

Contesti storici, fabbricazione e degrado delle carte da lucido

Antonio Mirabile

Parigi. Restauratore di arte e documenti su carta, Unesco Expert

Nell'ambito dell'invenzione della trasparenza nella carta le prime radici sono da ricercare nelle carte impregnate di cera usate in Cina, già dal IX secolo, come supporto intermedio per realizzare una stampa partendo da un disegno o per rendere impermeabili gli ombrelli di carta. Un altro dato assolutamente importante è fornito dalle ricette medievali che descrivono come rendere trasparente una pergamena o una carta.

Gli inediti risultati di queste ricerche artigianali diventate industriali nel 1850, si consolidano nel supporto cartaceo conosciuto familiarmente con il nome di *carta da lucido* o più semplicemente di *carta lucida* o *lucido*¹ la cui caratteristica principale è la trasparenza parziale o la traslucidità, che rende possibile il passaggio e la trasmissione della luce e delle figurazioni disegnate o dipinte.

Il lucido, generalmente usato come supporto intermedio, studio preparatorio, tappa di creazione o, più raramente, come supporto definitivo di un'opera d'arte, permette di creare, studiare, copiare, trasferire e correggere un disegno, un'idea o un progetto.

L'uso del supporto traslucido ha coinvolto architetti, ingegneri, archeologi, geografi, gioiellieri, stilisti e artisti che hanno lasciato un patrimonio culturale abbondante, importante e specifico. Fondamentali per la conservazione di questo patrimonio sono l'identificazione dei vari tipi di lucidi e la diagnosi delle alterazioni, seguite da una serie di ragionevoli misure che permettano una limpida lettura e la tutela di questo patrimonio, spesso di prevalente uso funzionale, che va collocato in una logica multidisciplinare che implica una revisione dei trattamenti conservativi fino ad ora messi in opera. Si tratta di un patrimonio culturale la cui conservazione e la cui fruizione si inseriscono in un processo ancora poco definito e *in progress*, una sorta di limbo che potrebbe destrutturare la sua integrità e la sua originalità.

Le ragioni di queste esitazioni sono varie e vanno dallo *status* di questi documenti, spesso considerati come secondari, a causa della loro prima vocazione funzionale, ai materiali costitutivi del supporto e dalla grande quantità di documenti generati al trattamento subito della cellulosa² per ottenere la trasparenza.

1 I tre termini saranno usati come sinonimi.

2 La cellulosa è la struttura di base delle fibre estratte da vegetali. È un carboidrato, un composto cioè di carbonio, idrogeno e ossigeno.

INFORMAZIONI ESSENZIALI SULLA FABBRICAZIONE DELLA CARTA

L'attenzione accordata alle carte da lucido richiede una sintesi di base sulla fabbricazione della carta ricordando che la cellulosa per fabbricare la carta proviene sia da stracci e da cenci di cotone, lino e canapa sia dal legno. Quella derivata dal legno può essere classificata in tre grandi famiglie in cui lo scopo principale del processo di fabbricazione è l'estrazione della cellulosa e l'eliminazione della lignina³:

Pasta chimica⁴

Pasta semichimica e pasta chemimeccanica⁵

Pasta meccanica o pasta legno⁶

Le specifiche proprietà delle fibre di cellulosa, che le rendono particolarmente adatte per la formazione di un foglio di carta, sono: la flessibilità, la resistenza alla trazione, l'elasticità, la deformazione all'acqua e agli agenti chimici e la proprietà di accogliere collanti e resine. A queste proprietà è necessario aggiungere la capacità delle fibre di legarsi con le fibre adiacenti, grazie all'attrazione polare che si viene a determinare tra le molecole dell'acqua e i gruppi ossidrilici di cui è ricca la superficie della fibra. Man mano che l'acqua evapora, queste fibre si avvicinano sempre più, dando luogo alla formazione di legami idrogeno. Ne deriva che certe proprietà della carta sono largamente dipendenti dalla qualità delle fibre che la compongono. Le fibre vegetali sono costituite da quattro strati principali concentrici. Esse sono formate da una cavità centrale detta *lumen* attorno alla quale sono disposte le pareti cellulari concentriche indicate normalmente con S3 (strato interno della parete secondaria), S2 (strato mediano della parete secondaria), S1 (strato esterno della parete secondaria), P (primaria la più esterna); le cellule adiacenti sono cementate dalle sostanze intercellulari chiamate nel loro insieme lamella mediana, ricche di pectina e di lignina⁷.

3 La lignina è un gruppo di composti chimici appartenente al gruppo dei fenolici. Essa svolge in tutti i vegetali la funzione di legare e cementare tra loro le fibre per conferire ed esaltare la compattezza e la resistenza della pianta. Pertanto, i procedimenti di estrazione della cellulosa da un vegetale richiedono un attacco della lignina per disgregarne la molecola e allontanarne i frammenti mediante dissoluzione. Maggiore è la quantità di lignina minori sono le proprietà meccaniche della carta come flessibilità, resistenza alla trazione e elasticità.

4 L'utilizzo di reattivi chimici per l'estrazione della fibra dal contesto legnoso è il metodo più utilizzato poiché permette di agire in modo selettivo nei confronti di tutti i componenti del legno, in modo particolare della lignina, presente in tutte le aree cementanti delle fibre. L'azione selettiva di questi reattivi consente una marcata diminuzione della compattezza iniziale del legno, permettendo alle fibre di separarsi senza alcuna modificazione nella loro integrità fisica. Il contesto fibroso così ottenuto è definito normalmente come pasta chimica, in considerazione del processo di estrazione, o cellulosa, poiché la fibra ottenuta altro non è che la cellula originaria della pianta.

5 Quando al trattamento chimico fa seguito un processo che completa l'azione cominciata dal reattivo chimico. Definiremo "semichimiche" le paste ottenute con un trattamento chimico più aggressivo, mentre saranno definite "chemimeccaniche" quelle sottoposte a un trattamento chimico più blando. In genere, i reattivi impiegati in questo sistema sono gli stessi per l'estrazione chimica della cellulosa.

6 Questo tipo di fibre si ottiene, generalmente, con l'impiego esclusivo dell'energia meccanica, ma talvolta in abbinamento anche con l'energia termica. Dal processo scaturisce la denominazione di paste meccaniche, più comunemente dette pasta legno. Le rese che si ottengono da questo processo sono prossime al 100%, perché ben poco è scartato dalla pianta trattata. Il processo meccanico non modifica la composizione chimica del legno, per cui la natura della fibra ottenuta non differisce dalle caratteristiche della pianta originale. La superficie della fibra sarà ricoperta dalla lignina e quindi non adatta a creare quei legami chimici con le superfici fibrose adiacenti come invece avviene per la cellulosa. Inoltre, le fibre mantengono la loro rigidità con conseguenti scarsi valori nelle resistenze meccaniche.

7 L. Campanella et al., *Chimica per l'arte, Materiali cellulostici e le loro materie prime*, Bologna, Zanichelli, 2007, cap. 7, pp. 411-429.

Le caratteristiche più importanti sono ovviamente la lunghezza della fibra e il suo spessore parietale. La lunghezza della fibra influisce principalmente per il maggior numero di contatti interfibrili i quali, intersecandosi maggiormente tra loro, determinano una maggior robustezza della struttura interna del foglio.

Le fibre con parete cellulare di spessore maggiore sono quelle originate da legni ad alta densità basale, mentre quelli con valori inferiori danno luogo a fibre con una parete cellulare minuta. Il foglio cui daranno origine le prime, avrà alto volume, alta opacità e buona resistenza alla lacerazione ma scarsa resistenza alla trazione; per le seconde, il foglio ottenuto sarà più legato, meno poroso e più trasparente e dotato di una maggior resistenza alla trazione.

TRASPARENTE O TRASLUCIDO?

Cennino Cennini nel *Libro dell'arte*⁸ tratta la preparazione della carta lucida in quattro capitoli (XXIII-XXVI), con delle ricette che consigliano come ottenere un supporto lucido partendo da pergamena o da carta bambagina⁹. Il termine usato da Cennino Cennini è di carta lucida, rimasto poi in uso nel linguaggio italiano fino a oggi pur assumendo delle varianti come *carta da lucido* o *lucido*.

Artisti come Luis Carrogis detto Carmontelle¹⁰ o Giuseppe Pellizza da Volpedo, nei loro rapporti con i fornitori¹¹ o nei loro trattati, parlano chiaramente di carte *trasparenti*, utilizzando un termine che è poi stato anche adottato in alcuni articoli che trattano di conservazione e restauro di questa tipologia di supporto cartaceo.

È opportuno rammentare che nel campo dell'ottica¹² la trasparenza è la proprietà fisica che permette alla luce di passare attraverso un materiale, mentre la traslucenza (anche definita traslucidità) permette alla luce di passarvi attraverso in modo diffuso. Quando la luce incontra un materiale come la carta avvengono dei fenomeni che possono essere di riflessione, di trasmissione, di assorbimento, di rifrazione e di diffrazione.

La trasparenza o traslucidità della carta dipende dalla quantità di luce che riesce ad attraversare il supporto e dall'assenza relativa di assorbimento, di diffusione e di riflessione. Il solo tema della trasparenza richiede che l'indice di rifrazione debba essere il più basso possibile. Si consideri, per esempio, un raggio luminoso che viaggia attraverso un mezzo trasparente come l'aria: quando sul suo cammino incontra un nuovo mezzo trasparente, come l'acqua o il vetro, nel passaggio dall'uno all'altro mezzo il raggio subisce una deviazione abbastanza netta. Si dice in tal caso che il raggio viene rifratto. Più l'indice di rifrazione è vicino a quello dell'aria più il materiale è trasparente¹³. Un materiale è trasparente

8 Cennino Cennini, *Il libro dell'arte o Trattato della Pittura*, Felice Le Monnier, Firenze 1859, pp 14-16.

9 Charta Bambagina è quella la cui cellulosa è stata ricavata partendo da cenci e stracci di lino, cotone e canapa di colore bianco.

10 Carmontelle, *Mémoire sur les tableaux transparents du citoyen Carmontelle l'an III^e de la liberté*, 1794-1795, autographes, carton 8, fonds Doucet, Bibliothèque d'Art et d'Archéologie, Paris.

11 Informazione trasmessa da Aurora Scotti durante il convegno *Carte lucide e Carte trasparenti nella pratica artistica tra Otto e Novecento: uso, conservazione e restauro*, Tortona, 3-4 Ottobre 2014.

12 L'ottica è la branca dell'elettromagnetismo che descrive il comportamento e la proprietà della luce e l'interazione di questa con la materia.

13 La trasparenza della carta è definita dalle norme: TAPPI T522 OM-1985 transparency of paper, ISO 2471:2008

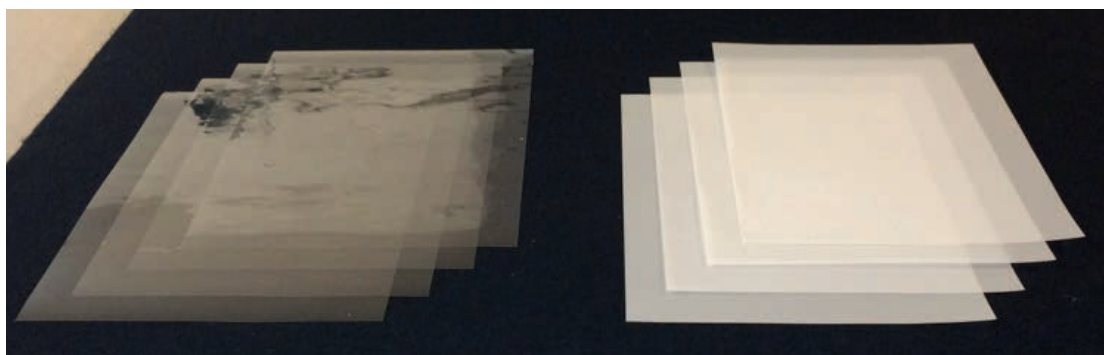


fig. 1 - Evidenti dissomiglianze tra un supporto trasparente come il poliestere puro a 100% senza rivestimenti (a sinistra) e traslucido come la carta da lucido naturale (a destra). Crediti fotografici: © Antonio Mirabile.

quando: non riflette, non assorbe, limita al massimo le rifrazioni e trasmette la luce senza diffusione (fig. 1).

Da tutto questo si ricava che la trasparenza, come l'opacità del resto, sono due unità misurabili da varie norme tecniche e che il passaggio della luce attraverso una carta traslucida e un supporto totalmente trasparente non è identico; ci sono delle manifeste disuguaglianze tra il vetro, il Perspex®, il poliestere puro, l'acetato di cellulosa e la carta da lucido il cui passaggio della luce è diminuito dalle fibre di cellulosa bianche e le cui immagini sono trasmesse solo in caso di contatto diretto tra il lucido e il tracciato da copiare, come descrive perfettamente Cennino Cennini, quasi per dare maggior forza al ragionamento “...*E per avere bene i contorni, o di carta o di tavola o di muro, che proprio la vogli tor su, metti questa carta lucida in su la figura, o vero disegno, attaccata gentilmente in quattro canti con un poco di cera rossa o verde. Di subito per lo lustro della carta lucida trasparrà la figura, o ver disegno, di sotto, in forma e modo che l'vedi chiaro. Allora toglì o penna temperata ben sottile, o pennel sottile di vaio sottile; e con inchiostro puoi andare ricercando i contorni e le stremità del disegno di sotto...*”¹⁴

Substance	Density	Humidity	Roughness	Translucent	Tensile strength (mD)	Surface alkall pH
ISO 536 (g/m ²)	(kg/m ²)	ISO 287 (%)	ISO 8791-2 (ml/min)	ISO 2469 (%)	ISO 1974 (mN)	ISO 6588 (pH)
42	1,200±1,235	7	100-300	79+/-5	220-440	6-7
53	1,200±1,235	7	100-300	77+/-5	220-440	6-7
63	1,220±1,250	7	100-300	75+/-5	220-440	6-7
73	1,220±1,250	7,5	100-300	75+/-5	220-440	6-7
83	1,220±1,250	7,5	100-300	75+/-5	220-440	6-7
93	1,220±1,250	7,5	100-300	75+/-5	220-440	6-7
100	1,220±1,250	7,5	100-300	75+/-5	220-440	6-7
112	1,220±1,250	8	100-300	73+/-5	220-440	6-7
130	1,220±1,250	8	100-300	69+/-5	220-440	6-7
150	1,220±1,250	8	100-300	65+/-5	220-440	6-7
160	1,220±1,250	8	100-300	61+/-5	220-440	6-7
170	1,220±1,250	8	100-300	59+/-5	220-440	6-7
190	1,220±1,250	8	100-300	55+/-5	220-440	6-7
200	1,220±1,250	8	100-300	53+/-5	220-440	6-7
240	1,220±1,250	8	100-300	47+/-5	220-440	6-7
280	1,220±1,250	8	100-300	45+/-5	220-440	6-7

fig. 2 - Norme che definiscono le caratteristiche delle carte da lucido, notare come la “translucency” (traslucenza) vada dal 45 al 79% in funzione del peso e dello spessore della carta. Fonte: http://en.wikipedia.org/wiki/Tracing_paper

14 Cennino Cennini, *op. cit.*, Firenze 1859, p 14.

Del tutto condivisibile è che sia possibile misurare la trasparenza di un supporto; la figura 2 ci conferma quale debba essere la quantità di luce che deve attraversare un supporto cartaceo per essere definito traslucido. L'evidenza dei fatti riconosce che il termine di traslucido, preso come estensione di lucido, sembra essere più appropriato per definire le carte da lucido, evidenza consolidata anche da un uso abbastanza diffuso in ambiti professionali (cartiere, architettura, disegno tecnico in generale).

La descrizione di Cennino Cennini ci sottolinea l'uso originario della carta da lucido, usata generalmente come supporto intermedio, studio preparatorio, tappa di creazione che permette di copiare, trasferire e correggere un disegno, un'idea o un progetto. Peraltro artisti come Carmontelle (fig. 4), Mario Merz, Robert Longo, Sandra Vázquez de la Horra (fig. 5), Huang Yong Ping, tra tanti altri, l'hanno poi scelto come supporto definitivo d'opere d'arte originali ed autonome.

FABBRICAZIONE E TIPOLOGIE DI CARTE DA LUCIDO

I fattori importanti per il passaggio della luce attraverso un foglio di carta sono vari; citiamo ad esempio:

Lo spessore della carta (fig. 3)

La natura¹⁵, dimensione e spessore delle fibre di cellulosa

La presenza o l'assenza di: collatura, aria tra le fibre, sostanze di carica come il caolino o il carbonato di calcio, additivi, materiali d'impregnazione e tecniche artistiche

Il trattamento meccanico della cellulosa

Le condizioni di formazione, d'asciugatura e di pressatura del foglio di carta

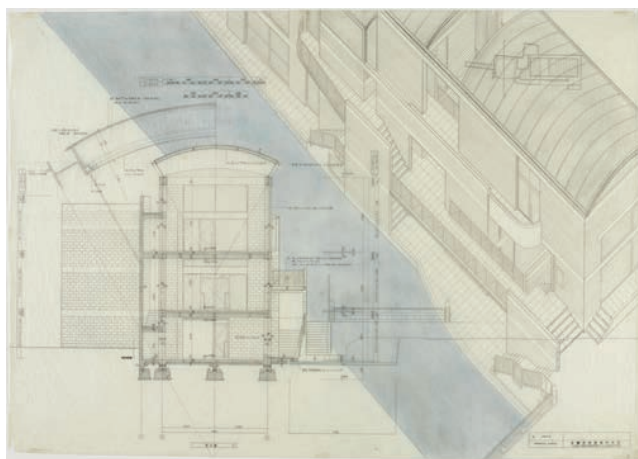


fig. 3 - Il disegno di Tadao Ando è stato realizzato su carta giapponese molto sottile che permette il passaggio della luce grazie allo spessore ed all'assenza di sostanze di riempimento che avrebbero reso il foglio opaco. Tadao ANDO, *Time's I et II*, 1984, Studio della facciata, sezione e assonometria, matite colorate e grafite su carta giapponese, 59,2 x 83,9 cm, Inv. : AM 1993-1-995, © Centre Pompidou, MNAM-CCI/Philippe Migeat/Dist. RMN-GP © Tadao Ando



fig. 4 - Louis Carrogis detto Carmontelle, *Les quatre saisons*, acquerello, tempera, inchiostro e matita nera su carta impregnata. 51 x 4200 cm, Inv. 82.42.1, Musée de l'Île de France, Sceaux. Le analisi scientifiche hanno messo in evidenza la presenza di olio di lino e di bianco d'uovo per migliorare la trasmissione della luce nel supporto del disegno che è stato realizzato per essere esposto retroilluminato. © Foto R. Guinée.



fig. 5 - Processo d'impregnazione con cera bollente dei disegni di Sandra Vázquez de la Horra.

15 Si sa per esempio che la cellulosa derivata dalle conifere è meno opaca della cellulosa di latifoglie.

La norma ISO 4046 definisce in inglese e in francese le carte, i cartoni e le polpe cellulose e termini connessi¹⁶. La norma precisa la terminologia esatta, in aggiunta alla funzione cui il supporto è destinato, da adottare per la classificazione delle carte da lucido.

È assai probabile che esistano delle differenze semantiche tra i vari paesi, dovute alla storia di questi supporti, ai contesti storici in cui si sono sviluppati e all'uso cui essi erano destinati. Per questo la classificazione che segue considera da un lato la realtà internazionale, che consente d'inserire la terminologia in un contesto più ampio, e dall'altro riprende o incrementa una terminologia italiana poco definita e con delle modulazioni espressive che non coincidono con il passaggio storico e con l'utilizzo peculiare del supporto.

La classificazione riprende un ordine cronologico che ha come riferimento l'apparizione dei supporti nella storia e nell'industria cartaria.

CARTA DA LUCIDO IMPREGNATA

Questa categoria include una grande varietà di carte, destinate a usi quasi esclusivamente artistici ma il cui principio per ottenere la traslucidità è basato sullo stesso processo realizzato in due tempi: la fabbricazione del foglio di carta e, in seguito, l'impregnazione del medesimo con un prodotto a base di olio vegetale o animale, resina o cera.

Questo tipo di trattamento della carta per renderla traslucida era già conosciuto fin dal Medioevo; un grande numero di articoli e trattati forniscono nomi di prodotti e materiali usati per trasformare un supporto cartaceo normale in un supporto traslucido, il più menzionato è sicuramente l'olio di lino¹⁷ seguito dall'olio di noci¹⁸ e di nocciole, altre fonti indicano vernici tipo damar, colofonia o gomma arabica, altri ancora propongono delle cere (fig. 4) diluite o dei miscugli olio-resina o di litargirio¹⁹, una delle forme minerali naturali dell'ossido di piombo, usato probabilmente per accelerare l'essiccazione.

Le operazioni d'impregnazione si effettuano sia artigianalmente che industrialmente, per immersione o per rivestimento. Il meccanismo è molto semplice: si usano olii, sostanze grasse, resine che hanno un indice di rifrazione simile a quello della cellulosa. La sostanza riempie gli spazi tra le fibre di cellulosa, si trasforma in gel grazie ad un processo di ossidazione che permette la polimerizzazione delle molecole e forma una pellicola che modifica l'indice di rifrazione della cellulosa e la rende trasparente (figg. 4 e 5)²⁰.

La carta da lucido impregnata è ancora oggi fabbricata industrialmente e almeno in parte si basa ancora sull'uso di olii vegetali, ma usa anche molti altri materiali sintetici come le resine cellulose, i poliesteri, i copolimeri acrilici, a volte anche mescolati con dei plastificanti o degli olii naturali, frequentemente associati ad altre materie che migliorano l'attitudine della carta a ricevere interventi con tecniche artistiche innovative o ne aumentano la resistenza all'abrasione.

Un'analisi realizzata su un campione di carta da lucido impregnata proveniente da un disegno degli anni '60 di Le Corbusier (Charles-Édouard Jeanneret-Gris) ha messo in evidenza la pre-

16 Traduzione di: Paper, board, pulps and related terms.

17 P. Anderson, *Transparent paper: an examination of its use through the centuries with close investigation of a collection of early centuries tracings*, History of art department, 1990, Yale College, pp. 1-47.

18 P. Anderson, *Transparent paper: an examination of its use through the centuries with close investigation of a collection of early centuries tracings*, History of art department, 1990, Yale College, pp. 1-47.

19 Anonimo, *Papier à calquer*, in "Bulletin général de la papeterie", 1987.

20 C. Benoit, G. Lagardère, A. Mirabile, *Les quatre saisons de Carmontelle. Restauration d'un transparent du musée de l'Île de France à Sceaux*, in "Techné", n° 22, 2005, pp. 70-73.

senza di olio di lino identificato grazie all'esistenza di picchi cromatografici (figg. 6 e 7)²¹ dovuti ad acidi grassi: acido palmitico, acido stearico e acido dicarbossilico azelaico, la cui concentrazione non varia sostanzialmente nel tempo, mescolato con resina diterpenica, identificata poi come colofonia, che è una resina vegetale trasparente, residuo della distillazione della trementina della famiglia delle *Pinacee*.

A parte l'uso per sostituire il vetro²² o come filtro per la luce, le carte da lucido impregnate sono state usate in ambito quasi esclusivamente artistico: per copiare stampe, incisioni e opere d'arte, per disegnare e progettare navi e case, e per realizzare delle pitture trasparenti (fig. 5) da retroilluminare per accentuarne la trasparenza²³.

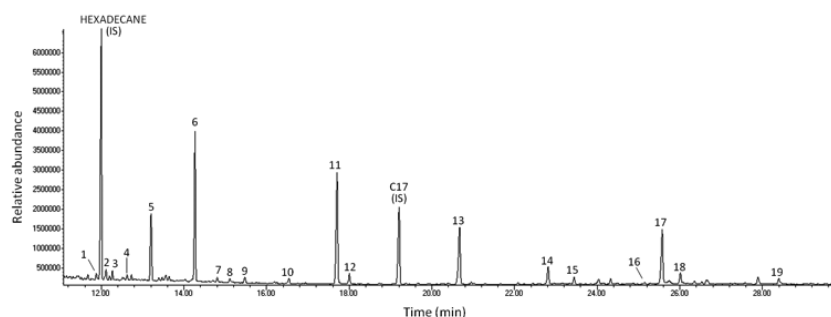


fig. 6 - Il tracciato GC/MS ha messo in evidenza la presenza di acido azelaico, palmitico e stearico (picchi 6, 11 e 13) e di acido deidroabietico e ossideidroabietico (picchi 14 e 17). La presenza di questi acidi confermano la presenza di olio di lino e di una resina diterpenica.

Numero picco	Composto
1	Acido idrossiglutarico (OHC5 D)
2	Acido pimelico (C7 D)
3	Acido idrossiottanoico (OHC8)
4	Acido laurico (C12)
5	Acido suberico (C8 D)
6	Acido azelaico (C9 D9)
7	Acido miristico (C14)
8	Acido idrossisubarico (OHC8 D)
9	Acido sebacoico (C 10 D)
10	Acido idrossiazelaico (OHC9 D)
11	Acido palmitico (C16)
12	Acido idrossisebacico (OH10 D)
13	Acido stearico (C18)
14	Acido deidroabietico
15	Acido eicosanoico (C20)
16	Acido didrossiottadecanoico (9,10OHC18)
17	Acido ossideidroabietico
18	Acido docosanoico (C22)
19	Acido tetracosanoico (C24)

fig. 7 - Lista degli acidi presenti nel campione di Le Corbusier analizzato.

21 Indagini scientifiche realizzate da Patrizia Moretti, Federica Presciutti, Noemi Mancinelli, Laura Cartechini, Antonio Sgamellotti e Costanza Miliani al Dipartimento di Chimica, Biologia e Biotecnologie, Università degli Studi di Perugia.

22 Cennino Cennini, *op. cit.*, p. 14.

23 A. Mirabile, *La restauration du transparent*, in *Les quatre saisons de Carmontelle. Divertissement et illusions au siècle des Lumières*, Catalogo dell'esposizione, Somogy, Paris, 2008, pp. 34-41.

CARTA DA LUCIDO SOLFORIZZATA O PERGAMENA VEGETALE

La norma ISO 4046 definisce i lucidi solforizzati come “*Carta che è stata modificata dall’azione dell’acido solforico. Questo trattamento dà alla carta una struttura continua, aumenta la durezza della superficie e le conferisce un’alta resistenza alla penetrazione dei liquidi organici in generale e delle materie grasse in particolare. Questa struttura rende la carta resistente al disgregamento in acqua, anche bollente*”.

L’arrivo della carta da lucido resa trasparente con un’immersione nell’acido solforico s’inserisce in un contesto storico ben preciso creatosi intorno all’industria della cellulosa del XIX secolo ed alla ricerca di un sostituto alla polvere da sparo. Nel 1832 il francese Henri Braconnot²⁴ scopriva che l’acido nitrico, combinato con amido o fibre di legno, produceva un materiale leggero, combustibile ed esplosivo a cui dava il nome di *xyloidine*²⁵ che altri chiameranno poi *pyroxiline*²⁶. J. Verne nel suo romanzo *Dalla terra alla luna* ne propone l’uso per sparare la sua capsula verso la luna e ne indicò le modalità di preparazione: “*essa viene preparata mettendo il cotone per 15 minuti in acido nitrico, lavandolo poi bene in acqua e facendolo asciugare*”.

Il passo decisivo venne fatto da Christian Friedrich Schönbein che nel 1845 scopre il *cotone fulminante*.²⁷ Sperimentando la reazione tra l’acido nitrico e l’acido solforico con ogni sorta di prodotti organici tra cui la cellulosa, Schönbein cercava un sostituto alla polvere da sparo ma vide che facendo reagire la miscela di acidi sulla carta essa diventava traslucida e impermeabile e, colpendola con un martello su un incudine, esplodeva senza infiammarsi; questi esperimenti diedero poi origine ad un altro materiale trasparente: il nitrato di cellulosa.

Schönbein si accorse presto che la speranza di usare il cotone fulminante come surrogato della polvere da sparo era vana in quanto il suo rendimento era troppo incostante, e cercò di correggere il difetto della variabilità di rendimento sciogliendo il cotone fulminante in modo da renderlo omogeneo: vi riuscì immergendolo in una miscela di alcool ed etere; ottenne però solo il collodio che non era più esplosivo, ma che spalancò la strada alla seta artificiale (bellissima a vedersi, ma che aveva il piccolo difetto di trasformare chi la indossava in una torcia umana alla minima scintilla o fiamma!).

Gli esperimenti fatti sulla reazione tra cellulosa e acido solforico incuriosirono due chimici, Poumarède e Figuier, che nel 1846 presentarono all’Accademia delle scienze a Parigi una materia derivata della cellulosa chiamata *Papyrine* che avrebbe avuto le caratteristiche fisiche di una membrana animale. Nasce così la pergamena vegetale sinonimo di carta da lucido solforizzata.

L’immersione nell’acido solforico fa rigonfiare le fibre di cellulosa all’interno del foglio e ne discioglie lo strato esterno che, per idrolisi, diventa una sostanza gelatinosa, compatta e con pochissimi spazi tra le fibre.

Poiché la carta da lucido solforizzata si era sviluppata contemporaneamente alla nascita della carta industriale, esistono dei tipi di carta da lucido ottenuti partendo da carte fatte a base di stracci di cotone o di lino e carte da lucido fabbricate con carte industriali, com’è il

24 H. Braconnot, *Mémoire sur la conversion des corps ligneux en gomme, en sucre et en acide d’une nature particulière par le moyen de l’acide sulfurique*, in « *Annales de chimie et de physique* », 1819, 12.

25 Materiale combustibile « simile al legno » ottenuto facendo reagire il nitrato di cellulosa con la fecola di patate.

26 Derivato del nitrato di cellulosa altamente infiammabile, anche usato come plastificante.

27 C.F. Schönbein, *Lettre de M. Schönbein à M. Dumas, Sur le coton fulminant*, *Compte rendu de l’Académie des Sciences*, Paris, 1846, 23, p. 678.

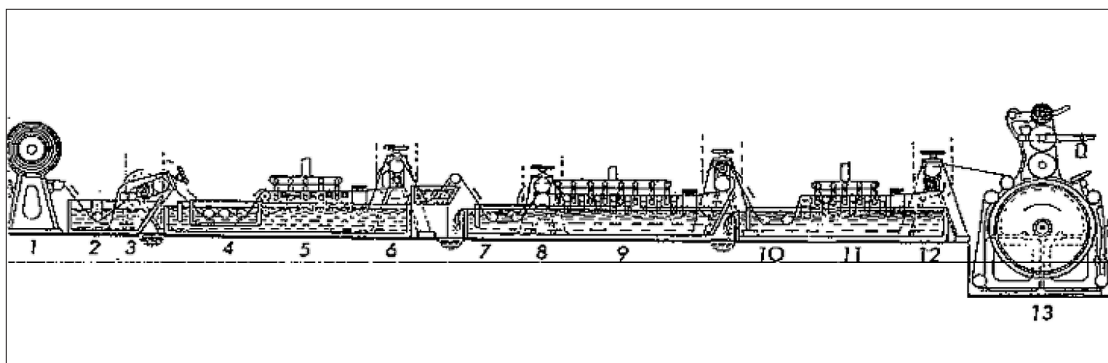


fig. 8 - La macchina detta di Fritsch, il cui brevetto risale al 1884. I numeri da 1 a 13 indicano le varie fasi del trattamento della trasparenza: 1 Bobina di carta prima del trattamento; 2 -Immersione nell'acido solforico (1 a 2 secondi 70% a 10°C); 3 Eliminazione dell'eccesso di acido; 4 - 5 - 6 Risciacquo con acqua; 7 Neutralizzazione con acqua e ammoniacale al 3% o con carbonato di ammonio; 8 - 9 - 10 - 11 Risciacqui con acqua; 12 Calandra; 13 Bobina riscaldata per l'asciugatura

caso attualmente di supporti cartacei fabbricati partendo da polpe di cellulosa chimiche e sbiancate. In entrambi i casi la fabbricazione si fa in due tempi: la preparazione del foglio di carta è seguito dal trattamento della trasparenza realizzato con un'immersione nell'acido solforico con i successivi risciacqui e trattamenti alcalini per neutralizzare gli effetti estremamente corrosivi dell'acido solforico (fig. 8).

Lo stesso effetto si può ottenere con un trattamento a base di cloruro di zinco.

Durante il processo la carta si restringe di circa il 10%, lo spessore diminuisce del 30% e la densità aumenta almeno del 30%. Il supporto così ottenuto è traslucido, può avere vari spessori, è molto resistente all'umidità, presenta una buona impermeabilità ai gas e alle materie grasse e ha delle proprietà antiaderenti (qualità che spiega la difficoltà che si ha nel consolidare o risarcire questo tipo di supporto con gli adesivi normalmente usati nel restauro del materiale cartaceo).

L'uso principale della carta solforizzata è nell'industria alimentare; essendo impermeabile alle materie grasse e all'acqua è usata per imballare o isolare alimenti e, grazie alle sue proprietà dielettriche, è usata anche come isolante elettrico o l'imballaggio della dinamite.

Questo tipo di supporto, adatto per le tecniche artistiche contemporanee comprensive delle tecniche a stampa, ha avuto un uso diffuso nell'ambito della scrittura e del disegno, in particolare per i documenti ufficiali e di valore come diplomi, titoli di società, contratti, atti di proprietà. Considerato solido e trasparente è molto usato in architettura, per disegni tecnici e d'uso progettuale che devono essere manipolati varie volte per esigenze di cantiere e che possono essere riprodotti attraverso il tiraggio eliografico.

CARTA DA LUCIDO NATURALE

Le norme ISO²⁸ 9961:1992 e ISO 4046 definiscono la carta da lucido naturale come *“Carta da disegno, resa traslucida da un trattamento meccanico realizzato durante il processo di*

28 L'Organizzazione internazionale per la normativa, detta comunemente ISO, è la più nota organizzazione internazionale per la definizione di normative relative alla gestione e la certificazione di qualità. Partecipano all'ISO, gli enti di 162 Stati. L'Italia ne è membro attraverso la rappresentanza dell'UNI (Ente Nazionale Italiano di Unificazione).

fabbricazione, sulla quale si può scrivere con dell'inchiostro e/o con una matita".

Gli studi condotti da Robert Emmel²⁹, cominciati nel 1878 e pubblicati poi nel 1914, sulla fabbricazione della carta con una cellulosa sottoposta ad una raffinazione molto prolungata mostrarono degli ottimi risultati creando le basi per la fabbricazione industriale della carta da lucido naturale che, se si prende come riferimento il mondo dei brevetti, risale agli anni 1920 anche se vari trattati attestano che molti cartai erano da tempo capaci di rendere una carta traslucida grazie all'uso del solo trattamento meccanico delle fibre di cellulosa. La Maison Montgolfier, per esempio, propone in un suo catalogo del 1877 un "rotolo di carta per calcare" anche se nessuna informazione tecnica precisa la natura del materiale.

La carta da lucido naturale è una carta di buona qualità, fabbricata principalmente da una pasta di cellulosa detta al solfito³⁰. L'impasto è sottoposto ad una raffinazione molto prolungata in modo tale da produrre una pasta di cellulosa sfibrillata, la raffinazione modifica la superficie delle fibre e la loro plasticità aumentando le loro possibilità di contatto, permettendo all'acqua di fissarsi sugli elementi delle fibre gelatinizzandole e aumentando le zone di legame tra loro con l'instaurarsi di numerosi legami idrogeno³¹.

Si ottiene, così, una struttura fibrosa più compatta con minori spazi d'aria a vantaggio della trasparenza, incrementata dall'assenza totale di sostanze di carica (fig. 9)³² e di riempimento o di altri additivi e da un incollaggio leggero, aggiunto all'impasto o applicato in superficie, a base di gelatina, colofonia o amido. Il foglio è poi pressato facendolo passare tra due cilindri riscaldati che lo rifiniscono e rendono più compatto l'aspetto fibroso della cellulosa. Questo tipo di supporto, è stato usato ed è tuttora utilizzato, quasi esclusivamente come supporto di disegni artistici e tecnici e costituisce uno dei supporti che maggiormente si trova nelle collezioni pubbliche.

CARTA DA LUCIDO DI TIPO CRISTAL E GREASEPROOF O INGRASSABILE³³

La carta Cristal è definita dalla norma ISO 4046 "*Carta fabbricata da pasta chimica ottenuta da un'intensa umidificazione e una forte calandratura³⁴, di qualità grease proof. I suoi due lati sono lisci e lucidi e presentano un'alta resistenza al passaggio degli olii e delle materie grasse. È naturalmente traslucida ma può essere colorata o resa opaca nell'impasto*".

La carta Greaseproof è definita dalla norma ISO 4046 "*Carta senza pasta meccanica che comporta un'elevata resistenza alla penetrazione dei grassi e delle materie grasse, acquisita grazie ad un prolungato trattamento meccanico durante la preparazione dell'impasto*".

Le prime industrie che fabbricano le carte simil-solforizzate datano del 1894 in Svezia, gli scandinavi continuarono ad installare altre macchine in Norvegia e Finlandia e furono detentori del brevetto di questo tipo di supporto fino alla metà del XX secolo.

29 R. Emmel, *Pergamentersatzpapiers*, in "Papier Zeitung" 39, 1914.

30 Il processo al solfito è un processo per estrarre chimicamente la cellulosa dal legno.

31 C. Laroque, *Les papiers transparents dans les collections patrimoniales: composition, fabrication, dégradation, conservation*, Paris, 2002, pp. 43-47.

32 Indagini scientifiche realizzate da Patrizia Moretti, Federica Presciutti, Noemi Mancinelli, Laura Cartechini, Antonio Sgamellotti e Costanza Miliani al Dipartimento di Chimica, Biologia e Biotecnologie, Università degli Studi di Perugia.

33 I termini di ingrassabile e grease proof sono usati nell'industria della carta per identificare le carte resistenti alla penetrazione delle materie grasse.

34 Operazione realizzata con una calandra: macchina industriale costituita da cilindri rotanti a contatto, attraverso i quali si fanno passare i materiali da lavorare, perlopiù carta o tessuto.

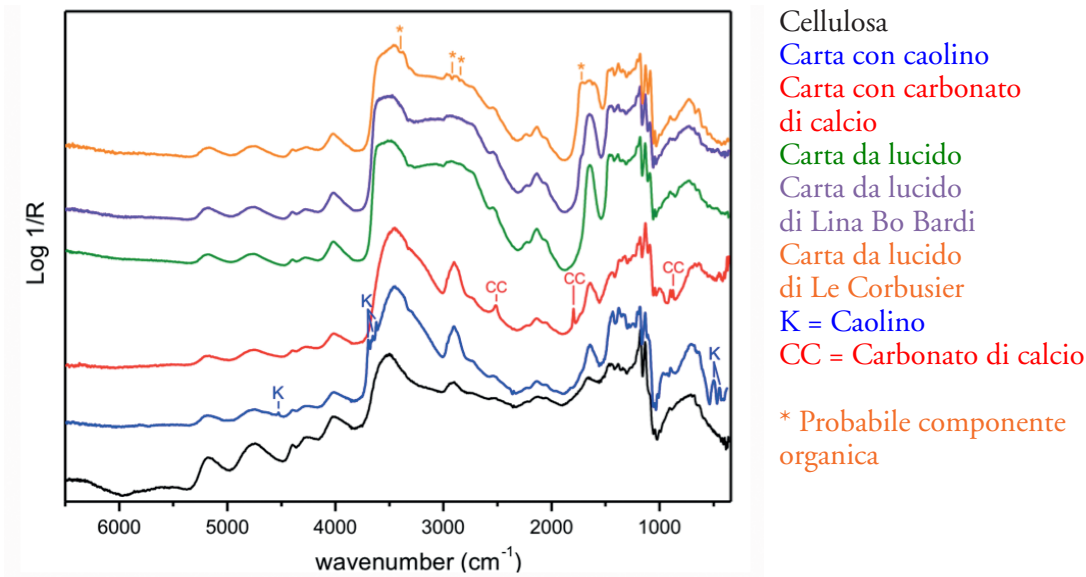


fig. 9 - Spettri IR (Infra Red) in riflessione di vari campioni di carta tra cui uno proveniente da un disegno di Lina Bo Bardi e uno proveniente da un disegno di Le Corbusier. Lo spettro viola identico a quello verde mostra una totale assenza di segnali di caolino o carbonato di calcio, indicando chiaramente che il supporto è una carta da lucido naturale. Lo spettro arancione mette in evidenza la presenza di componenti organiche tipiche dei lucidi impregnati di olio e/o resina. Gli spettri blu e rosso sono stati acquisiti da carte normali le cui sostanze di riempimento sono rispettivamente il caolino (K) e il carbonato di calcio (CC).

Claude Laroque³⁵ cataloga le carte da lucido di tipo greaseproof nella categoria delle carte da lucido simil-solforizzate³⁶, realizzate con un impasto di cellulosa ingrassabile ed il cui processo di produzione è simile alle carte Cristal anche se poi l'uso di questo tipo di carte abbraccia dei campi così vasti da richiedere una trattazione ripartita all'interno di norme differenti.

La trasparenza delle carte cristal e greaseproof è ottenuta mediante una raffinazione dell'impasto molto intenso che conduce all'accorciamento delle fibre e ad una cellulosa grassa, idratata e fibrillata. I cartai considerano gli impasti al bisolfito sbiancato³⁷ come il migliore impasto per produrre le carte simil-solforizzate. Le condizioni di raffinazione sono simili per le due carte, la differenza finale consiste nella calandratura. Nei due casi la pasta è abbastanza raffinata ma in misura minore rispetto alla carta da lucido naturale.

Alcune resine sono a volte aggiunte all'impasto per aumentare la stabilità all'umidità.

La carta cristal è molto calandrata con cilindri caldi, il foglio è però bagnato prima per rendere la carta più plastica; il processo finale integra anche un trattamento della superficie con glicerina, sciroppo di mais o resine sintetiche che agiscono come dei plastificanti sulla superficie della carta.

Le carte simil-solforizzate sono molto usate nell'imballaggio dell'industria alimentare, la

35 C. Laroque, *History and analysis of transparent papers*, in "The paper conservator", 28, 2004, pp. 17-32.

36 Terminologia già usata da C.M. Connor, *The manufacture of glassine and greaseproof papers*, in "Paper trade journal", 1949, pp. 34-35.

37 Il processo al solfito è un processo per estrarre chimicamente la cellulosa dal legno. Rispetto al processo Kraft che si svolge in ambiente fortemente alcalino, il processo al solfito è caratterizzato da maggiore flessibilità. Il processo al solfito viene condotto a pH variabile e consente la produzione di molti tipi di pasta adatti ad un vasto spettro di applicazioni.

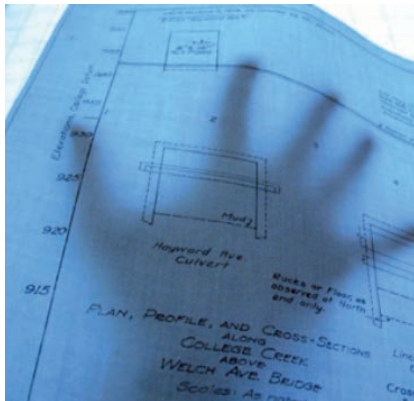


fig. 10 - Un disegno d'architettura realizzato su tracing cloth o tela inamidata.
© Centre Pompidou, MNAM-CCI/Philippe Migeat/Dist. RMN-GP

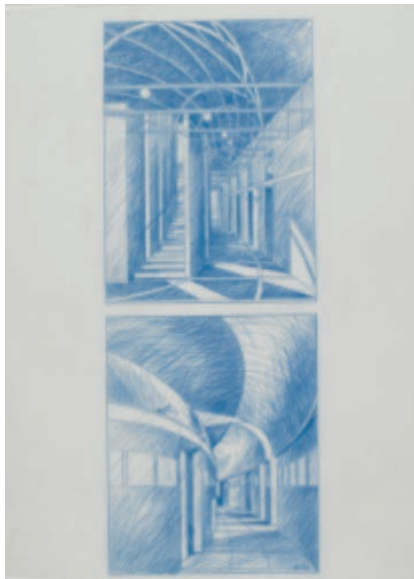


fig. 11 - Disegno realizzato su un foglio di poliestere del Gruppo G.R.A.U., Progetto di ricostruzione della piazza del Municipio, San Gregorio Magno, 1981-1985 Casa Municipale 1981
Matita blu su foglio di poliestere
44,5 x 40 cm , Inv. : AM 2010-2-141
© G.R.A.U./ R.Mariotti

carta cristal è anche destinata all'imballaggio particolarmente degli articoli di lusso come i profumi, anche se è stata poi sostituita dal cellofane più sottile e trasparente. Ma non è escluso che questi supporti siano stati utilizzati nel campo delle belle arti³⁸.

ALTRI SUPPORTI TRASLUCIDI

Altri due supporti traslucidi meritano di essere citati poiché, pur non essendo a base di materiale cartaceo, sono ugualmente stati usati nell'ambito dei disegni artistici o funzionali:

Tracing cloth o tela inamidata

L'uso della tela, di lino o di cotone molto puro, inamidata comincia nel 1850³⁹. È composta da una tela con un'importante collatura a base di colla d'amido, a volte addizionata di pyroxyline e di un leggero colorante azzurro per migliorare la chiarezza delle copie eliografiche e favorire il passaggio della luce (fig. 10). Il supporto, che subisce nella fase finale della fabbricazione una calandratura molto forte, è resistente, traslucido, brillante e riceve molto bene le tecniche artistiche come matita, inchiostro e acquerello, inoltre la struttura della tela non si deforma durante il passaggio nei sistemi di copia eliografica, facendone un supporto di predilezione delle aziende e delle compagnie commerciali che l'hanno usata come copia definitiva da conservare nei propri archivi. A causa dei rilevanti costi di produzione, l'uso di questo supporto cominciò a declinare verso il 1930 fino a scomparire verso il 1970, sostituito dai supporti sintetici a base di materie plastiche in foglio.

Poliestere e altri materiali plastici in foglio

I supporti sintetici traslucidi cominciarono ad apparire verso il 1940 quando gli architetti e gli ingegneri cominciarono a sperimentare i supporti a base di acetato e di nitrato di cellulosa rivestiti da varie sostanze adatti a ricevere i prodotti delle tecniche artistiche moderne. L'uso di supporti sintetici si diffuse ulteriormente dal 1950, con l'introduzione del poliestere rivestito di varie sostanze tra cui il lattice, il cui scopo era di trasformare il supporto da trasparente in traslucido e per permettergli di ricevere una tecnica artistica; alcuni poi subivano dei rivestimenti atti a diminuire l'elettricità statica⁴⁰ tipica di alcune materie plastiche. L'artista Mario Merz usò per alcuni disegni un supporto di questo tipo chiamato impropriamente Folex® che è in realtà il nome della marca che fabbrica questo tipo di poliestere traslucido.

38 Sarebbe interessante identificare su che tipo di carta da lucido sono stati realizzati i disegni di Pellizza da Volpedo, legati ad opere come *Sul Fienile* (1893) e *Quarto Stato* (1898-1901), il loro aspetto, traslucido, levigato e un po' lucente, sembrerebbe indicare una carta da lucido di tipo simili-solforizzata la cui produzione industriale comincia nel 1894 (per i riferimenti a queste carte trasparenti cfr. le relazioni di Sara Micheli e Aurora Scotti).

39 L. O. Price, *The History and Identification of Photo-Reproductive Processes Used for Architectural Drawings Prior to 1930*, in "Topics in Photographic Preservation" (American Institute for Conservation/ Photographic Materials Group) 5 (1995), pp. 41-49.

40 Antistatic coated polyester film, standard US 4214035 A.

ALTERAZIONI

La carta da lucido si degrada seguendo tutti i fattori d'alterazione tipici della carta, tra i quali è importanti ricordare:

L'ambiente in cui le opere sono conservate e/o esposte con i relativi parametri di temperatura, umidità relativa, qualità dell'aria ed esposizione alla luce

La contaminazione dovuta a materiali instabili

Le infestazioni biologiche

La natura e la qualità delle fibre

Il modo in cui l'impasto di cellulosa è stato trattato

La natura della collatura

La presenza di altri materiali come additivi, azzurranti ottici e coloranti

Il degrado dovuto a questi fattori provoca dei meccanismi di alterazione chimica come l'ossidazione, l'idrolisi acida della cellulosa, l'idrolisi enzimatica, le reazioni fotochimiche e la perdita di parti del supporto celluloso.

Alle cause di degrado tipiche della cellulosa è necessario aggiungere quelle tipiche dei lucidi da inserire in un contesto in cui la definizione di *patrimonio culturale* si è gradualmente ampliata e ha reso ancora più complessa la sua conservazione, e tanto più questo vale nella società contemporanea dominata dalla retorica della globalizzazione e dall'ossessione del presente.

La grande quantità di disegni su carta da lucido è sicuramente uno dei principali fattori di degrado, i disegni spesso di formato importante, hanno avuto frequentemente uno status di disegno funzionale e/o secondario. In relazione a questi temi, si solleva spesso un interrogativo sulla particolarità del patrimonio culturale, sbalottata di continuo tra la sfera pubblica e la sfera privata, tra mondo museale e universo archivistico, tra opera d'arte e documento di lavoro; in questo interrogativo i linguaggi del diritto, dell'etica e della storia si mescolano inestricabilmente senza affrontare la questione dei costi per la conservazione e la salvaguardia di questo patrimonio culturale; spesso la conservazione è trattata separatamente dalla sua funzione che oscilla in continuo tra quella di deposito passivo (fig. 12) della memoria storica e/o dell'identità culturale e quella, opposta, di potente stimolo per la creatività del presente e la costruzione del futuro.

Le carte da lucido sono state usate da architetti, ingegneri, geografi, archeologi, designers e artisti. Le particolarità di questo patrimonio culturale sono spesso la grande quantità, le dimensioni importanti dei disegni che raggiungono a volte la superficie di diversi metri, la natura chimica dei supporti, i modi di stoccaggio poco idonei, l'uso e le manipolazioni poco appropriati e lo status di disegno funzionale spesso considerato meno importante rispetto ad altri tipi di disegno.

Di norma i disegni di formato ragguardevole sono arrotolati o ripiegati per consentire l'alloggiamento all'interno di buste o di cassette. Le due modalità di conservazione provocano una serie d'alterazioni principalmente di tipo fisico come lacerazioni profonde e lacune lungo le piegature, bordi frastagliati, deformazioni e ondulazioni, tutte alterazioni del supporto che poi complicano anche le manipolazioni e possono provocare ulteriori degradi. I disegni arrotolati, spesso custoditi all'interno di tubi in cartone acidi o in metallo ossidato, uno sopra l'altro provocano abrasioni, consunzioni e sbaffi sul tracciato artistico, i supporti diventano friabili e si strappano facilmente perché la cellulosa che li compone ha perso la sua resistenza meccanica con conseguente perdita di flessibilità.

L'ingiallimento è un altro degrado tipico delle carte da lucido, che genera una perdita o



fig. 12 - Stoccaggio non idoneo

un'attenuazione della trasparenza. Questo tipo d'alterazione ha varie origini che vanno dalla degradazione fotochimica dovuta alla luce, all'assorbimento diretto o indiretto di vapori emessi dall'ambiente in cui sono stoccati i disegni e dal contatto con sostanze acide alla presenza di materiale degradato interno della cellulosa combinato ad un clima poco idoneo. In particolare i lucidi impregnati di olio ingialliscono a causa dell'essiccazione dell'olio, di lino per esempio, che si esprime per assorbimento d'ossigeno e perdita di composti volatili. L'ossidazione provoca l'ingiallimento e la produzione di perossidi e di acidi organici che favoriscono l'idrolisi della cellulosa, causando la perdita di resistenza meccanica della carta. Le modalità di formazione del foglio possono costituire un'altra causa d'alterazione tipica delle carte da lucido, la forte calandratura per esempio, che permette di aumentare la trasparenza del foglio, può avere delle conseguenze sull'accelerazione dell'invecchiamento del supporto a causa della forte compressione e dell'alta temperatura.

Per finire sembra importante ricordare la presenza di nastri autoadesivi in cui sia il supporto che l'adesivo si degradano sistematicamente, provocando macchie e ingiallimenti pronunciati.

Pur in assenza di fonti bibliografiche sembra importante però precisare che molti disegni comportano una serie di marchi e di tracce che possono apparire come delle alterazioni ma che sono dovute alla funzione per la quale sono stati realizzati: manipolazioni durante i cantieri, buchi di spilli agli angoli per fissare il supporto in fase di copia o di realizzazione, macchie da studio d'artista, tracce di riporto... tutte informazioni che è importante identificare e salvaguardare durante gli eventuali trattamenti di conservazione e restauro.

IDENTIFICAZIONE

Non è più sufficiente identificare la sola carta da lucido ma è tempo di comprendere la sua identità, la sua tipologia con un'azione conoscitiva sistematica, preliminare a qualsiasi strumento di gestione, di conservazione, di valorizzazione e di tutela di tale patrimonio. L'approfondimento conoscitivo e l'identificazione forniscono una serie d'informazioni che, inoltrandosi via via nel dettaglio, consentono di descrivere correttamente il disegno, d'intraprendere il trattamento conservativo con una maggiore comprensione del supporto e del tracciato e di organizzare le misure di conservazione preventiva.

La qualità e la quantità d'informazioni che si possono acquisire su un lucido hanno tre origini:

- L'osservazione
- Il contesto storico
- Le indagini scientifiche

Osservazione

L'osservazione è sicuramente il primo livello di conoscenza delle caratteristiche di un'opera d'arte; quando si osserva un lucido si possono rilevare una serie di caratteristiche che forniscono delle informazioni utili per l'identificazione, questa fase richiede una certa esperienza ed un approccio sistematico. Così, per esempio, è possibile dire che i lucidi:

Impregnati:

- Diventano opachi invecchiando e perdono parzialmente o totalmente la traslucenza
- Ingialliscono e perdono alcune proprietà meccaniche

Emettono una forte fluorescenza con luce ultravioletta

Presentano una grande sensibilità ai solventi organici

Naturali:

Sono molto traslucidi grazie alla raffinazione della cellulosa ed alla buona ripartizione delle fibre

Hanno una debole resistenza meccanica

Solforizzati:

Sono molto resistenti all'acqua

La combustione è rapida e non produce ceneri

Possono essere molto spessi ed avere un peso fino a 400gr/m²

Cristal:

È molto brillante su uno o ambo i lati

Poca resistenza all'umidità

Poco flessibile

Emette un suono metallico durante le manipolazioni

Simil-solforizzati:

Meno trasparente che il lucido cristal

Si disaggrega se immerso acqua

Contesto storico

L'identificazione dei lucidi può avvalersi di tantissime informazioni bibliografiche da mettere in relazione con il disegno di cui si conosce l'epoca in cui è stato realizzato e analizzando, poi, alla luce di certi elementi le analogie e le differenze. Le risorse bibliografiche da consultare sono: brevetti, pubblicazioni tecniche e scientifiche. È possibile per esempio dire che:

Le carte da lucido anteriori al 1800 sono impregnate anche se poi l'impregnazione con olio, resina o cera continua ancora oggi industrialmente e artigianalmente

La carta da lucido solforizzata appare verso il 1810-1850

Il lucido cristal comincia ad essere prodotto industrialmente nel 1894

Il lucido naturale comincia la sua esistenza intorno al 1850

Il lucido naturale è sicuramente quello che è stato più usato durante il XX secolo

Indagini scientifiche

La possibilità di caratterizzare i materiali usati per la fabbricazione e delle carte da lucido può avvalersi oggi di numerose tecniche d'indagine, alcune ormai consolidate da tempo, altre più innovative ed in alcuni casi decisamente sperimentali. Un grande impulso allo studio, all'identificazione e alla caratterizzazione dei materiali, è stato fornito dall'introduzione delle analisi non distruttive. Per la determinazione del tipo di carta lucida è possibile quindi usare delle:

Indagini di microscopia ottica ed elettronica che permettono l'analisi approfondita relativa sia alla morfologia della superficie che alla composizione chimica elementare di campioni.

La gascromatografia-spettrometria di massa, indicata con la sigla GC-MS o GC/MS, deriva dall'inglese Gas Chromatography-Mass Spectrometry. Tale tecnica costituisce uno dei metodi analitici più avanzati e consente l'identificazione e la quantificazione di sostanze organiche in una varietà di matrici.

Indagini spettroscopiche con le varie tecniche come la spettroscopia di assorbimento infrarosso, il cui acronimo FTIR deriva dall'inglese Fourier Transform Infrared Spectroscopy, è una tecnica analitica non distruttiva ampiamente impiegata per l'identificazione di materiali organici e, in alcuni casi, inorganici. Ma anche Raman e fluorescenza con raggi X (XRF).

L'adozione di queste tecniche d'indagine rende particolarmente stimolante e significativo il confronto dei risultati con le ricerche bibliografiche, con le contestualizzazioni storiche del panorama tecnico che tali opere testimoniano; permettono anche di assottigliare il campo di ricerca o d'identificare con precisione le varie tipologie di carte da lucido per poi organizzare al meglio la loro conservazione e tutela.