il vecchio supporto dal dipinto e lasciare soltanto il supporto originale con la pittura. Quest'ultima è la parte più difficile di tutto il processo. Il lavoro viene svolto su tavolo luminoso, ponendo la parte posteriore dell'opera rivolta verso il restauratore. La carta tradizionale cinese è estremamente sottile (lo spessore generale è tra 0.01 e 0.025 cm) e fragile, per questo il restauratore deve possedere una mano esperta. [Fig.31]

→



[Fig.31 Il distacco dai vecchi supporti]

2.4.4 Reintegrazione delle lacune e il risarcimento degli strappi

In seguito, si passa alla fase di mending che in italiano significa “risarcimento” (补).

La metodologia di restauro orientale prevede di seguire in un ordine preciso d'intervento. Innanzitutto, si occupa di :

1. restaurare le lacune,
2. rinforzare l'intera opera con uno strato di carta,
3. restaurare gli strappi.

La procedura di restauro delle lacune prevede di posizionare l'opera sul tavolo luminoso con il lato posteriore rivolto verso l'alto, a quel punto ci si occupa di scarnire i bordi delle lacune e di applicarvi la colla di grano. In seguito, si pone sopra le lacune una toppa di carta simile a quella originale, e con il pennello di cocco si tampona in senso verticale la zona curata affinché possa aderire meglio sui bordi. È necessario eliminare la carta in eccesso della toppa, si interviene quando la carta è ancora bagnata, strappando l'eccedenza a mano.

La maggior parte delle opere presenta degli strappi che sono causati principalmente da danni meccanici nell'atto di arrotolare e srotolare la pittura. Per procedere al loro restauro occorre rinforzare il retro dell'opera,



posando le striscette (larghe 0.5cm circa) di carta cinese e incollandole con la colla di amido (di grano). [Fig.32]³⁶

³⁶ Laboratorio del Città Proibita, *Montaggio e restauro di dipinti e calligrafia*, Casa editrice dei beni culturali, 1981:48-51.

故宫裱画组. 书画的装裱与修复[M]. 文物出版社, 1981:48-51.

2.4.5 Applicazione dei falsi margini/fasce perimetrali

I falsi margini, detti anche fasce perimetrali (局条/距条), svolgono un ruolo sia di protezione che di decorazione. Vengono poste, incollandole, delle strisce di carta sul perimetro dell'opera.

Questo metodo è stato utilizzato per la prima volta sugli album, in seguito è stato ampiamente impiegato per le opere di grande dimensioni a partire dalla dinastia Ming (1368—1644).³⁷ Inizialmente, tale tecnica era applicata solo per le opere di valore, invece attualmente viene utilizzata regolarmente per tutti i dipinti tradizionali. La carta usata per l'applicazione dei falsi margini deve avere un tono di colore più chiaro rispetto al colore della carta del dipinto. [Fig.33]



[Fig.33 Applicazione dei falsi margini/fasce perimetrali]

Terminata questa operazione, l'opera va posta su un pannello di legno perché possa asciugare e perché vengano eliminate eventuali ondulazioni.

³⁷ Feng Zengmu, *Montaggio di pittura e calligrafia cinese*, casa editrice di belle arti Shandong, 2008. p.37.
冯增木. 中国书画装裱[M]. 山东美术出版社, 2008:37.

2.4.6 Incollare lo strato pittorico su supporto cartaceo

Come precedentemente anticipato, ora si andrà ad incollare lo strato pittorico sul supporto cartaceo adeguatamente preparato. L'opera viene posta a faccia in giù sul tavolo, si utilizza il pennello largo per distribuire la colla dall'interno verso l'esterno, ricoprendo uniformemente il dipinto su cui verrà posato il supporto cartaceo. A questo punto l'opera viene posta in tiraggio su un pannello di legno per almeno una settimana. [Fig. 34]



[Fig.34 Incollare lo strato pittorico su supporto cartaceo]

2.4.7 Ritocco estetico

Una volta asciugata e stirata, si stacca l'opera dal pannello per proseguire con l'operazione di ritocco estetico.

La fase di integrazione cromatica delle lacune (全色 pinyin: quán sè) è costituita da

- Jie bi (接笔) [Fig.35]
- Bu se (补色) [Fig.36]



[Fig.35 Integrazione totale “ineccepibile” nel contesto originale]

Jie bi (接笔) significa l'*integrazione totale “ineccepibile” nel contesto originale*. La tecnica interviene sulle parti mancanti, inserendo materialmente le figure perdute pur non essendo certi della veridicità della rappresentazione. In questo modo si correva il rischio di costruire un falso e di non rispettare la narrazione originale. È per evitare una grave alterazione dell'opera originale che tale metodologia non viene più utilizzata.

Bu se (补色) indica *il ritocco neutro*. Questa metodologia lascia intatta l'opera originale. Nelle parti mancanti non inserisce immagini, ma utilizza un colore neutro, il più vicino possibile all'originale per armonizzare le parti intatte con le parti mancanti.



2.4.8 Montatura e foderatura

Si potrebbe paragonare il montaggio della seta in corrispondenza dell'opera sottostante, alla creazione di un abito su misura con lo scopo di mettere in luce la bellezza dell'opera. La scelta del tessuto è strettamente correlata al dipinto stesso. Spesso la seta di colore beige o bianco viene utilizzata per i dipinti colorati; quella verde chiaro o blu chiaro viene utilizzata per la calligrafia. [Fig.37]



[Fig.37 La seta cinese]

La cornice di seta deve mettere in risalto l'opera, quindi il colore della seta non deve mai essere più luminoso o acceso dei colori del dipinto.

La foderatura è la fase successiva, si applica sul retro dell'opera l'ultimo supporto cartaceo già preparato in precedenza, con lo scopo di rinforzarla. Nuovamente l'opera viene posata sul pannello ligneo per il tiraggio e l'asciugatura.

2.4.9 Lisciatura e installazione

L'ultima fase comprende:

- lisciatura (Ya hua),
- installazione.

Con la lisciatura si va a lisciare la superficie posteriore dell'opera, si utilizza la cera e una grande pietra di fiume. Tale operazione ha lo scopo di togliere le fibre vegetali che sono sulla carta, per evitare che vadano a graffiare l'opera mentre si arrotola.[Fig.38]



[Fig.38 Lisciatura]

L'installazione è la fase in cui si vanno a porre le aste di legno sia all'estremità superiore che inferiore. A quest'ultima si aggiungeranno i pomelli (轴头; pinyin : zhóu tóu); si posizioneranno inoltre i nastri di seta, che nell'asta superiore serviranno per appendere l'opera, in quella inferiore per legare l'opera arrotolata. [Fig.39]



[Fig.39 Installazione]

A questo punto il restauro di un dipinto tradizionale è stato completato.

3. Casi di studio: applicazione dei metodi di restauro occidentali su una litografia su carta: "la balena"

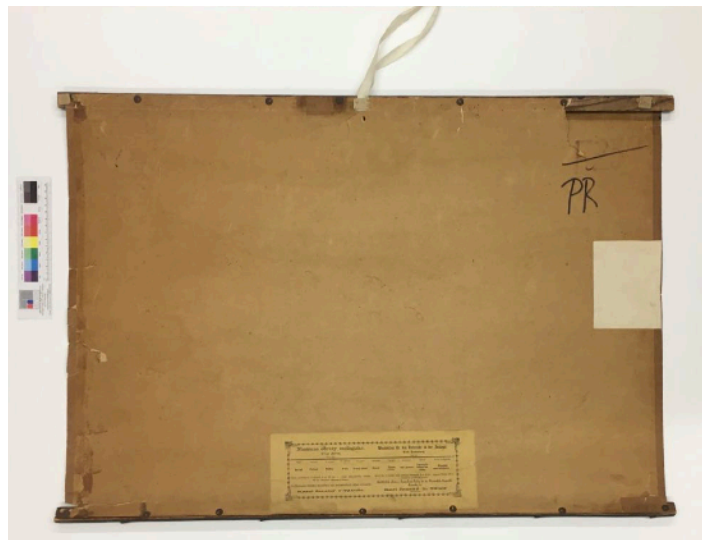
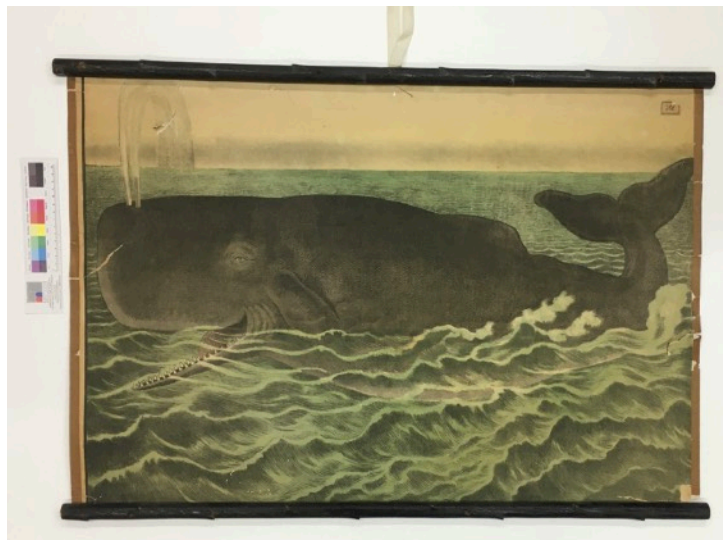
3.1 Descrizione dell'opera

La cromolitografia è considerata una vera e propria arte. Il termine deriva sempre dal greco, dalla parola *chroma* (colore), *lithos* (pietra) e *graphia* (da *graphein*, disegnare). Attraverso quest'arte è possibile stampare magnifici disegni a colori, imitando soprattutto i colori a tempera. Il principio della tecnica si basa sull'incompatibilità di alcuni inchiostri con l'acqua.

All'inizio questa tecnica era utilizzata solo con funzione decorativa, per decorare oggetti senza alcuna scritta: mobili, scatole, ventagli e contenitori vari erano "abbelliti" con immagini ottenute grazie alla cromolitografia. Le stampe così ottenute venivano spesso e volentieri ritagliate e utilizzate per abbellire album e quaderni. Fu a partire dalla seconda metà dell'Ottocento che iniziarono a comparire immagini cromolitografiche stampate insieme alle scritte. Jules Chéret (1836 – 1932), pubblicitario e pittore francese, fu l'inventore della tecnica e portò la cromolitografia ad alto livello artistico realizzando oltre un migliaio di cartelloni pubblicitari.

L'opera che si intende prendere in esame è una cromolitografia, la 21° di una collezione su "Immagini di Zoologia", che presenta il Capodoglio (balena maschio) disegnato da Karel Janský a Tábor (in tedesco Tabor). [Fig.40] Sebbene le stampe siano merci importate dall'Occidente, raramente sono entrate a far parte del mercato dell'arte e dei beni da collezione cinesi. Studiare il loro stato conservativo e comprendere le tecniche e l'utilizzo dei materiali di restauro occidentali, ha un importante valore di riferimento per il restauro conservativo delle opere d'arte cartacee cinesi.

Il materiale si presenta in mediocre stato di conservazione. La parte superiore e quella inferiore dell'opera sono collegate con chiodi di ferro su bastoncini di legno che sono stati danneggiati da un'infestazione di tarli. Il Capodoglio è stato realizzato su una carta spessa che possiede un'ottima resistenza meccanica. Attorno all'opera si riscontrano, in diverse parti, pieghe, strappi profondi e lacune dovute alla perdita della tecnica e del supporto cartaceo.



[Fig.40 Prima del restauro]

3.2 Descrizione dell'intervento

Prima di iniziare il vero e proprio lavoro di restauro, l'opera è stata fotografata e smontata dai listelli lignei. Il restauro ha previsto fasi separate di trattamento dei materiali, della carta e dei listelli di legno.

3.2.1 Operazioni di restauro della carta

3.2.1.1 Pulizia superficiale a secco

In questa fase sono state eseguite le seguenti operazioni: spolveratura, pulizia meccanica e sgommatura.

Gli strumenti utilizzati sono: pennello a setole morbide, bisturi e gomma wishab. I primi trattamenti non hanno previsto l'utilizzo di solventi, o soluzioni acquose, o di acqua, allo scopo di rimuovere le impurità superficiali depositatesi nel corso del tempo sul supporto della carta. Si tratta dei “primi passi” verso l'intervento, finalizzati alla pulizia dei supporti e preparatori ai successivi trattamenti di pulizia per via umida.

Il trattamento è iniziato con la spolveratura, utilizzando un pennello a setole morbide per la rimozione dello sporco e della polvere depositatisi sulla superficie dell'opera. Il movimento del pennello partiva dal centro dell'opera verso l'esterno, l'operazione è stata eseguita sia sul recto che sul verso della carta.

Poi, con l'aiuto di un bisturi è stata rimossa l'etichetta presente sul recto in alto a destra e tolte le deiezioni degli insetti che erano rimasti sulla carta.

In seguito, con la spugna di gomma Wishab tipo morbido, si è cercato di rimuovere le impurità e lo sporco più resistenti, eseguendo un movimento circolare e non molto forte, stando sempre attenti a non sollevare le fibre superficiali. La sgommatura è stata effettuata sia sul recto che sul verso dell'opera. [Fig.41]



[Fig.41 Pulizia superficiale a secco]

Poiché la gomma Wishab è una gomma a bassa densità, quindi morbida e porosa, già con il movimento meccanico circolare, senza premere troppo, si è riusciti a togliere lo sporco che una gomma normale, con una pasta rigida, compatta e liscia, non sarebbe in grado di rimuovere, se non rischiando di raschiare troppo la superficie. Una volta terminata la pulitura con Wishab, è stato spazzolato e rimosso tutto lo sporco superficiale, per evitare che penetrasse in profondità veicolato dall'acqua dei lavaggi.

3.2.1.2 Pulitura per via umida (lavaggio senza tessuto non tessuto)

In questa fase sono state eseguite le seguenti operazioni: test di solubilità e lavaggio in acqua a temperatura ambiente. Gli strumenti utilizzati sono: contagocce in plastica a punta sottile, carta assorbente, tessuto non tessuto (TNT).

Il lavaggio acquoso può causare il rischio di solubilizzazione dei colori e degli inchiostri presenti sull'opera. Per questo motivo, prima di effettuare un'operazione ad acqua, è d'obbligo il controllo della stabilità di tutti i tipi di inchiostro, dei pigmenti, dei colori sul supporto.

Il test di solubilità è stato eseguito con un contagocce in plastica a punta sottile, depositando una piccola goccia di acqua sopra i colori, lasciandola agire per qualche secondo, per poi asciugarla con tamponamento di carta assorbente.

Il test viene effettuato in diversi punti dell'opera, su tutti i tipi di colori presenti, per valutare se sono tutti stabili all'acqua. Il restauratore osserva se sull'opera vi è una perdita di colori e se la carta resta macchiata.

Successivamente, si passa alla pulitura per via umida, umidificando la carta sia sul verso che sul retro prima che la carta stessa sia collocata a bagno nell'acqua, favorendo così la

penetrazione dell'acqua nel materiale. Il lavaggio viene eseguito senza la protezione di TNT, in questo modo si evita che le sporcizie della carta possano ristagnare.

Sull'incisione sono stati effettuati tre lavaggi in acqua a temperatura ambiente, il primo per un periodo di tempo di 30 min, il secondo di circa 10 min, il terzo di circa 5 min.

Solo prima di estrarre l'opera dall'acqua è stato inserito il TNT, lasciando scolare la carta qualche secondo, infine ponendola sopra una carta assorbente. [Fig. 42]



[Fig.42 Pulitura per via umida]

3.2.1.3 Applicazione del supporto in carta coreana

In questa fase sono state eseguite le seguenti operazioni: riordino degli strappi, foderatura, falsi margini, asciugatura, umidificazione, tiraggio.

Gli strumenti utilizzati sono: stecca di teflon, spatolina in acciaio, carta coreana fatto a mano, MELINEX, TNT, carta giapponese, colla d'amido.

Poiché l'incisione è stata realizzata con un unico strato di carta spessa, non è stato necessario toglierla dal vecchio supporto e si è passati direttamente all'operazione di

foderatura, che consiste nell'incollare una velatura in umido preincollata sul verso dell'opera. In questo caso si è scelta una carta coreana fatto a mano di 18 g/m² con la dimensione leggermente più grande dall'opera.

Si è disteso l'adesivo (colla di amido di riso) con un pennello sulla carta coreana, dopodichè la carta è stata posizionata sul verso dell'incisione.

In seguito, con un pennello largo e duro, è stata spazzolata tutta la superficie per distendere la colla in modo omogeneo sul manufatto. [Fig.43]



[Fig.43 Foderatura dell'opera]

Infine, si è passati alla preparazione dei falsi margini/fasce perimetrali (con una carta giapponese di 35 g/m²). Le strisce sono state tagliate in taglio d'acqua. [Fig.44]

La tecnica dei falsi margini è molto delicata e permette di spianare le opere cartacee con forza omogenea e graduale, evitando l'uso di pesi e presse. I falsi margini sono come un intermediario, per ampliare la dimensione dell'opera, predisponendola per il tiraggio; l'intervento può proteggere l'opera evitandone il contatto diretto con la carta gommata che serve per attaccare l'opera sul pannello ligneo. Le strisce di falsi margini vengono incollate con la colla d'amido (un po' più densa) .



[Fig.44 Preparazione dei falsi margini]

Una volta terminata la procedura, viene messo un pezzo di TNT sopra l'opera e lasciata asciugare perfettamente la colla per tutta la notte.

Il giorno seguente è avvenuto il tiraggio dell'opera: innanzitutto per recuperare la planata è stata spruzzata dell'acqua sopra l'opera per effettuare l'umidificazione. Successivamente, attorno dell'incisione, sono state applicate quattro strisce di carta gommata, attaccando l'opera col pennello. In questo caso l'incisione è stata messa in tiraggio per circa due settimane. [Fig.45]



[Fig.45 L'opera in tiraggio su un pannello di legno]

3.2.1.4 Integrazione delle lacune e degli strappi

Gli strumenti utilizzati sono: la spatola, punteruolo, un cartoncino, la carta giapponese, la carta lucida, matita, stecca, culmina 4%, la carta giapponese da 35g/m², la polvere di cellulosa, Klucel G e alcol etilico.

In base allo spessore dell'originale e alla metodologia d'intervento, è stata scelta la carta giapponese di 35g/m² per la riparazione delle zone lacunose. L'adesivo utilizzato è il Culminal³⁸ con una concentrazione del 4% in peso.

La tecnica “rattoppa”, prevede essenzialmente due passaggi:

1. Preparazione della carta giapponese: si mette la carta da copia sulla zona lacerata, si copia il profilo della lacuna da risarcire con una matita, poi si posiziona la carta giapponese sotto la carta da copia, si utilizza il punteruolo per delineare sulla carta giapponese il limite della lacuna, infine si strappa la carta giapponese in corrispondenza del profilo tracciato.
2. Incollaggio della carta giapponese sulla parte mancante: si applica l'adesivo (culmina 4%) lungo il perimetro della lacuna risarcita, si sovrappone tale sagoma sulla lacuna mantenendo una distanza di circa 1 mm, si incollano accuratamente lungo il perimetro le fibre lunghe marginali della carta giapponese e infine si fa aderire la carta con una stecca di teflon.

La tecnica è stata ripetuta 3 o 4 volte in ogni zona lacunosa, fino a quando i livelli delle carte giapponesi hanno raggiunto il livello di abrasione.

Gli strappi sono stati “riparati” mediante stuccatura. L'operazione tende a colmare, mediante apposizione di impasto di polvere di cellulosa pura e adesivo (KlucelG in soluzione di alcol etilico ad una concentrazione del 4%), le piccole “crepe” presenti sull'opera. Ad

³⁸ Culminal è una metilcellulosa non ionica in polvere, utilizzabile come adesivo o addensante.

operazione ultimata, con il bisturi si rimuove la parte in eccesso dopo che lo stucco si è solidificato. La polvere di cellulosa si trova nello stato di particelle di cellulosa secca. Con l'aiuto di un legante, la cellulosa viene convertita in un impasto semi-liquido. Questo materiale ha una forte adesione e proprietà di alto livellamento, che possono connettersi con lo strappo in modo naturale, ed è resistente all'invecchiamento e allo scolorimento.

Si applica inizialmente lo stucco con una piccola spatola, una volta asciutto con la punta del bisturi si rimuove lo stucco in eccesso.[Fig.46]



[Fig.46 Integrazione degli strappi e delle lacune prima e dopo l'intervento]

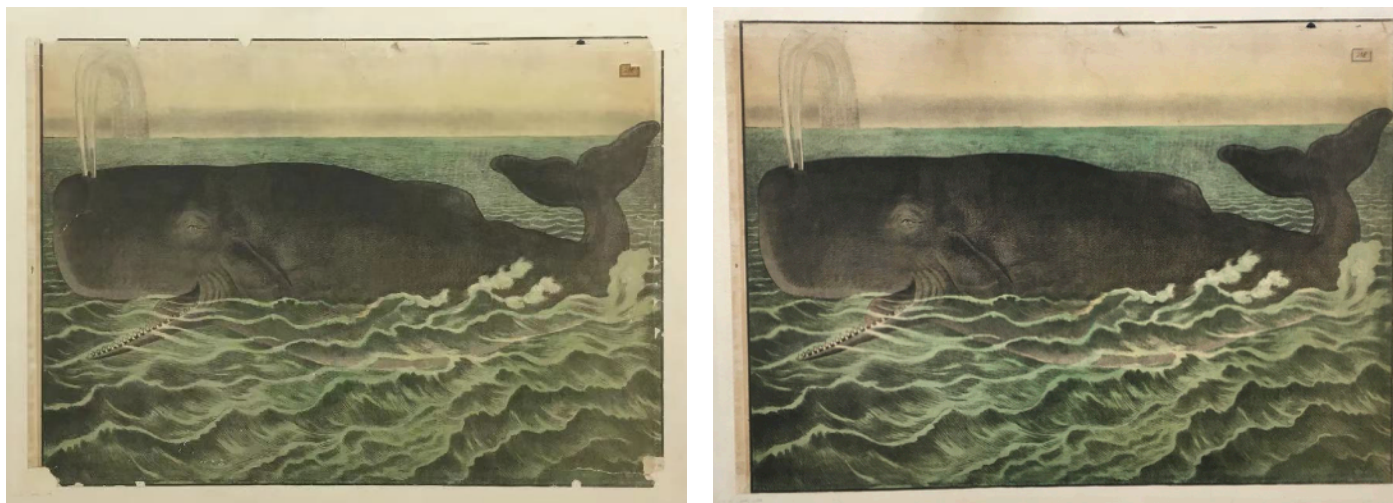
3.2.1.5 Riordino estetico

A causa delle diversità tra le materie prime e la tecnologia di fabbricazione della carta, c'è una evidente differenza tra le parti rattoppate con la carta giapponese e il supporto originale.

Per rendere la carta giapponese più simile esteticamente alla carta originale, migliorare l'impermeabilità della carta, evitando la formazione di aloni dei colori, è stata eseguita l'operazione di riordino estetico.

È stata utilizzata la tecnica dell'acquerello, mescolando con la soluzione di Funori³⁹ (la concentrazione è di circa 1.5%) che aiuta a distribuire omogeneamente i pigmenti sulla carta e non lascia la traccia acquosa.

Il tono cromatico applicato dev'essere compatibile con l'originale, l'operazione cerca di massimizzare l'integrità estetica delle opere d'arte. [Fig.46]



[Fig.46 Riordino estetico prima e dopo]

3.3.1 Operazioni di restauro dei listelli lignei

I listelli lignei sono stati danneggiati biologicamente, presentano sulle superfici numerosi fori da insetti, hanno perso la loro capacità meccanica e in alcune parti hanno perso la vernice.

Per tali ragioni, sono stati effettuati diversi trattamenti di restauro.

3.3.1.1 Intervento per i listelli lignei

In questa fase sono state eseguite le seguenti operazioni: pulitura a secco, disinfestazione, riempimento dei fori da tarli, ritocco dei colori.

³⁹ Il Funori è un polisaccaride naturale estratto da alghe rosse, e oggi utilizzato principalmente come consolidante di carta fragilità e tele depolimerizzate, o come fissativo per strati pittorici decoesi e con tendenza a spolverare. Molto apprezzata è la sua caratteristica di minimo impatto cromatico, con effetto finale opaco.

Gli strumenti utilizzati sono: pennello morbido, bisturi, pinzette, Per-Xil 10, SV 427 (adesivi sintetici) e HV 427-1 (indurente), Laropal A81 (resina aldeidica) e pigmenti minerali.

Per la pulitura a secco, il principio di funzionamento è sostanzialmente lo stesso di quello della carta, come spiegato nella sezione precedente. La superficie delle assi è stata spolverata con un pennello morbido, l'interno di ogni foro è stato pulito con l'aiuto di un bisturi e delle pinzette.

Successivamente, è stato effettuato il trattamento con Per-Xil 10. L'insetticida Per-Xil 10 è stato applicato ripetutamente sulla superficie delle assi e poi lasciato asciugare in uno spazio esterno ventilato. **[Fig.47]**



Il prodotto a base di permetrina e piperonilbutossido penetra nell'organismo attraverso l'apparato boccale e l'apparato digerente dell'insetto, distruggendone il sistema metabolico ed esercitando il suo effetto insetticida.

Il consolidamento dei listelli meccanici viene eseguito con SV 427 (adesivi sintetici) e HV 427-1 (indurente), mescolando i due materiali, riempiendo tutti i fori con una spatola e lasciando indurire per circa 7-8 ore. La resina sintetica ha un'elevata forza di adesione, e la durezza e il peso del materiale polimerizzato sono molto vicini a quelli del legno.

L'operazione di ritocco dei colori va sempre eseguita dopo che la resina si è completamente asciugata e consolidata. In questo caso è stata utilizzata la resina Laropal A81 (resina aldeidica), miscelata con pigmenti minerali, applicando il pigmento sulla zona riparata. Laropal A81 è una resina sintetica a basso peso molecolare, molto stabile nei confronti dell'invecchiamento, non ingiallisce che può essere sciolta in molti solventi organici a media polarità e mescolata con pigmenti minerali per aumentare la brillantezza del pigmento e dare alla superficie una sensazione di vernice. **[Fig.48]**



[Fig.48 a) Prima dell'intervento b) Consolidamento dei listelli meccanici c) Riordino estetico]

3.4 Montaggio

In questa fase sono state eseguite le seguenti operazioni: la rimozione dell'opera dal pannello, la preparazione di due strisce tela sintetica Ispra, il montaggio dei listelli lignei

Gli strumenti utilizzati sono: bisturi, Melinex, Plextol B500 (adesivo) + 1% Klucel G (addensante), acetato di butile, Bolloré, la tela sintetica art. Ispra, sparachiodi ad aria compressa, gancio di ferro e spugna anticollisione.

In questa fase l'opera è stata rimossa dal pannello ligneo, con il bisturi è stata tolta la parte in eccesso intorno ai bordi. Poi sono state applicate due strisce di tela sintetica Ispra al retro dell'opera, sia sopra che sotto, per proteggerla dalle assi di legno e per conferire una maggior flessibilità alla carta.

L'operazione è stata suddivisa nei seguenti passaggi⁴⁰ :

1. La preparazione del tavolo, cioè la zona dove si lavora, è stata realizzata con una copertura di Melinex. Il Melinex è un film plastico in poliestere con una parte monosiliconata, cioè rivestita di silicone. Il silicone fa sì che la colla sia rimovibile una volta asciutta.

⁴⁰ La tecnica di foderatura con la tela sintetica per le opere cartacee è stata inventata dal prof. Andrea Del Bianco. I vantaggi di questa tecnica di sono:

- permette di foderare e tensionare su telaio opere di grande formato,
- dare alle opere cartacee un supporto più stabile,
- la facilità con la quale esporre l'opera al pubblico,
- esteticamente fornisce una scelta più appetibile per il mercato.

2. Le strisce adesive sono state applicate con un pennello di Plextol B500 (adesivo) + 1% Klucel G (addensante) sulla carta giapponese Bolloré⁴¹, lasciandole asciugare completamente. Attraverso la penetrazione, la colla è rimasta su entrambi i lati delle strisce di Bolloré’.

3. La tela è stata incollata con un lato di Bolloré, con un pennello rigido applicando l’acetato di butile su un lato della strisce, lasciando agire per qualche minuto per l’attivazione della colla, infine attaccando la parte attivata con la tela sintetica art. Ispra.⁴²

Con la stessa procedura è stata preparata anche l’altra striscia.

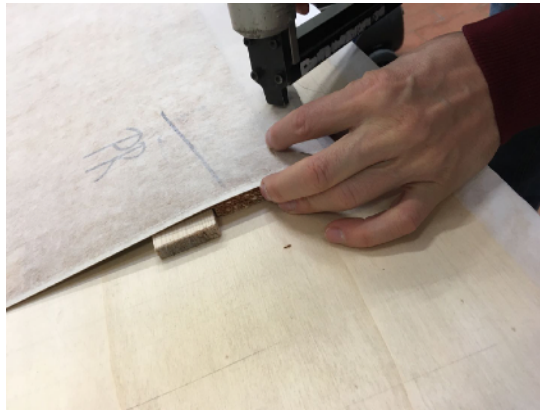
In seguito, sempre con acetato di butile, è stato attivato l’altro lato della colla, applicando la tela sintetica sul retro dell’incisione originale, con l’obiettivo di proteggere sia la parte superiore che inferiore del supporto.

I listelli lignei sono stati fissati sull’opera con la sparachiodi ad aria compressa. Sono stati applicati i feltrini sugli angoli delle due assi, e due in alto, che non lasciano tracce sulla parete.

Infine, sul lato superiore è stato aggiunto un gancio di ferro al centro dell’asta e in questo modo l’intervento di restauro per questa cromolitografia è terminato. **[Fig.49]**

⁴¹ la carta giapponese Bolloré è una miscela di canapa di Manila, polpa di carta decolorata e poliamminoepicloridrina che la rende resistente all’acqua.

⁴² la tela sintetica art. Ispra, Tele in 100% poliestere TREVIRA C.S. costituite da fibre di poliestere tessute secondo la struttura (titolo, numero battute, grammatura) e l’altezza dei vari tipi richiesti.



[Fig.49 Le varie fasi di montaggio e risultato del lavoro]

4. Confronto tra le tecniche e i materiali di restauro

La conservazione e il restauro dei beni culturali, così come anche per il materiale cartaceo, prevedono un approccio interdisciplinare, perché coinvolgono la scienza, la chimica, la fisica e la storia dell'arte, ecc.. Gli interventi di restauro sono legati alla manualità dell'operatore, alla metodologia, sia quella tradizionale che scientifica, ai materiali e agli strumenti specifici. Il risultato finale del lavoro deriva da un processo complesso dove tutte le fasi sono strettamente interdipendenti le une dalle altre.

Per garantire un buon risultato, ogni fase di esecuzione deve essere correttamente e accuratamente eseguita. Cesare Brandi nella sua *Teoria del restauro* afferma che il restauro, “è il momento metodologico del riconoscimento dell'opera d'arte, nella sua consistenza fisica e nella sua duplice polarità estetica e storica, in vista della trasmissione al futuro”; aggiunge inoltre che “si restaura solo la materia dell'opera d'arte”.⁴³

Indipendentemente dal metodo utilizzato, l'obiettivo finale del restauro, sia di quello occidentale che quello orientale, consiste nel prolungare la vita dell'opera nella sua consistenza materiale.

Attualmente, in Cina, le ricerche sul restauro e la conservazione sia dei dipinti sia delle opere calligrafiche tradizionali su carta, si concentrano principalmente sui seguenti aspetti:

- la ricerca su Zhuang Biao, come il libro 《书画装潢沿革考》⁴⁴ “*La monografia storica, incentrata su montaggio per la pittura e calligrafia tradizionale cinese*” che è focalizzato sulla ricerca storica e teorica.

⁴³ Cesare Brandi, *Restauro, Enciclopedia Universale dell'Arte*, Volume XI, Istituto Collaborazione Culturale, Venezia/Roma, cc. 1963:322-332.

⁴⁴ Wang Yikun, *La monografia storica, incentrata su montaggio per la pittura e calligrafia tradizionale cinese*, Casa editrice della Città Proibita, 1991.

王以坤. 书画装潢沿革考[M]. 紫禁城出版社, 1991.

- La presentazione della tecnica di montaggio e di vari processi, come descritti nel libro 《中国书画装裱技法》⁴⁵ “*Tecniche di montaggio della pittura e calligrafia cinese* ” ed anche nel libro 《中国传统手工书画装裱》⁴⁶ “*Pittura tradizionale cinese fatta a mano e montaggio calligrafico* ”, vengono generalmente corredati da immagini fotografiche e da diagrammi di flusso operativo per dare corpo alla spiegazione. Sebbene ci siano molte operazioni in comune tra il montaggio ed il restauro su carta, Zhuang Biao è una tecnica che prevede una funzione decorativa, a scapito della protezione e del restauro dell’opera.
- La ricerca scientifico-tecnologica sul restauro della carta come, ad esempio, descritto negli articoli 《*Study on application mechanism of album gelatin solution curling Xuan paper in Chinese painting and calligraphy*》⁴⁷ oppure 《*Research Progress in the Method of Deacidification and Strengthening of Ageing Books: A Critical Review*》⁴⁸ si limita a descrivere singole problematiche senza proporre soluzioni alternative.
- I confronti tra i metodi e le tecniche del restauro fra occidente e oriente come descritto nella tesi 《中西古籍修复比较研究》⁴⁹ “*Confronto tra restauro di libri antichi cinesi e occidentali* ” oppure come nell’articolo 《西方现代修复方法在中国

⁴⁵ Cfr. Feng, 2002.

⁴⁶ Cfr. Wang, Shi, 2010.

⁴⁷ Cfr. He, 2015.

⁴⁸ He Bei, Xu Guibin, Fan Huiming, et al. *Research Progress in the Method of Deacidification and Strengthening of Ageing Books: A Critical Review*. China Paper, v.38;No.326(08),2019:77-85.

何贝, 许桂彬, 樊慧明, 等. 古籍脱酸增强研究进展[J]. 中国造纸, v.38;No.326.08(2019):77-85.

⁴⁹ Geng Ning, *Confronto tra restauro di libri antichi cinesi e occidentali* , Università di Anhui.

耿宁. 中西古籍修复的比较研究[D]. 安徽大学.

纸质文物中的应用》⁵⁰ “*Restoration of a Chinese Qin Dynasty Volume collected in the Central National Library of Italy*”, discutono le problematiche, nel primo caso, solo su un piano puramente teorico basato su informazioni tratte dalla letteratura. Nel secondo caso, l’approfondimento è relativo, in quanto le procedure metodologiche occidentali vengono applicate al restauro dell’opera cinese senza averne spiegata chiaramente la motivazione tecnica, di conseguenza viene eseguita senza averne compreso realmente la funzione, correndo il rischio di snaturare l’opera cinese.

Attualmente, relativamente alla conservazione del patrimonio culturale cinese ed al restauro del materiale cartaceo, non esiste ancora una ricerca che introduca e utilizzi dei metodi e dei materiali di restauro occidentali, che tengano conto e ne rispettino lo stile tradizionale di montaggio.

Ritengo che mettere a confronto materiali e metodi di restauro attualmente utilizzati in Occidente, e confrontarne sia le differenze che le somiglianze con i materiali e metodi dell’Oriente, sia utile non solo per migliorare la teoria e la tecnologia della conservazione del patrimonio culturale cartaceo nel mio paese, la Cina, ma anche per mettere in discussione il rapporto tra le tecnologie di restauro tradizionali e le moderne tecnologie di conservazione.

Le opere cartacee necessitano di diverse operazioni di restauro, dato che le cause di degrado possono essere diverse. Di conseguenza non tutti i processi di ripristino dell’oggetto cartaceo si rendono sempre necessari ad essere eseguiti, perché strettamente legati e dipendenti dalle condizioni dell’opera.

In questo capitolo verranno affrontate e messe a confronto le operazioni di restauro conseguenti alle problematiche riscontrate più comunemente.

⁵⁰ Wang Chunhong. *Restoration of a Chinese Qin Dynasty Volume collected in the Central National Library of Italy. Beni culturali storiche cinesi*, 2008.

王春红. 西方现代修复方法在中国纸质文物中的应用[J]. 中国历史文物, 2008.

4.1 Pulitura a secco

Si inizia sempre con le operazioni a secco (l'operazione senza l'impiego di acqua o solventi).

Il trattamento per via umida come lavaggio, smacchiatura, sbancamento e deacidificazione ecc. sono trattamenti che verranno effettuati soltanto nel caso si rendano necessari, e solamente in seguito ad accurati test sulla solubilità. La pulitura a secco è considerata un'operazione preliminare e necessaria, con lo scopo precipuo di eliminare elementi estranei presenti sulla superficie del documento da trattare (sporcizia, incrostazioni, deiezioni di insetti, polvere ecc.) mediante strumenti adeguati.

In Cina, il primo passaggio di un intervento a secco viene chiamato “表面清理” “pulizia superficiale”, l'operazione viene eseguita con una spazzola morbida per togliere la polvere dalla superficie. Il coltello in metallo oppure il punteruolo vengono utilizzati per rimuovere altre impurità solidificate come incrostazioni, deiezioni di insetti, polvere ecc., attaccate sulla carta.

In Occidente, l'operazione a secco include la spolveratura, pulizia a secco e sgommatura mediante pennelli, spazzole bisturi e spugne ecc.. Ogni strumento utilizzato corrisponde ad una azione meccanica diversa atta a rimuovere le diverse materie presenti sulla superficie da pulire.⁵¹

I pennelli morbidi permettono di svolgere un movimento rapido ed energico, con l'obiettivo di rimuovere le polveri depositate sulla superficie. I bisturi attraverso una leggera abrasione portano ad una divisione netta tra sporcizia, incrostazioni, deiezioni di insetti, dalla superficie dell'oggetto.

⁵¹ Paolo Ferraris. *Piccolo manuale di restauro del volume cartaceo*, Fondazione Paolo Ferraris, 1992.

Spugne o gomma sono ottimi materiali per rimuovere lo sporco depositato. Con la spugna si effettua una leggera pressione al punto da pulire, lo sporco e le particelle depositate si trasformeranno in briciole. Attraverso il movimento circolare, si permette di pulire la carta in maggiore profondità e di togliere i residui di sporco resistente. Nel campo del restauro ci sono diversi tipi di spugne adatte a questa operazione, una di quelle più diffuse è la spugna Wishab, un materiale che è composto da saktis (una specie di linossina), da lattice sintetico, da olio minerale. Esistono diverse grane disponibili, perché adatte a differenti supporti, spesso per la pulitura dei materiali cartacei vengono usate prevalentemente spugne morbide ed extra morbide. È importante eseguire un movimento giusto per evitare di danneggiare la carta; quindi, è necessario posare delicatamente la spugna e imprimere su di essa una piccola rotazione molto leggera, in questo modo lo sporco viene inglobato e portato via, evitando di fare inutili sollecitazioni che andrebbero a danneggiare la superficie delle carte. Bisogna controllare costantemente la superficie in modo da evitare che la carta si sfibri. Nel caso dovesse accadere una tale eventualità non è assolutamente più possibile utilizzare la gomma, ma si deve usare esclusivamente il pennello.

[Fig.50]



[Fig.50 Prodotti conservativi per la pulitura superficiale]

Con la gomma, a volte si rischia di portare via l'inchiostro nel caso che questo sia troppo delicato. In tali situazioni è consigliabile utilizzare Wishab in polvere. Di fronte alla presenza di muffe è indispensabile procedere con il lavoro indossando dei guanti. Questa modalità è piuttosto agevole perché Wishab in polvere viene applicata su tutta la superficie della carta e “massaggiando” il prodotto sulla superficie cartacea è facile anche da controllare.

L'ultima operazione è quella di rimuovere tutto lo sporco superficiale, per evitare che i residui di gomma rimasti sulla carta penetrino le fibre della carta: a tale scopo viene utilizzato un aspirapolvere con filtro HEPA⁵² su tutta la superficie trattata.

Confrontando i metodi di pulitura a secco tra Oriente e Occidente, è possibile dedurre che le operazioni applicate in Cina siano più semplici e principalmente dedicate soltanto alla spolveratura, lasciando in questo modo inalterate le condizioni di sporco profondo e pertanto irrisolto il vero problema. Il metodo occidentale utilizza diverse procedure per la pulitura a secco, a seconda dei diversi tipi di sporco, dal superficiale al profondo, dalla necessità di rimuovere lo sporco sia quello più facile sia quello più difficile, e attraverso diverse azioni fisiche si va a pulire gradualmente il supporto fino a ridurne sensibilmente lo sporco e la ritenzione di particolato.

La pulitura a secco deve precedere sempre i trattamenti acquosi, perché altrimenti si corre il rischio di trasferire e fissare lo sporco alle fibre della carta. Sul piano tecnico procedurale il restauratore cinese non è ancora consapevole dell'importanza e della necessità di seguire questa modalità che in Occidente sembra ovvia. Ogni passaggio eseguito fa parte di una programmazione organica, che si basa sulla sensibilità professionale dell'operatore. Partendo dalla pulizia a secco si favoriscono le giuste scelte per le operazioni successive,

⁵² L'HEPA è un materiale filtrante ad alta efficienza riconosciuto a livello internazionale. L'effetto filtrante dell'HEPA su particelle superiori a 0.3 micron può raggiungere il 99.7%, che è un ottimo risultato per la purificazione dell'aria.

perché lo sporco dato dall'accumulo di polvere e materie grasse influisce sulla bagnabilità della carta. Inoltre, la pulizia meccanica potrebbe rimuovere efficacemente le muffe sulla superficie, di conseguenza la carta potrebbe essere lavata senza l'utilizzo di alte temperature, oppure con un ridotto numero di lavaggi, favorendo la salvaguardia del manufatto.

Si può ritenere che le principali problematiche legate alle tecniche limitate del restauro cinese, nascano dalle seguenti cause:

- innanzitutto, dalla particolarità data dalla forma di montaggio, i dipinti tradizionali e le opere di calligrafia sono sostanzialmente conservati sotto forma di rotolo, da qui nasce il pregiudizio che è poco probabile che la polvere vada a depositarsi sulla superficie.
- Il metodo di pulitura a secco tradizionale tratta la carta solo in modo superficiale, senza tenere conto della complessità delle possibili operazioni successive.
- Questi due punti iniziali hanno reso la sperimentazione e il mercato di materiali professionali alquanto limitato, innescando un corto circuito culturale sul restauro della carta, di conseguenza sulle tecniche sui materiali e sul conseguente sviluppo nel campo.

4.2 Le operazioni per via umida

4.2.1 Lavaggio

Il trattamento acquoso è considerato una delle operazioni più efficaci. Molti restauratori cinesi non effettuano la pulizia meccanica, ma partono direttamente dal trattamento acquoso.

In Cina vengono principalmente impiegati i due seguenti metodi acquosi: il primo viene applicato quando i colori sono stabili e la carta è in buone condizioni. Il secondo viene applicato quando la carta è molto sporca e presenta un colore giallo scuro o muffe. Perché l'acqua bollente ha una forte potenza solubile, tanto da risolvere una buona parte delle cause di degrado della cellulosa che costituiscono il più frequente fattore di imbrunimento.^{53,54} Tale scelta non sempre adeguata nasce dalla scarsità di materiali di tecniche e conoscenze dei restauratori cinesi, tema affrontato precedentemente.

Nel primo caso il lavaggio avviene per immersione e l'acqua è a temperatura ambiente; tale operazione prevede di cambiare l'acqua ogni dieci minuti circa finché lo sporco è interamente rimosso, lasciando l'acqua trasparente. L'altro metodo consiste nel versare l'acqua bollente sopra l'opera dopo che è stata posata su un pannello ligneo inclinato; a questo punto si versa



l'acqua bollente partendo dall'alto e si ripete questa operazione fintanto che si vedrà l'acqua scorrere limpida. [Fig.51 lavaggio carta con l'acqua bollente]

In entrambi i casi la carta verrà asciugata con un asciugamano arrotolato passato delicatamente sopra la carta bagnata.

⁵³ Tong Zhizhen. *Tecnologia di restauro dei libri antichi*. Casa editrice di libri antichi di Shanghai, 2014:69.
童芷珍. 古籍修复技术[M]. 上海古籍出版社, 2014:69.

⁵⁴ Cfr.Laboratorio del Città Proibita.,1981:39-40.

In genere, le opere cartacee orientali da restaurare vengono sottoposte a lavaggio, dopo di che si passa al distacco del manufatto cartaceo dai vecchi supporti. È importante che la rimozione del vecchio supporto avvenga in questa fase e non prima perché in questo modo si protegge lo strato pittorico ma anche perché la carta cinese fatta a mano è molto sottile, separarla dai vecchi supporti meccanicamente rischierebbe di danneggiare l'opera, di conseguenza è meglio procedere con tale operazione quando la carta è bagnata.

In occidente, la procedura acquosa prevede, prima di mettere la carta sotto l'acqua, di inumidirla spruzzandola con soluzione a base di acqua, oppure con una miscela di 30 - 50% di l'alcol etilico e acqua, nel caso che la carta contenga un elevato grado di colla oppure un alto attacco microbico. La miscela idroalcolica favorisce un bagno omogeneo della carta, ha una maggiore capacità di penetrazione rispetto all'acqua pura, dovuta all'abbassamento della tensione superficiale indotta dall'alcol.^{55,56}

L'operazione di lavaggio avviene per immersione in vasca oppure in una bacinella, l'opera cartacea viene sostenuta durante l'immersione dal TNT (tessuto non tessuto).⁵⁷ La temperatura del acqua non deve essere superiore ai 40°C, di solito sono sufficienti 3-4 cambi d'acqua ogni 5-10 minuti per un totale di 40-80 minuti al massimo.⁵⁸ [Fig.52]

⁵⁵ Zervos, S., Alexopoulou, I. *Paper conservation methods: a literature review*. Cellulose 22, 2859–2897 (2015).

⁵⁶ AA.VV. *Chimica e biologia applicate alla conservazione degli archivi*, Roma: Ministero Beni Att. Culturali, 2002:510.

⁵⁷ Il TNT è un tipo di materiale a base di poliestere, la cui superficie è molto liscia e compatta, è leggero e con alta resistenza all'acqua, alle rughe, alla luce, all'abrasione e ai reagenti chimici. Per tutte queste caratteristiche può supportare e proteggere bene la carta durante il lavaggio.

Rispetto alla carta di corteccia comunemente utilizzata nel restauro cinese, il TNT presenta una maggiore stabilità e sicurezza, un funzionamento più semplice, offre più opzioni di formato, ha un costo minore ed è riutilizzabile più volte.

Il TNT che viene usato deve essere leggermente più grande dell'opera; oltre che essere un materiale per proteggere l'opera durante lavaggio, ne aiuta anche l'estrazione finale dall'acqua senza strappare l'opera stessa.

⁵⁸ Rosalia C. Giordano, *Il restauro della carta. Teoria e tecnica*, Società Editrice L' Epos. Palermo, 2000: 120-123.



[Fig.52 a) L'operazione di lavaggio b) TNT di 33 GR/MQ]

Attraverso il confronto di questi diversi metodi, occidentale e orientale, possiamo dedurre che quello cinese che utilizza l'acqua bollente risulta essere il metodo più veloce, ma non si può ignorare che gli effetti potenziamenti negativi sono diversi.

Innanzitutto, è chiaro che una temperatura eccessivamente alta provocherà l'infragilimento delle fibre della carta, il deterioramento della flessibilità ed anche una ridotta resistenza alla piegatura e a quella meccanica.⁵⁹

Inoltre, c'è da sottolineare che le macchie di tipo organico come, per esempio, sangue e proteine, quando incontrano temperature elevate si solidificano rapidamente, il che porta ad un aumento delle difficoltà di pulitura.

Oltre a ciò, alcuni pigmenti chimicamente instabili accelerano il loro movimento molecolare quando esposti al calore, distruggendo la struttura relativamente stabile del materiale originale, causando così problemi come il deflusso dell'inchiostro. Una volta che si verifica la situazione di cui sopra, si causeranno danni irreversibili all'opera.

⁵⁹ Per approfondimenti e spiegazioni, cfr. Daniels V, Kosek J (2004b) *Studies on the washing of paper: part 2: a comparison of different washing techniques used on an artificially discoloured, sized paper*. Restaurator 25:260–266.

In seguito a quanto descritto sopra, possiamo affermare che il metodo con acqua bollente sicuramente è il metodo più veloce, ma non il più efficace. A questo si aggiunge che la verifica del risultato del lavoro svolto avviene solo attraverso l'osservazione ad occhio nudo senza l'utilizzo di controlli tecnici che potrebbero mettere in evidenza che le carte trattate con tale modalità modificano la riflettanza⁶⁰, la differenza di colore, ed anche la quantità di acidi rimossi dovrebbe essere tenuta in considerazione.

Attraverso le ricerche occidentali degli ultimi anni, si è dimostrato che con il metodo ad immersione a temperatura ambiente si può ottenere un buon risultato senza danneggiare la carta.^{61 62}

Al termine di queste considerazioni si può sintetizzare che il lavaggio acquoso a temperatura inferiore a 40°C è un trattamento importante, in quanto i risultati ottenuti sono più evidenti e risolutivi di tante altre operazioni.

Non solo questo è un intervento che riesce a risolvere i problemi presenti, è anche più adeguato alla futura conservazione dell'opera cartacea. L'utilizzo di tale metodologia favorisce la rimozione delle sostanze solubili e potenzialmente dannose che derivano dal degrado chimico-fisica e biologica della carta, e anche dall'aggressione di polvere o particellati che vengono dall'inquinamento atmosferico. È necessario rimuovere queste sostanze, perché accelerano il degrado della carta.⁶³

⁶⁰ La riflettanza misura, in ottica, la capacità di riflettere parte della luce incidente su una data superficie o materiale. Essendo quindi il rapporto tra intensità del flusso radiante riflesso e intensità del flusso radiante incidente, è una grandezza adimensionale.

⁶¹cfr. Daniels V, 2004b, 25:260–266.

⁶² Daniels V, Kosek J (2002), *The rate of washing of paper*, Studies in Conservation, 47: 47-51.

⁶³ Antonio Zappalà, *Introduzione agli interventi di restauro conservativo di beni culturali cartacei*, Del Bianco, Udine, 1990:66.

Lo studioso americano William Barrow afferma che la semplice immersione in acqua di un foglio di carta è già spesso causa di un miglioramento, si può registrare che, dopo l'asciugatura, alcune caratteristiche meccaniche si modificano, per esempio la resistenza alla piegatura ed anche la flessibilità del foglio. Questo deriva dal fatto che le fibre di cellulosa si rigonfiano assorbendo l'acqua, allentano i legami di idrogeno sia al loro interno che tra di esse, così da permettere all'acqua di entrare più in profondità, e di conseguenza durante l'asciugatura formerà più legami di idrogeno tra le fibre.

Apparentemente, i materiali cartacei non sono fatti per essere lavati, lasciare questo materiale a contatto con l'acqua può sembrare molto pericoloso per la sua integrità. In realtà, il lavaggio è un intervento che può eliminare molti prodotti solubili di degrado della cellulosa e quindi di una gran parte dell'acidità e delle sostanze che causano l'imbrunimento. È chiaro che tale intervento deve essere eseguito quando ne esista la precisa necessità, deve essere condotto con perizia come qualsiasi altro intervento di restauro conservativo.

4.2.2 Smacchiatura⁶⁴

Con il trattamento umido, le fibre di cellulosa si rigonfiano e ammorbidiscono assorbendo acqua, in questo modo si favorisce la fuoriuscita delle varie impurità responsabili del loro degrado. Utilizzando l'acqua a temperatura ambiente o inferiore a 40°C, già si riesce a togliere le gore d'umidità e molte macchie organiche. Mentre per le macchie tenaci che si incontrano sull'opera cartacea occorre intervenire con i solventi.

⁶⁴ Per smacchiatura intendiamo le operazioni con lo scopo di rimuovere delle sostanze che alterano più o meno superficialmente l'aspetto della carta da sottoporre a trattamenti umidi. Questa operazione si effettua solo quando la macchia possa indurre il degrado del supporto, ovvero sia impedita la "lettura", si tratta pertanto di un'operazione conservativa piuttosto che estetica.

Uno dei solventi maggiormente utilizzato in Cina per togliere le macchie gialle e le muffe, è il *permanganato di potassio*. Si tratta di un forte ossidante, si utilizza solo quando l'acqua calda non è in grado di rimuovere le macchie.

Si applica per circa 10 minuti una soluzione di permanganato di potassio tra lo 0.5% e 2% sulle aree ammuffite. Siccome tale solvente lascia la carta trattata di un colore marrone, successivamente si applica una soluzione di *acido ossalico* al 2% sul punto lavorato per togliere il colore rimasto dal permanganato di potassio. Nel caso non sia sufficiente un'unica applicazione per togliere macchie ed impurità, è possibile ripetere più volte tale operazione per raggiungere l'obiettivo prefissato. A quel punto la carta tornata bianca viene subito lavata con acqua.⁶⁵ Questo trattamento viene utilizzato anche quando gran parte della superficie dell'opera è ampiamente aggredita dalle muffe.⁶⁶ Tale metodo si usa anche in Giappone.

[Fig.53]



[Fig.53 Lo smacchiamento per una opera d'arte giapponese con permanganato di potassio e acido ossalico]

⁶⁵ Cfr. Tong Zhizhen, 2014,71.

⁶⁶ Cfr. Laboratorio della Città Proibita.,1981:39-40.

L'acqua ossigenata è un altro materiale che viene spesso utilizzato per rimuovere il *foxing*, le muffe nere e altre tipi di macchie. La concentrazione d'uso di questa soluzione, di solito non è superiore al 3%, solitamente si interviene con un batuffolo di cotone intriso di H₂O₂ sull'area da trattare.

Fra i materiali comunemente impiegati troviamo anche l'*ipoclorito di calcio* [Ca(ClO)₂] chiamato anche polvere sbiancante, e l'*ipoclorito di sodio* (NaClO), cioè la candeggina.

In Cina la smacchiatura avviene principalmente attraverso lo sbiancamento chimico applicato localmente. I solvente scelti si basano principalmente sul processo chimico di ossido-riduzione⁶⁷, con agenti chimici ossidanti. Tali solventi generalmente interagiscono con le macchie che vanno colorate e a degradare la carta, trasformandole in sostanze incolori, spesso frammentandole in residui idrosolubili, quindi facilmente lavabili.

Un problema che si rileva dall'utilizzo di questi solventi è che mentre agiscono sulle sostanze colorate eliminandole, contemporaneamente intervengono anche sulla cellulosa, perché ovviamente non esiste ancora un ossidante selettivo. Purtroppo, il degrado della cellulosa non è immediatamente evidente per l'operatore.⁶⁸

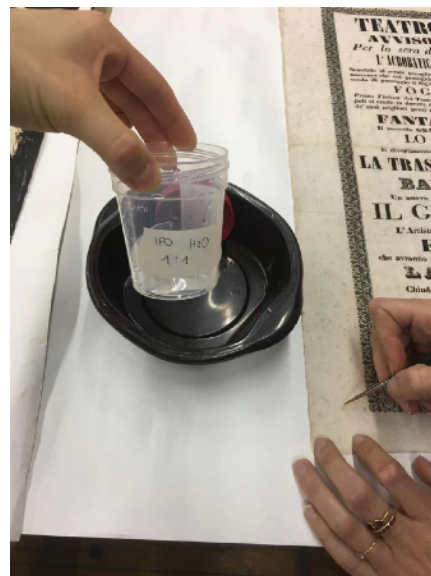
Di conseguenza, dopo il trattamento, la parte interessata risulta particolarmente indebolita e più sensibile all'azione di agenti degradanti. Queste conseguenze derivano dal fatto che gli ossidanti possono modificare alcuni legami chimici della catena della cellulosa,

⁶⁷ Una reazione di ossido-riduzione è una reazione chimica in cui si verifica il passaggio di elettroni tra una sostanza chimica ed un'altra. Si dice che la sostanza che perde elettroni si ossida ed è chiamata riducente, quella che li acquista si riduce ed è detta ossidante. Non esiste un ossidante se non in presenza di un riducente; infatti, non si parla di reazione di ossidazione o di riduzione ma queste costituiscono le due componenti della reazione di ossido-riduzione. Infatti, se c'è una specie che acquista elettroni deve, necessariamente, essercene una che li perde.

⁶⁸ Antonio Zappalà, *Introduzione agli interventi di restauro conservativo di beni culturali cartacei*, Del Bianco, Udine, 1990:78-87.

che diventa così più sensibile all'azione del tempo ed anche a quella degli agenti degradanti.⁶⁹

In Italia, in una recente circolare emanata congiuntamente dall'Istituto Centrale per la Patologia del Libro e dal Centro di Fotoriproduzione Legatoria e Restauro degli Archivi di Stato, si propone l'uso di agenti sbiancanti come l'*ipoclorito di calcio* e l'*acqua ossigenata* solo in casi eccezionali.⁷⁰ [Fig.54 Smacchiatura con ipoclorito di calcio]



È invece stato sconsigliato, dal laboratorio chimico dell'Istituto Centrale per la Patologia del Libro già da circa venticinque anni, l'utilizzo del *permanganato di potassio*. Perché, anche se apparentemente risulta essere il materiale più efficiente, è anche quello più dannoso per la cellulosa.

Inoltre, si sconsiglia l'utilizzo dell'*ipoclorito di sodio*, perché a causa della presenza dei metalli alcalini si va a creare un ulteriore danno alla cellulosa. Infatti, è stato più volte dimostrato che queste soluzioni alcaline di sali di questi metalli hanno un'azione degradante sulla cellulosa.⁷¹

⁶⁹ Cfr. Zappalà, 1990: 78-87.

⁷⁰ Cfr. AA.VV. 2002:513

Come descritto all'articolo: "L'ipoclorito di calcio va usato in soluzione a pH compreso tra 9,5 e 10,5; per limitare la degradazione della cellulosa in conseguenza del trattamento di sbianca, occorre seguire una procedura a stadi che prevede: umidificazione, lavaggio, deacidificazione, sbiancamento, lavaggio, drenaggio, immersione in acido acetico, lavaggio, drenaggio, deacidificazione e asciugatura. Il procedimento risulta piuttosto complesso e quindi rischioso per l'integrità di documenti particolarmente fragili; non deve essere utilizzato su carte contenenti lignina in quanto, in conseguenza dell'alcalinità della soluzione, potrebbero formarsi colorazioni giallo-rosse."

Riguarda invece: "l'acqua ossigenata che deve essere utilizzata alla concentrazione di 2 o 3 volumi (0,6-1%) neutralizzata con poche gocce di ammoniaca poichè il prodotto commerciale viene generalmente stabilizzato con acido solforico che potrebbe arrecare gravi danni alla cellulosa. Il trattamento comprende diversi stadi: umidificazione, lavaggio, deacidificazione, asciugatura, sbiancamento, asciugatura. Questo trattamento è meno degradante per la cellulosa e meno complesso di quello con l'ipoclorito di calcio."

⁷¹ Cfr. Zappalà, 1990: 88.

I solventi che vengono utilizzati nella conservazione della carta in occidente includono^{72 73}:

- *Acetone, tricloroetilene, tetracloruro di carbonio e alcool etilico* per rimuovere le macchie di grasso.
- *Acetone, esano, toluene e acetato di etile* per la rimozione di macchie di grasso e residui di nastro adesivo.
- *Benzina, etere etilico, cicloesano, tricloroetilene e 1,1,1-tricloroetano* per togliere le macchie di olio, grasso, cera, vernici, resine e catrame.

La smacchiatura avviene principalmente attraverso la regola “il simile discioglie il suo simile”. Cioè, le sostanze con strutture simili sono più facili da dissolversi a vicenda, più simile è la struttura, migliore è la solubilità, mentre le sostanze con strutture diverse è più difficile che si disciolgano.

Possiamo capire come i soluti composti da molecole polari siano facilmente solubili in solventi composti da molecole polari. I soluti composti da molecole non polari sono facilmente solubili in solventi composti da molecole non polari. Poiché l’acqua può sciogliere solo sostanze inorganiche colorate con polarità simile, sono necessari solventi organici per rimuovere le macchie non polari.

La scelta del solvente per rimuovere le macchie dipende dalla composizione chimica della macchia. Le macchie organiche si possono sciogliere in solventi organici. Da tenere in considerazione le loro caratteristiche fisiche di solvente come la volatilità, la possibilità di rimanere nel supporto, la compatibilità con altri solventi e la tossicità, ecc..

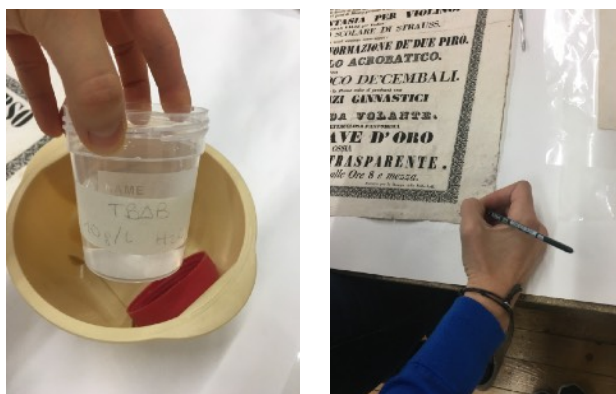
⁷² Cfr. AA.VV. 2002:512

⁷³ Zervos, S., Alexopoulou, I. *Paper conservation methods: a literature review*. Cellulose 22, 2859–2897 (2015).

Come descritto sopra, i solventi quali l'etere etilico, la benzina, il tetrocloruro di carbonio, sono quasi del tutto non polari; saranno quindi più adatti a solubilizzare sostanze di tipo organico la cui polarità è generalmente più bassa.

Pertanto, è una buona scelta utilizzare solventi organici per rimuovere certi tipi di macchie. I solventi possono essere utilizzati sia come singolo componente puro sia miscelati insieme con altri prodotti, in questo modo diventeranno come soluzioni di consolidanti, protettivi, verniciatori, biocidi ecc. Molti solventi organici hanno un effetto irritante sulla pelle e sulle membrane delle mucose, è necessario eseguire tali operazioni di smacchiatura in sicurezza come, per esempio, sotto una cappa aspirante e mettendo la mascherina.

Le nuove ricerche degli ultimi anni dal Laboratorio di Chimica dell'Istituto centrale per la patologia del libro (ICPL), hanno fatto un ulteriore passo avanti riguardo l'uso dei riducenti, come il *T – butilammino borano*^{74 75 76}, che è un riducente utile per trattare carte ingiallite ossidate e renderle più stabili chimicamente. Il trattamento può essere eseguito sia tramite mezzo acquoso o alcolico sia in gel gellano. Il prodotto ha anche un effetto secondario sbiancante. [Fig.55 la rimozione di foxing con TBAB]



⁷⁴ 叔丁胺, Borane-tert-butylamine complex (also called tert-butylamine-borane), $(CH_3)_3CNH_2 \cdot BH_3$.

⁷⁵ Bicchieri M., Curini R., D'Ascenzo G. & Orrù M.A. (2000). Characterization of oxidized and reduced papers by thermogravimetric analysis - Effectiveness of reducing treatments. *Quinio*, 2, 93-101.

⁷⁶ Bicchieri M., Sementilli F.M. & Sodo A. (2000). Application of seven borane complexes in paper conservation. *Restaurator*, 21, 213-228.

In genere, le carte ossidate contengono un elevato numero di gruppi carbonilici (aldeide o chetone). La presenza di questi gruppi carbonilici nel polimero cellulosico facilita l'idrolisi acida e alcalina ed è in parte responsabile dell'ingiallimento della carta. Però con il trattamento di deacidificazione con composti di calcio, si è in grado di trasformare i gruppi carbossilici acidi in sali stabili e insolubili, che non reagiscono con gli altri gruppi carbonilici (aldeide o chetoni). Il complesso *borano terz-butilammina* (chiamato anche *T-butilammina-borano* oppure TBAB), la cui formula è $(\text{CH}_3)_3\text{CNH}_2\cdot\text{BH}_3$, ha dato risultati particolarmente buoni nella riduzione di aldeidi e chetoni ed è anche in grado di produrre uno sbiancamento ottico della carta.^{77 78}

Confrontando i diversi metodi di smacchiatura tra oriente e occidente è comprensibile la necessità di selezionare i diversi materiali basandosi sulla natura chimica delle macchie, differenziando di volta in volta l'intervento, per tenere in considerazione gli effetti conservativi post-intervento.

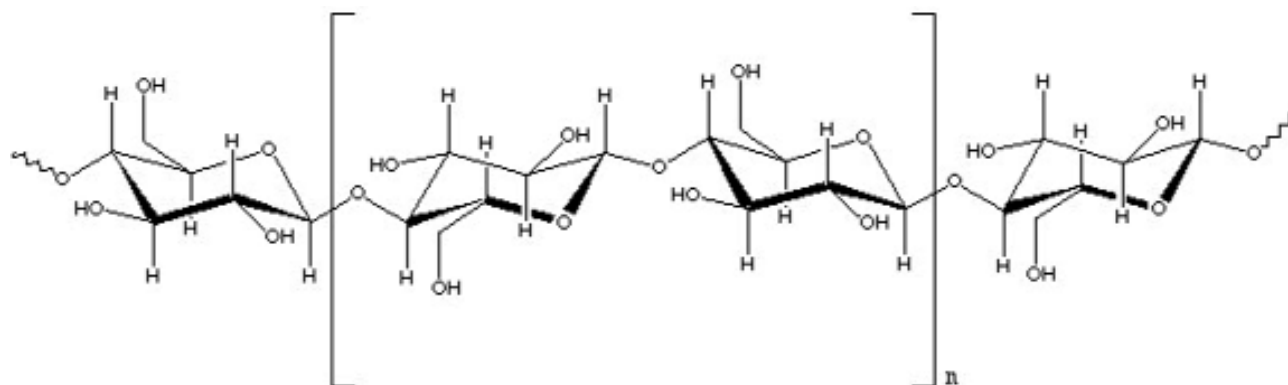
É indispensabile ipotizzare che, nel futuro lavoro di restauro, verranno messi a frutto gli apprendimenti già sperimentati dall'esperienza occidentale; quindi, verranno introdotti i differenti solventi organici. Inoltre, verrà sperimentata la fattibilità dell'applicazione del T-butilammino-borano al restauro dei prodotti cartacei cinesi.

⁷⁷ Bicchieri M. e Brusa P. (1997). *The bleaching of paper by reduction with the borane tert-butylamine complex*. *Restaurator*, 18, 1-11.

⁷⁸ Bicchieri M. e Pepa S. (1996). *The degradation of cellulose with ferric and cupric ions in low acid medium*. *Restaurator*, 17, 165-183.

4.2.3 Deacidificazione⁷⁹

La carta è costituita da un intreccio di fibre di cellulosa⁸⁰ unite insieme da legami di natura chimico-fisica. Le fibre cellulosiche sono composte alternativamente da catene con assetto regolare e ordinato e zone amorfe.⁸¹ [Fig.56]



[Fig.56 Polisaccaride Cellulosa]

Con il passare del tempo, la carta subisce il degrado del suo stato originale, causato dal cambiamento dello stato molecolare della cellulosa.

Una delle reazioni chimiche che più danneggiano la struttura della cellulosa è quella che porta alla formazione degli acidi. La dissociazione della cellulosa per idrolisi⁸² produce una scissione dei legami β-glucosidici che uniscono le molecole di glucosio, la reazione è favorita dalla presenza di acidi forti e deboli ed anche da basi forti.

⁷⁹ La deacidificazione, che di norma segue le operazioni di lavaggio, consiste nel processo di neutralizzazione dell'acidità residua e anche la creazione di un residuo alcalino che possa tamponare le reazioni acide future.

⁸⁰ La cellulosa è una macromolecola di formula generale $(C_6 H_{10} O_5)_n$ dove n è definito "grado di polimerizzazione" ed indica il numero delle volte con il quale l'unità monomerica, il glucosio, lo zucchero di formula $C_6 H_{10} O_5$, si ripete lungo la catena cellulosica.

⁸¹ Le zone cristalline sono presenti con una percentuale variabile dal 40% al 70%, dipendendo dalla qualità della carta e dal suo stato di conservazione.

⁸² L'idrolisi è un processo chimico in cui interviene l'acqua, è cioè la reazione tra una specie chimica e gli ioni provenienti dalla dissociazione dell'acqua. L'idrolisi rompe e accorcia la catena di cellulosa e, di conseguenza, la carta diviene più fragile.

La proporzione di acido nella vita quotidiana è superiore a quella degli alcali; quindi, l'acido relativo ha un impatto maggiore sulla carta. Inoltre, l'acidità permette di formare dei prodotti che, tra l'altro, favoriscono l'imbrunimento della carta. Questi prodotti sono a loro volta acidi e generano ulteriori nuovi processi di degrado.⁸³

L'acidità nella carta può derivare da processi chimici diversi, riassunti da Lorena Botti nei seguenti punti⁸⁴:

- da gruppi carbossilici (-COOH), formati a partire dai gruppi idrossili (-OH) o a seguito dei trattamenti ossidanti di sbiancamento (eliminazione delle ultime tracce di sostanze incrostanti dai vegetali utilizzati come materia prima per la fabbricazione della carta, trattamenti di restauro) o per degradazione naturale della cellulosa, principalmente in presenza di metalli pesanti che fungono da catalizzatori;
- dalla parziale o totale idrolisi del solfato di alluminio impiegato nella collatura della carta con colofonia;
- dall'acido solforico contenuto negli inchiostri ferro-gallo tannici;
- dai metaboliti prodotti da alcuni microfunghi che proliferano sulla carta;
- dall'anidride solforosa presente negli ambienti di conservazione come inquinante atmosferico;
- dalla parziale o totale idrolisi dell'allume (solfato doppio di alluminio e potassio) impiegato per la collatura della carta con gelatina.

⁸³ Federici C., Rossi L., *Manuale di conservazione e restauro del libro*, Roma, La Nuova Italia Scientifica, 1992.

⁸⁴ Cfr. AA.VV. 2002:514.

Nelle opere cartacee cinesi le cause che portano all'acidità, oltre quelle già descritte, potrebbero derivare dai seguenti motivi⁸⁵:

- alcuni pigmenti o coloranti tradizionali cinesi⁸⁶, compreso l'acido laccaico (紫胶酸; pinyin : zǐ jiāo suān), il rosso cocciniglia (胭脂虫红; pinyin : yānzhī chóng hóng), la cartamina (红花素; pinyin : hóng huā sù) e il gamboge (藤黄; pinyin : téng huáng);
- dal legante vegetale di *Bletilla striata*⁸⁷ (白芨胶; pinyin : bái jī jiāo) per pigmenti, il componente principale è il glucomannato formato dalla polimerizzazione di mannosio e glucosio, contenente gruppi aldeidici liberi e α -idrossichetoni, con forte adesione ma anche elevata acidità ;
- dopo la fermentazione, la colla di amido presenta evidenti picchi inferiori di polisaccaridi e monosaccaridi e mostra che l'acido organico dell'amido fermentato facilita la decomposizione del polisaccaride;
- dalla *soluzione di gelatina di allume* (胶矾水), che cambia con l'umidità e l'alta temperatura, accelerando l'invecchiamento della carta, dato che l'allume si accumula e il pH diminuisce. La fibra della carta Xuan, quando trattata con una soluzione di gelatina di allume, tende a ridursi (ondularsi). Se la concentrazione di allume supera il 4%, la fibra della carta comincia a staccarsi.

⁸⁵ He Qiuju, Fan Shengli, *Valutazione dell'effetto acidificazione dei materiali di restauro alla vita della calligrafia e dei dipinti*. Relics and Museology, 2020, (3).

何秋菊,范胜利,修复材料对书画纸张酸化的影响评估. 文博 · 2020 年第 3 期.

⁸⁶ Nell'esperimento sono stati testati un totale di 17 pigmenti e nero fumo per pittura e calligrafia cinese tradizionale, la maggior parte dei quali sono debolmente alcalini.

⁸⁷ *Bletilla Rchb.f.* è un genere di piante appartenente alla famiglia delle Orchidacee. Il legante è ottenuto facendo bollire la radice di *Bletilla striata*, filtrando e concentrando il liquido.

Tra tutte le cause di acidità indicate precedentemente, l'acidità - derivata per esempio dall'acido solforico - potrebbe essere rimossa semplicemente applicando il trattamento acquoso.

Sono invece difficilmente rimovibili con l'acqua le acidità che si sono già legate alla catena di cellulosa come i gruppi carbossilici (-COOH) e la soluzione di gelatina di allume cinese; quindi, occorre intervenire con un trattamento di deacidificazione.

In Cina, la ricerca sulla deacidificazione è iniziata abbastanza recentemente negli anni '80 e '90 del secolo scorso. Negli ultimi vent'anni, con il forte sostegno economico e l'interesse del nostro paese per la conservazione del patrimonio culturale, c'è stato un conseguente sviluppo di nuove tecnologie, di cui la deacidificazione è una delle più importanti e popolari ricerche nel campo di restauro.

Tanto che attualmente esistono molte e diverse operazioni di deacidificazione, che possono essere classificate di tipo acquoso cioè a base di acqua e non acquoso a base di solventi organici o in fase gassosa.⁸⁸

La *deacidificazione acquosa* comprende quattro tipi di deacidificanti a base di sali: sali di calcio (idrossido di calcio e propionato di calcio), sali di magnesio (acetato di magnesio ed etossido di magnesio), boroidridi (boroidruro di sodio e boroidruro di potassio), borato (tetraborato di litio, tetraborato di sodio e tetraborato di potassio).

Il deacidificante a base di solventi organici comprende l'ossido di magnesio che viene usato come sostanza alcalina e disperso in perfluoroalcani.

⁸⁸ Per approfondimenti e spiegazioni, cfr. Hey, M. "The washing and aqueous deacidification of paper," *The Paper Conservator* 4, 1979:66-80. Bredereck, K., Haberditzl, A., and Bluher, A. "Paper deacidification in large workshops: Effectiveness and practicability," *Restaurator* 11(3), 1990:165-178. Daniel, F., Flieger, F., and LeClerc, F. "Effects of pollution on deacidified paper," *Restaurator* 11(3), 1990:179-207. Banik, G. "Mass deacidification technology in Germany and its quality control," *Restaurator* 26(1), 2005:63-75. e cfr. Smith RD, 1971.

Ancora in via di sperimentazione, in alcune sedi professionali si sta utilizzando la *deacidificazione gassosa*. Si utilizza il gas di ammoniaca, tra cui cloruro di ammonio, nitrato di ammonio, solfato di ammonio e carbonato di ammonio come fonte dell'effetto di deacidificazione del gas di ammoniaca.

In occidente, lo studio sulla deacidificazione si è avviato grazie al lavoro di Barrow ⁸⁹, la cui ricerca si diffuse e si consolidò tra la comunità archivistica e bibliotecaria.

Sono molte le ricerche occidentali che hanno selezionato come deacidificante acquoso il *bicarbonato di calcio* $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ e l'*idrossido di calcio* $\text{Ca}(\text{OH})_2$, ritenendoli efficaci e sicuri ed economici, tanto da essere molto diffusi ed utilizzati nei laboratori di restauro in occidente.

Il bicarbonato di calcio non presenta alcun inconveniente, ma la sua preparazione è un poco complicata, per questo motivo i restauratori preferibilmente lo sostituiscono con l'idrossido di calcio semi-saturo.⁹⁰

Il *bicarbonato di calcio* è una sostanza che non esiste allo stato libero poiché è formato solo da carbonato di calcio in presenza di anidride carbonica ed acqua. La sua soluzione è anche molto instabile e non adatta per la conservazione a lungo termine, così come la sua forma in polvere. Con l'aumento della temperatura è molto facile che si decomponga in carbonato di calcio. Questo è il motivo per cui non piace ai restauratori.

Per avere l'agente deacidificante vero e proprio, la sua formula chimica è la seguente:

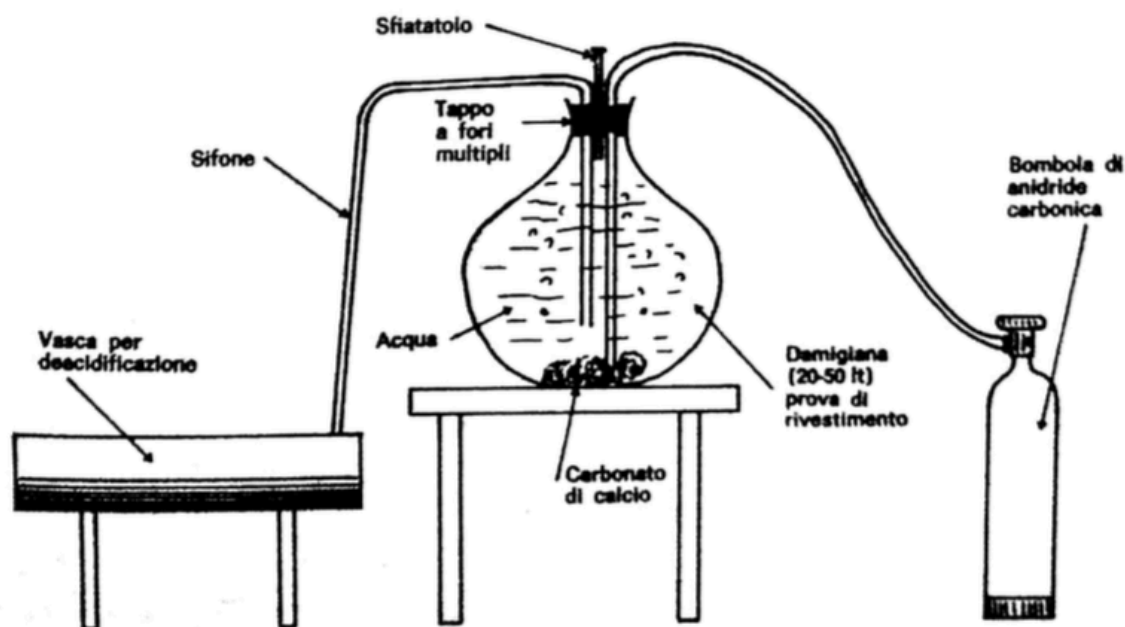


Questa è la sua preparazione:

⁸⁹ Barro W.J. *Restoration Methods*. American Archivist 6, July 1943(3): 151–154.

⁹⁰ Cfr. Federici C, 1992:68-69.

Sciogliendo 30 g di carbonato di calcio in 100 litri di acqua deionizzata sotto gorgogliamento di anidride carbonica fino a limpidezza. [Fig. 57]⁹¹



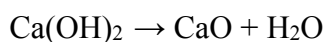
[Fig.57 Impianto di deacidificazione]

Per quanto riguarda il deacidificante composto da *idrossido di calcio* ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), la procedura di preparazione è molto più semplice e rapida. Si usa con soluzione acquosa semisatura (soluzione satura: 1,5 gr/litro), per procedere poi con l'operazione di deacidificazione è sufficiente l'immersione della carta per 30 minuti.⁹²

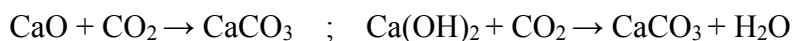
Immergere la carta nella soluzione basica acquosa come l'idrossido di calcio semi-saturo è il metodo più efficace, questo perché l'acqua permette di solubilizzare gli acidi formati, in più può allargare le fibre e facilitare la migrazione del sale verso l'interno della carta. Successivamente, con l'asciugatura, la sostanza viene convertita in ossido come dimostrato dalla formula chimica seguente:

⁹¹ Cfr. Federici C, 1992:209.

⁹² Maurizio Copedé, *La carta e il suo degrado*, Firenze: Nardini, 1991:92.



In seguito, il deposito si combina con l'anidride carbonica (CO₂) dell'aria, formando *carbonato di calcio* (CaCO₃). Tale sale alcalino proteggerà e costituirà una riserva alcalina per la futura conservazione della carta.



Il carbonato di calcio è un ottimo residuo di sale depositato, riesce a mantenere il pH della carta ad un valore non superiore a 8.5, così da non danneggiare la cellulosa.⁹³

Un altro metodo di deacidificazione molto utilizzato e proposto da Maurizio Copedé è il *bicarbonato di magnesio* (Mg(HCO₂)₂) in soluzione acquosa (il bicarbonato è ottenuto facendo agire l'anidride carbonica in una soluzione all'1% di carbonato). Il foglio viene immerso per 30 minuti.⁹⁴



Il magnesio (Mg) e il calcio (Ca) sono metalli alcalini terrosi che presentano due elettroni nello strato più esterno dell'atomo. La solubilità dei sali composti da questi elementi è molto bassa. In altre parole, la soluzione acquosa composta da questi elementi è generalmente debolmente alcalina e non danneggia la carta.

Ovviamente, se la tecnica grafica o lo stato del supporto non permettono l'immersione, si può procedere con metodi deacidificanti non acquosi. Attraverso il metodo di imbibizione, cioè tamponando la carta dal verso dell'opera o sulle zone trattabili del retro con il cotone imbevuto di solventi deacidificanti. Oppure, si possono utilizzare anche soluzioni spray, le più impiegate sono composte a base di alcol (etanolo) e tale deacidificazione è detta

⁹³ Cfr. Maurizio 1991: 91-95.

⁹⁴ Cfr. Maurizio 1991: 93.

anche alcolica. Sappiamo che la deacidificazione non acquosa non rende possibile un paragone a pari merito, in quanto l'effetto ottenuto con deacidificazione acquosa è senza dubbio migliore. Uno, perché i prodotti acidi di degrado e della cellulosa sono particolarmente solubili in acqua, assai meno dei solventi usati in questo processo; due, perché il sale alcalino potrebbe essere assorbito in una acidità presente al momento, inoltre c'è il rischio che non si formino riserve alcaline per contrastare le neoformazioni acide in futuro.

I deacidificanti non acquosi più semplici e più frequentemente utilizzati sono quelli a base *alcolica* (alcol etilico in genere): la soluzione si realizza aggiungendo magnesio (Mg) e calcio (Ca).

L'alcol etilico non modifica la dimensione dei fogli trattati, in quanto si evita di gonfiare le fibre di cellulosa. Con la soluzione alcolica ci si può permettere di intervenire su manoscritti recanti mediazioni grafiche solubili in acqua. I solventi organici bagnano la carta più rapidamente dell'acqua, producono minori effetti di rigonfiamento o distorsione sulla carta e sono più facili da asciugare.⁹⁵

Un solvente adatto in questo caso potrebbe essere il *carbonato di magnesio* Mg (CO₃)₂ in etanolo.

Negli ultimi anni con le nuove ricerche, si è scoperto un nuovo deacidificante a base di ***propionato di calcio*** Ca(C₂H₅COO)₂ che è solubile sia in acqua sia in alcol etilico. Come agente di deacidificazione, non solo ha eccellenti capacità di neutralizzare i gruppi carbossilici acidi presenti sulla carta, ma favorisce la formazione di sali insolubili in acqua, possiede anche una buona proprietà fungistatica. La caratteristica più importante di questo

⁹⁵ Smith RD (1971), *The nonaqueous deacidification of paper and books*. University of Chicago Press.

prodotto è che combina in sé due funzioni, una di deacidificazione e una di riduzione.^{96 97}

[Fig.58]



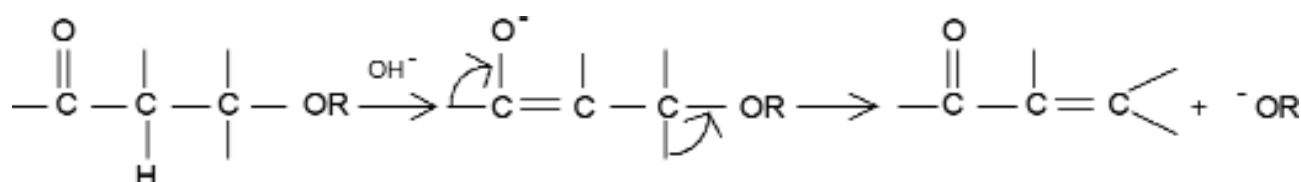
[Fig.58 Deacidificazione con propionato di calcio in soluzione alcolica]

Come sottolineato dalla dottoressa Marina Bicchieri, la deacidificazione è l'intervento necessario nel caso di carte idrolizzate, nelle quali si debbano neutralizzare i gruppi carbossilici acidi, ma è controindicato qualora le carte siano fortemente ossidate. Se le carte, infatti, contengono un elevato numero di gruppi carbonilici C=O, una deacidificazione spinta potrebbe favorire un meccanismo di β -alcossi eliminazione⁹⁸ [Fig. 59], con depolimerizzazione della catena della cellulosa.

⁹⁶ Bicchieri M., Ronconi S., Romano F.P., Pappalardo L., Corsi M., Cristoforetti G., Legnaioli S., Palleschi V., Salvetti A. & Tognoni E. (2001). Study of foxing stains on paper by chemical methods, infrared spectroscopy, micro-XRF spectrometry and LIBS. EMSLIBS 1st Euro- Mediterranean Symposium on Laser Induced Breakdown Spectroscopy, Ras-Sudr, South Sinai, Egypt, 2-6 November 2001.

⁹⁷ Bicchieri M., Monti M. & Antonelli M.L. (2001). A new low-cost and complete restoration method: a simultaneous non-aqueous treatment of deacidification and reduction. In: *Proceedings of the 3rd International Congress on Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin*, Alcalá de Henares, Spain, 8-14 July 2001, n. 132, 1-6.

⁹⁸ Un atomo di idrogeno in posizione α rispetto ad un gruppo carbonilico è relativamente acido, e può essere attaccato da una base producendo acqua e lasciando una carica negativa sull'atomo di carbonio sottostante. Se in posizione β rispetto al carbonile è presente un buon gruppo uscente (del tipo -OR'), il gruppo uscente si stacca prendendo la carica negativa, con formazione di un doppio legame C=C sul residuo.



[Fig.59 Meccanismo di β -alcossi eliminazione]

In questo caso è necessario che, prima di proseguire con la deacidificazione, si effettui un trattamento con riducenti specifici. L'uso del propionato di calcio in alcol etilico ha la possibilità di accoppiare la deacidificazione alla riduzione, effettuando un singolo trattamento.⁹⁹

È da tenere in considerazione il fatto che il deacidificante viene distribuito sulla carta tramite pennellatura o a spruzzo; ovviamente queste tecniche sono meno efficaci dell'immersione, ma permettono di operare su manufatti cartacei e libri senza smontaggio, oppure su carte estremamente fragili dove il metodo a spruzzo è sicuramente il più adatto.

Un'altra cosa molto importante da notare, è che in occidente dopo la deacidificazione spesso si procede con la ricollatura, con lo scopo di rinforzare e restituire la collatura che hanno perso le opere durante l'immersione in acqua.

Tra le numerose ricerche sulle tecniche di deacidificazione cinese attualmente presentate attraverso articoli pubblicati su riviste specializzate, possiamo dire che queste conducono per ora a parziali risultati, in quanto non sufficientemente sperimentate, per cui non è possibile fare una valutazione.

Ad oggi si può ipotizzare che il settore del restauro cinese stia andando in una direzione molto simile a quella che a metà del secolo scorso perseguì l'occidente. Attualmente, sembra si stia sviluppando una specie di delirio dell'innovazione tanto che

⁹⁹ Bicchieri M. *Conservazione e salvaguardia delle opere d'arte su carta: stampe e disegni*, Roma, 27 giugno 2001.

vengono messe a disposizione informazioni, metodologie chimiche, fisiche e biologiche, con apparecchiature ingegnose e avanzate, finalizzate al massimo intervento di restauro, ma che rischiano di rendere i professionisti sempre più lontani dal loro oggetto di cura.¹⁰⁰ Tengo a sottolineare l'importanza del “minimo intervento conservativo nel campo di restauro”. Da questo punto di vista c'è un grande divario tra noi e l'Occidente.

La strada con le ricerche e gli studi sulla deacidificazione è ancora molto lunga. La deacidificazione è un processo molto complesso di reazione chimica ed ha un ruolo importante nell'ambito conservativo della carta, tanto da rimanere ancora un importante argomento di ricerca e di attualità.

Apprendere dall'esperienza significa fare proprie le tecniche di restauro consolidate, ma anche evitare di ripetere gli errori commessi in precedenza da altre ricerche. Come affermato nell'introduzione, questa tesi vuole approfondire la ricerca per introdurre metodi e tecnologie efficaci ed innovative. Personalmente ritengo che determinare un metodo sicuro e conservativo sia la direzione della ricerca come pietra angolare del lavoro. Solo dopo aver colmato il divario tecnologico con l'Occidente, possiamo passare a campi di ricerca nuovi, originali o più approfonditi.

Esiste un ulteriore metodo deacidificante la cui sperimentazione in Cina ha una storia di circa cinque anni ed è la deacidificazione gassosa. In occidente questo metodo ha una sperimentazione di oltre 40 anni. Il principio di funzionamento è quello di utilizzare sostanze gassose alcaline come agenti di deacidificazione per neutralizzare le sostanze acide nella carta. La deacidificazione gassosa è più adatta per i libri in quanto con le deacidificazioni gassose questi non vengono smontati. Non approfondirò ulteriormente questo ambito in

¹⁰⁰ Mario Micheli, Zhang Changfa, Problemi di conservazione e restauro, Science Press, 2005:2-4.
米凯利, 詹长法. 文物保护与修复的问题[M]. 科学出版社, 2005:2-4.

quanto nella mia ricerca mi occuperò principalmente del restauro della calligrafia e della pittura. C'è inoltre da considerare l'alto costo della strumentazione per attuare questa metodologia, ma anche il notevole grado di complessità del suo utilizzo, che non ne fa una tecnica accessibile a tutti i laboratori.

4.3 Restauro della carta

4.3.1 Il trattamento delle lacune ed il risarcimento degli strappi

Sia nel metodo orientale che in quello occidentale dopo la procedura di lavaggio si effettua il restauro della carta. Tale operazione è necessaria alla reintegrazione delle lacune e al risarcimento degli strappi nelle opere d'arte. Entrambi i metodi vengono ideati e migliorati in corso d'opera e adattati secondo le caratteristiche dei manufatti da restaurare.

Per reintegrare *lacune di piccole dimensioni*, si può procedere con una *stuccatura di pasta carta* giapponese (di colore non dissimile dall'originale) a fibra non molto lunga.¹⁰¹ Per la preparazione della pasta di carta giapponese si procede nel modo seguente: si bagna la carta giapponese con metilcellulosa con un pennello su una superficie di vetro, poi si utilizza il bisturi per "staccare" le fibre necessarie a colmare la lacuna su di un piano luminoso e infine con una stecca di teflon le si distendono per favorire l'adesione.

Per le lacune più grandi si potrebbe procedere con il "doppio restauro" che consiste nel realizzare una struttura a *sandwich* (a due strati sovrapposti): la carta giapponese scelta per la reintegrazione deve avere uno spessore pari a poco meno della metà della carta da restaurare e la lieve differenza di spessore viene colmata dall'adesivo interposto¹⁰².

¹⁰¹ Rosalia C. Giordano, *Il restauro della carta. Teoria e tecnica*, Società Editrice L' Epos. Palermo, 2000:139.

¹⁰² Cfr. Rosalia , 2000:140.

Un altro metodo di intervento prevede di procedere lateralmente utilizzando la carta giapponese per reintegrare le lacune con una carta di spessore poco inferiore a quella del supporto originale. Con l'aiuto del tavolo luminoso, dopo aver posizionato un foglio di plastica (per evitare incisioni indesiderate sull'originale), si sovrappone un ritaglio di carta giapponese (rispettando sempre il verso dei filoni e delle vergelle del supporto originale) di dimensioni maggiori della lacuna da coprire. Dopo aver staccato la sagoma di carta giapponese, si incolla e posiziona la toppa sulla lacuna sovrabbondando di qualche millimetro, infine con la stecca di teflon si favorisce l'adesione.

La più grande differenza tra le tecniche orientali e occidentali è che quella orientale consiste nel restauro del retro del dipinto, mentre quella occidentale consiste nel restauro della parte frontale.

Si sottolineano due difetti nel metodo cinese. Prima di tutto, è necessario che la carta venga restaurata rapidamente dopo il lavaggio, quando il dipinto è ancora bagnato. A causa dei tempi stretti, alcuni trattamenti non sono molto attenti e accurati, soprattutto quando la carta è molto danneggiata. In secondo luogo, sebbene alcune opere d'arte siano parzialmente danneggiate, non hanno bisogno di essere lavate e il supporto originale non può essere rimosso. Integrare la tecnica con il metodo occidentale può risolvere questi due problemi perfettamente, permettendo di restaurare l'opera allo stesso fase in tiraggio, oppure anche intervenendo solo parzialmente.

4.3.2 Materiale e collante

Oltre a considerare le diverse metodologie di intervento è opportuno anche soffermarsi sulla tipologia dei collanti. Come citato nel secondo capitolo, nei lavori di montaggio e restauro cinese, si utilizza la *colla d'amido* (di grano) in diverse concentrazioni in funzione

della necessità. In occidente, più specificatamente in un paese come l'Italia, si preferisce utilizzare prodotti sintetici.

Un buon adesivo da utilizzare nel campo di restauro cartaceo deve possedere queste caratteristiche:

- inerzia nei confronti del supporto; reversibilità;
- stabilità nel tempo; facilità di preparazione ed impiego;
- capacità adesiva;
- resistenza agli attacchi biologici.

Le ricerche attuali dimostrano che i materiali adesivi naturali, ovviamente, non possono soddisfare l'ultimo requisito. La farina di grano contiene un elevato tenore di glutine, ad essa come adesivo sono preferibili i collanti sintetici.

Per quanto riguarda i collanti utilizzati nel campo del restauro cartaceo occidentale, le possibilità sono diverse. Oggi, il prodotto maggiormente in uso nelle operazioni di restauro è un adesivo sintetico appartenente al gruppo degli eteri di cellulosa, il *Tylose MHP 300* in soluzione acquosa al 4%.¹⁰³

La sua preparazione avviene nel modo seguente: si sciolgono 40 g di polvere in un litro di acqua deionizzata, (poiché essa tende a formare grumi se viene sciolta direttamente in acqua fredda, è preferibile scioglierla dapprima in una piccola quantità di acqua calda e

¹⁰³ La differenza tra *metilcellulose* tipi di Tylose MH e MB viene citato da Rosalia C. Giordano, *Il restauro della carta. Teoria e tecnica*, Società Editrice L' Epos. Palermo, 2000. p134.

Le *metilcellulose* (tipi di Tylose MH e MB) si ottengono facendo reagire il cloruro di metile sulla cellulosa alcalinizzata. La molecola della cellulosa è composta da numerosi anelli glucosidici collegati tra di loro (catena). Per ottenere il nostro "collante" si sostituisce l'idrogeno del gruppo ossidrilico dell'unità molecolare di glucosio con un gruppo metilico e, per dotare il prodotto di determinate proprietà le Tylose vengono eterificate con piccoli quantitativi di ossido di etilene (per questo tali composti vengono talvolta indicati in letteratura come metilidrossietilcellulose). Indagini di laboratorio hanno portato a scegliere, nella vasta gamma delle Tylosi disponibili, l'MH 300p dove con il numero (300p) viene indicata la viscosità del prodotto (maggiore è la permeabilità della carta, minore è il grado di viscosità necessario), valore che si trova in stretto rapporto con il numero medio di unità glucosiche per ogni molecola di etere di cellulosa (cioè con il grado medio di polimerizzazione della stessa). La Tylose MH 300p è facilmente solubile in acqua a circa 25° e a temperature anche inferiori mentre è invece insolubile in acqua calda.

successivamente diluirla con la restante acqua fredda); si mescola con un'asta di legno, avendo cura di non lasciare grumi; quindi, la si lascia rigonfiare per 24 ore mescolando ogni tanto fino a quando il composto non risulti omogeneo.¹⁰⁴

Oltre che essere usato come collante potrebbe essere usato come fissativo in breve tempo per le immersioni o i trattamenti in via umida per la carta.¹⁰⁵

Un altro collante sintetico utilizzato preferibilmente negli ultimi anni dai professionisti occidentali è il *Klucel G*. Tale idrossipropilcellulosa è flessibile, possiede una buona resistenza, è di facile preparazione, è solubile in molti solventi organici polari come alcol etilico ed ha un buon effetto collante.

Per la loro adesività e viscosità anche alcuni collanti di origine naturale sono utilizzati in diversi ambienti occidentali. In Italia, il più usato nel campo del restauro cartaceo è la *colla d'amido* di riso, perché l'amido di riso non contiene glutine. Per la preparazione occorrono 15 g per ogni 100 g di acqua: si lascia sciogliere a 80-85° per 20 minuti.¹⁰⁶

I materiali adesivi usati in Occidente menzionati nell'articolo citato in ref.(84) sono molto interessanti come riferimento.

Nei futuri lavori di restauro proverò ad applicare tali materiali anche sulle opere cartacee cinesi.

La carta ora utilizzata ampiamente nel restauro in Occidente è la carta giapponese, in giapponese *washi*. La parola *washi* è composta da *wa*, che significa "giapponese", e da *shi* che significa "carta".

¹⁰⁴ Cfr. Rosalia, 2000:134.

¹⁰⁵ Cfr. Rosalia, 2000:134.

¹⁰⁶ Borruo C., *L'uso dell'amido di grano*, «Cabnewsletter»,16,1995:4-6. Per le varie ricette di preparazione vedi C. C. Rinesi, *Le preparazioni degli adesivi a base di amido di grano*, «Cabnewsletter», 16,1995:6.

La tecnica di fabbricare la carta è stata introdotta in Giappone nel 384 da un prete buddista coreano giapponese. Successivamente gli artigiani giapponesi hanno continuato a migliorare e sviluppare la tecnologia, producendo carta fatta a mano con caratteristiche proprie giapponesi.

Il washi viene tradizionalmente prodotto utilizzando le fibre vegetali del gelso da carta o di altre piante locali come *Broussonetia monoica* (in giapponese 楮 (コウゾ), *Edgeworthia chrysantha* (in giapponese 三桠 (ミツマタ) e *Diplomorpha sikokiana* (in giapponese 雁皮 (ガンピ)).¹⁰⁷ [Fig.60]



[Fig.60 a1-3) *Broussonetia monoica* b1-3) *Edgeworthia chrysantha* c1-3) *Diplomorpha sikokiana*]

¹⁰⁷ *Edgeworthia chrysantha* (三桠/ in giapponese : Mitsumata), *Wikstroemia* (茺花 ○ 雁皮/ Gampi)

Si possono però utilizzare anche fibre di canapa e bambù. La carta giapponese viene prodotta con il 100% della corteccia di *Broussonetia monoica* ed è chiamata in giapponese *Kozu* (oppure *Kouzo/ kōzo*). Tale carta possiede un'elevata resistenza meccanica grazie alla lunghezza della fibra (di solito la media è di circa 10-20 mm) che può essere intrecciata meglio nel processo di fabbricazione della carta.

Una delle più famose carte di Kozu si chiama 典具帖紙¹⁰⁸, che in italiano spesso viene chiamata Tengujo: è la carta più sottile al mondo di oggi. Uno dei tipi di Tengujo più sottili ha uno spessore di soli 0.02 millimetri e un metro quadrato di essa pesa solo 1.6 grammi. Sebbene la carta sia molto sottile, ha un'ottima resistenza. In genere è difficile che si rompa tirandola da un lato all'altro. Inoltre, per la sua leggerezza e sottigliezza, permette una buona trasmissione della luce, anche quando più fogli vengono sovrapposti. È proprio per questa caratteristica che oggi questa carta trova largo impiego nel campo del restauro. Va notato che la carta Tengujo di oggi non è più una carta fatta a mano come la intendiamo in senso tradizionale; viene ancora utilizzato l'antico processo di fabbricazione della carta di base, ma il processo di produzione reale è stato per lo più meccanizzato. [Fig. 61]



¹⁰⁸ 典具帖紙, Tengujo

[Fig.61 Carta tengujo usata agli Archivi nazionali del Giappone nel 2013 (EPA/EVERETT KENNEDY/ANSA)]

Anche con l'uso delle fibre di corteccia di *Edgeworthia chrysanthi* si può produrre la carta giapponese di *Mitsumata*. Tali arbusti crescono in un ambiente caldo e umido, si trovano principalmente nel Giappone centrale. La carta Mitsumata ha una buona trasparenza, una superficie liscia, morbida e fine, la sua resistenza è un po' inferiore rispetto a quella della carta Tengujo. Nell'antico Giappone, veniva utilizzata principalmente per la scrittura e la stampa; attualmente, in Giappone, questo tipo di carta viene usato principalmente per il restauro di libri antichi.

La carta giapponese *Gampi* (o *Ganpi*) è la carta prodotta con la corteccia di *Diplomorpha sikokiana*. Poiché questa pianta non può essere coltivata artificialmente, le materie prime utilizzate per la fabbricazione della carta sono le piante selvatiche. Rispetto ad altre carte giapponesi fatte a mano, la carta *Gampi* presenta la massima qualità ed è chiamata dai giapponesi il "re della carta". Nei tempi antichi, veniva utilizzata principalmente per scrivere testi religiosi buddisti e poesie e, nei tempi moderni, soprattutto come carta di pregio e carta di restauro di alta qualità.

La carta di canapa giapponese è la carta prodotta con fibre di canapa sativa ed il ramiè. Dalla diagnostica della carta antica, si è scoperto che la carta usata all'inizio in Giappone era fondamentalmente carta di canapa. Con l'introduzione della tecnologia cinese per la fabbricazione della carta in Giappone, la produzione di carta di canapa iniziò a diminuire gradualmente dall'inizio dell'era Heian (平安時代, 794-1192).

La tecnologia giapponese per la fabbricazione della carta raggiunse il suo apice nei secoli XVII-XIX, in seguito l'uso della canapa si è ridotto. La carta di canapa è comunque ancora prodotta in tutto il Giappone. Questa carta è resistente, di colore leggermente giallo,

ruvida in superficie. La carta di canapa veniva usata per le scritture buddiste nei tempi antichi. La superficie veniva lisciata con i denti di cinghiale, ora la carta di canapa usata per il restauro deve essere battuta con un martello prima dell'uso per rendere la sua consistenza più compatta.

Dai dati citati sopra, si può capire come ci siano alcune differenze nell'uso delle materie prime per la carta fatta a mano tra Cina e Giappone. La carta giapponese utilizza principalmente fibra di corteccia, mentre le principali materie prime della carta tradizionale cinese fatta a mano, oltre alle fibre di corteccia, includono le piante erbacee, bambù e altre specie di piante. Le differenze di materiale usato sono principalmente influenzate dai materiali locali. Da un punto di vista tecnico, sebbene la fabbricazione della carta sia stata inventata in Cina, dopo essere stata introdotta in Giappone si è verificato il continuo perfezionamento della tecnologia da parte degli artigiani locali. La carta giapponese viene prodotta in modo più resistente, integrando i metodi tradizionali di fabbricazione della carta con diverse attrezzature meccaniche.

Nei futuri lavori di restauro cercherò di utilizzare le carte giapponesi e altre carte conservative per restaurare le opere cartacee cinesi, aumentando le tipologie delle carte conservative utilizzate.

Il restauro dei beni culturali non può limitarsi all'uso di tecniche e materiali tradizionali, dovrebbe aggiornarsi nel contesto dello sviluppo tecnologico attuale, adottando soprattutto materiali con prestazioni eccellenti come la carta giapponese, che sono altamente compatibili con l'arte della carta cinese, degne di essere promosse e utilizzate nel campo del restauro cinese.

5. Conclusioni

L'invenzione della carta fu per questo una delle più grandi scoperte cinesi e venne introdotta nel XII secolo dagli arabi nel Medio Oriente e poi nel Mediterraneo (Spagna e Italia), e ha svolto un ruolo estremamente importante nel promuovere lo sviluppo dell'antica civiltà umana. La carta è un importante vettore per la registrazione, la conservazione e la trasmissione della memoria umana, consentendo di tramandare innumerevoli importanti beni culturali e artistici fino ad oggi.

I beni culturali cartacei occupano una posizione importante nel patrimonio culturale cinese che ne possiede una grande quantità; includono principalmente i manufatti di carta dipinta con immagini pittoriche o ideogrammi calligrafici, i manoscritti antichi, le carte usate nel processo di incisione su tavolette di pietra, gli antichi documenti d'archivio.

Secondo le statistiche riportate dalle principali amministrazioni bibliotecarie nazionali cinesi, oggi la Cina possiede circa 30 milioni di volumi di libri e documenti storici. Ci sono anche innumerevoli manufatti dipinti con immagini pittoriche o ideogrammi calligrafici storici che sono conservati nei musei di varie regioni della Cina.

Queste opere storiche che si sono tramandate fino ad oggi, presentano danni conservativi di diverse entità, il numero dei professionisti in grado di restaurarli è piuttosto limitato. Attualmente, l'età media del personale di restauro professionale in Cina è principalmente compresa tra 40-50 anni e la percentuale di meno di 40 anni è inferiore a 1/6 del totale. Prendiamo ad esempio la Biblioteca nazionale cinese: la collezione contiene un milione di libri preziosi e più della metà di essi sono in attesa di essere restaurati, mentre solo dieci professionisti possono effettivamente eseguire il restauro.

È anche indispensabile pensare che oggi il campo della conservazione dei beni culturali cartacei cinesi è in fase di trasformazione dal tradizionale montaggio e restauro alla

moderna conservazione e pratica del restauro scientifico. La maggior parte del personale di restauro possiede solo le capacità tradizionali di montaggio e restauro, non ha una conoscenza completa di nozioni scientifiche e non ha la capacità di applicare i moderni risultati scientifici e tecnologici ai lavori di restauro. Invece, gli scienziati non possiedono la capacità e l'esperienza necessaria al lavoro di restauro e quindi risulta difficile, se non impossibile, introdurre razionalmente le teorie e le tecniche scientifiche nella conservazione e nel restauro. Il fatto che i restauratori e gli scienziati non abbiano rapporti o scambi è purtroppo un problema di molti anni. Succede spesso che, prima dell'intervento di restauro, venga applicata la massima diagnostica possibile per l'opera, ma il restauro poi è eseguito sempre con metodi tradizionali: questo non è solo uno spreco di risorse, ma non aiuta per lo sviluppo del settore.

In questa tesi ho citato le varie insufficienze nel restauro tradizionale cinese, anche sulla base della mia personale esperienza presso laboratori di restauro in Cina ed in Italia, e proposto la possibilità di intervenire con metodi e materiali occidentali per risolverle. Spero che i restauratori cinesi possano comprendere l'efficacia della nuova tecnologia e dei materiali occidentali, introdurre metodi e tecnologie efficaci ed innovative per migliorare e ottimizzare il processo di restauro tradizionale cinese.

Bibliografia

- AA.VV. Chimica e biologia applicate alla conservazione degli archivi, Roma: *Ministero Beni Att. Culturali*, 2002:510.
- Banik**, G. "Mass deacidification technology in Germany and its quality control," *Restaurator* 26(1), . 2005:63-75.
- Barro** W.J. Restoration Methods. *American Archivist* 6, July 1943(3): 151–154.
- Bredereck**, K., Haberditzl, A., and Bluher, A. "Paper deacidification in large workshops: Effectiveness and practicability," *Restaurator* 11(3), 1990:165-178.
- Bicchieri** M., Monti M. & Antonelli M.L. (2001). A new low-cost and complete restoration method: a simultaneous non-aqueous treatment of deacidification and reduction. In: Proceedings of the 3rd International Congress on Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin, *Alcalà de Henares*, Spain, 8-14 July 2001, n. 132, 1-6.
- Bicchieri** M. e Brusa P, The bleaching of paper by reduction with the borane tert-butylamine complex. *Restaurator*, 18, 1997:1-11.
- Bicchieri** M. Conservazione e salvaguardia delle opere d'arte su carta: stampe e disegni, Roma, 27 giugno 2001.
- Bicchieri** M. e Pepa S. The degradation of cellulose with ferric and cupric ions in low acid medium. *Restaurator*, 17, 1996:165-183.
- Bicchieri** M., Ronconi S., Romano F.P., Pappalardo L., Corsi M., Cristoforetti G., Legnaioli S., Palleschi V., Salvetti A. & Tognoni E. (2001). Study of foxing stains on paper by chemical methods, infrared spectroscopy, micro-XRF spectrometry and LIBS. EMSLIBS 1st Euro-Mediterranean Symposium on Laser Induced Breakdown Spectroscopy, *Ras-Sudr, South Sinai*, Egypt, 2-6 November 2001.
- Bicchieri** M., Curini R., D'Ascenzo G. & Orrù M.A. (2000). Characterization of oxidized and reduced papers by thermogravimetric analysis - Effectiveness of reducing treatments. *Quinio*, 2, 93-101.

- Bicchieri M.**, Sementilli F.M. & Sodo A. (2000). Application of seven borane complexes in paper conservation. *Restaurator*, 21, 213-228.
- Brandi C.**(1963) Restauro, Enciclopedia Universale dell'Arte, Volume XI, *Istituto Collaborazione Culturale*, Venezia/Roma, 322-332.
- Copedé M.**, La carta e il suo degrado, Firenze: *Nardini*, 1991:91-95.
- Daniels V**, Kosek J (2004b) Studies on the washing of paper: part 2: a comparison of different washing techniques used on an artificially discoloured, sized paper. *Restaurator* 25:260–266.
- Daniels V**, Kosek J (2002) The rate of washing of paper, *Studies in Conservation*, 47:47-51.
- Daniel, F.**, Flieder, F., and LeClerc, F. “Effects of pollution on deacidified paper,” *Restaurator* 11(3), 1990:179-207.
- Federici C.**, Rossi L., Manuale di conservazione e restauro del libro, Roma, *La Nuova Italia Scientifica*, 1992:62-209.
- Feng Pengsheng**, Tecniche di montaggio della pittura e calligrafia cinese, *Beijing Arts and Crafts Publishing House*, 2002:11-29.
- 冯鹏生. 中国书画装裱技法[M]. 北京工艺美术出版社, 2002:11-79.
- Feng Zengmu**, Montaggio di pittura e calligrafia cinese, *casa editrice di belle arti Shandong*, 2008:15.
- 冯增木. 中国书画装裱[M]. 山东美术出版社, 2008:15-37.
- Ferraris P.** (1992) Piccolo manuale di restauro del volume cartaceo, *Fondazione Paolo Ferraris*, 27.
- Giordano R.C.**, Il restauro della carta. Teoria e tecnica, *Società Editrice L' Epos. Palermo*, 2000: 120-140.
- He Qiuju**, Fan Shengli, Valutazione dell'effetto acidificazione dei materiali di restauro alla vita della calligrafia e dei dipinti. *Relics and Museology*, 2020, (3).
- 何秋菊,范胜利,修复材料对书画纸张酸化的影响评估, 文博·2020 年第 3 期.

He Qiuju, Wang Liqin, Zhang Yaxu, Study on application mechanism of alum gelatili solution curing Xuan paper in Chinese painting and calligraphy, *Science of Cultural Relics Conservation and Archeology*, 2017 (2).

何秋菊, 王丽琴, 张亚旭. 胶矾水在熟化书画用宣纸中的应用机理探究[J]. 文物保护与考古科学, 2017 (2)。

He Qiuju, Han Bin, He Haiping, et al. Preliminary Study on the Influence of alum gelatili solution on the Moisture and Mechanical Properties of Xuan Paper. *China Academic Journal Eletronic Publishing House*, 2017, (002): 88-92.

何秋菊, 韩宾, 何海平,等. 胶矾水对宣纸润墨及力学性能的影响初探[J]. 中国文物科学研究, 2017, (002):88-92.

He Bei, Xu Guibin, Fan Huiming, et al. Research Progress in the Method of Deacidification and Strengthening of Ageing Books: *A Critical Review*. *China Paper*, v.38;No.326(08),2019:77-85.

何贝, 许桂彬, 樊慧明,等. 古籍脱酸增强研究进展[J]. 中国造纸, v.38;No.326.08(2019):77-85.

Hey, M. “The washing and aqueous deacidification of paper,” *The Paper Conservator* 4, 1979:66-80.

Laboratorio della Città Proibita, Montaggio e restauro di dipinti e calligrafia , *Casa editrice dei beni culturali*, 1981. pp.48-51.

故宫裱画组. 书画的装裱与修复[M]. 文物出版社, 1981:48-51.

Liu Renqing. Calligrafia cinese e carta da pittura. *China Water Resources and Hydropower Press*, 2007:80-84.

刘仁庆. 中国书画纸[M]. 中国水利水电出版社, 2007.

Liu Jiazhen. Principi e metodi di conservazione dei documenti archivistici antichi. *Beijing National Library Press*, 2015: 8.

刘家真 .古籍保护原理与方法[M] 北京国家图书馆出版社2015:8.

Micheli M, Zhang Changfa, Problemi di conservazione e restauro, *Science Press*, 2005:2-4

- 米凯利, 詹长法. 文物保护与修复的问题[M]. 科学出版社, 2005:2-4.
- Pan Jixing**, Storia della fabbricazione della carta cinese. *Casa editrice popolare di Shanghai*, 2009: 4-5.
- 潘吉星. 中国造纸史[M]. 上海人民出版社, 2009: 4-5.
- Qiu Jianhui**, Tecnica di conservazione dei documenti cartacei, *Zhengzhou University Press* 2017, p.22.
- 邱建辉. 纸质文献保护技术. 郑州大学出版社出版年. 2017, p.22.
- Standard** nazionale per carta Xuan GB18739-2002: *standard nazionale della Repubblica popolare cinese* emesso il 25 maggio 2002.
- 宣纸国家标准 GB18739-2002—中华人民共和国国家标准 2002-05-25发布。
- Smith RD** (1971), The nonaqueous deacidification of paper and books. *University of Chicago Press*.
- Sun Baoming**, Li Zhongkai. Materie prime per fabbriche di carta cinese. *Pressa per l'industria leggera*, 1959: 140-401.
- 孙宝明, 李钟凯. 中国造纸植物原料志[M]. 轻工业出版社, 1959: 140-401.
- Tong Zhizhen**. Tecnologia di restauro dei libri antichi. *Casa editrice di libri antichi di Shanghai*, 2014:69-71.
- 童芷珍. 古籍修复技术[M]. 上海古籍出版社, 2014:69-71.
- Wang Juhua**. Storia dell'antica tecnologia cinese per la fabbricazione della carta. *Shanxi Education Press*, 2005: 23.
- 王菊华. 中国古代造纸工程技术史[M]. 山西教育出版社, 2005: 23.
- Wang Yikun**, La monografia storica, incentrata su montaggio per la pittura e calligrafia tradizionale cinese, *Casa editrice della Città Proibita*, 1991.
- 王以坤. 书画装潢沿革考[M]. 紫禁城出版社, 1991.

Wang Chunhong. Restoration of a Chinese Qin Dynasty Volume collected in the Central National Library of Italy. *Beni culturali storiche cinesi*, 2008.

王春红. 西方现代修复方法在中国纸质文物中的应用[J]. 中国历史文物, 2008.

Wang Ziqiang, Shi Yan, illustrazione di Montaggio tradizionale cinese, *Zhejiang Photography Press*, 2010:2-3.

汪自强, 施珩. 图说中国传统手工书画装裱[M]. 浙江摄影出版社, 2010:2-39.

Zappalà A, Introduzione agli interventi di restauro conservativo di beni culturali cartacei,, Udine, *Del Bianco*, 1990: 66-87.

Zhang Huan. Una breve analisi dell'applicazione della gelatina nell'arte pittorica cinese. *Journal of Zhuzhou Teachers College*, 2003, 8 (006), pp.42-44.

张桓. 浅析胶矾在中国绘画艺术中的运用[J]. 株洲师范高等专科学校学报, 2003, 8(006)/42-44.

Zervos, S., Alexopoulou, I. Paper conservation methods: a literature review. *Cellulose* 22, 2015:2859–2897.

Zhou Jiazhou, “The Book of Mounting”; durante la dinastia Ming fu la prima monografia per il Montaggio di Pittura Calligrafica nell'antica Cina, *Shangdong Press*, 2003:11.

周嘉胄, 田君. 装潢志图说. 山东画报出版社, 2003:11.

Sitografia

<https://en.dpm.org.cn/collections/collections/2009-10-16/906.html>

<http://101.201.65.88/collections/collections/2015-03-27/1016.html>

Ringraziamenti

Vorrei dedicare questo spazio del mio elaborato alle persone che hanno contribuito, con il loro instancabile supporto, alla realizzazione dello stesso. Desidero menzionare tutte le persone, senza le quali questo lavoro non esisterebbe nemmeno.

In primo luogo, un sentito grazie al mio relatore la Professoressa Donatella Biagi, per avermi dato l'opportunità di svolgere il dottorato in Italia e avermi sempre incoraggiata nelle mie ricerche.

Ringrazio infinitamente il Professore Giuseppe Maino, per i suoi indispensabili consigli, per le conoscenze trasmesse durante tutto il percorso di stesura dell'elaborato.

Ringrazio il Laboratorio degli Angeli. In particolare, i miei più sentiti ringraziamenti vanno alla Professoressa Camilla Roversi Monaco per avermi accolto nel suo laboratorio.

Vorrei esprimere la mia gratitudine soprattutto per il Professore Andrea Del Bianco, senza il suo aiuto questa ricerca non sarebbe stata possibile, ha saputo guidarmi, con suggerimenti pratici e nella stesura dell'elaborato.

Inoltre, ringrazio la Dott.ssa Violetta e la Dott.ssa Giada per avermi aiutato e sostenuto durante il mio stage.

Ultime, ma prima per importanza, le mie migliori amiche Lorena, Silvia e Patrizia, che desidero ringraziare con tutto il cuore per il loro immenso amore, l'immane sostegno, la pazienza e specialmente per aver creduto in me. Non siete solo le mie amiche ma anche la mia famiglia!!!

Grazie infinite a tutti voi!

