

XV corso di Tecnologia per Tecnici Cartari  
edizione 2007/2008

# Stampabilità della carta

*Peranzoni Fabio*

Scuola Interregionale di Tecnologia per Tecnici Cartari



*Il corso è realizzato grazie al contributo di:*

**BANCA POPOLARE  
DI VERONA**

**GRUPPO BANCO POPOLARE  
DI VERONA E NOVARA**



*Camera di Commercio, Industria,  
Artigianato e Agricoltura di Verona.*

# INDICE

## **1. Introduzione**

## **2. Inchiostri**

- 2.1 Generalità
- 2.2 Proprietà
- 2.3 Classificazione
- 2.4 Composizione
- 2.5 Pigmenti
- 2.6 Veicolo o legante
- 2.7 Additivi
- 2.8 Essiccazione
- 2.9 Fasi di essiccazione di una stampa offset
- 2.10 Difettosità
- 2.11 Caratteristiche reologiche dell'inchiostro
- 2.12 Altri tipi di inchiostri e vernici

## **3. Qualità di stampa**

## **4. Caratteristiche della stampabilità della carta**

- 4.1 Le caratteristiche della carta che influiscono la macchinabilità
- 4.2 Caratteristiche che influenzano l'inchiostribilità
- 4.3 Caratteristiche dell'evidenziabilità dell'immagine

## **5. Le prove di stampabilità**

- 5.1 Tipi di prove

## **6. Prove della carta per i sistemi di stampa**

- 6.1 prove di stampa offset
- 6.2 prove concernenti la stampa in rotocalco rotativo

## **7. Bibliografia**

# 1. INTRODUZIONE

L'obiettivo di questo elaborato è quello di rendere più facile l'individuazione, l'analisi e la risoluzione di alcuni problemi che avvengono durante la stampa.

Definire la stampabilità della carta non è una cosa semplice, perché i vari processi di stampa presentano esigenze diverse l'uno dall'altro.

Le variabili che determinano il processo di stampa sono la forma stampante, l'inchiostro, la macchina, la carta (stampabilità potenziale) e l'operatore; quest'ultimo fattore viene tralasciato perché non rientra negli obiettivi attuali.

Bisogna distinguere il principio di "qualità di stampa" dalla "stampabilità". La "qualità di stampa", viene definita come il grado di approssimazione dell'aspetto di una stampa al modello ideale desiderato ed è determinato tanto dalla stampabilità potenziale della carta quanto dalle altre variabili del processo (forma stampante, inchiostro, macchina da stampa, operatore). La stampabilità invece è in relazione al risultato potenziale ottenibile nelle migliori condizioni possibili, in base alle caratteristiche intrinseche della carta.

Innanzitutto le caratteristiche che devono essere considerate rilevanti agli effetti della stampabilità variano con le condizioni d'impiego e con il processo di stampa cui la carta è destinata. In secondo luogo, nell'ambito di ciascun processo, la carta deve possedere requisiti ben differenziati, cui corrispondono caratteristiche diverse; è pertanto necessario considerare separatamente il comportamento fisico-meccanico del foglio in formato o in bobina nella macchina da stampa e il comportamento nei riguardi del trasporto dell'inchiostro o della formazione dell'immagine, il quale ultimo dipende dalle caratteristiche della carta che, pur senza influire sull'andamento del processo di stampa, sono in grado di modificare la visibilità e le qualità estetiche dell'immagine riprodotta.

La stampabilità può essere considerata come la potenziale idoneità della carta ad essere adeguatamente stampata, nelle condizioni specifiche, senza inconvenienti e fornendo stampe di qualità corrispondentemente elevata garantendone il mantenimento qualitativo per tutte le copie. È determinata dalle caratteristiche intrinseche della carta inerente alla macchinabilità, l'inchiostribilità e l'evidenziabilità dell'immagine.

Ciò viene valutato, mediante un gruppo di prove, ciascuna delle quali mette contemporaneamente in gioco un certo numero delle caratteristiche rappresentative della carta.

## **2. INCHIOSTRI**

### **2.1 GENERALITÀ**

L'inchiostro da stampa è costituito da una sostanza colorata, solida, insolubile, definita pigmento, dispersa in una fase liquida dalla conveniente viscosità, ed è formulato in modo tale da poter formare un determinato "grafismo" su di un supporto; deve avere:

- Caratteristiche colorimetriche ed estetiche richieste;
- Deve resistere alle sollecitazioni meccaniche a cui sarà sottoposto in fase di lavoro e confezionamento;
- Deve avere caratteristiche organolettiche e chimiche idonee;
- Resistere alla luce ed a eventuali agenti chimici.

Gli inchiostri per la stampa in offset si suddividono in diverse tipologie di prodotti basati su diverse composizioni strutturali denominate SERIE, colori FUORI SCALA, basi PANTONE, inchiostri METALLICI, inchiostri METALIZZATI, inchiostri FLUORESCENTI e vernici per SOVRASTAMPA. La selezione della serie è dettata dal tipo di macchina da stampa, sequenza e dal tipo di supporto sul quale si effettuerà l'applicazione. Infatti, la composizione dell'inchiostro varia in funzione del veicolo impiegato capace di soddisfare la velocità di produzione e tutte le caratteristiche del supporto, ritenendo quest'ultimo l'elemento fondamentale non variabile del procedimento di stampa. Trattandosi l'inchiostro di un materiale trasparente, ne consegue che il risultato finale dell'applicazione sarà strettamente dipendente dalla qualità della superficie ed assorbenza del supporto, intendendo come supporto le più svariate tipologie di carte e cartoni.

### **2.2 PROPRIETÀ**

L'inchiostro da stampa offset, può essere considerato una pasta consistente, appiccicosa, intensamente colorata, di natura oleoresinosa (grassa). La consistenza viene definita viscosità, l'appiccicosità è chiamata tiro o tack. Queste caratteristiche sono necessarie per rendere possibile il trasferimento dell'inchiostro attraverso i rulli del complesso apparato di distribuzione, alla forma, al caucciù ed infine al supporto. Un'altra importante proprietà è la scorrevolezza o flow, intesa come capacità di fluire in modo costante lungo un piano inclinato, come quello di un calamaio. Quando l'inchiostro non scorre, viene detto tixotropico e forma il caratteristico vuoto fra la massa di inchiostro nel calamaio ed il rullo prenditore. Queste caratteristiche

rappresentano le proprietà reologiche dell'inchiostro. Le capacità di trasferimento dell'inchiostro dai rulli e l'instaurarsi di un ideale equilibrio con la soluzione di bagnatura per ottenere la giusta qualità di stampa dipendono, oltre dalla composizione, dalle proprietà reologiche. La reologia è la scienza che studia la deformazione dei corpi - che possono essere solidi, liquidi e gassosi – quando sono sottoposti a sollecitazioni. La reometria o viscosimetria riguarda prevalentemente le misure dei fluidi, compresi quelli viscoelastici. Una nota importante è la temperatura, la quale influenza enormemente la viscosità degli inchiostri offset. Rigidità è una proprietà che definisce la “lunghezza” di un inchiostro; la rigidità essere rappresenta il minimo sforzo (shear stress) che deve essere fornito affinché il flow incominci a verificarsi.

## **2.3 CLASSIFICAZIONE**

Gli inchiostri per la stampa offset si classificano in tre categorie:

- Grassi;
- U.V.;
- Ibridi.

Quest'ultima tipologia di inchiostri rappresenta un compromesso fra gli inchiostri UV per la velocità di asciugamento e gli inchiostri convenzionali “grassi” per la facilità di stampa, puntino secco e soprattutto per la possibilità di utilizzo sulla stessa macchina offset senza cambiare nulla.

## **2.4 COMPOSIZIONE**

L'inchiostro offset è una fine dispersione di pigmento in un legante fluido, di natura oleoresinosa. Il legante è detto veicolo o vernice. Il pigmento rappresenta la parte colorata dell'inchiostro e conferisce allo stesso le proprietà cromatiche ed altre solidità e di resistenza.

Queste sono: tinta, saturazione, trasparenza, solidità alla luce, resa colorante, resistenza agli alcali, resistenza ai solventi, resistenza alla verniciatura UV, resistenza ai detersivi, resistenza al calore.

## 2.5 PIGMENTI

Il pigmento è un insieme di agglomerati di cristalli colorati. Costituisce il 15-20% dell'inchiostro. Può essere sia allo stato secco sotto forma di polvere fine oppure di granuli, oppure sotto forma di flush, cioè pasta concentrata di pigmento finemente disperso in una vernice grassa. Il pigmento si differenzia dal colorante perché è insolubile nel veicolo in cui è disperso. I pigmenti impiegati oggi sono per la maggior parte sintetici e sono ottenuti da materie prime semplici attraverso una lunga e complessa serie di reazioni chimiche. Essi sono introdotti nei veicoli mediante alcune fasi di lavorazione chiamate dispersione e macinazione. Nel caso di utilizzo di flush, essendo il pigmento già finemente suddiviso, si procede solamente alla fase di dispersione per semplice miscelazione. I pigmenti, devono conferire all'inchiostro le seguenti caratteristiche:

- colore: tonalità, vivacità, intensità;
- stabilità: agli agenti fisici e chimici, agli alcali, ai solventi e alla luce;
- caratteristiche organolettiche idonee: imballaggi di prodotti alimentari-giocattoli;
- rapporto corretto con la soluzione di bagnatura in fase di stampa;
- sovraverniciabilità: con vernici acriliche e UV

In relazione al colore base e alla loro composizione chimica, i pigmenti si suddividono in tre grandi gruppi principali:

- **Pigmenti bianchi**, che sono sali di acidi inorganici od ossidi metallici o prodotti naturali. Questi pigmenti sono raramente impiegati negli inchiostri offset, escluso il bianco di titanio usato per i bianchi coprenti e i pigmenti metallici (polvere di alluminio e di bronzo). Si possono classificare in due categorie:
  - **Pigmenti bianchi opachi**: hanno la proprietà di coprire, mascherare, la superficie sulla quale sono stampati; essi riflettono la luce. Sono usati come pigmenti per gli inchiostri bianchi opachi, bianchi coprenti e bianchi semicoprenti. Vengono combinati con dei pigmenti colorati per aggiungere opacità, oppure per schiarirne il colore, al fine di ottenere le cosiddette tinte pastello. Per le stampe su carte colorate o metallizzate i bianchi opachi conferiscono agli inchiostri il necessario.
  - **Pigmenti bianchi trasparenti**: non riflettono la luce, che quindi attraversa la loro superficie, facendosi riflettere dal supporto. I pigmenti

trasparenti non nascondono quindi lo strato sottostante, anzi ne permettono la visibilità attraverso la pellicola che essi formano. Questi pigmenti vengono impiegati per conferire una viscosità sufficiente agli inchiostri di tinta chiara. Nella composizione di questi ultimi si utilizzano quantità ridotte di pigmenti colorati, ottenendo di conseguenza una miscela a viscosità troppo bassa; si compensa la scarsa quantità di pigmenti colorati con una certa quantità di pigmenti trasparenti, che conferiscono la viscosità conveniente, senza alterare in misura sensibile la colorazione desiderata. Vengono utilizzati l'idrato di alluminio, il carbonato di magnesio e il carbonato di calcio.

- Pigmenti neri, che si ottengono dalla combustione incompleta e controllata di oli minerali o di gas naturali;
  - **Neri “furnace”:** è il pigmento più utilizzato; vengono ottenuti dalla combustione di olio minerale atomizzato in apposite fornaci di mattoni, con una quantità controllata di aria. Le particelle di carbonio ottenute vengono raffreddate e fatte precipitare elettrostaticamente o con appositi filtri. I neri furnace sono molto apprezzati per la loro finezza e per la leggera tonalità bluastra. Hanno un pH alcalino, che va da 7 a 10 circa.
  - **Neri “channel”:** sono ottenuti dalla combustione controllata di gas naturali. Le fiamme lambiscono dei tubi di acciaio raffreddati, sui quali si depositano le microscopiche particelle di carbonio, che vengono poi raschiate e asportate. Hanno un pH acido che varia da 3 a 5 circa. Nonostante le loro eccellenti qualità, sono poco utilizzati, in quanto la loro produzione è notevolmente inquinante per l'ambiente.
  
- Pigmenti colorati che si suddividono in:
  - **Pigmenti inorganici:** i più comuni sono i gialli cromo, gli arancioni di molibdeno e i rossi di cadmio. Questi pigmenti sono praticamente scomparsi, perché hanno dimensioni eccessive, sono poco resistenti alla luce, sono poco trasparenti e quindi inutilizzabili per le stampe policrome. Sono i pigmenti blu a base di ferro sono sufficientemente intensi e trasparenti per cui vengono usati nella produzione di inchiostri particolari.

- **Pigmenti organici:** sono prodotti per via sintetica con reazioni chimiche. Vengono usati per la produzione di quasi tutti gli inchiostri da stampa, perché sono facilmente disperdibili nei veicoli, hanno un elevato potere colorante e un'ottima trasparenza. Vengono opportunamente selezionati e miscelati per ottenere inchiostri che rispondano alle caratteristiche colorimetriche previste dalle norme, dal fabbricante o dal cliente.
- **Pigmenti metallici:** sono ottenuti dalla macinazione a granulometria molto fine di metalli o leghe di metallo. Quelli che rivestono una certa importanza in stampa, ed anche i più utilizzati, sono i cosiddetti oro e argento. Vengono ottenuti rispettivamente dal bronzo (lega metallica di rame e zinco) e dall'alluminio. La loro lavorazione è molto complessa e richiede, oltre alla macinazione molto fine del metallo, anche una sua reazione in acidi grassi o silicato di sodio al fine di rivestire ogni singola particella per evitarne l'ossidazione. Gli inchiostri ottenuti con questi pigmenti hanno un grado di dispersione del pigmento nel veicolo molto scarso, e spesso sono fonte di notevoli problemi di macchinabilità, come avviene in stampa offset dove l'emulsione con l'acqua accentua il fenomeno dell'ossidazione e riduce drasticamente il grado di brillantezza dell'inchiostro.

Queste grandezze hanno un'influenza determinante sulle prestazioni che il pigmento è in grado di fornire e precisamente: tinta, potere coprente, forza colorante, disperdibilità, brillantezza, solidità alla luce, resistenza al calore, agli agenti chimici e proprietà reologiche.

Particolare attenzione deve essere rivolta al problema relativo alla solidità alla luce e alla verniciatura UV .

La solidità alla luce è una proprietà che dipende esclusivamente dalla composizione chimica del pigmento. La degradazione è dovuta per effetto dell'esposizione alla luce solare e si manifesta come perdita di intensità del colore. Una stampa è considerata solida se non ha subito una variazione considerevole di colore nelle condizioni d'esposizione per un tempo definito. Naturalmente occorre tenere presente che il supporto non deve subire alterazioni.

La stabilità dei colori alla verniciatura UV dipende essenzialmente dalla resistenza dei pigmenti impiegati a particolari sostanze di natura alcalina contenute nelle vernici UV come co-fotoiniziatori, che distruggono gradatamente la molecola del pigmento fino alla degradazione totale del colore.

## 2.6 VEICOLO O LEGANTE

Il veicolo è un fluido viscoso, leggermente giallognolo, trasparente o semitrasparente dell'inchiostro, che ha il compito di svolgere le seguenti proprietà di: trasferimento, resistenza allo sfregamento, essiccazione, lucentezza. Costituisce il 75-80% dell'inchiostro.

Il veicolo si ottiene per il riscaldamento alle alte temperature di oli vegetali, resine dure e plastiche, solventi alifatici alto bollenti e di altri prodotti modificati quali agenti gelificanti, antiossidanti ecc.

La composizione del **veicolo per gli inchiostri grassi** è caratterizzata da tre elementi:

**Oli vegetali:** sono prodotti naturali a base di trigliceridi caratterizzati dalla presenza nella loro struttura di particolari centri reattivi chiamati doppi legami carbonio carbonio che hanno un ruolo determinante nel processo di essiccazione ossidativa dell'inchiostro; possono essere essiccanti o semiessiccanti. L'essiccazione ossidativa consiste nel rassodarsi più o meno rapidamente a contatto con l'aria. Gli oli vegetali vengono cotti; la temperatura e il tempo di cottura sono variabili e determinano la viscosità del veicolo; quindi ciò permette di disporre di un'ampia gamma di veicoli con differenti viscosità. I principali oli vegetali impiegati sono: l'olio di lino, di legno, di soia e di cartamo.

**Resine.** Si suddividono in due categorie fondamentali: resine alchiliche e resine fenoliche.

Le resine **alchiliche** (o gliceroftaliche) sono a base di oli vegetali modificati sinteticamente e che quindi contribuiscono all'ossidazione. Si tratta di resine fluide a viscosità da bassa a medio/alta. Sono prodotti ottenuti dalla condensazione di acidi polibasici quali, l'acido ftalico con la glicerina. In un primo stadio si ha l'esterificazione semplice che porta successivamente alla formazione di complessi tridimensionali. Per ultimo, si provvede alla modificazione con l'introduzione di acidi grassi (oli vegetali) per migliorare la solubilità. Il principio si basa essenzialmente sulla reazione dei gruppi ossidrici (OH) delle resine alchiliche con acidi grassi a catena lunga. Con quest'addizione spariscono tutti i gruppi OH indesiderati e le resine diventano repellenti all'acqua di bagnatura. Gli acidi grassi contenenti più di un doppio legame, come per esempio, quelli contenuti nell'olio di lino, che conferiscono alle resine alchiliche proprietà essiccate per ossidazione. Il contenuto di oli vegetali (che può essere lino, soia, cartamo, legno, ricino disidratato) varia al 50% a 80%; è importante considerare il numero d'acido che in genere non deve superare la soglia di 10. Le resine alchidiche sono molto stabili e hanno bassa odorosità.

Le resine **fenoliche**, cioè le resine a base colofonia modificata con resine fenoloformaldeide ed esterificate con polialcoli, sono resine dure a base di colofonia e modificate sinteticamente. Lo scopo di questa modificazione (preponderante è la quantità di colofonia presente, circa il 75%) è rendere le resine compatibili con i solventi alifatici alto bollenti e con gli oli vegetali. La preparazione consiste di tre fasi:

1. condensazione dei fenoli reattivi con aldeide formica;
2. modificazione dei fenoli-alcali formati con colofonia per ottenere acidi albertolici;
3. esterificazione degli acidi albertolici con polialcoli (glicerina, pentaeritrite).

Si ottiene un prodotto di colore giallo ambra trasparente, duro e facilmente friabile con un punto di fusione che varia da 120° a 170° C ed un numero d'acido inferiore a 25. In cottura alla temperatura di 200-250°C le resine con gli oli vegetali formano dei composti macromolecolari, con catene contenenti legami carbonio-carbonio insaturi, dette semplicemente vernici che servono come veicoli per gli inchiostri.

**Oli minerali:** attualmente il petrolio è l'attuale materia prima da cui vengono estratti; gli oli minerali non sono essiccanti, cioè non subiscono alcuna trasformazione a contatto con l'aria.

La composizione del **veicolo degli inchiostri liquidi** è caratterizzata da due componenti:

**Solventi volatili:** sono costituiti da miscele molto complesse d'idrocarburi prevalentemente alifatici con alto punto d'ebollizione (da 260° a 310°C). Questi prodotti, denominati solventi, sono oli leggeri che derivano dalla distillazione frazionata del petrolio. Il differente range d'ebollizione permette di conferire all'inchiostro il giusto grado d'asciugamento. I solventi alifatici alto bollenti che servono per solubilizzare le resine sono specificatamente prodotti per il settore inchiostri e sono trattati dalle raffinerie con processi particolare per garantire la massima purezza. A parità di punto d'ebollizione, esistono diversi tipi di solventi: i tipi AR che sono prettamente aromatici e quindi dotati d'alto potere solvente, i tipi normali con contenuto d'aromatici del 20% in volume, altri denominati AF (aromatic free), in pratica esenti da aromatici (contenuto di sostanze aromatiche inferiori a 1%) e che hanno il più basso potere solvente e per contro hanno una migliore velocità d'evaporazione. Il tipo di solvente, viene scelto in base al tipo di supporto sul quale dovrà essere stampato l'inchiostro.

**Resine sintetiche:** negli inchiostri liquidi per flessografia e rotocalco vengono usate soprattutto resine poliammidiche, acriliche, cellulosiche, ecc

## 2.7 ADDITIVI

Oltre ai pigmenti e ai veicoli gli inchiostri, per essere adatti a svolgere il loro compito, contengono altri prodotti o preparati, chiamati additivi (costituiscono il 5-8% dell'inchiostro), servono per modificare la reologia dell'inchiostro e sono:

**Composti di cera:** si tratta di semilavorati a base di cere sintetiche (polietileniche, teflon) che conferiscono allo stampato la resistenza allo sfregamento e migliorano la scivolosità. Le cere polietileniche sono polimeri solidi con punto di fusione variabile da 80° a 120°C. Si ottengono per polimerizzazione diretta dell'etilene in presenza di catalizzatori. Si possono considerare delle resine semirigide che danno agli inchiostri ottime proprietà di scivolosità e di resistenza meccanica. Le caratteristiche sono legate al peso ed alla grandezza molecolare. Il teflon o PTFE è un fluoro derivato che ha lo scopo di rendere particolarmente scivoloso e migliorare la resistenza al rub-off dall'inchiostro stampato. Non ha un punto di fusione per cui migliora anche la resistenza al calore. Per contro conferendo una bassa tensione di superficie al film d'inchiostro, crea problemi di adesione con la vernice UV.

**Addensanti o gelificanti :** servono per aumentare la consistenza e la viscosità degli inchiostri.

**Cariche :** sono sostanze inerti inorganiche che vengono aggiunte all'inchiostro per abbassarne il costo, dato il loro minor prezzo rispetto ad altri componenti dell'inchiostro; sono costituite da carbonato di calcio, gel di silice, idrato di alluminio. Negli attuali inchiostri di qualità sono sempre meno usate.

**Plastificanti:** sono sostanze utilizzate per diminuire la fragilità delle resine; hanno un'azione chimica e fisica nei confronti della pellicola d'inchiostro stesa sul supporto, aumentandone la flessibilità; sono importanti soprattutto negli inchiostri liquidi.

**Essiccanti:** accelerano le proprietà di reazione ossidativa. Sono sali organici di cobalto e manganese, cerio, zirconio, ecc che servono per catalizzare l'ossidazione dei veicoli insaturi. Gli essiccanti o essiccativi sono sostanze, dette catalizzatori, che accelerano lo svolgimento di una reazione chimica. La loro funzione è quindi quella di assorbire l'ossigeno dell'aria e trasmetterlo al veicolo dell'inchiostro: in altre parole, l'ossigeno determina una reazione chimica detta ossido polimerizzazione che ne modifica la struttura molecolare, provocando la

polimerizzazione e il seguente indurimento. Normalmente si usano miscele di due o tre metalli, perché, ad esempio, mentre il cobalto favorisce l'indurimento della pellicola in superficie, il magnesio agisce in profondità.

**Antiossidanti o antiessiccanti o ritardatori:** conferiscono agli inchiostri stabilità nel calamaio o in macchina evitando il processo di pellicolazione superficiale o di reticolazione. Sono sostanze che hanno la proprietà di bloccare l'azione degli essiccanti in superficie evitando la formazione della pellicola. Gli inchiostri offset attuali possono essere, in base al tipo di formulazione: ossidativi, semifreschi, freschi in macchina. Queste sostanze influenzano limitatamente l'essiccazione dell'inchiostro sul supporto.

**Anticontr stampa:** facilitano l'alta pila limitando i punti di contatto fra i fogli sovrapposti.

Gli inchiostri offset per macchina a foglio si classificano a seconda del tipo di pellicolazione in tre categorie:

- ossidativi: non sono stabilizzati o poco stabilizzati e formano la pellicola in superficie dopo qualche ora in relazione alla formulazione utilizzata;
- semifreschi: sono freschi nel calamaio per circa 48 ore;
- freschi: cioè non pellicolano nel calamaio e non essicano sui rulli per circa 72 ore.

## 2.8 ESSICCAZIONE

Cinetica di essiccazione: il processo di ossidazione.

L'ossidazione è una reazione chimica che avviene fra l'ossigeno atmosferico e la sostanza, che può essere un olio vegetale, contenente centri reattivi all'ossigeno. Nel caso dell'inchiostro offset i centri reattivi si chiamano doppi legami carbonio carbonio e sono contenuti sia negli oli vegetali essiccativi, sia nelle resine alchidiche.

Le molecole con i legami liberi possono legarsi le une alle altre per formare delle lunghe catene, lineari, ramificate o incrociate formando strutture tridimensionali. Tale processo si chiama polimerizzazione. Per accelerare lo svolgimento del processo di ossidazione si introducono nell'inchiostro piccole quantità di essiccanti. Un inchiostro ossidativo è dunque un inchiostro che essicca prevalentemente per ossidazione catalizzata.

I principali processi di essiccazione sono: per penetrazione, per filtrazione selettiva, per ossido polimerizzazione, per evaporazione, per irraggiamento con radiazione infrarossa e per irraggiamento con radiazioni ultraviolette.

- **Penetrazione o assorbimento:** si ha quando una fase liquida posta a contatto con una struttura porosa, tende ad essere assorbita dalla struttura stessa. L'azione di suzione dei pori è definita forza capillare. I pori sono assimilabili a piccolissimi canali cilindrici detti capillari che esercitano una forza di attrazione (di capillarità) sui liquidi. L'entità di questa forza dipende dal diametro dei pori e dal numero di essi. Inoltre vi è una dipendenza dalla viscosità del fluido. Il supporto di stampa, che può essere carta o cartone, è una struttura ricca di capillari, in numero e diametro estremamente variabile, per cui uno stesso inchiostro può subire fenomeni di capillarità di entità differente e quindi presentare caratteristiche di setting molto diverse. Questo tipo di essiccazione viene usato, ad esempio nella stampa dei giornali quotidiani su rotativa.
- **Essiccazione per filtrazione selettiva:** è un processo caratteristico, quando si ha una carta microporosa e un inchiostro polidisperso. Il veicolo dell'inchiostro polidisperso ha una composizione complessa, comprendente un olio minerale leggero, un olio vegetale cotto, una resina alchidica e delle resine sintetiche dure; a contatto dei pori della carta microporosa, come tutte le carte patinate, l'olio minerale fluido si separa dall'inchiostro penetrando rapidamente nei pori della carta.

Il pigmento incorporato nella resina rimane in superficie, poiché le dimensioni delle particelle del pigmento e della resina sono maggiori dei pori. Liberato l'olio il veicolo rimasto in superficie diventa ricco di resina e prende l'apparenza di una pellicola secca. Questo processo si manifesta in pochi secondi su una carta microporosa e con un inchiostro polidisperso idoneo. Non vi è il pericolo di controstampo.

Il **setting o stabilizzazione degli inchiostri**, è un fenomeno definito comunemente dagli stampatori fuori polvere; la velocità di stabilizzazione è influenzata dai seguenti parametri:

- quantità e dimensione dei pori del supporto;
- spessore del film d'inchiostro;
- tipo di inchiostro, ovvero la capacità delle resine contenute in esso di trattenere gli oli ed i solventi;
- pressione di stampa;
- affinità tra supporto ed inchiostro;

- quantità e caratteristiche della soluzione di bagnatura emulsionata nell'inchiostro,
- umidità e temperatura dell'ambiente di stampa.

L'essiccazione per filtrazione selettiva può essere definita un'essiccazione di tipo fisico-chimico, in quanto sfrutta il fenomeno fisico dell'assorbimento per capillarità dei componenti più fluidi, e successivamente sfrutta il fenomeno chimico della ossido polimerizzazione degli oli vegetali essiccativi per completare il procedimento. Questa operazione può essere accelerata per mezzo degli essiccanti che fungono da catalizzatore.

- **Essiccazione per ossidopolimerizzazione:** è una reazione chimica che avviene tra l'ossigeno dell'aria e le molecole degli oli vegetali del veicolo. Essa è più o meno rapida a seconda della quantità di essiccanti presenti nell'inchiostro, alla quantità di essiccanti presenti nell'inchiostro, della quantità di ossigeno disponibile, della natura dei pigmenti, degli oli e delle resine utilizzate; l'ossidopolimerizzazione è velocizzata dalla presenza di catalizzatori, inoltre può essere accelerata dal calore: è il caso degli inchiostri IR (irraggiamento con radiazioni infrarosse). Affinchè la reazione avvenga in buone condizioni, cioè un'essiccazione rapida e completa dell'inchiostro, è necessario che lo stampato disponga di una certa quantità di aria. La quantità di aria disponibile è quella inclusa tra i due fogli della pila degli stampati; la quantità è variabile. Se lo strato d'inchiostro è molto spesso, cioè la stampa è molto caricata, la quantità d'aria disponibile può essere insufficiente, ed in questi casi il rischio di controstampo è alto.
- **Essiccazione per evaporazione del solvente:** si ottiene quando un liquido si trasforma in un vapore se gli è somministrata energia. Tutti i liquidi manifestano tale fenomeno, ma alcuni lo subiscono più facilmente di altri (acqua, alcool etilico, alcool isopropilico, solventi, ecc ). Questo sistema di essiccazione elimina il componente liquido, lasciando sulla superficie della carta soltanto i componenti solidi, cioè la resina e il pigmento. Quindi la resina forma un rivestimento continuo che contiene il pigmento e lo fissa alla carta.
- **Essiccazione per irraggiamento con radiazioni (IR):** non si tratta di un vero sistema di essiccazione, ma un modo di accelerare la essiccazione per ossidopolimerizzazione per mezzo del calore. È noto che un aumento della temperatura accelera la velocità di tutte le reazioni endotermiche (assorbono il calore); quindi anche la reazione di ossido polimerizzazione è una reazione endotermica. Questo riscaldamento viene ottenuto per mezzo di speciali

lampade che emettono radiazioni nel campo dell'infrarosso, cioè intorno ai 1.000-3.500 nm. Queste radiazioni sono molto ricche di energia termica.

L'essiccazione veloce blocca la penetrazione della vernice nel supporto; ed è proprio la vernice che conferisce al film di inchiostro la lucentezza.

- **Essiccazione a raggi ultravioletti (UV):** è una reazione fotochimica che provoca una polimerizzazione e quindi una solidificazione istantanea della pellicola di inchiostro stampato; questa reazione su inchiostri specifici avviene in frazioni di secondo. Il veicolo è composto da pre-polimeri, monomeri e foto iniziatori. Questi prodotti devono essere dosati in percentuali precise, perché la reazione avvenga completamente, senza rimanenze di sostanze polimerizzate. I monomeri sono in generale esteri acrilici a basso peso molecolare; vengono aggiunti nel sistema sia per la loro funzione di reticolante e sia perché permettono di ottenere la giusta viscosità. Le radiazioni UV provocano l'attivazione del foto iniziatore, creando radicali liberi che innescano una reazione a catena nei pre-polimeri e nei monomeri; la reazione continua poi rapidamente fino a completa reticolazione in una frazione di secondo. La pellicola di inchiostro o di vernice, dopo l'esposizione ai raggi UV risulta completamente solida. L'unità di essiccazione UV è composta da lampade a vapori di mercurio che hanno la massima emissione tra i 250 e i 300 nm. L'essiccazione UV nel campo grafico è una realtà consolidata, perché in alcune applicazioni aiuta a risolvere problemi tecnici di difficile soluzione; ad esempio:

- offset a foglio stampa di laminati plastici o metallici per imballaggio, accoppiati o meno con cartoncino;
- roto-offset: moduli continui, etichette su carta patinata;
- lito-latta: banda stagnata, alluminio;
- verniciatura in offset: vernici di sovrastampa ad alto grado di lucido;
- serigrafia: circuiti stampati.

L'essiccazione U.V. offre parecchi vantaggi rispetto ai sistemi tradizionali; i più importanti sono i seguenti:

- essiccazione istantanea;
- possibilità in offset di stampare su laminati plastici e metallici (materiali non assorbenti);
- stabilità dell'inchiostro in macchina e assenza di "pelle";

- possibilità di effettuare lavorazioni di post-stampa in linea;
- ottima resistenza al graffio e allo sfregamento dell'inchiostro essiccato.
- 

Naturalmente vi sono degli svantaggi, e sono

- costo considerevole dell'impianto;
- usure e quindi sostituzione delle lampade;
- costi dell'inchiostro elevati;
- rulli, caucciù e lastre speciali;
- conservabilità degli inchiostri limitata nel tempo.

Le tre fasi illustrate di evaporazione, penetrazione ed ossidazione sono in pratica sempre presenti durante l'essiccazione ed intervengono in misura diversa a seconda della formulazione dell'inchiostro.

## 2.9 FASI DI ESSICCAZIONE DI UNA STAMPA OFFSET

Come precedentemente accennato, i tre processi consistono sempre in rapporto variabile e determinano le proprietà finali del film stampato.

Ora cercheremo di approfondire questo meccanismo.

**1° fase. Stampa:** trasferimento del film di inchiostro dalla forma di stampa al supporto. Il film di inchiostro aderisce al supporto formando uno strato uniforme, ma segue le irregolarità della superficie. Il film è un fluido ad alta viscosità.

**2° fase. stabilizzazione del film d'inchiostro stampato:** la fase oleosa del veicolo incomincia il suo stadio di penetrazione nei micropori del supporto. Il film di inchiostro aumenta la sua viscosità per rilascio delle parti fluide. La resina incomincia a rivestire uniformemente il pigmento e ad espletare la sua funzione di protezione rispetto alle sollecitazioni meccaniche.

**3° fase. Essiccazione del film di inchiostro trasferito:** la fase oleosa completa la sua penetrazione nella porosità della carta. Le parti fluide penetrano completamente e quelle più volatili del solvente evaporano. Gli inchiostri dell'ultima generazione si basano sul concetto del limite di compatibilità resina/solvente per avere all'atto della stampa, una rapidissima separazione e penetrazione del solvente con conseguente indurimento del film in modo da consentire la stampa con le macchine pluricolori ad alta velocità senza incorrere nel problema della contro stampa. In questa fase, interviene il fenomeno

d'ossidazione del veicolo che porta alla formazione del film solido ma flessibile, lucido e resistente.

Ad essiccazione avvenuta, si realizza dopo circa 72 ore, il film d'inchiostro deve essere tenace e resistere allo sfregamento per non sporcare le parti bianche della carta. Le problematiche maggiori s'incontrano con le carte patinate, opache o mat o lisciate, esse, a causa della loro particolare abrasività superficiale dovuta alle asperità del carbonato di calcio, manifestano in maniera evidente il difetto dell'asportazione superficiale del colore noto come Rub-Off (cessione superficiali).

Gli inchiostri più ossidativi e con maggiore contenuto di cere riducono la cessione superficiale del colore.

## 2.10 DIFETTOSITÀ

Le difettosità dipendenti dall'inchiostro offset a foglio sono di diversa natura e con un rapido controllo sul campionamento si è in grado di valutare la presenza dei seguenti fattori che generano i difetti nella stampa:

- capperi a causa di eccesso/difetto di tiro, presenza di pasta antiscartino, emulsione con la bagnatura, contiene solventi troppo volatili;
- controstampo a causa del setting lento, eccesso di inchiostro, scarso potere penetrativo;
- pelli colazione sul calamaio: troppo essiccativo;
- equilibrio instabile con la bagnatura: viscosità bassa, shock struttura dell'inchiostro;
- essiccazione lenta a causa della non ossidazione del veicolo per eccesso di antiossidanti/antipellicolante o per supporti a struttura chiusa;
- essiccazione non adeguata: il film di inchiostro stampato rimane appiccicoso;
- non resistente allo sfregamento: pellicola non essiccata o scarsa quantità di composti di cera nella composizione;
- scarso trapping: gli inchiostri vengono sovrapposti in modo improprio sui colori già stampati, causando uno sbilanciamento cromatico che porta ad un risultato finale di scarsa qualità;
- spolvero (misting): goccioline si formano sull'inchiostatore durante la fase di trasferimento alla lastra; le goccioline possono formare una nebbiolina che si alza dall'inchiostatore;

- filamenti d'inchiostro (slinging): accumolo di inchiostro emulsionato alle estremità dei rulli inchiostatori che causa spruzzi provenienti dalla superficie dei rulli stessi;
- alti e bassi nella stampa: difficoltà nel mantenere un'emulsione stabile con la bagnatura;
- strappo delle fibre di carta/cartone: il tiro è troppo elevato;
- dot sharpness: l'inchiostro è troppo fluido o ha il tiro troppo basso;
- velatura: il pigmento contenuto ha una forte sensibilità con la bagnatura e tende a colorare la lastra.

## 2.11 CARATTERISTICHE REOLOGICHE DELL'INCHIOSTRO

Durante la normale sequenza di stampa, l'inchiostro, si trasferisce dal calamaio al sistema di distribuzione, alla forma da stampa, eventualmente al tessuto gommato ed infine sul supporto.

Talvolta, viene pompato e distribuito al calamaio da grosse cisterne.

In queste fasi l'inchiostro subisce delle sollecitazioni di diverso tipo, che ne provocano lo sfregamento ed il trasferimento in funzione delle sue caratteristiche reologiche.

**La reologia:** è la scienza che studia il flusso e la deformazione della materia quando è sottoposta all'azione di una forza.

Le proprietà reologiche che ricoprono funzioni importanti sono: la **viscosità**, la **rigidità**, il **tiro** e la **tissotropia**.

- **La viscosità:** è definita come l'attrito interno di un fluido, che si oppone allo scorrimento, quando viene applicata una forza. Affinchè il liquido defluisca è necessario che le molecole scorrano le una sopra le altre, e tale scorrimento è ostacolato dalle forze mutue tra le molecole stesse, in misura più o meno elevata a seconda della struttura molecolare del fluido in esame. In altre parole, questa proprietà determina il comportamento di un fluido nelle condizioni di scorrimento.
- **La rigidità:** esistono fluidi che iniziano a scorrere applicando forze molto basse e che scorrono con una velocità proporzionale alla forza applicata; questi fluidi prendono il nome di "newtoniani". Oltre a ciò vi sono fluidi che non presentano scorrimento se le forze ad essi applicate sono di modesta entità, è necessario

raggiungere una certa forza critica, definita “limite di scorrimento”, prima che il fluido inizi a scorrere.

- **La tissotropia:** è un fenomeno, ove un fluido diminuisce di viscosità se viene sottoposto ad un’azione prolungata ed energica di scorrimento o agitazione, senza ovviamente aggiungere alcun tipo di solvente; se lasciato a riposo, dopo un tempo più o meno lungo a seconda delle caratteristiche chimiche del fluido, riacquista la sua viscosità originale, senza perdere il solvente di cui è composto. Il comportamento reologico degli inchiostri è molto complessa a causa della eterogeneità dei loro componenti e quindi essi presentano caratteristiche di viscosità, rigidità e tissotropia.

La misurazione delle caratteristiche viene effettuata con idonei viscosimetri, operando a temperatura costante perché al suo variare si hanno differenze nell’ordine del 10%.

- **Il tiro:** rappresenta la resistenza che un film di inchiostro oppone quando viene diviso fra due superfici, ed esprime pertanto la caratteristica di adesione tra le molecole che lo compongono. Questo fenomeno avviene, in macchina da stampa, fra i rulli caricatori e forma stampante, fra forma e tessuto gommato e fra questo e il supporto di stampa. L’inchiostro oppone una resistenza a questa separazione a causa delle forze di adesione interne fra i suoi componenti, e questo fenomeno prende il nome di tiro. La sua misurazione viene effettuata con apparecchi chiamati “tackmeter”. Poiché il tiro dipende dallo spessore del film di inchiostro e della sua temperatura, le misure devono essere effettuate con spessori e temperature costanti.

Il tiro inoltre è direttamente proporzionale alla velocità di rotazione e quindi, per una valutazione del comportamento nelle diverse condizioni, si ricavano dei diagrammi con valori in funzione della velocità. I valori di tiro devono essere mantenuti entro determinati limiti poiché:

- se risultassero troppo elevati potrebbero dare problemi di strappo sulla superficie del supporto stampato, di deformazione del foglio, di sdoppiamento dell’immagine e di accumulo sul tessuto gommato,
- se fossero troppo bassi si avrebbe un eccessivo emulsione con la soluzione di bagnatura, con conseguente decadimento delle caratteristiche di trasferimento e di essiccazione dell’inchiostro.

Nel formulare un inchiostro bisogna tenere conto dell'influenza che le caratteristiche di scorrimento avranno sul suo comportamento in macchina da stampa, come ad esempio:

- non presentare nel calamaio valori di rigidità e tissotropia troppo elevati, per evitare che l'inchiostro, soprattutto in offset, tenda a staccarsi dal cilindretto duttore;
- evitare viscosità e rigidità troppo elevate allo scopo di garantire un buon riempimento e successivo svuotamento delle cellette del cilindro rotocalco, permettendo così una buona stesura sul supporto;
- avere valori di rigidità e viscosità sufficientemente elevati per ridurre al minimo il difetto di ingrossamento del punto ed il fenomeno della perlinatura in stampa rotocalco.

## **2.12 ALTRI TIPI DI INCHIOSTRI E VERNICI**

### **Inchiostri heatset per rotativa offset**

Sino ad ora si è fatto riferimento al processo classico offset di stampa a fogli. Gli stessi principi sono impiegati per gli inchiostri a bobina applicando però alcuni accorgimenti tecnici sia alla macchina sia agli inchiostri.

Con il procedimento di stampa a bobina a caucciù contrapposti, il nastro di carta è stampato contemporaneamente su entrambi i lati impiegando inchiostri che essicano per evaporazione forzata del solvente mediante passaggio del nastro di carta stampato in un lungo forno diviso in settori e riscaldato internamente a temperature di 230°C in entrata e 130°C in uscita. Il termine "heatset", significa letteralmente stabilizzazione mediante calore e il calore non rappresenta solo l'energia per fare penetrare velocemente l'inchiostro nella carta, far evaporare l'abbondante quantità di solvente alto bollente contenuto nell'inchiostro insieme alla bagnatura, ma di agire come catalizzatore di reticolazione trasformando la pellicola d'inchiostro umidità in solido in uno spazio di tempo inferiore al secondo. La funzione del forno è inoltre quella di asportare i vapori dei solventi e della bagnatura, senza danneggiare la carta, impiegando i post combustori. Gli inchiostri heatset sono abbastanza simili come formulazione agli inchiostri offset a foglio, ma la varietà dei supporti utilizzabili e l'elevata velocità di stampa richiedono inchiostri formulati con differenti caratteristiche. La differenza sta soprattutto nella composizione del veicolo che è più resinoso e strutturato e nel solvente alto bollente di natura alifatica che ha frazioni che

distillano a temperature più bassa (240°-270°C). La concentrazione pigmentaria è inferiore rispetto agli inchiostri offset.

Gli inchiostri heatset non contengono essiccativi in quanto già il calore esplica la funzione ossido-polimerizzazione del film stampato. Il problema maggiore è senza dubbio l'essiccazione della stampa in relazione alla velocità della rotativa che raggiunge anche 900 m/min, vale a dire 15 m/sec. In questi ultimi anni, in seguito alla grande affermazione della rotativa heatset, anche gli inchiostri hanno avuto un'evoluzione straordinaria con il vantaggio di riuscire a stampare con la temperatura del forno più bassa e avere una più grande universalità d'impiego rispetto al passato con la possibilità di stampare carte di bassa grammatura piuttosto assorbenti e con superfici molto delicate. Paragonando i risultati di stampa di questi inchiostri con quelli offset ovviamente su uguale tipo di carta, si riscontra a vantaggio del procedimento a bobina un netto maggior grado di lucido e minore odorosità dello stampato, ma a svantaggio una minore resistenza allo sfregamento, inferiore trapping, minore intensità cromatica e superiore allargamento del punto.

### **Inchiostri coldset per rotativa offset**

La stampa coldset, cioè stampa a bobina senza forno e asciugamento a “freddo”, è prevalentemente impiegata nel settore dei quotidiani su carte di bassa qualità in genere molto porose. Il processo d'essiccazione è esclusivamente del tipo “fisico” basato sulla penetrazione della parte liquida dell'inchiostro per capillarità delle fibre della carta. Qui occorre fare una distinzione fra inchiostri neri e colorati le cui formulazioni differiscono sostanzialmente per le materie prime impiegate. La composizione di massima degli inchiostri colorati di tricromia è molto simile all'offset a foglio, naturalmente sono senza essiccativi e hanno una reologia inferiore (tiro e viscosità) per evitare problemi di strappo della carta. Dovendo i neri di giornale soddisfare esigenze di costo e comportamento sulle varie conformazioni di macchine sono formulati in maniera diversa, diciamo personalizzata. In linea di massima la loro composizione è la seguente:

- nero fumo (carbon black);
- resine naturali (tipi gilsonite);
- resine alchidiche lungo olio;
- oli minerali ad alto punto di ebollizione (oltre 310°C);
- additivi vari.

Una caratteristica negativa del quotidiano stampato in rotativa offset è quello di sporcare le mani anche dopo molte ore, a causa della mancanza di reticolazione del film d'inchiostro.

### **Inchiostri offset UV**

I sistemi UV si sono sviluppati intorno agli anni 70 in seguito al progresso tecnologico nella fotochimica e nei polimeri derivati dall'acido acrilico. Due sono le differenze fondamentali che hanno gli inchiostri e le vernici UV per stampa offset rispetto ai sistemi di essiccazione convenzionali:

- totale assenza di solventi volatili, il residuo secco è del 100% (contro il 65-70% degli inchiostri convenzionali);
- polimerizzazione immediata con radiazioni UV

L'immediata polimerizzazione rende l'impiego degli inchiostri UV particolarmente vantaggioso nella stampa di supporti non assorbenti. L'immediata polimerizzazione rende l'impiego degli inchiostri UV particolarmente vantaggioso nella stampa di supporti non assorbenti. Questi inchiostri per la stampa offset richiedono caratteristiche di idrorepellenza per instaurare un equilibrio costante con la bagnatura e, non essendo i suoi componenti di natura grassa risulta difficile a raggiungere questo traguardo. Le proprietà del film stampato e polimerizzato sono governate da numerosi fattori. In fase di formulazione si devono considerare la natura e la struttura della sostanza reattiva dei prepolimeri e dei monomeri, pesi molecolari, il grado di saturazione, numero e tipo di catene, le proprietà reologiche, tipo di foto iniziatore e dello stabilizzante.

Il ruolo più importante lo svolge il fotoiniziatore che è una sostanza che utilizza le radiazioni ultraviolette per trasformarsi in un fotoreattivo incanalando l'energia per far avvenire la polimerizzazione del prepolimero. Questa tecnologia sfrutta le radiazioni UV che vanno dai 200 ai 400 nm, prodotte da lampade a vapori di mercurio che causano la rottura dei legami carbonio, generando la polimerizzazione. La cinetica di reazione è molto complessa a livello molecolare e il meccanismo di propagazione e di termine è associato alla formazione di un radicale libero da parte della sostanza foto reattiva che reagisce con la resina polimerica creando delle catene macromolecolari. Le scelte del monomero è quindi fondamentale per il conferimento delle caratteristiche finali di un polimero, soprattutto per la velocità di essiccazione e le proprietà di adesione ai supporti. La composizione di massima degli inchiostri UV è la seguente:

- prepolimeri al 40-60%;
- monomeri al 10-20%;
- foto iniziatori al 3-8%;
- additivi al 2-3%;
- pigmenti al 15-23%.

Per la polimerizzazione si impiegano lampade a vapore di mercurio “ozone-free”. Le radiazioni UV prodotte dalle lampade sono convogliate tramite riflettori sul supporto. Questi riflettori presentano una superficie speculare di alluminio che riflette circa l’80% dei raggi. L’elevata temperatura di esercizio comporta problematiche non indifferenti su determinati materiali e perciò per la polimerizzazione di supporti termosensibili, si impiegano riflettori con raffreddamento combinato acqua /aria, che permette di operare a temperature basse.

Questa tipologia di stampa offset a UV, è adottata per la stampa di supporti non assorbenti, come etichette per giocattoli, fiori in vaso, detersivi, cibi per animali, confezioni per la cosmetica, profumi, medicinali, carte di credito, carte telefoniche, smart cards.

### **Inchiostri ad acqua**

Sono inchiostri che contengono una soluzione di acqua alcalinizzata come solvente; il loro utilizzo è strettamente legato al procedimento di stampa flessografica.

All’inizio la formulazione di questo inchiostro di alta qualità era resa complicata dall’uso di materie prime di origine naturale e poco stabili nel tempo; con la scoperta e l’introduzione di prodotti sintetici o di prodotti naturali modificati chimicamente di alta solubilità ed adatti ad essere trasformati in veicoli per gli inchiostri, la qualità dei prodotti ha subito un notevole impulso.

Uno dei principali vantaggi dell’inchiostro ad acqua, è la notevole affinità con i supporti a base cartacea, ma ne esistono altri, quali:

- un prodotto che non contiene solventi di tipo organico, quali i composti del gruppo aromatico; risulta meno inquinante e di maggior facilità per lo smaltimento, tanto come costi quanto come tecnologia mirata per l’abbattimento delle sostanze inquinanti;
- pur essendo composta con prodotti infiammabili, nocivi o tossici, risulta molto più facile raggiungere e mantenere i livelli di sicurezza per il reparto e soprattutto per gli operatori;

- per il medesimo motivo risultano notevolmente più economici dei solventi organici in quanto non comportano spese legate alla tassa denominata “carbon tax”;
- stampando su supporti cartacei, una parte del solvente viene immediatamente assorbita da il supporto, accelerando notevolmente i tempi di essiccazione dell’inchiostro e riducendo il “gap” con gli inchiostri composti da solventi volatili;
- utilizzando acqua per diluire e per pulire l’inchiostro risulterà molto più economica anche la gestione della stampa e dei rifiuti.

Unitamente al difficile rapporto che questi inchiostri hanno con supporti di tipo plastico, che essendo idrorepellenti creano notevoli problemi di adesione ed asciugamento; l’acqua essendo un solvente universalmente diffuso aumenta notevolmente le possibilità che lo stampato, una volta raggiunto lo scopo per il quale è stato prodotto, venga a contatto con essa o con i suoi simili e comprometta l’integrità dello stampato stesso.

Il solvente di questi inchiostri non è composto solamente da acqua alcalinizzata con alcali volatili, quali l’ammoniaca e le ammine o altri. Alcune resine acide, insolubili in acqua, reagendo con le ammine formano dei saponi d’ammonio solubili. Durante l’essiccazione, insieme all’acqua evapora anche quella parte di ammina che dissociandosi dal sale d’ammonio ripristina i gruppi acidi della resina che ritorna così insolubile.

Il principale mercato degli inchiostri ad acqua è la stampa flessografica di imballaggi, sacchi e scatole di cartone, ma da tempo questi inchiostri sono impiegati in altre applicazioni ugualmente interessanti ed in espansione.

### **Inchiostri per moduli continui**

Sono stampati commerciali in forma di nastro perforato ai bordi, realizzato per favorire il trascinamento; il nastro può essere costituito da fogli piegati o da bobina. Vengono prodotti per essere successivamente sovrastampati con attrezzature elettroniche ad aghi o con stampanti laser. La realizzazione è fatta normalmente in roto-offset senza forno.

Tenendo presente che nelle stampanti laser il fissaggio del toner viene ottenuto con un rullo riscaldante, che può arrivare, a seconda dell’apparecchio, fino a 150°C; l’inchiostro prestampato sul modulo non deve creare problemi di controstampa sul rullo fusore, rigonfiamenti o altri danni alla gomma, formazione di fumi o di odori sgradevoli.

## **Inchiostri per stampa digitale**

I sistemi di stampa più utilizzati sul mercato sono: la stampa elettrofotografica e la stampa ink-jet.

La stampa elettrofotografica, definita comunemente, xerografia, utilizza un inchiostro denominato “toner”. I toner si dividono in due categorie:

- toner in polvere: le particelle solide che li compongono vengono caricate elettrostaticamente in apposite unità di sviluppo, queste sono attratte dal tamburo fotoconduttore che si trova caricato elettrostaticamente. Lo stesso campo elettrostatico contribuisce successivamente a trasferire l’immagine sul supporto. Il pigmento utilizzato per la produzione del toner viene ottenuto miscelando e macinando finemente i composti organici, fino ad ottenere una polvere di granulometria molto fine.

Il metodo più attuale definito sintesi chimica diretta, o sistema di polimerizzazione, permette di ottenere particelle sferiche di diametro molto regolare. I toner in polvere sono fissati al supporto per mezzo di calore e di leggera pressione (solo per lucidarla).

- toner a due componenti: il pigmento è trasportato per mezzo di particelle magnetiche chiamate carriers, che sono contenute nell’unità di sviluppo. Le particelle di toner sono caricate elettrostaticamente e perciò aderiscono ai componenti magnetici.
  - toner magnetici: costituiti da un solo componente; rispetto ai toner descritti precedentemente, si accentua il fatto che la particella di ossido di ferro necessaria al traferimento sul tamburo fotoconduttore. La caratteristica di questi toner è di aver una granulometria che si aggira sui 12-20 nanometri.
  - toner elettrostatici: sono composti da un singolo componente e non richiedono particelle magnetiche per il loro trasferimento. Questo avviene attraverso un campo elettrostatico controllato. Questi toner possono essere impiegati su attrezzature di medio-bassa velocità di produzione.
- Toner liquidi: il pigmento viene disperso in una base liquida. Il trasferimento delle particelle caricate sul cilindro per formare l’immagine, che avviene attraverso un campo di forze elettrostatiche.

La concentrazione di toner è di circa il 15% ed una volta creata l'immagine, la base liquida viene eliminata dal toner normalmente per mezzo di calore e conseguente evaporazione.

La granulometria di questi toner si aggira attorno ad 1-2 micron e questa finezza permette di depositare strati molto sottili di toner ed accentuare notevolmente la definizione dell'immagine stampata.

- Ink-jet: questi inchiostri, vengono fabbricati utilizzando coloranti e ultimamente sempre più pigmenti. L'inchiostro deve essere filtrato molto bene per non presentare agglomerati di pigmento che potrebbero causare l'ostruzione dei piccolissimi ugelli di spruzzo delle teste di scrittura.

Le due tecnologie attualmente utilizzate sono:

- a flusso selettivo (drop on demand): ink-jet termici a base acqua e ink-jet piezoelettrici a base di acqua, olio e cere.
- a getto continuo, composti di acqua e MEK (metil etil chetone).

Data la bassa viscosità di questi inchiostri, il risultato qualitativo dipende dal tipo di supporto utilizzato per la stampa ed il suo grado di assorbimento. L'alto contenuto di liquido, circa il 90-95%, determina spesso sbavatura ed eccessiva penetrazione nel supporto, o fenomeni di perlinatura.

Lo spessore di inchiostro lasciato dai sistemi sopraelencati è molto sottile e raggiunge valori inferiori al micron.

### **Vernici per sovrastampa ad acqua**

Sono costituite da resine disperse in acqua leggermente alcalinizzata; hanno tempi di essiccazione molto brevi per evaporazione dell'acqua e consentono quindi un impilamento dei fogli senza problemi. Esiste una vasta gamma di vernici a base acquosa che possono soddisfare la maggior parte delle esigenze richieste dal mercato degli stampati.

La sovrastampa di queste vernici non pone generalmente problemi di incompatibilità, se si esclude il caso in cui il valore di "pH" della vernice sia particolarmente alcalino, e vada a contrastare la poca resistenza agli alcali di alcuni pigmenti usati negli inchiostri.

## **Vernici per sovrastampa UV**

Le vernici per sovrastampa, dette overprint, UV maggiormente impiegate sono quelle applicabili con il gruppo spalmatura (flessografico). La formulazione di queste vernici UV è differente da quella degli inchiostri offset. Questi, sono liquide, di aspetto trasparente ed incolore, costituite essenzialmente da derivati acrilici.

La composizione è la seguente:

- prepolimeri al 40-70%;
- monomeri al 10-30%;
- fotoiniziatori al 5-7%;
- acceleranti o foto sinergisti al 10-12%;
- additivi (composti siliconici, cere, stabilizzanti) al 1-3%.

L'indurimento del film avviene per una serie di reazioni fotochimiche complesse a seguito dell'energia radiante ultravioletta ceduta che eccita le molecole dei fotoiniziatori i quali hanno il compito di innescare la reazione radicalica producendo radicali liberi instabili che reagiscono con i centri attivi (doppi legami) contenuti nelle resine formando macromolecole. Questo processo prosegue sino all'indurimento completo del film, cioè all'avvenuta polimerizzazione.

I risultati finali, per quanto riguarda la lucentezza e le resistenze meccaniche, sono intermedi fra quelli che si ottengono con la plastificazione e quelli che si hanno impiegato vernici grasse convenzionali. Le vernici UV trovano largo impiego per la verniciatura delle copertine di riviste e libri. Ci sono inoltre vernici UV con effetto opaco. I problemi più comuni di queste vernici sono rappresentati dall'ingiallimento del film e dalla scarsa adesione su inchiostri convenzionali. Queste vernici non sono indicate per la verniciatura di contenitori alimentari a causa dell'emissione di sostanze gassose durante la fase di polimerizzazione che potrebbero alterare il gusto degli alimenti.

Grazie all'elevato grado di lucido e resistenza allo sfregamento, le vernici UV hanno incontrato un'importante applicazione nel campo grafico e cartotecnico. Però a causa della loro natura chimica aggressiva le vernici overprint UV hanno la tendenza a far virare e/o scolorire alcuni pigmenti sensibili agli alcali.

L'impiego del primer a base acqua che si usa per evitare il rifiuto da parte dell'inchiostro, non elimina questo inconveniente. Il viraggio di colore nella tinta piena (scura) può essere relativamente moderato, mentre nella tinta chiara (pastello) può essere molto evidente, sino alla degradazione totale, o quasi, del colore. La quantità di calore, di irraggiamento UV, di umidità, tipo di inchiostro, struttura

chimica della vernice e spessore del film, influenzano quantitativamente modo per evitare il problema è quello di non usare inchiostri contenenti pigmenti sensibili agli alcali. Inoltre, le vernici sovrastampa UV di normale produzione non sono adatte per essere incollate e per ricevere l'impressione a caldo.

### **Il problema della disinchiostrazione**

Un problema non indifferente che mette in discussione la tecnologia dei sistemi UV è la difficoltà di disinchiostrazione/deinking della carta stampata in UV. In Europa, il procedimento più usato per effettuare la disinchiostrazione, è quello di flottazione.

Anche se quantitativamente trascurabile l'impiego dei sistemi UV in quanto rappresenta meno dell'0,5% del materiale da riciclare, i problemi molto più importanti sono invece dati dai manufatti verniciati UV non separabili per solubilizzazione, il cui spessore è tale che risulta difficile rimuovere completamente il coating dalle fibre. I nuovi processi di disinchiostrazione degli UV sono stati studiati ma sono difficilmente applicabili a causa delle difficoltà della cartiera di selezionare il materiale riciclabile.

### **Inchiostri ibridi**

L'origine della terminologia "inchiostri ibridi" nasce dal nome di una serie chiamata Hy-Bryte della Sun Chemical comparsi sul mercato nell'anno 2000. Questi inchiostri sono il risultato di una combinazione di particolari prepolimeri UV e di speciali resine alchidiche in modo da eliminare ogni aggressività verso gli elastomeri dei rulli della macchina da stampa tradizionale.

Dopo una lunga sperimentazione negli Stati Uniti, la Sun Chemical ha introdotto sul mercato nazionale questo sistema innovativo costituito da un package di inchiostri hy-bryte più vernice di sovrastampa hy-Bryte più prodotto specifico di lavaggio, da applicare in linea e con risultati finali di elevato grado di lucido, assenza di dry-back e stampa nitida con puntino secco equivalente alla stampa offset a foglio. Il grande vantaggio di questi prodotti è che possono essere utilizzati su macchine offset convenzionali senza dover cambiare caucciù, rulli, lastre cotte e additivi di bagnatura. Questi prodotti non contengono solventi volatili e sono stati studiati solo per la stampa di carta e cartone su ogni tipo di macchina a foglio con verniciatura in linea.

Non sono idonei per la stampa di supporti non assorbenti.

Altri produttori di sistemi UV, hanno messo sul mercato inchiostri simili denominati IBRIDI, con formulazioni e caratteristiche diverse fra di loro, costituiti da miscele di UV e di inchiostri grassi convenzionali oleoresinosi. Questi inchiostri ibridi che pur essendo una novità sono ancora poco noti alla maggior parte degli stampatori.

Essi hanno la prerogativa di agevolare la realizzazione della verniciatura UV in linea senza rifiuto su macchine offset convenzionali munite di una lampada di 160 watt/cm all'uscita della stampa ed aria calda prima di entrare nella torre di verniciatura.

Gli inchiostri ibridi, secondo le indicazioni degli stessi fornitori, possono essere impiegati per stampare anche su supporti non assorbenti o metallizzati senza la verniciatura ove si rende necessaria una maggiore carica di colore che con gli inchiostri convenzionali non è possibile ottenere.

### 3. QUALITÀ DI STAMPA

La **macchinabilità** è la potenziale idoneità della carta ad essere adeguatamente stampata, nelle condizioni specificate, per quanto riguarda facilità e regolarità di passaggio in macchina senza dar luogo ad inconvenienti. È determinata da alcune caratteristiche intrinseche della carta, principalmente fisicomeccaniche. Una buona macchinabilità significa assenza di fuori registro, di inconvenienti meccanici, rotture, sventagliamenti, vescicazioni, strappi superficiali.

Tra le caratteristiche della carta che influiscono sulla macchinabilità possiamo citare la densità apparente, la stabilità dimensionale, l'umidità relativa di equilibrio, la resistenza dinamica, quella interna, quella di lacerazione, quella allo strappo superficiale.

Importanza preminente hanno le condizioni di allestimento. L'assenza dell'imbarcamento, di ritiro ai bordi o di ondulazioni, di boffe o di grinze nel caso della carta in formato; di fasce umide o di fasce molli, di cordonature, di tagli di calandra, di ricchezza ai bordi, di anime difettose, di scampanature, ovalizzazioni ed ammaccature nel caso della carta in rotoli, sono tutti requisiti essenziali per una buona macchinabilità della carta.

L'**inchiostrabilità** è la potenziale idoneità della carta ad essere adeguatamente stampata, nelle condizioni specificate, per quanto riguarda la ricezione e la stabilizzazione dell'inchiostro, senza dar luogo a difetti di produzione dell'immagine. È determinata da alcune caratteristiche intrinseche della carta, principalmente quella inerente alla superficie. Una buona inchiostrabilità vuol dire che la carta accetta l'inchiostro con un minimo di pressione, che questo sarà distribuito in strato sottile ed omogeneo, tale da conferire alla stampa la densità ottica richiesta, in zone esattamente corrispondenti per area e forma a quella della forma stampante. Essa è determinata principalmente dalla struttura della carta e da alcune proprietà fisiche e chimiche della sua superficie. Infatti la ricettività per l'aspetto fisico, dall'acidità della carta e dalla presenza sulla superficie di additivi che ne modificano l'affinità per l'inchiostro, per l'aspetto chimico.

Nel caso delle carte patinate, intervengono anche la natura, la forma e le dimensioni dei pigmenti, come pure la natura e la quantità del legante.

**L'evidenziabilità dell'immagine** è la potenziale idoneità della carta ad evidenziare l'immagine su di essa stampata, consentendo la nitida visibilità dei dettagli. Una buona abilità evidenzi dell'immagine significa che la carta possiede caratteristiche tali da conferire all'immagine nitidezza e contrasto e da impedire fenomeni di trapasso della stampa sul verso. Le caratteristiche che intervengono sono principalmente quelle ottiche, come bianchezza, colore, lucido, opacità.

## **4. CARATTERISTICHE DI STAMPABILITÀ DELLA CARTA**

### **4.1 LE CARATTERISTICHE DELLA CARTA CHE INFLUISCONO LA MACCHINABILITÀ**

#### **Speratura**

Per speratura si intende l'aspetto che la carta manifesta quando è posta di fronte una sorgente luminosa ed è esaminata in trasparenza. Si potranno rilevare fiocchi di fibre, di dimensioni più o meno grandi, che rendono la carta più spessa in alcune zone e che si manifesta come macchie più scure rispetto alle zone in cui lo spessore della carta è più sottile. Se le fibre sono distribuite in modo omogeneo si ha una speratura uniforme, mentre se la loro distribuzione è irregolare e sono presenti fiocchi di dimensioni abbastanza rilevanti si ha una speratura nuvolosa.

Sull'aspetto della speratura influiscono lo spessore e le variazioni di spessore della carta: è evidente che la carta appare tanto più regolare quanto meno essa è trasparente e quindi quanto è più opaca.

La speratura più o meno buona dipende dal fatto che al momento della formazione del foglio le fibre tendono ad aggregarsi in fiocchi; tale tendenza è particolarmente elevata quando l'impasto è costituito da fibre lunghe; se invece le fibre sono corte e l'impasto ha subito la raffinazione, la speratura è più uniforme.

#### **Direzione di fibra**

Il processo di fabbricazione della carta su macchina continua impartisce un preferenziale orientamento delle fibre nella direzione di fabbricazione: questo determina il differente comportamento fisicomeccanico nella direzione di macchina o longitudinale rispetto alla direzione trasversale.

In particolare la resistenza alla trazione e la rigidità sono sempre maggiori nella direzione longitudinale, mentre l'allungamento, la resistenza alla lacerazione e l'igroespansività sono invece più elevate nella direzione trasversale.

#### **Doppio viso**

In conseguenza della modalità di fabbricazione si possono avere differenze di finitura e quindi diversità di caratteristiche superficiali tra i due lati del foglio di carta: la conseguenza di ciò, è il doppio viso della carta, che sarebbe la differenza strutturale fra il lato tela e lato feltro.

La differenza si rileva anche in termine di lisciatura, assorbimento dell'inchiostro, pulizia superficiale, tendenza allo spolvero ed abrasività in funzione del diverso contenuto di cariche minerali.

Il lato feltro, contenente fibre più corte ed i componenti più fini, si presenta più chiuso ed omogeneo, mentre il lato tela è più aperto e disomogeneo; sul lato tela è elevata la resistenza alla spellatura, mentre è minore l'assorbimento all'inchiostro; al contrario il lato feltro ha meno resistenza superficiale, ma maggiore assorbimento agli inchiostri.

### **Densità**

La densità o massa volumetrica è il rapporto tra la grammatura e lo spessore della carta.

Carte con una elevata densità saranno rappresentative di un supporto con fibre più legate e di una struttura più compatta cui risponderanno una minore comprimibilità e quindi una più bassa lisciabilità, pori di minori dimensioni, migliori caratteristiche di resistenza meccanica ed in particolare, una maggiore igro-espansività.

### **Impasto fibroso**

Anche la natura dell'impasto fibroso, cioè i tipi e le relative percentuali dei materiali fibrosi utilizzati nella fabbricazione della carta, influisce indirettamente sulla macchinabilità della stessa, determinando caratteristiche di resistenza meccanica più o meno elevate.

### **Planarità**

La differenza fra l'umidità relativa dell'ambiente e umidità relativa di equilibrio della carta, influisce particolarmente sulla planarità della carta, provocando deformazioni che le impediscono di rimanere ben distesa. Quando è l'ambiente a cedere l'umidità alla carta, alle risme o alle pile di fogli si deformano nella parte esterna, perché assorbe rapidamente ed aumenta la sua lunghezza; ciò provoca la comparsa di ondulazioni. L'inconveniente può manifestarsi anche quando la carta in equilibrio con l'ambiente; tuttavia se la carta è ad una temperatura molto bassa e viene trasportata in un ambiente a temperatura normale è necessario lasciare trascorrere del tempo sufficiente per consentire alla carta di mettersi in equilibrio con la temperatura ambiente, prima di togliere l'imballo e successivamente stampare.

Quando l'umidità relativa dell'ambiente risulta inferiore di quella di equilibrio della carta, sarà la parte esterna della pila che perderà acqua per evaporazione. I difetti menzionati precedentemente possono causare inconvenienti più o meno gravi durante la fase di stampa; infatti la mancanza di planarità porta alla formazione di pieghe o di

grinze nel passaggio del foglio tra la forma e il cilindro di pressione, a riproduzione di immagini fuori registro, alla rottura del nastro in caso di stampa con alimentazione a bobina, perché si può avere una distribuzione irregolare della tensione del nastro di carta.

Particolarmente esigente è la stampa offset, e l'esigenza aumenta con il numero di colori, quindi di passaggi, a causa delle difficoltà di registro che si verificano in ogni passaggio.

Per evitare e contenere l'insorgenza dei difetti, dovuti alla planarità non uniforme, si deve condizionare la carta in modo che la sua umidità relativa di equilibrio corrisponda all'umidità dell'ambiente. La mancanza di planarità può essere dovuta a: cattivo asciugamento della carta in macchina continua, innalzamento repentino di temperatura da un cilindro essiccatore al successivo, cattiva regolazione delle tensioni dei feltri, irregolarità dei cilindri della calandra.

### **Imbarcamento**

È un fenomeno causato essenzialmente dal diverso comportamento manifestato dalle due facce del foglio di carta, cioè il lato tela e il lato feltro, quando l'umidità relativa dell'ambiente cambia e mutano le condizioni di equilibrio con la carta.

Si può parlare di imbarcamento quando una delle due facce del foglio assorbe o cede più umidità dell'altro lato, il quale si incurva verso la faccia che si è dilatata di meno.

La diversità di comportamento delle due facce del foglio, è tanto maggiore quanto più forte è l'imbarcamento. Il fattore che influisce maggiormente su questo difetto deriva dall'andamento della seccheria della macchina continua.

### **Caratteristiche meccaniche**

Nella stampa a bobina è necessario che il nastro di carta sopporti le sollecitazioni a trazione senza incorrere in rotture; per questo motivo la carta dovrà presentare buone caratteristiche di lunghezza di rottura, per essere in grado di assorbire le brusche sollecitazioni, unitamente ad un'elevata resistenza alla lacerazione in modo da minimizzare gli effetti dovuti alla presenza di tagli o imperfezioni ai bordi del foglio di carta.

Le caratteristiche di resistenza della carta rientrano ormai abitualmente entro valori medi accettati da un gran numero di tipi di macchine e di procedimenti.

La rottura non avviene di solito per generica ed insufficiente resistenza della carta, ma è quasi sempre un'anomalia del foglio o del suo allestimento o della conduzione della macchina da stampa.

Nel caso della carta per la stampa offset, la presenza dell'acqua di bagnatura rappresenta un fattore che, indebolendo i legami tra fibre degli strati superficiali della carta favorisce il manifestarsi del difetto di strappo superficiale; si fa uso di carte collate, in modo da impartire alla carta una maggiore tenacità e quindi aumentare la resistenza meccanica.

### **Tendenza allo spolvero**

La tendenza allo spolvero della carta, può essere considerata una caratteristica in grado di influenzare sia la macchinabilità che l'inchiostribilità. Il difetto di spolvero è dovuto alla presenza di particelle, quali frammenti di fibra di carica minerale, scagliette di patina non sufficientemente legate o ancorate alla superficie della carta che si distaccano da essa per sfregamento durante le operazioni di trasformazione e di stampa.

Se la carta è molto secca, si carica facilmente di elettricità statica e favorisce l'allontanamento delle particelle superficiali. Durante la fase di stampa le particelle si possono accumulare sulla forma stampante o sul cilindro caucciù in offset, provocando oltre a difetti di stampa, anche fermi macchina per contenere l'entità dei difetti e gravi danneggiamenti alla superficie della forma stampante se vi sono particelle abrasive. La conseguenza diretta di questa presenza, costringe lo stampatore ad intensificare i lavaggi della macchina da stampa.

La tendenza allo spolvero può essere contenuta con l'aggiunta di leganti nell'impasto.

### **Abrasività**

Le materie fibrose impiegate per fabbricare la carta, di per sé non hanno carattere abrasivo, mentre talune cariche minerali causano abrasività superficiale, che arreca gravi danni in fase di utilizzazione. Alcune cariche sono abrasive per loro natura, avendo un elevato grado di durezza, come silice, carbonato di calcio, ecc.....

In offset i corpuscoli abrasivi possono conficcarsi nel caucciù; tale stampa può tollerare carte con pigmenti abrasivi a patto che le particelle di carica si trovino perfettamente ancorate al foglio.

Nella stampa rotocalco è praticamente inaccettabile una carta abrasiva; i materiali abrasivi, al momento dell'inchiostrazione, abbandonano la superficie della carta e si uniscono all'inchiostro liquido, rovinando, durante la raclatura, il filo della racla, che non pulendo perfettamente lascia una traccia sotto forma di riga finissima rettilinea o di fascio di righe parallele.

## 4.2 CARATTERISTICHE CHE INFLUENZANO L'INCHIOSTRABILITÀ

### **Liscio e comprimibilità**

La superficie della carta presenta infatti sempre delle irregolarità che possono presentare l'aspetto di avvallamenti e di rilievi.

L'effetto della compressione cui viene sottoposta la carta durante la calandratura è la diminuzione dello spessore, dell'assorbenza, dell'opacità e della comprimibilità della stessa: conseguenza secondarie che spesso non sono gradite ai fini della stampa.

Il liscio dipende anche dalla composizione dell'impasto: la pasta legno permette di ottenere mediante calandratura alti livelli di liscio, e lo stesso effetto si ottiene con un elevato contenuto di materiale di carica che conferisce voluminosità e sofficietà alla carta.

La funzione che il liscio svolge ai fini della ricettività dell'inchiostro consiste nel consentire un contatto più o meno completo con la forma da stampa al momento in cui avviene il trasferimento dell'inchiostro dalla forma alla superficie della carta.

La comprimibilità contribuisce a garantire insieme al liscio un più "intimo" contatto tra la forma da stampa e il foglio di carta.

### **Collatura**

Una carta collata oppone una certa resistenza alla penetrazione dell'acqua e dei liquidi acquosi.

Per effettuare la collatura è necessario trattare la carta con idonee sostanze, che possono essere aggiunte in impasto o in superficie. Nel primo caso il trattamento dell'impasto è fatto a piccole quantità di collanti a base di colofonia o paraffina, oppure di prodotti organici sintetici, che abbassano notevolmente la bagnabilità delle fibre. Il processo di collatura va a variare la velocità di penetrazione dell'acqua nella carta; una collatura piuttosto elevata prende il nome di collatura forte o collatura da scrivere, perché essa è una caratteristica essenziale delle carte da scrivere quando si utilizzano inchiostri acquosi: carte insufficientemente collate darebbero luogo in tal caso a spandimenti e trapelamento dei grafismi.

### **Resistenza all'acqua di bagnatura e pH superficiale**

L'assorbenza all'acqua è per le carte destinate alla stampa offset, un'importante caratteristica d'inchiostribilità.

Durante il processo di stampa l'acqua di bagnatura ricopre non solo le zone non stampanti, e quindi quelle corrispondenti del caucciù, ma è presente sotto forma di

goccioline anche nello strato di inchiostro distribuito sulle zone stampanti. Al momento del contatto del cilindro caucciù con la carta, è necessario che tali goccioline vengano assorbite rapidamente in modo da evitare il rischio che l'acqua possa interferire con il regolare trasferimento dell'inchiostro.

Un eccessivo rallentamento della penetrazione dell'acqua può dare luogo ad un indebolimento e ad una disuniformità dell'immagine stampata. L'impiego di acqua di bagnatura nella stampa offset implica la necessità di un'adeguata resistenza all'acqua per le carte patinate. Può accadere che componenti solubili della patina passando nel liquido di bagnatura ne alterino la composizione e le proprietà e diano luogo a fenomeni di emulsificazione dell'inchiostro nell'acqua di bagnatura che originano il difetto di velatura.

È importante che il pH superficiale sia mantenuto entro i limiti non troppo lontani dalla neutralità: un pH eccessivamente acido può alterare il colore degli inchiostri e soprattutto rallentare il loro processo di essiccamento; pH troppo alcalini possono invece abbassare eccessivamente l'acidità dell'acqua di bagnatura e provocare il difetto di velatura.

### **4.3 CARATTERISTICHE DELL'EVIDENZIABILITÀ DELL'IMMAGINE**

#### **Grado di bianco**

Il fattore che influisce maggiormente sul grado di bianco di una carta è il grado di bianco stesso delle materie prime fibrose utilizzate nella composizione della carta; il grado di raffinazione, come pure la pressatura ad umido e alla calandratura ne determinano una diminuzione (diminuisce anche l'opacità). Naturalmente anche i materiali di carica influiscono sul bianco, aumentandolo se sono usati materiali di carica più bianchi delle materie prime fibrose.

Un sistema per aumentare il bianco di una carta è quello di aggiungere sbiancanti ottici, generalmente nell'impasto, che agiscono per effetto della fluorescenza.

#### **Opacità**

L'opacità deve essere sufficientemente elevata per impedire la formazione di fenomeni come il trapasso dell'immagine.

Un elevato valore di opacità della carta può tuttavia non essere di per se sufficiente a garantire l'assenza degli inconvenienti sopra citati. Nelle carte con elevati valori di assorbimento la "visibilità sul retro" può in effetti risultare superiore a quanto ci si aspetterebbe in base al valore di opacità rilevata sulle carte stesse. Ciò può verificarsi

perché con queste carte può avvenire una penetrazione del pigmento negli strati superficiali e del veicolo dell'inchiostro ancora più in profondità nel corpo della carta. Riempiendo in questo modo gli spazi interfibra prima occupati dall'aria con un mezzo avente indice di rifrazione pari a quello delle fibre si provoca una diminuzione dell'opacità.

Sono molteplici i fattori che influenzano l'opacità: a parità di altre condizioni, quanto è più alta la grammatura, tanto maggiore è l'opacità; a parità di grammatura sull'opacità influiscono lo spessore, la struttura e il colore del foglio, ciò vuol dire che una cellulosa greggia è più opaca della corrispondente bianchita e che una carta "nuanzata" è più opaca dell'impasto di partenza.

Un aumento della densità apparente fa diminuire l'opacità in quanto aumentano i punti di contatto ottico, mentre un aumento della voluminosità porterà ovviamente ad un aumento dell'opacità. La quantità di particelle fini presenti nell'impasto costituisce un'altra variabile importante per l'opacità: avendo un'elevata superficie specifica moltiplicano le riflessioni e le rifrazioni della luce che penetra nella carta aumentando così l'opacità. In questo modo contribuiscono anche i materiali di carica (biossido di titanio) e in modo particolare se sono costituiti da particelle di piccole dimensioni.

## **Lucido**

Il lucido come il colore, non è una proprietà fisica delle superfici ma è la sensazione che un osservatore prova quando il suo occhio è colpito dalla luce riflessa direzionalmente da una superficie.

La superficie lucida per eccellenza è quella di uno specchio che riflette tutta la luce incidente su di esso: la superficie "matt" per eccellenza è quella di diffusore perfetto che invece diffonde tutta la luce incidente in tutte le direzioni.

La sensazione di lucido dipende da vari fattori: natura della sorgente luminosa, angolo di incidenza della luce, angolo di osservazione, ecc. , ma il fattore più importante è rappresentato dalla microstruttura della superficie riflettente. Nel caso della carta, le particelle di fibra, carica minerale e pigmento che si trovano sulla superficie del foglio, possono essere assimilate a tanti specchietti elementari. Per ottenere un foglio dall'apparenza matt bisognerà che le particelle superficiali siano orientate in tutte le direzioni, per ottenere invece un foglio dall'apparenza più lucida l'inclinazione delle particelle rispetto al piano del foglio dovrà diminuire.

Proprio per il bisogno di aumentare il lucido sono state introdotte le calandre e le lisce: sotto la pressione dei loro cilindri, l'orientamento delle particelle superficiali della carta tende ad uniformarsi.

## 5. LE PROVE DI STAMPABILITÀ

La stampabilità della carta, a parità d'inchiostro e di condizioni di stampa, dipende dalle caratteristiche meccaniche, e più che tutto fisiche ed ottiche, che essa possiede. Tuttavia la relazione fra queste caratteristiche e la stampabilità è indiretta e spesso di difficile valutazione; sono pertanto state elaborate molte prove che imitano le operazioni di stampa o singole fasi di esse, servendosi di apparecchi di laboratorio e inchiostri da stampa standard, oppure di liquidi che possiedono talune proprietà di questi ultimi. Siccome si opera in condizioni controllate e riproducibili, il cartario può ricavare da queste prove, che possiamo denominare prove di stampabilità, indicazioni utili sul comportamento della carta durante la stampa. Si tratta di indicazioni di massima, sia perché è impossibile riprodurre su un apparecchio di laboratorio tutte le variabili che intervengono nel funzionamento di una macchina da stampa industriale, sia perché vi è una tale varietà di macchine, di condizioni operative e di inchiostri, anche nell'ambito di un singolo processo di stampa, che non è possibile trarre da una prova di laboratorio indicazioni valide per tutti i casi pratici. Molte prove in particolare quelle che richiedono l'applicazione dell'inchiostro alla carta, sono eseguite per mezzo di minuscole macchine da stampa che riproducono, in modo estremamente semplificato, le operazioni fondamentali di una macchina industriale. Altre prove invece sono eseguite da apparecchi speciali, oppure non richiedono uso di apparecchi. Gli inchiostri commerciali mal si prestano alle prove di laboratorio, perché essi di solito non sono stabili nel tempo. Pertanto di solito si usano inchiostri di prova preparati appositamente per questo scopo; taluni di questi sono simili agli inchiostri commerciali, dai quali si distinguono solo perché sono stabili nel tempo, altri invece hanno una composizione particolare, perché con il loro impiego si vuole mettere in evidenza qualche caratteristica speciale della carta.

### **Apparecchi di stampabilità**

In questa sezione ci occupiamo degli apparecchi di stampabilità impiegati per le prove di stampa offset. Questi apparecchi sono costruiti per simulare la stampa tipografica; tuttavia, essi sono usati anche per le prove di stampa offset, con alcune piccole varianti e con la limitazione che non è possibile riprodurre gli effetti dovuti alla presenza costruttiva e le singole operazioni sono semplificate al massimo; in particolare le variabili principali della stampa, cioè velocità, pressione, spessore dello strato d'inchiostro, sono regolati a valori esattamente conosciuti. È quindi possibile ottenere risultati riproducibili, anche se la stampa è fatta con una provetta di piccole dimensioni e su un'area di poche decine di centimetri quadrati. Fra i vari tipi di

apparecchi per prove di stampabilità abbiamo preso come riferimento quelli progettati a suo tempo dall'Instituut voor Graphische Technieck di Amsterdam, generalmente noti con il nome di apparecchi IGT, poiché sono i più conosciuti, e con la loro ricchezza di accessori, offrono le maggiori possibilità operative. Tuttavia la maggiore parte delle prove che descriveremo sono realizzabili anche sugli altri apparecchi, con gli adattamenti richiesti dalle loro caratteristiche costruttive.

### **Apparecchi IGT**

Ogni apparecchio IGT è composto da un dispositivo di inchiostrazione e di un unità di stampa. Nell'unità di stampa la forma stampante è costituita dalla superficie laterale di una rotella, ricoperta con uno strato uniforme di inchiostro. La pressione è ottenuta premendo con forza regolabile la rotella contro un settore circolare, che tiene il posto del cilindro e sul quale si fissa la striscia da stampare. In condizioni normali di funzionamento, la velocità varia da 0 m/s fino ad un massimo compreso fra 1,25 e 5 m/s. il dispositivo di inchiostrazione macina l'inchiostro per mezzo di due cilindri metallici ed uno di gomma poliuretano, che a sua volta applica alla rotella una pellicola d'inchiostro, il cui spessore dipende dalla quantità d'inchiostro distribuita sul dispositivo.



### **Unità d'inchiostrazione**

L'unità d'inchiostrazione è comune a tutti gli apparecchi e comprende due sezioni distinte, collocate simmetricamente rispetto ad un riduttore di velocità azionato da un motore elettrico. Ogni sezione comprende: un cilindro in alluminio anodizzato comandato dal riduttore; un secondo cilindro di alluminio, che è parallelo al primo e gira in folle; un rullo inchiostatore, che si infila in un'asta orizzontale collocata sopra i due cilindri d'alluminio e che poggia su questi durante il funzionamento

dell'apparecchio. Il movimento del cilindro comandato si trasmette al rullo inchiostatore e da questo al cilindro in folle, che è dotato anche di un movimento di traslazione orizzontale, in modo da facilitare una distribuzione uniforme dell'inchiostro sulla varie superfici a contatto.

Sotto il cilindro comandato si trova un dispositivo ausiliario di distribuzione, costituito da un rullino rivestito di poliuretano a largo 3 cm, il quale si sposta con movimento di va e viene lungo un albero che porta una scanalatura elicoidale; questo rullino poggia a leggera pressione contro la parte inferiore del cilindretto comandato e lo percorre in tutta la larghezza; tutte le volte che raggiunge una delle estremità del cilindro, esso inverte il suo movimento e torna indietro. Il rullo inchiostatore può essere di gomma, di gomma speciale per inchiostri UV o di resina poliuretanica. I rulli di gomma sono impiegati solo in casi particolari, poiché essi tendono ad assorbire gli oli minerali leggeri che entrano nella composizione della maggiore parte degli inchiostri. Ciò altera tanto la composizione dell'inchiostro applicato sul rullo, quanto la superficie del rullo stesso. I rulli di gelatina usati un tempo sono stati sostituiti con vantaggio dai rulli di poliuretano, che assommano i vantaggi di quelli di gelatina e di quelli di gomma. Infatti i rulli di poliuretano possono essere usati tanto con inchiostri a base di olio quanto con quelli acquosi; si deve solo badare a non pulirli con solventi clorurati, solventi aromatici, chetoni, esteri alchilici ed alcoli. Per tale scopo è preferibile usare idrocarburi alifatici a punto di ebollizione non troppo basso. Il rullo in poliuretano non deve girare a contatto dei due cilindri di alluminio se questi non sono ricoperti di inchiostro o d'olio; se pertanto si usa una sola sezione del dispositivo inchiostatore, si deve badare che l'altra non porti il rullo di poliuretano.

Quando non sono in uso, questi rulli non devono mai essere posati a contatto con una superficie, ma infilati verticalmente in un bastoncino o con le estremità dell'anima appoggiate su due sostegni a forchetta. La superficie laterale del rullo inchiostatore ha un'area di circa 270 cm<sup>2</sup>, il cilindro comandato di circa 340 cm<sup>2</sup>, quello folle di circa 540 cm<sup>2</sup>, il rullino di distribuzione ausiliario di circa 50 cm<sup>2</sup>. L'area totale è di circa 1200 cm<sup>2</sup>. Le aree delle varie parti sono state scelte in modo che, dopo aver fatto tre prelievi con la rotella da 2 cm (o 6 con la rotella da 1 cm), si può ridurre rapidamente a metà la quantità di inchiostro sul dispositivo inchiostatore pulendo con uno straccio o un tampone di ovatta il cilindro anteriore folle. Di questa possibilità si trae partito quando si ricorre ad un procedimento rapido per tracciare la curva della densità ottica della stampa in funzione della quantità d'inchiostro sulla forma.

L'apparecchio è avviato e fermato premendo il bottone sul davanti, in basso. La leva di comando in alto regola la posizione dei rulli in poliuretano. Quando la leva è alzata, i rulli sono sollevati e non toccano i cilindri metallici; quando è abbassata, i rulli

poggiano sui cilindri e l'interno dell'anima non tocca le aste di sostegno, in modo che i rulli sono trascinati dai cilindri mentre questi girano. La posizione normale della leva di comando è quella alzata, per evitare che i rulli tocchino i cilindri mentre l'apparecchio è fermo.

### **Le rotelle stampanti**

Le rotelle da inchiostrare poggiano con la superficie laterale su quella del rullo inchiostatore; sono di alluminio anodizzato, con uno sviluppo di 20 cm, e possono essere larghe 1 cm, 2 cm, 3,2 cm e 5 cm. Esse hanno un'impugnatura di resina e sono abbastanza leggere; le rotelle da 5 cm sono realizzate in resina sintetica. I bordi delle rotelle sono seghettati, per migliorare l'aderenza della rotella alla striscia ed evitare slittamenti durante la stampa.

Per le prove che simulano la stampa offset, si possono usare rotelle ricoperte di gomma marrone, avente la durezza di circa 85 ° Shore A. La gomma è rivestita con una pellicola di resina sintetica indifferente al veicolo degli inchiostri da stampa, per evitare che questi venendo a contatto diretto con la gomma, ne modifichino lo stato della superficie. Le rotelle di gomma, della larghezza di 2, 3,2 , 5 cm hanno un diametro superiore a quello delle rotelle di alluminio, perché sono adoperante senza rivestimento sul settore circolare e quindi il loro sviluppo è di 21 cm. Anche in questo caso le rotelle da 5 cm destinate alla pesata sono ricoperte di gomma, a sua volta rivestita con una pellicola plastica.



Vi è una rotella metallica alla cui superficie si può applicare una lastrina, larga quanto la rotella ed avente lo stesso sviluppo, incisa con un retino tipografico. La lastrina porta zone retinate e un fondo pieno. Si possono avere lastrine con retino da 25, 40, e 60 linee al centimetro.

Sono anche disponibili rotelle ricoperte con un rivestimento resistente ai raggi ultravioletti, per le prove con inchiostri UV.

### **Dosamento dell'inchiostro**

L'inchiostro può essere pesato su una spatolina metallica, servendosi di una bilancia analitica sensibile al decimo di milligrammo, e poi applicato al rullo inchiostatore per mezzo della spatolina stessa, pulendola nel miglior modo possibile sul rullo stesso. È preferibile, perché molto più rapido, servirsi di una microburetta. Essa è divisa in due parti: un cilindro di erogazione ed una vite micrometrica. Nella cavità del cilindro scorre un pistoncino di materia plastica, collegato per mezzo di un innesto all'asta filettata della vite micrometrica, la cui testa scorre lungo una scala graduata da 0 a 2 cm<sup>3</sup>, con divisioni di 0,1 cm<sup>3</sup>. L'orlo della testa porta una scala divisa in dieci parti, ognuna delle quali corrisponde a 0,01 cm<sup>3</sup>. Sul cilindro di erogazione è avvitata un'imboccatura, che termina con un imbutino amovibile di nailon; questo porta un orifizio abbastanza stretto per consentire l'erogazione dell'inchiostro con la precisione di 0,01 cm<sup>3</sup>.

Ogni microburetta comprende due cilindri di erogazione, nel caso si debbano usare inchiostri diversi sulle due sezioni del dispositivo d'inchiostrazione.

Per riempire la microburetta a fine corsa, girandola in senso orario, in modo che l'estremità dell'asta filettata sporga leggermente, quindi si svita l'imboccatura del cilindro di erogazione e si spinge verso il basso, servendosi di un'asta appiattita, il pistoncino, finché la sua estremità fuoriesca dal cilindro. Si innesta il pistoncino sull'asta filettata e si avvita il cilindro di erogazione sulla vite micrometrica, per il che il pistoncino viene spinto verso l'alto e affiora dal cilindro di erogazione. Si fa rientrare leggermente il pistoncino, girando la testa della vite micrometrica in senso antiorario, e si riempie la cavità con l'inchiostro, servendosi di una spatolina e bandando a non inglobare aria nell'inchiostro.

Si continua finché la microburetta non contiene 0,2-0,3 cm<sup>3</sup> in più del richiesto; si applica l'imboccatura e si gira la vite finché non fuoriesca un po' d'inchiostro dall'imbutino. A questo punto si fa la lettura della scala, si calcola il valore al quale si deve portare la testa della vite per erogare la quantità richiesta d'inchiostro e si gira la vite fino a che si sia raggiunto il punto previsto.

Terminato l'impiego della pipetta, si deve sempre smontare completamente e pulire accuratamente le varie parti, usando lo stesso solvente prescritto per la pulizia dei rulli.

### **Funzionamento dell'unità d'inchiostrazione**

Si infila un rullo di poliuretano sulla sua asta, mentre la leva di comando è alzata, e si applica all'estremità dell'asta il fermo, che impedisce al rullo di scivolare via mentre gira. In questo modo il rullo è sollevato e non tocca i cilindri metallici. Si applica al rullo la quantità di inchiostro prescritta, distribuendola uniformemente sulla sua

larghezza, si avvia il motore, si abbassa la leva di comando e si sgancia il rullino ausiliario di distribuzione, portandolo a contatto del cilindro comandato. L'inchiostro viene macinato fra il rullo e i cilindri metallici, distribuendosi in stato uniforme sulle superfici a contatto. Dopo 4 minuti, si ferma l'apparecchio, si estrae il rullo dall'asta di sostegno, si gira in modo che la sinistra vada sulla destra e si avvia nuovamente l'apparecchio; questa operazione ha lo scopo di rendere più regolare la distribuzione dell'inchiostro. Dopo 8 minuti dall'inizio, la distribuzione dell'inchiostro è terminata e si può fare il primo prelievo.

Si infila la rotella su un supporto e lo si abbassa verso il rullo inchiostatore, facendo scattare un contasecondi al momento in cui la rotella tocca la superficie del rullo. Perché il contatto sia buono, la rotella deve schiacciare leggermente la superficie del rullo, senza deformarla eccessivamente. Dopo 90 s di contatto, si stacca la rotella dal rullo e si estrae dall'apparecchio, pronta per essere applicata all'unità di stampa. Il tempo di 90 s è quello prescritto dall' IGT. Se l'inchiostro è abbastanza fluido, può bastare un tempo inferiore, 60 s o anche 45 s. Dopo il primo prelievo occorre attendere 3 minuti, sempre facendo girare l'apparecchio, prima che l'inchiostro sia nuovamente distribuito in modo uniforme e si possa fare un secondo prelievo con la rotella.

Ogni prelievo fa diminuire la quantità d'inchiostro presente sull'unità d'inchiostrazione. Dopo alcuni prelievi è pertanto necessario riportare l'inchiostro al livello primitivo, integrandolo con un apporto d'inchiostro fresco. Il numero dei prelievi che si possono fare e la quantità di inchiostro d'integrazione dipendono dalla larghezza della rotella, dalla quantità d'inchiostro già presente sull'unità d'inchiostrazione e dalla tolleranza che si ammette nella quantità d'inchiostro prelevata. Abbiamo detto che l'area totale del dispositivo inchiostatore è di circa 1200 cm<sup>2</sup>, che salgono a 1220 se si inchiostra una rotella larga 1 cm. Se si applica al dispositivo inchiostatore un dato volume d'inchiostro e s'inchiostra la rotella, lo spessore dell'inchiostro in micrometri è dato dalla seguente espressione, che può essere facilmente verificata

$$\text{Spessore } (\mu\text{m}) = \frac{\text{Volume } (\text{cm}^3) \times 10^4}{\text{Area } (\text{cm}^2)}$$

Se il volume d'inchiostro è di 1 cm<sup>3</sup>, con un'area di 1220 cm<sup>2</sup>, lo spessore calcolato dalla (7-1) è di 8,2 μm. Dopo quattro prelievi, lo spessore dell'inchiostro è sceso a 7,8 μm, con una diminuzione del 5%, e per riportarlo al volume primitivo si devono aggiungere 0,065 cm<sup>3</sup> d'inchiostro. Invece se si fanno sette prelievi, lo spessore residuo è di 7,4 μm, con una diminuzione del 10%, e l'integrazione è di 0,111 cm<sup>3</sup>.

Con le rotelle da 2 cm, 3,2 cm e 5 cm, il numero dei prelievi deve essere ridotto in proporzione.

Quando si devono fare molte prove con la stessa quantità d'inchiostro, specie se si lavora con la rotella più larga, le integrazioni sono frequenti e portano via molto tempo. In tal caso si segue un metodo diverso, che utilizza le due sezioni del dispositivo d'inchiostrazione. Si carica sulla sezione di sinistra una quantità d'inchiostro notevolmente più alta di quella calcolata, mentre su quella di destra se ne mette un po' più bassa. S'inchiostra la rotella dapprima a sinistra, dove prende più inchiostro del necessario, quindi si passa la rotella inchiostrata a destra, dove cede l'eccesso e si porta al valore richiesto. L'inchiostrazione della rotella su ogni sezione ha la durata normale (90 s, 60 s, 45 s secondo i casi). L'integrazione è fatta solamente sulla sezione di sinistra.

Anche in questo caso, dopo ogni integrazione, si fa girare l'apparecchio per almeno 4 min prima di fare un prelievo

### **Pulizia dell'unità d'inchiostrazione**

La pulizia delle varie parti va fatta con cartoncino assorbente, stracci puliti o tamponi d'ovatta. Come solvente si può usare white spirit o una benzina pesante di tipo alifatico. Si possono anche usare i solventi commerciali usati per la pulizia delle macchine da stampa, dopo essersi accertati che sono compatibili con il poliuretano. Se l'apparecchio deve essere utilizzato subito dopo averlo pulito, si consiglia di ripassarlo con un etere di petrolio, per eliminare le ultime tracce di solvente poco volatile. Non conviene utilizzare un etere di petrolio od un altro solvente leggero per la pulizia, perché è troppo volatile ed impregna subito l'ambiente. Nell'uso degli stracci e dei tamponi d'ovatta occorre qualche cautela, perché può avvenire che tracce di sporco o di sostanze d'appretto influiscano negativamente sulla distribuzione dell'inchiostro.

### Unità di stampa AIC2-5

Questo modello, ha il settore circolare è lungo 27 cm, largo 50 mm ed ha un angolo al centro di 180°. Esso è comandato da un motore elettrico e può funzionare tanto a velocità costante, che può essere graduata in modo continuo da 0,2 a 5,0 m/s, quanto a velocità crescente, nel qual caso la velocità massima raggiunta dal settore può andare da 0,6 a 7,0 m/s. La velocità è proporzionale alla distanza percorsa dal settore e quindi la curva che rappresenta la velocità in funzione della distanza è una linea retta; inoltre la velocità è indipendente dalla pressione. Le velocità intermedie, corrispondenti alle principali velocità massime, sono desunte da una tabella annessa alle istruzioni dell'apparecchio.



Le rotelle sono due e i loro punti di contatto con l'abbigliamento del settore circolare distano 7 cm l'uno con l'altro; data la larghezza del settore circolare è possibile utilizzare le rotelle da 3,2 cm e da 5 cm. Si ottengono così strisce stampate di larghezza adatta per la valutazione visiva della stampa e per le normali determinazioni su di essa.

Quando si fanno due stampe consecutive con le due rotelle dello stesso apparecchio, applicando loro due inchiostri diversi, per esempio di colore differente, per osservare la tinta derivante dalla loro sovrapposizione, l'intervallo di tempo fra l'applicazione del primo inchiostro e quella del secondo dipende dalla velocità del settore circolare. La distanza fra i punti di contatto delle due rotelle con il settore circolare è di 7 cm; pertanto l'intervallo di tempo va da 0,35 s per la velocità di 0,2 fino a 9,9 s.

Se si usa questo dispositivo, la velocità costante massima ottenibile è di 1,6 m/s.

Il settore circolare porta alle due estremità due morsetti per serrare l'abbigliamento e due pinze per fissare la striscia. Esso può essere azionato a mano per mezzo di una grande manopola, al centro della quale si trova una chiavetta di selezione. Quando la chiavetta è al centro, il settore circolare è in folle e gira liberamente; quando è spostata a destra, l'apparecchio funziona a velocità costante (la posizione è indicata con un rettangolo); quando è spostata a sinistra, l'apparecchio funziona a velocità crescente (la posizione è segnata con un triangolo).

Sul davanti dell'apparecchio si trovano: il quadrante sul quale si leggono le velocità, con due scale, una per la velocità costante e una per la velocità crescente; il comando del dispositivo temporizzatore, che stabilisce la durata dell'intervallo fra le due inchiostrazioni successive; il commutatore del funzionamento a velocità costante e a velocità crescente.

Il carico esercitato sulle rotelle, è letto su due scale, una per ogni rotella, collocate sopra e sotto il settore circolare; esso varia da 0 a 100 kgf ed è regolato con due volantini posti sul fianco destro dell'apparecchio. L'avvicinamento e il distanziamento dei perni rispetto al settore circolare è effettuato da due volantini di avvicinamento, posti sul fianco sinistro dell'apparecchio. Se si gira l'apparecchio in senso orario, il perno si allontana, e viceversa. Sul volantino è riportata una scala di 20 tratti numerati da 0 a 19, che indica in millimetri l'intervallo entro il quale si può regolare la distanza fra l'asse e il perno e il settore circolare.

## 5.1 TIPI DI PROVE

Le prove eseguibili dallo strumento IGT sono le seguenti:

- **Strappo superficiale (picking):** lo strappo superficiale della carta è definito come il danneggiamento della superficie del foglio durante i processi di stampa nel momento in cui la forma da stampa e la carta si separano. L'inchiostro esercita una certa forza sulla carta; questa forza aumenta con l'aumento della viscosità, del tiro (TACK) dell'inchiostro e con la velocità di stampa. Quando questa forza eccede un determinato valore, la superficie della carta ne sarà danneggiata. Questo test può essere anche utilizzato per determinare la delaminazione del cartoncino.
- **Strappo ad umido (wet pick) e rifiuto della carta umida:** nella stampa offset il fatto che sia l'acqua che l'inchiostro vengano trasferiti alla carta può portare a delle difficoltà specialmente nei processi di stampa in cui la carta è umidificata varie volte. In questo caso l'acqua può incidere sul trasferimento di inchiostro perché cambia la struttura superficiale della carta; per esempio è possibile che

l'acqua indebolisca la superficie della carta a tal punto che delle particelle vengano strappate dalla superficie dal tiro dell'inchiostro. Questo fenomeno è noto come strappo ad umido; un altro possibile difetto determinato dalla presenza di acqua sulla superficie del foglio è la diminuzione del coefficiente di trasferimento. Questo è chiamato rifiuto ad umido dovuto all'acqua.

- **Assorbimento dell'olio (penetrazione di stampa) e verniciabilità:** nel momento della stampa una certa quantità dei componenti liquidi dell'inchiostro (fase oleosa) o una certa quantità di vernice vengono assorbiti dalla superficie della carta. Questa quantità è determinata dall'assorbimento dei liquidi negli interstizi della superficie (rugosità) e dall'assorbimento dei pori superficiali della carta; la somma di questi due fenomeni è definita come "assorbimento dell'olio" o verniciabilità. Il suo valore reciproco viene chiamato "penetrazione di stampa".
- **Lato feltro e lato tela:** potrebbe essere importante sapere quale lato della carta corrisponde al lato feltro e quale al lato tela. Ci possono essere grosse differenze tra le proprietà dei due lati; sono disponibili vari metodi per l'identificazione ma talvolta può essere difficile apprezzare al differenza. Con l'aiuto dell'accessorio per la penetrazione di stampa è facile trovare le differenze tra i due lati della carta.
- **Ruvidità:** ci sono molti fattori che determinano la qualità finale dello stampato; la ruvidità, o meglio il suo reciproco definito grado di liscio, è uno dei più importanti per il trasferimento d'inchiostro. Ci sono vari metodi di prova e dispositivi per determinare questa caratteristica, essi hanno comunque tutti dei limiti. La determinazione attraverso questo metodo di prova della ruvidezza è un metodo dinamico che viene eseguito mantenendo le condizioni le più vicine possibile al processo di stampa.
- **Spelatura (linting):** talvolta il "pick test" (prova di strappo superficiale) non rivela differenze tra tipi di carta con bassa resistenza allo strappo come la carta per quotidiani. Per questi tipi di carta si può consigliare l'utilizzo di un metodo di prova qualitativo per verificare la resistenza superficiale; questo test viene chiamato prova di spelatura.
- **Spolvero (fluff):** quando la carta ha la tendenza a rilasciare particelle di patina o fibre, può provocare un'insozzamento della forma da stampa, che determina frequenti fermi macchina. Il test rivela la perdita di sporco o particelle di patina e/o fibre rilasciata durante la fase di stampa.
- **Chiazzatura (mottling):** la chiazzatura è il disuniforme aspetto della stampa, soprattutto nelle aree colorate con grafismo piene esente da retino (solido

100%). Si presenta come aree scure e chiare sulla superficie della carta (o cartone) causate dall'inchiostro, dalla carta o dalle regolazioni dei parametri di stampa. La chiazzeria è influenzata da vari parametri come inchiostro, sequenza di colori, costruzione della macchina da stampa, velocità, rivestimento del caucciù e soluzione di bagnatura. Variazioni nelle caratteristiche della superficie come assorbimento e liscio giocano un ruolo importante nella chiazzeria e sono causate dal processo di produzione e dai componenti della carta. Possono esserci tre tipi di difetti:

- Back trap mottling: un risultato di stampa disuniforme sul retro del foglio causato da un irregolare assorbimento di inchiostro da parte dell'altro lato stampato
  - Water interference mottling: un risultato di stampa disomogeneo causato da insufficiente e disuniforme assorbimento dell'acqua da parte della carta, seguito da un disomogeneo assorbimento dell'inchiostro
  - Ink trap mottling: un risultato di stampa disomogeneo causato da una errata combinazione in sequenza di inchiostri.
- **Setting (stabilizzazione):** la velocità di assorbimento è determinata dal tempo che le componenti liquide dell'inchiostro necessitano per penetrare nella carta. Per i processi offset e letterpress questa proprietà è molto importante (se l'inchiostro viene assorbito troppo rapidamente o troppo lentamente, potrebbe causare dei problemi). Un assorbimento troppo lento potrebbe risolversi in una riduzione delle proprietà meccaniche del film di inchiostro dopo l'essiccazione: troppo legante penetra nella carta lasciando il pigmento sulla superficie; a causa di ciò la resistenza all'abrasione e la lucentezza potrebbero venir meno. Il test è importante quando si usano inchiostri offset, inchiostri letterpress e vernici. I test di assorbimento sono di solito eseguiti come test a valutazione comparativa.
  - **Visibilità sul retro (print through):** in molti casi la carta è stampata su entrambi i lati. Quando l'inchiostro penetra troppo all'interno della carta può disturbare la leggibilità del testo stampato sul lato opposto. La carta viene stampata da un lato con inchiostro offset o letterpress. Dopo un certo periodo di tempo, durante il quale l'inchiostro penetra verso l'interno della carta, viene misurata la bianchezza sul retro della superficie stampata e sulla carta senza inchiostro. Il print through è calcolato come percentuale rispetto alla bianchezza originaria della carta.
  - **Lucentezza (gloss):** quando l'inchiostro viene stampato sulla carta, la carta assorbe alcuni dei suoi componenti. Nel processo offset questa caratteristica è molto importante. Se l'inchiostro viene assorbito troppo lentamente o troppo

velocemente può essere causa di problemi. Con questo metodo di prova la lucentezza è misurata come funzione dell'assorbimento.

- **Adesione del toner:** nella stampa laser o fotocopiatrice il toner è riscaldato per poter aderire al supporto. Il tipo di stampante, il toner e la carta influenzano questa adesione. Una striscia di carta stampata con toner viene sottoposta ad una stampa successiva con olio per prova di strappo. Dopo ciò viene misurata la densità dove il toner è stato tirato via dalla superficie della carta e nel punto dove il toner non è stato tolto. L'adesione è calcolata come valore percentuale.
- **Resa dell'immagine su carta carbone:** per la carta carbone è importante che la quantità di carbone trasferito alla carta durante la scrittura o la battitura sia sufficiente a far sì che il testo possa essere letto bene.
- **Tolleranza allo sfregamento delle carte carbone:** per la carta carbone è importante che il carbone non si trasferisca ad altri fogli di carta quando si strofina un foglio di carta carbone ad un altro foglio con lieve pressione. Se il carbone imbratta la copia, la leggibilità del testo sulla carta che è stata in contatto con la carta carbone, può risultare diminuita.
- **Riproduzione dell'immagine per le carte copiatrici carbonless (carte chimiche):** per le carte copiatrici carbonless è importante che la reazione chimica tra i due strati depositati sulla superficie delle carte siano sufficienti a far sì che il testo possa essere letto agevolmente.
- **Tolleranza allo strofinio delle carte copiatrici carbonless (carte chimiche):** è importante che le reazioni sulle superfici trattate dei fogli siano insufficienti al trasferimento durante lo strofinio dei due strati l'uno sull'altro sotto una leggera pressione. Se la reazione è troppo forte, la carta sarà leggermente colorata e la leggibilità finale di un testo sulla carta potrebbe essere scarsa.
- **Insozzamento (scumming):** lo sporcarsi della lastra nella stampa offset potrebbe essere provocato dalla carta da stampare. Durante la stampa in offset la carta viene umidificata dal caucciù. In relazione al numero di volte in cui ha luogo l'umidificazione ed alla affinità tra acqua e patina, taluni componenti della patina verranno sciolti e depositati sul rivestimento gommato, dal quale sono trasferiti alla forma di stampa. Questo può portare all'inchiostrazione dei contrografismi; la generazione di sporco è il risultato della diminuzione della affinità all'acqua della lastra offset, col risultato che le aree prive di immagine accettano l'inchiostro. Questo è grave poiché potrebbe rovinare la lastra durante il processo di stampa. Il test di sporcamento è un metodo rapido e semplice per verificare la tendenza di carte offset a sporcare.

- **Trasferimento di inchiostro per inchiostri offset e letterpress:** i test sono eseguiti sulla base di spessori noti del film di inchiostro sulla forma di stampa. In alcuni casi, per esempio nella determinazione del consumo di inchiostro, è necessario misurare lo spessore di inchiostro sulla carta è calcolato come differenza di peso della forma di stampa prima e dopo la stampa.
- **Fondi retinati per la stampa offset e letterpress:** per la verifica colorimetrica nella formulazione di inchiostri speciali ottenuti mescolando basi colorate, viene fatta una stampa in condizioni standardizzate con un tester di stampabilità. La stampa viene comparata ad uno stampato o ad un disegno originale con un confronto visivo o con uno spettrofotometro. Quando il campione di riferimento è un fondino retinato è difficile effettuare una comparazione; per questa ragione c'è una forma da stampa specifica.
- **Rifiuto (trapping):** quando gli inchiostri vengono stampati in macchine offset a più colori, il secondo film di inchiostro è stampato sul primo quando questo è umido. Per ottenere un corretto trasferimento gli inchiostri devono essere corretti in adesività e in viscosità. Il sistema per misurare adesività e/o viscosità rivela senza tener conto dell'assorbimento della carta. In macchina da stampa i componenti degli inchiostri a bassa viscosità penetreranno all'interno della carta e l'adesività (e la viscosità) dell'inchiostro aumenterà rapidamente, non appena l'inchiostro è trasferito sulla carta. Più a lungo l'inchiostro sta sulla carta, più significativo sarà l'aumento di adesività e viscosità. L'intervallo di tempo tra ciascuna inchiostrazione differisce considerevolmente tra i vari tipi di processi di stampa. Sulle macchine da stampa questo intervallo di tempo è compreso tra 0,03 e 3 secondi. Se la sequenza degli inchiostri non è ben progettata sarà probabile l'effetto di ink trap mottling. Per un corretto aggiustamento dell'inchiostro per stampa "umido su umido" è essenziale un tester di stampabilità in grado di operare con intervalli di tempo regolabili.
- **Stampa rotocalco:** nella stampa rotocalco gli inchiostri asciugano mediante evaporazione dei solventi oppure, in caso di inchiostri a base acquosa, mediante assorbimento dell'acqua da parte del supporto. Quando è necessaria una stampa con uno spessore di inchiostro comparabile con quello della macchina da stampa non è semplice produrre una tale stampa. In questo metodo di prova può essere operata una scelta tra differenti forme da stampa incise per realizzare una stampa che permetta di verificare il colore, altre proprietà dell'inchiostro e il liscio della carta.
- **Heliotest:** la stampabilità della carta nel processo rotocalco dipende da un certo numero di proprietà della carta come le caratteristiche della superficie, la

comprimibilità dinamica, la permeabilità ai liquidi e la porosità della carta. La misurazione di una soltanto fra queste caratteristiche non permette previsioni certe di stampabilità. L'heliotest, che integra questi parametri, è usato per previsioni di stampabilità; può essere utilizzato per tutte le grammature di carta per stampa rotocalco.

- **Stampa calcografica:** la stampa calcografica è utilizzata per produrre carte stampate con tecniche anticontraffazione come banconote e titoli azionari. Questa tecnica stampa l'inchiostro in uno strato così spesso che risulta percepibile al tatto. Con i comuni dispositivi per prova è difficile stampare un film di inchiostro così spesso. In questo procedimento viene usata una speciale forma da stampa. Le strisce stampate possono essere utilizzate per verificare le proprietà meccaniche dell'inchiostro dopo l'essiccazione come ad esempio adesione, colore, spessore dello strato di inchiostro.
- **Stampa a secco:** nella stampa a secco (imbutitura, goffratura) la pressione tra il cilindro incavato e la carta è molto alta. Grazie a questo la carta può essere lavorata in rilievo. Può esserci una differenza di lavorazione a rilievo tra diversi tipi di carta e tipi di pellicola in materiale plastico. Questo metodo consente di eseguire una stampa a secco in condizioni standard.
- **Assorbimento dell'inchiostro nei rivestimenti gommati (caucciù):** ci sono vari fattori che determinano la qualità finale di stampa. Tra queste una è l'assorbimento dell'inchiostro da parte dei rivestimenti in gomma. L'assorbimento è influenzato dalla struttura del rivestimento. Se c'è differenza di assorbimento tra due rivestimenti di gomma, c'è differenza nella proprietà di stampa. In questo metodo di prova l'assorbimento è rilevato come variabile del metodo di prova del trasferimento di inchiostro.
- **Ruvidezza nei rivestimenti gommati:** tra i vari fattori che determinano la qualità finale di stampa, c'è la ruvidezza del rivestimento in gomma; ci sono vari metodi e dispositivi per determinare la ruvidezza, comunque hanno tutti dei limiti. La determinazione della ruvidezza con il dispositivo IGT per le prove di stampa è un procedimento dinamico nel quale la pressione di stampa è la discriminazione più importante.
- **Trasferimento dell'inchiostro per i rivestimenti in gomma:** il trasferimento di inchiostro dal rivestimento in gomma al supporto di stampa sarà influenzato dalla struttura del rivestimento in gomma con diversi valori di inchiostrazione.
- **Colour matching (verifica colorimetrica dei colori speciali):** si possono effettuare prove di stampa d'alta qualità ed elevata ripetibilità per colour matching di inchiostri offset, rotocalco, flexo e letterpress.

## **Ricettività per l'inchiostro**

Con la denominazione “ricettività per l'inchiostro” s'intende l'insieme dei fattori, dipendenti dalla carta che determina l'inchiostrazione della carta e la qualità della stampa ottenuta. La ricettività per l'inchiostro di una carta è da collegarsi essenzialmente a quell'aspetto della stampabilità, denominata “inchiostrabilità” e dipende in primo luogo dalla struttura del foglio e della sua superficie.

Il fattore più importante è la porosità della carta, perché da essa dipende principalmente la quantità d'inchiostro che la carta assorbe durante la stampa. È alla diversa porosità che si deve attribuire il diverso comportamento verso l'inchiostro delle carte patinate e di quelle non patinate. Queste ultime, anche se sono state calandrate, hanno una porosità grossolana ed incominciano ad assorbire l'inchiostro al momento stesso in cui vengono a contatto con la forma di stampa. Le carte patinate, calandrate e non, hanno una porosità molto fine, che ritarda la penetrazione dell'inchiostro nell'interno del foglio.

Il liscio è il secondo fattore importante che influisce sulla ricettività della carta dell'inchiostro. Esso agisce in due modi. Nei processi tipografico e rotocalco un liscio elevato permette quell'intimo contatto fra carta di stampa senza il quale il trasferimento dell'inchiostro dalla forma alla carta non avviene in modo regolare. Nel processo offset esso determina la quantità di inchiostro che si deve applicare alla carta per coprirne completamente la superficie ed ottenere una stampa unita. Infatti una carta ruvida con superficie irregolare e ricca di avvallamenti e di risalti e richiede a questo scopo una quantità d'inchiostro molto maggiore di una carta liscia e ben livellata.

Un terzo fattore che interviene nel trasferimento dell'inchiostro dalla forma alla carta, è l'affinità che il primo presenta per la seconda. Questa proprietà è legata alla natura dei componenti della carta e specialmente degli additivi applicati alla sua superficie. Certi fenomeni di rifiuto d'inchiostro sono dovuti appunto all'errato impiego di talune sostanze che non hanno affinità per i componenti grassi contenuti nell'inchiostro e non si lasciano umettare da essi.

I fattori quantitativi che definiscono la ricettività di una carta per l'inchiostro e che possono essere determinati sperimentalmente con prove di stampabilità sono:

- la quantità d'inchiostro sulla forma. I grafici esprimono la quantità d'inchiostro sulla forma come spessore della pellicola d'inchiostro in micrometri. Nelle prove in laboratorio è più conveniente riferirsi ai grammi al metro quadrato;
- la quantità d'inchiostro sulla carta, espressa pure in grammi al metro quadrato;
- Il trasporto dell'inchiostro, definito come la quantità d'inchiostro che dalla forma si trasferisce sulla carta e riferito all'inchiostro sulla forma in per cento.

Quanto più alto è il trasporto dell'inchiostro, tanto minore è l'inchiostro necessario sulla forma per ottenere una data quantità d'inchiostro sulla carta;

- la densità ottica della stampa. L'intensità della stampa di un fondo pieno espressa come densità ottica. In realtà si determina il contrasto di densità pari alla differenza fra la densità ottica della stampa e la densità ottica della carta non stampata. In questo modo la valutazione della densità ottica risulta indipendente dal colore della carta tal quale.
- Il trapasso della stampa, intendendo con questo termine la visibilità della stampa sul verso, che deve essere la più bassa possibile. Anche il trapasso della stampa è espresso come contrasto della densità fra il verso della stampa e la carta non stampata. A sua volta il trapasso della stampa può essere considerato, dal punto di vista della densità ottica come, la risultante di due fattori:
  - effetto di trasparenza, dovuto al fatto che una pellicola scura messa a contatto dalla superficie del foglio, ma senza penetrare nel suo interno, traspare sul lato opposto del foglio. Esso dipende soltanto dall'opacità della carta;
  - effetto di penetrazione, dovuto al fatto che l'inchiostro penetra nell'interno del foglio e fa diminuire lo spessore dello strato di carta che maschera il colore dell'inchiostro. Esso dipende tanto dall'opacità della carta quanto dallo spessore dello strato in cui l'inchiostro non è penetrato. A sua volta su questo spessore influiscono tanto la profondità di penetrazione dell'inchiostro quanto la grammatura della carta. Pertanto, a parità di grammatura e di opacità della carta, l'effetto di penetrazione permette di valutare, sia pure per via indiretta, la profondità di penetrazione dell'inchiostro nella carta.

I due effetti possono essere determinati con misure di densità ottica.

### **Prova di ricettività per l'inchiostro**

La prova è effettuata con un apparecchio di stampabilità che permette di pesare la forma stampante con una bilancia analitica, in modo da determinare con precisione il peso dell'inchiostro applicato. Essa comprende almeno dieci stampe per ciascun lato della carta, con quantità crescenti d'inchiostro sulla forma, da un minimo che dia una stampa di colore grigio-chiaro (consideriamo il caso di un inchiostro nero) ad un massimo corrispondente ad un'inchiostrazione molto intensa, superiore a quella solita delle stampe industriali.

Per quanto riguarda l'inchiostro si usa uno di quelli messi a punto appositamente per questo tipo di prova, perché solo questi inchiostri offrono le garanzie di stampabilità e

riproducibilità che sono indispensabili nelle prove di laboratorio. Le prove di ricettività per l'inchiostro devono essere fatte in sala prove condizionata. Oltre alla costanza dell'umidità relativa, è importante anche quella della temperatura, perché il comportamento dell'inchiostro e degli altri liquidi usati nelle prove di stampabilità, dipende molto dalla loro viscosità che a sua volta è funzione della temperatura. Questa deve essere regolata con una tolleranza piuttosto ristretta, preferibilmente  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ .

### **Inchiostrazione della carta**

Una volta deciso, in base al tipo di carta, quanti punti d'inchiostrazione si devono fare ed a quale livello d'inchiostrazione si devono fare ed a quale livello d'inchiostro sulla rotella, si calcola la quantità d'inchiostro da applicare all'unità d'inchiostrazione per ottenere i diversi livelli. A titolo di esempio facciamo riferimento alla rotella da 3,2 cm, avente area di  $64\text{ cm}^2$ ; l'area totale su cui si distribuisce l'inchiostro è di  $1260\text{ cm}^2$ . Pertanto, per calcolare il volume d'inchiostro da erogare con la pipetta, prima si ricava il peso dell'inchiostro in grammi moltiplicando l'inchiostro sulla rotella, in grammi al metro quadrato, per 0,126, quindi si divide il valore ottenuto per la densità dell'inchiostro. Le quantità d'integrazione, per passare da un livello all'altro, saranno calcolate con lo stesso criterio. Le pesate della rotella vanno fatte alla bilancia analitica con l'approssimazione di 0,1 mg, perché ai livelli d'inchiostrazione più bassi le differenze di peso sono di pochi milligrammi. Le condizioni di stampa (tipo di rotella, tipo di abbigliamento, pressione di stampa) sono scelte in funzione del tipo di carta da stampare e del processo di stampa che si intende simulare (tipografia ed offset). La velocità di stampa deve essere costante; per prove generiche si raccomanda una velocità di 0,5 m/s. Se dopo qualche tempo si hanno indizi che l'inchiostro, a causa della lunga permanenza sull'unità di inchiostrazione, si sia modificato, si pulisce tutto e si rimette l'inchiostro nuovo.

Per ogni stampa si rilevano i seguenti pesi:

$P_1$  = peso della rotella da inchiostrire, in milligrammi;

$P_2$  = peso della rotella inchiostrata, in milligrammi;

$P_3$  = peso della rotella dopo la stampa, in milligrammi.

La quantità dell'inchiostro applicato alla rotella è uguale a  $P_2 - P_1$ ; quella dell'inchiostro trasportato sulla carta a  $P_2 - P_3$ ; come si può facilmente accertare, si ottiene il peso dell'inchiostro in grammi al metro quadrato moltiplicando la quantità d'inchiostro in milligrammi così calcolate per 0,156. Se indichiamo pertanto con IR il

peso dell'inchiostro sulla rotella e con IC il peso dell'inchiostro sulla carta, tutti e due in grammi al metro quadrato, sarà:

$$IR = 0,156 (P_2 - P_1)$$

$$IC = 0,156 (P_2 - P_1)$$

Se si usa la rotella larga 5 cm, il fattore di moltiplicazione è di 0,1.

Per ogni punto d'inchiostrazione si può calcolare il trasporto dell'inchiostro, TR%, con l'espressione seguente:

$$TR\% = \frac{\text{inchiostro sulla carta} \times 100}{\text{Inchiostro sulla rotella}}$$

### **Determinazioni ottiche**

La densità di stampa, il trapasso, l'effetto di trasparenza e l'effetto di penetrazione sono determinati con misure di indice riflettometrico. Se si è usato l'inchiostro nero, come succede di solito, perché gli inchiostri di prova sono quasi sempre neri, si usa il filtro colorimetrico Y; nel caso di uno spettrofotometro si determina il fattore di riflettenza luminoso Y. Le determinazioni sulla carta da stampa devono essere fatte da 16 a 24 h dopo la stampa, per attendere che la penetrazione dell'inchiostro si completi e la stampa si stabilizzi.

Le grandezze menzionate prima sono espresse come il contrasto di densità, cioè come differenza fra la densità ottica della superficie in esame e quella della carta non stampata. Se indichiamo con  $D_b$  la densità ottica della carta non stampata, con  $D_c$  quella della superficie in esame, con CD il contrasto di densità, sarà per definizione:

$$CD = D_c - D_b$$

Siano  $R_b$  e  $R_c$  gli indici riflettometrici rispettivamente della carta non stampata e della superficie in esame. Dalla definizione di densità ottica :

$$D = \log_{10} \frac{1}{R} = -\frac{\log_{10} R}{R}$$

Si ha, sostituendo

$$CD = -\log_{10} R_c - (-\log_{10} R_b) = -\log_{10} R_b - \log_{10} R_c$$

Le misurazioni di indice riflettometrico da fare sono le seguenti :

1. sulla carta della quale si misura l'indice rifletto metrico intrinseco sul lato tela (Bte) e sul lato ballerino (Bba). Per ogni livello d'inchiostrazione, sulle strisce stampate poggiate su una mazzetta di foglietti di carta dal quale, si fanno le seguenti misurazioni di indice rifletto metrico:
  2. faccia stampata (la stampa è rivolta verso l'alto): lato tela (Nte) e lato ballerino (Nba);
  3. faccia non stampata: lato tela (Tte) e lato ballerino (Tba);
  4. un foglietto di carta non stampata posato sulla striscia stampata (stampa in alto), a sua volta posata sulla mazzetta: lato tela (Ote) e lato ballerino (Oba).
- a) La differenza fra la densità ottica dei lati omologhi misurata secondo il punto 2, e quella misurata secondo il punto 1, dà la densità di stampa (DSte e DSba), cioè l'aumento di densità ottica alla presenza della stampa.

$$\begin{aligned}DSte &= \log_{10}Bte - \log_{10}Nte \\DSba &= \log_{10}Bba - \log_{10}Nba\end{aligned}$$

- b) La differenza fra la densità ottica dei lati omologhi misurata secondo il punto 3 e quella misurata secondo il punto 1, dà il trapasso della stampa, riferito al lato stampato (TSte se la misura è fatta sul lato ballerino, TBsa se essa è fatta sul lato tela) cioè l'aumento di densità ottica del lato misurato, dovuto al trapasso della stampa applicata sull'altro lato.

$$\begin{aligned}TSte &= \log_{10}Bba - \log_{10}Tba \\TSba &= \log_{10}Bte - \log_{10}Tte\end{aligned}$$

- c) La differenza fra la densità ottica dei lati omologhi misurata secondo il punto 4 e quella misurata secondo 1, dà l'effetto di trasparenza riferito al lato stampato (ETte se la misura è fatta sul lato ballerino, ETba se la misura è fatta sul lato tela), cioè l'aumento di densità ottica che un foglietto non stampato subisce quando è poggiato sulla stampa.

$$\begin{aligned}ETte &= \log_{10}Bba - \log_{10}Oba \\ETba &= \log_{10}Bte - \log_{10}Ote\end{aligned}$$

- d) La differenza fra la densità ottica dei lati omologhi misurata secondo il punto 3 e quella secondo il punto 4, dà l'effetto di penetrazione, riferito al lato stampato (EP<sub>te</sub> se la misura è fatta sul lato ballerino, EP<sub>ba</sub> se è fatta sul lato tela), cioè l'aumento di densità ottica del lato osservato, dovuto alla sola penetrazione dell'inchiostro applicato sull'altro lato.

$$EP_{te} = \log_{10} O_{ba} - \log_{10} T_{ba}$$

$$EP_{ba} = \log_{10} O_{te} - \log_{10} T_{te}$$

I contrasti di densità calcolati con le formule b), c), d) sono espressi da numeri piccoli. È pertanto opportuno moltiplicare i valori ottenuti per 1000, per ottenere numeri più maneggevoli.

L'effetto di penetrazione rappresenta il contributo che la penetrazione dell'inchiostro dà al trapasso della stampa, facendo astrazione dell'aumento di densità ottica dovuto all'effetto di trasparenza. Questo invece dipende unicamente dall'opacità della carta e dalla densità ottica della stampa. Il trapasso della stampa è uguale alla somma dell'effetto di trasparenza e di quello di penetrazione. La determinazione di questi due ultimi parametri, oltre a quella del trapasso della stampa, è particolarmente utile nelle carte che differiscono poco nello spessore (o nella grammatura, se si tratta di carte dello stesso tipo), perché l'effetto di penetrazione rappresenta una misura indiretta della profondità alla quale è penetrato l'inchiostro della stampa.

Se lo spessore delle carte da confrontare è diverso, a parità di penetrazione dell'inchiostro è diverso lo spessore dello strato non penetrato e l'effetto di penetrazione varia in conseguenza.

## **Altre prove connesse con quelle di ricettività per l'inchiostro**

### **Lucido della stampa**

Il lucido della stampa è influenzato in primo luogo dal lucido della carta, in secondo luogo dalla struttura della carta e dal tipo dell'inchiostro. Se l'ho strato di inchiostro è sottile, l'influenza del lucido della carta è maggiore che non se l'inchiostrazione è molto forte, perché in quest'ultimo caso la regolarità della superficie inchiostrata è meno influenzata dalla struttura della superficie del foglio. La determinazione è fatta con gli stessi apparecchi usati per misurare il lucido della carta, con l'avvertenza che sono preferibili gli apparecchi con angolo di 75° o almeno di 60°, perché se l'angolo

d'incidenza della luce è elevato, l'influenza del colore dell'inchiostro sul risultato è trascurabile.

### **Uniformità d'inchiostrazione**

La superficie della carta può presentare imperfezioni di vario genere, come differenze di lucido e di assorbimento per l'inchiostro da un punto all'altro del foglio, presenza di solchi e di altre irregolarità; queste imperfezioni a loro volta danno luogo ad un'inchiostrazione non omogenea, resa evidente all'occhio dalla marezzeria dei fondi pieni, dalla comparsa di macchie lucide od opache, di striature, di righe, ecc.

La valutazione della uniformità d'inchiostrazione può essere combinata con quella di ricettività per l'inchiostro e consiste nel semplice esame visivo delle stampe ottenute, con particolare riguardo a quelle in cui la quantità di inchiostro applicata si discosta meno dal fabbisogno di inchiostro. Se non si fa la prova di ricettività, si deve usare una quantità d'inchiostro che corrisponda, almeno approssimativamente, al presumibile fabbisogno d'inchiostro della carta.

### **Colore della stampa**

Il colore di un inchiostro può essere considerato un'astrazione, perché è sempre giudicato dopo che esso è stato applicato alla carta (o ad un supporto di stampa generale) ed è quindi influenzato dal colore di questa. La valutazione del colore può essere fatta in via soggettiva, per confronto con una carta avente comportamento noto, oppure attraverso la misurazione delle coordinate tricromatiche della stampa.

### **Stampa di più colori sovrapposti**

Alcuni apparecchi di stampabilità permettono di stampare due o più colori sovrapposti. In particolare l'apparecchio IGT AIC2-5, permette di stampare due colori in successione immediata; la striscia stampata risulta lunga 27 cm

### **Liscio di stampa ed uniformità superficiale**

Il liscio di stampa è l'attitudine che ha la carta di stabilire un contatto più o meno completo con la forma stampante al momento in cui avviene il trasporto dell'inchiostro. Quanto più è alto il liscio, tanto migliore è il contatto fra la forma e la carta e tanto più facile è ottenere una stampa perfettamente unita. Il liscio di stampa dipende dalla struttura superficiale della carta; però esso dipende anche dalla compressibilità e dalle elasticità della carta, perché ciò che conta è la condizione in cui la superficie del foglio si trova sotto la pressione alla quale essa è soggetta al momento in cui è in contatto con la forma.

Gli apparecchi usati comunemente per determinare il liscio della carta, sebbene permettano di esprimere tale caratteristica in termini numerici, operano in condizioni diverse da quelle esistenti al momento della stampa e quindi spesso non presentano una correlazione soddisfacente con i risultati ottenuti in macchina. Infatti sul liscio di stampa influiscono anche la pressione di stampa, il materiale di cui è fatta la forma e quello del rivestimento del cilindro.

### **Liscio di stampa per inchiostrazione**

La prova consiste nell'applicare alla carta una quantità di inchiostro insufficiente a coprirne completamente la superficie. In tali condizioni, essendo lo spessore dell'inchiostro esiguo rispetto alle dimensioni medie delle disuniformità superficiali della carta, l'inchiostro è trasferito solamente sui punti che si trovano in contatto fisico con la superficie della forma. L'esame dell'aspetto presentato dalla carta, inteso come numero, estensione, forma e disposizione dei punti non inchiostriati, permette di dare un giudizio soggettivo sul liscio di stampa. Si deve invece valutare con una certa cautela la densità della stampa, perché questa non dipende soltanto dall'uniformità con la quale è distribuito l'inchiostro sulla superficie della carta, ma anche dalla ricettività di questa per l'inchiostro, che può essere diversa per le varie carte, anche se queste hanno lo stesso liscio di stampa.

La quantità di inchiostro sull'unità d'inchiostrazione, deve essere mantenuta costante entro i limiti del  $\pm 5\%$ . La valutazione della stampa è fatta visualmente per confronto con carte aventi comportamento noto, considerando tanto l'aspetto della stampa quanto la sua densità. È previsto che anche quest'ultima sia misurata con un densitometro a riflessione, nel qual caso il risultato ottenuto è considerato rappresentativo del liscio di stampa, sia pure con le riserve già avanzate.

Un'informazione più completa si può ottenere se si fanno più prove con pressione diversa, dal minimo al massimo consentito dall'apparecchio, per valutare l'influenza di questa variabile sul liscio di stampa. Questo è più elevato sotto una pressione di stampa maggiore e la variazione è tanto più grande quanto più la carta è compressibile. Può anche essere opportuno variare la quantità di inchiostro, fino a trovare quella che dà il risultato più soddisfacente per il gruppo di carte in esame.

### **Ruvidità della goccia IGT**

Il liscio di stampa può essere valutato con un metodo indiretto, ma quantitativo, per mezzo dell'apparecchio di stampabilità IGT. Si applicano all'apparecchio IGT due strisce di carta, con i lati omologhi affacciati, facendo in modo che una rimanga a contatto del settore circolare e l'altra si adagi su una rotella non inchiostata. Si fa

cadere su questa seconda striscia una gocciolina d'acqua del volume di pochi millimetri cubi, quindi si aziona l'apparecchio. La goccia d'acqua viene schiacciata fra le due striscie di carta e si spande formando una macchia allungata, visibile perché l'acqua è colorata in azzurro. Se la velocità di prova è abbastanza alta, il contatto fra carta e acqua è talmente breve che questa non fa in tempo a penetrare nei pori della carta, ma si limita a riempire gli interstizi esistenti sulla superficie del foglio. Pertanto l'area coperta dall'acqua sarà tanto più ampia quanto più gli interstizi sono fini, cioè quanto la carta è liscia.

Per l'esecuzione della prova si fa uso di una rotella da 2 cm e si applica al settore circolare un abbigliamento di telo gommato. L'acqua è colorata di blu tripano (soluzione all'1% di colorante), per rendere più visibile la macchia. Essa è dosata con una microsiringa graduata con divisioni di 0,1 mm<sup>3</sup>. Il metodo descritto è basato sul presupposto che l'area della macchia dipenda solo dalla struttura geometrica della superficie e non vi siano interferenze dovute ad una diversa affinità per l'acqua della superficie stessa.

### **Uniformità superficiale**

Alla superficie delle carte patinate calandrate, anche se molto lisce, si trovano spesso irregolarità di dimensioni ridotte, che non possono essere rilevate dai normali metodi di determinazione della lisciatura e nemmeno dalla prova del liscio di stampa. È possibile mettere in evidenza queste irregolarità con il Micro-Contour-Test, che ha anche il pregio di essere facile e rapido. Esso è eseguito con un inchiostro, costituito da un pigmento a granuli grossolani, macinato in un olio minerale di media viscosità. Si applica alla carta un eccesso di tale inchiostro, asportandolo poi immediatamente e nel modo più completo possibile con tamponi. L'olio penetra parzialmente nella carta, mentre il pigmento, che non può penetrare, rimane racchiuso nei crateri della patina, che sono pertanto messi in evidenza per contrasto di colore rispetto al resto della superficie della carta, che mantiene il proprio colore primitivo.

La provetta deve avere le dimensioni di 10 x 10 cm ed è fissata su una superficie piana e rigida con nastro autoadesivo, lungo i bordi. Si stende circa 1 g di inchiostro su una parte della superficie piana non occupata dalla provetta, servendosi di un piccolo rullo inchiostatore a mano, in poliuretano, gelatina o gomma. Quando l'inchiostro è ben distribuito sul rullo, s'inchiostra abbondantemente la superficie della provetta, ricoprendola totalmente e incrociando i passaggi per avere una distribuzione uniforme. Si elimina immediatamente l'eccesso d'inchiostro con tamponi di straccio o di ovatta, premendo fortemente con movimento rotativo della mano, finché i tamponi non si colorino più.

Il metodo prevede che si faccia tanto la valutazione soggettiva del modo in cui sono distribuite le particelle di pigmento rimaste sulla carta, quanto la determinazione strumentale dell'intensità della colorazione assunta dalla provetta.

### **Velocità di stabilizzazione dell'inchiostro**

Al momento in cui viene a contatto con la carta, l'inchiostro sulla forma da stampa è fluido, ma è necessario che l'inchiostro trasferito sulla carta si trasformi al più presto in una pellicola solida, altrimenti si avranno inconvenienti molto seri. Se si tratta di carta in formato, l'inchiostro rimasto fluido sulla carta si trasferisce dal foglio al quale è stato applicato al foglio successivo che ad esso si sovrappone. Se si tratta di carta in rotolo, stampata in rotativa, la stampa si guasta mentre viene a contatto con talune parti della macchina o durante la piegatura delle segnature. Perché ciò non avvenga, è necessario che l'inchiostro si stabilizzi al più presto, al massimo nel giro di qualche decina di secondo; vi è una differenza sostanziale fra le carte da stampa non patinate e quelle patinate. Le prime hanno una struttura aperta, con pori le cui dimensioni sono dell'ordine di grandezza di 10  $\mu\text{m}$ . le seconde hanno invece una superficie chiusa, con pori molto fini, di dimensioni submicroscopiche. Nelle carte non patinate si ha una notevole penetrazione dell'inchiostro nell'interno del foglio al momento stesso del contatto con la forma, tanto per effetto della pressione di stampa, che forza l'inchiostro dentro i pori della carta, quanto per azione della capillarità. Nelle carte non patinate la penetrazione dell'inchiostro al momento della stampa è molto ridotta e la stabilizzazione avviene o per penetrazione selettiva oppure per modificazioni dell'inchiostro stesso, nelle quali l'intervento della carta è limitato.

### **Prova di controstampo**

La prova di controstampo è basata sul fatto che se si comprime un foglio di carta bianca contro un foglio stampato prima che l'inchiostro si sia stabilizzato, l'inchiostro rimane aderente allo stato fluido si trasferisce in parte sul foglio bianco.

La prova di controstampo viene fatta con l'apparecchio di stampabilità AIC2-5.

La valutazione della controstampo è fatta di solito con più prove ad intervalli crescenti, perché è importante seguire l'andamento del fenomeno nel tempo. In generale è conveniente adottare i tempi seguenti: 10 s, 30 s e 60 s; è possibile con una sola prova fare la controstampo a più tempi successivi, inoltre con l'AIC2-5 è possibile fare la controstampo immediata subito dopo la stampa. A tale scopo si fissa la striscia da stampare e quella testimonia sulla pinza del settore circolare, facendo ricadere la seconda sulla rotella inferiore. Questa è collocata già prima della stampa nella posizione più vicina al settore circolare, in modo che con una sola operazione si faccia

la stampa e la controstampo, con il solo intervallo di tempo necessario perché il settore circolare passi dalla prima alla seconda rotella.

La qualità della carta di controstampo va scelta a seconda delle circostanze. Si può usare la stessa carta sulla quale si fa la stampa, se si vuole esaminare la tendenza della carta impilata a dare controstampo.

Il contrasto di densità della controstampo ad un dato tempo rappresenta una misura dello stadio di stabilizzazione che l'inchiostro ha raggiunto a tale tempo e come tale si presta a confronti fra carte diverse. È così possibile confrontare la quantità di inchiostro che si trasferisce sulla controstampo con quella applicata alla carta, operando su grandezze omogenee. Per ottenere il dato richiesto, si fa una serie di stampe su strisce della carta testimonio, nelle stesse condizioni (velocità e pressione di stampa) applicate durante la controstampo e con lo stesso inchiostro usato per la stampa. Questo deve essere applicato in quantità tale da coprire tutta la gamma delle densità di controstampo ottenibili con vari tipi di carta. Si determina la densità ottica delle stampe ottenute e si mette in diagramma la curva dell'inchiostro sulla carta testimonio in funzione della densità ottica, che permette di risalire dalla densità ottica della controstampo alla quantità corrispondente d'inchiostro sulla carta.

### **Elaborazioni dei dati di controstampo**

Al momento in cui si fa la controstampo, l'inchiostro applicato alla striscia di carta si è in parte bloccato sulla superficie della carta stessa; pertanto la controstampo è dovuta alla strato superficiale dell'inchiostro, che non si è modificato e che possiamo denominare "inchiostro mobile". Se pertanto si considera la controstampo come una stampa, nella quale la superficie della striscia stampata l'inchiostro bloccato agisce da forma, si può supporre che il trasporto percentuale dell'inchiostro mobile che esiste sulla carta stampata, da quella alla carta testimonio, sia lo stesso di quando si fa una stampa usando come forma una rotella metallica. Pertanto si prepara una serie di stampe sulla carta testimonio, a densità ottica crescente, applicando l'inchiostro alla carta per mezzo della rotella metallica, quindi si mette in diagramma la densità ottica della stampa sulla carta testimonio in funzione dell'inchiostro sulla rotella. Questo diagramma ci consente di risalire direttamente dalla densità ottica della controstampo all'inchiostro mobile sulla carta al momento della controstampo.

Nelle carte patinate al momento in cui avviene la controstampo immediata, la penetrazione dell'inchiostro può essere considerata trascurabile. Pertanto la differenza fra l'inchiostro totale sulla carta (IC) e l'inchiostro mobile al momento della controstampo immediata (IMob<sub>0</sub>) corrisponde all'inchiostro bloccato sulla superficie del foglio e che possiamo denominare inchiostro consolidato (ICon).

$$ICon = IC - IMob_0$$

Con il passare del tempo, la controstampa diventa meno intensa, poiché diminuisce la quantità d'inchiostro mobile presente sulla carta. Se assumiamo che l'inchiostro consolidato rimanga costante, perché esso dipende essenzialmente dallo stato superficiale della carta, risulta che l'inchiostro non più presente sotto forma mobile si è stabilizzato nel periodo trascorso dal momento della stampa, sia per penetrazione, sia per modificazioni chimiche o fisiche da esso subite. Siccome la penetrazione può essere considerata il fenomeno prevalente, per semplicità parleremo di "inchiostro penetrato". L'inchiostro penetrato al tempo x ( $IPen_x$ ) è pari alla differenza fra l'inchiostro mobile al tempo zero e l'inchiostro mobile al tempo x ( $IMob_x$ ).

$$IPen_x = IMob_0 - IMob_x$$

Le determinazioni che definiscono la velocità di stabilizzazione dell'inchiostro possono essere fatte con qualsiasi inchiostro grasso da stampa. Particolarmente significativa è la prova fatta con una quantità d'inchiostro sulla carta pari al fabbisogno d'inchiostro di questa, perché rispondente alle condizioni d'impiego. In questo caso conviene rendersi indipendenti dalla quantità d'inchiostro usata ed esprimere pertanto i parametri di controstampa come per cento dell'inchiostro applicato alla carta. Sarà pertanto con riferimento ai tempi prima menzionati:

$$\begin{aligned} ICon (\%) &= (ICon / IC) \times 100 \\ IPen_{10} (\%) &= (IPen_{10} / IC) \times 100 \\ IPen_{30} (\%) &= (IPen_{30} / IC) \times 100 \\ IPen_{60} (\%) &= (IPen_{60} / IC) \times 100 \\ IMob_{60} (\%) &= (IMob_{60} / IC) \times 100 \end{aligned}$$

Per quanto riguarda la valutazione dei risultati, l'inchiostro consolidato dipende molto più dalla carta che dall'inchiostro ed è tanto maggiore quanto meno la carta è liscia. In particolare delle carte mat, che hanno una superficie relativamente ruvida, al momento stesso del contatto fra carta ed inchiostro si ha un forte assorbimento superficiale di questo; pertanto la maggior parte dell'inchiostro sulla carta passa immediatamente allo stato d'inchiostro consolidato. L'inchiostro penetrato e l'evoluzione che esso presenta nel tempo dipendono per un dato inchiostro, dal comportamento che la porosità della carta presenta nei riguardi dell'inchiostro usato; invece l'inchiostro penetrato non è

influenzato dalla struttura superficiale della carta che agisce unicamente sull'inchiostro consolidato.

### **Valutazione della porosità della patina**

La ricettività per l'inchiostro di una carta patinata dipende dalla struttura della sua superficie, dalla grandezza dei pori esistenti nella patina e dal loro numero. In particolare la penetrazione dell'inchiostro è condizionata essenzialmente dagli ultimi due fattori, a meno che la grammatura della patina non sia molto esigua. La distribuzione delle dimensioni dei pori della patina può essere studiata con metodi scientifici, che come tali sono riservati ai laboratori di ricerca. È possibile fare una valutazione sufficientemente indicativa agli effetti della stampa con un procedimento empirico messo a punto dalla casa Lorilleux-Lefranc, che si avvale di due inchiostri di prova denominati 2800 e 3800. Agli effetti di questa prova, i pori della patina possono essere divisi convenzionalmente, in base al loro comportamento nei riguardi degli inchiostri da stampa, in pori grossolani (macropori), che assorbono tutte le componenti dell'inchiostro, e pori fini (micropori) assorbono solo le componenti liquide.

L'inchiostro 2800 è di tipo monodisperso, costituito da un pigmento disperso in un veicolo oleoso di viscosità relativamente elevata; dopo l'applicazione alla carta, esso penetra come un tuttuno nei macropori della patina, mentre stenta a penetrare nei micropori della stessa. La velocità di stabilizzazione di un inchiostro monodisperso dipende, principalmente dal numero dei macropori della patina; se questi sono in numero ridotto, anche se i macropori sono numerosi, l'inchiostro si stabilizza lentamente.

L'inchiostro 3800 è di tipo polidisperso, costituito essenzialmente del pigmento e da una o più resine sintetiche disperse in un veicolo fluido; il comportamento dell'inchiostro dipende dal tipo di porosità della patina. Se prevalgono i macropori, l'inchiostro polidisperso penetra in essi come un tuttuno ed in ciò non si differenzia dall'inchiostro monodisperso; invece, se prevalgono i micropori, avviene una separazione dell'inchiostro in due fasi. Il veicolo penetra prontamente nei micropori della patina, mentre i pigmenti e le resine sintetiche sono trattenuti dalla superficie del foglio sotto forma di una pellicola compatta, che sulle carta patinate dà una buona resa di stampa. In conclusione, se una patina ha pochi pori, non importa se piccoli o grandi, tanto l'inchiostro monodisperso quanto quello polidisperso si stabilizzano lentamente. Se contiene molti macropori, si stabilizzano rapidamente tutti e due i tipi d'inchiostro, ma la resa di stampa è meno buona, perché l'inchiostro penetra in profondità. Se contiene molti micropori, l'inchiostro polidisperso si stabilizza rapidamente, con una buona resa di stampa, mentre quello monodisperso si stabilizza lentamente. È possibile

mettere in evidenza le caratteristiche di porosità di una patina determinando la velocità di stabilizzazione dei due inchiostri di prova Lorilleux.

La valutazione è fatta confrontando i valori d'inchiostro penetrato ai vari tempi per i due inchiostri. Se l'inchiostro penetrato è in quantità piccola per tutti e due gli inchiostri, è segno che la loro stabilizzazione è lenta e che la patina contiene pochi pori; invece, se c'è una forte penetrazione dei due inchiostri, è segno che la patina contiene molti macropori e una quantità relativamente piccola di micropori. Infine se l'inchiostro 3800 penetrato è elevato, mentre è basso l'inchiostro penetrato 2800, vuol dire che ci sono molti macropori. Quest'ultima condizione è la più favorevole per la stampa, perché con tali carte i moderni inchiostri alta pila danno la migliore resa di stampa.

In pratica si fa la prova di velocità di stabilizzazione con i due inchiostri e si ricavano i parametri relativi (inchiostro consolidato; inchiostro penetrato a 10 s, 30 s, 60 s; inchiostro mobile a 60 s), confrontando i valori ottenuti su un inchiostro con quelle corrispondenti dell'altro. È anche possibile rappresentare le caratteristiche di microporosità in modo più idoneo ricavando col calcolo i parametri.

- Indice di microporosità.

$$Mi = IPen\ 38_{10} - IPen\ 28_{10}$$

Dove  $Mi$  è l'indice di microporosità,  $IPen\ 38_{10}$  è l'inchiostro 3800 penetrato 10 s, in per cento,  $IPen\ 28_{10}$  è l'inchiostro 2800 penetrato a 10 s, in per cento.

L'indice di microporosità tanto più è alto quanto maggiore è la differenza fra il volume totale dei pori della patina, rappresentato dall'inchiostro 3800 penetrato, e il volume dei macropori, rappresentato dall'inchiostro 2800 penetrato. Infatti tale differenza corrisponde al volume dei micropori. Si è scelto il tempo di 10 s, perché è quello che mette più in evidenza la differenza di comportamento fra micropori e macropori.

- Indice dimensionale dei pori.

$$Di = IPen\ 28_{10} / IPen\ 38_{10}$$

Dove  $Di$  è l'indice dimensionale dei pori.

L'indice dimensionale dei pori esprime, come frazione di 1, il rapporto fra il volume dei macropori, rappresentato dall'inchiostro 2800 penetrato, e il volume di tutti i pori, rappresentato dall'inchiostro 3800 penetrato. Esso è indipendente dal volume complessivo dei pori della patina ed esprime l'incidenza dei macropori sul totale dei pori.

## **Prove indirette di penetrazione e di assorbimento**

### **Saggio porometrico**

Il saggio porometrico consiste nel far assorbire dalla carta un inchiostro speciale molto fluido, denominato inchiostro porometrico, e nel valutare l'intensità e l'uniformità di colore della macchia risultante. Si applica alla carta un eccesso d'inchiostro e si lascia a contatto per un tempo stabilito, quindi si asporta l'inchiostro non assorbito e si esamina l'aspetto della macchia, che è tanto più scura quanto maggiore è la quantità d'inchiostro penetrata. Oltre alla intensità della colorazione, si osserva anche la sua uniformità, poiché le irregolarità di colorazione nei vari punti della macchia mettono in evidenza differenze di assorbimento che si possono ripercuotere sul risultato della stampa. Gli inchiostri porometrici più conosciuti sono: K & N, costituito da un olio non siccativo, macinato con un colorante blu solubile nei grassi e con un pigmento, in modo da formare una pasta; il Lorilleux, che è una vernice nella quale è stata scelta una piccola quantità di colorante nero. Sebbene i due inchiostri siano usati nello stesso modo, i risultati ottenuti non sono confrontabili fra loro; l'inchiostro porometrico Lorilleux è molto più penetrante del K & N e spesso dà anche un quadro diverso dell'uniformità di assorbimento.

Il saggio porometrico è particolarmente adatto alle carte patinate, perché in quelle non patinate impregna quasi completamente la carta. Tuttavia in qualche caso il saggio porometrico può essere utile con le carte non patinate, perché la colorazione assunta dal verso del foglio è un indizio della velocità di penetrazione dell'inchiostro.

L'applicazione dell'inchiostro è fatta per mezzo di una mascherina spessa 0,2 mm e con un foro centrale di 50 mm. La provetta, di dimensioni alquanto più grandi dell'area di prova, è fissata lungo i bordi con nastro adesivo, su una superficie piana e rigida. Si poggia sulla provetta la mascherina un po' d'inchiostro porometrico e si stende l'inchiostro sulla superficie libera della provetta per mezzo di una spatola, facendone scorrere il bordo sulla superficie della mascherina. Si toglie la mascherina e dopo due minuti di contatto si asporta l'eccesso di inchiostro con uno straccio o con tamponi di ovatta.

La regolarità di assorbimento dell'inchiostro nei vari punti della provetta è valutata visualmente, con confronto con carte aventi caratteristiche note, in modo da stabilire una graduatoria indicativa delle dimensioni delle irregolarità e del contrasto fra i punti chiari e scuri. Questo metodo prevede anche l'intensità della macchia sia determinata per via strumentale, attraverso misure di indice riflettometrico luminoso, da farsi dopo 5 minuti dall'asportazione dell'inchiostro. Si misura l'indice riflettometrico IR della provetta prima dell'inchiostrazione, poi l'indice riflettometrico  $IR_p$  della provetta

inchiostrata. Il risultato è calcolato come complemento a 100 del fattore di contrasto ed è denominato indice porometrico:

$$IP = 100 [ 1 - (IR_p / IR)]$$

Si scrive  $IP_{KN}$  quando si usa l'inchiostro K & N,  $IP_L$  quando si usa l'inchiostro Lorilleux. L'indice porometrico è tanto più elevato quanto più intensa è la colorazione della carta.

Le modalità di applicazione dell'inchiostro possono essere diverse da quelle descritte dal metodo purchè l'inchiostro sia in eccesso. Si può usare una spatola, o una barra filettata che applichi uno strato di almeno 0,1 mm, o un rullo inchiostatore di poliuretano o di gomma. Anche il tempo può variare, secondo il tipo di carta o lo scopo da raggiungere.

Se si confrontano fra loro carte diverse, la correlazione non dipende solamente dalla penetrazione, ma anche dalla composizione della patina. Pertanto l'indice porometrico è valido specialmente quando si confrontano fra loro carte dello stesso tipo e della stessa composizione.

### **Assorbimento d'olio**

Le prove di assorbimento d'olio hanno incontrato molto favore fra i cartai perché molte di esse sono di facile esecuzione e forniscono un indice numerico molto semplice.

### **Assorbimento all'olio Unger**

La prova consiste in un'applicazione particolare del metodo Cobb per la determinazione dell'assorbimento d'acqua, nella quale l'acqua è sostituita dall'olio.

L'apparecchio è costituito essenzialmente da un recipiente cilindrico di metallo, avente una sezione interna di 100 cm<sup>3</sup>. Il recipiente è chiuso a pressione con un coperchio metallico, che poggia sull'orlo del recipiente. Questo è imperniato su due supporti a cavalletto e può essere girato di sotto in su per mezzo della manovella sulla destra del recipiente. L'apparecchio comprende ancora: una dima, semicircolare da una parte e rettangolare dall'altra, con la quale si ritagliano le provette; una bilancia a settore graduata da 0 a 299 g/m<sup>2</sup>; un pendolo di lunghezza tale che il periodo di oscillazione sia pari a 1 s. il recipiente contiene olio di ricino fino a sfiorare l'estremità di un'asticciola appuntita che sporge dal fondo dell'altezza di 2,5 cm (corrisponde ad un volume di 250 ml).p

Per l'esecuzione della prova, si ritaglia la provetta con l'apposita dima; si posa la provetta sull'orlo del recipiente, con la parte rettangolare rivolta verso l'operatore; si abbassa il coperchio sulla provetta e si serra per mezzo del fermo. Si rovescia di colpo il recipiente agendo sulla manovella, mentre si mette in moto il pendolo e s'incominciano a contare le oscillazioni.

Quando il recipiente è girato all'incontrario, l'olio si stende sulla provetta e penetra nella carta. Allo scadere del quinto secondo, si raddrizza il recipiente, si sblocca il coperchio e si estrae la provetta, che scorrendo contro l'orlo del recipiente, abbandona la maggior parte dell'olio ad essa aderente. Si posa la provetta sul piano posto sul davanti dell'apparecchio, e allo scadere del decimo secondo, si pulisce rapidamente la carta con tamponi di ovatta, fino a che tutto l'olio aderente alla superficie sia stato asportato. Si pesa una seconda volta la provetta; la differenza rispetto al primo peso rappresenta l'olio che è stato assorbito dalla carta, in grammi al metro quadrato.

La prova descritta è rapida, semplice e presenta una ripetibilità più che soddisfacente, se i tempi indicati sono rispettati in modo preciso. Anche se il liquido di prova è un olio, il metodo dà indicazioni molto utili per le carte rotocalco, non patinate, perché il risultato è ben correlato con le quantità d'inchiostro consumate per la stampa e anche con il trapasso della stampa. Il metodo non si presta per le carte patinate; in tutti i casi occorrono dei tempi lunghi e la pesata va fatta con una bilancia analitica, perché la quantità d'olio assorbita è molto minore e deve essere misurata in modo preciso.

L'olio da utilizzare è di ricino; la viscosità dell'olio deve essere di  $785 \pm 40$  mPa·s.

La temperatura dell'olio deve essere di  $23 \pm 0,5$  °C.

Il metodo ammette altre due condizioni di prova, oltre a quella di 10 s già menzionata, e cioè 6 s e 30 s. i tempi prescritti sono i seguente:

Durata della prova	s 6 10 30
Inizio della prova	s 0 0 0
Riportare l'apparecchio nella posizione originale	s 3 5 35
Togliere la provetta dall'apparecchio	s 4 8 28
Inizio asportazione olio	s 6 10 30
Fine asportazione olio	s 8 12 32

La durata di 6 s è necessaria con carta giornale di grammatura minore di 50 g/m<sup>2</sup>; quella di 30 s va bene per le carte che hanno un basso assorbimento.

### **Ricettività per l'olio IGT**

Si tratta di una prova che permette di valutare l'effetto combinato della capacità di assorbimento e delle irregolarità superficiali della carta sulla distribuzione di un liquido non acquoso applicato alla superficie della carta. La prova è eseguita per mezzo dello strumento IGT.

Dopo avere applicato una striscia della carta in esame al settore circolare, si fa cadere sulla rotella d'alluminio una goccia di liquido oleoso e subito dopo si avvia lo strumento. La goccia di liquido, che rimane compressa tra la carta e la rotella, in parte si distribuisce negli interstizi esistenti sulla superficie della carta, in parte è assorbita dai pori di questa. Si forma una macchia oblunga, la cui lunghezza è tanto maggiore quanto più la carta è liscia e quanto meno essa è assorbente, senza che sia possibile distinguere fra i fenomeni.

Sull'apparecchio IGT si utilizza la rotella di alluminio e si applica al settore circolare un abbigliamento di telo gommato. Il liquido è ortodibutilftalato puro per analisi. Il liquido è dosato con una siringa della capacità di 0,5 ml, il cui pistone è tenuto sollevato da una molla.

L'erogazione del liquido avviene per gravità; in queste condizioni la goccia deve avere una massa di  $5,8 \pm 0,3$  mg. La pressione di stampa deve essere regolata a 70 kg.

L'IGT consiglia di esprimere il risultato della prova come "penetrazione di stampa", con la seguente formula:

$$\text{penetrazione di stampa} = 1000 / \text{lunghezza della macchia in mm}$$

questa prova rappresenta una misura della quantità di inchiostro da stampa necessaria per coprire una data area della carta, ma può essere anche utilizzata per valutare il comportamento della carta rispetto ad altri liquidi. In particolare si è trovata una correlazione, sia pur con alcune limitazioni, fra la verniciabilità della carta e l'esito di questa prova. Infatti la resa di verniciatura dipende dagli stessi fattori che influiscono, in senso opposto, sulla penetrazione di stampa.

### **Tendenza allo spolvero**

Uno degli inconvenienti che possono manifestarsi durante la stampa della carta è lo spolvero, dovuto alla presenza di particelle, quali frammenti di fibre, granelli di carica, scaglette di patina, che non sono ancorate alla superficie della carta e si staccano da essa per sfregamento e per sventagliamento durante le fasi di trasformazione e di stampa.

L'inconveniente è dovuto essenzialmente al fatto che ciascun componente dell'impasto, come la pasta legno, le cariche, le fibre corte, talvolta non sono ben legati con il resto del contesto fibroso e si staccano da questo con facilità. Ciò può anche avvenire perché l'impasto è poco raffinato, o contiene una quantità eccessiva di fogliacci, oppure la carta risulta scottata dalla temperatura troppo alta di qualche cilindro essiccatore.

In linea di principio, lo spolvero si distingue dallo strappo, nel quale il distacco delle particelle è provocato dal tiro dell'inchiostro; come accade in stampa offset, quando nella superficie del foglio si trovano particelle debolmente ancorate; in questo caso le particelle non si staccano per effetto di sfregamento o sventagliamento, ma per il tiro dell'inchiostro e si accumulano sul telo gommato, obbligando a frequenti fermate della macchina per lavaggi non previsti.

### **Resistenza allo strappo superficiale**

Lo strappo superficiale può essere definito come un'alterazione che si manifesta sulla superficie della carta durante la stampa, quando, al momento in cui l'inchiostro si separa dal foglio, l'adesione fra l'inchiostro e carta è maggiore della coesione fra gli strati superficiali della carta. Lo strappo può presentarsi come sollevamento di fibre o di patina, distacco di fibre o patina, vescicamento, asportazione completa della superficie del foglio; se le particelle interessate dallo strappo sono di dimensioni piccole, lo strappo si può confondere con lo spolvero.

Lo strappo è causa d'inconvenienti durante la stampa: la forma da stampa e il telo gommato si sporcano progressivamente e devono essere puliti periodicamente; lo strappo avviene più facilmente nei fondi pieni, specie all'orlo posteriore della zona inchiostrata.

La tendenza a strappare è maggiore nelle carta patinate, in esse lo strappo può presentarsi all'interno della patina, all'interno del supporto o alla separazione dei due strati. Avviene all'interno della patina quando la quantità di adesivo non è sufficiente o questo è migrato in misura eccessiva nel supporto, oppure il pigmento non è ben disperso. Si manifesta all'interno del supporto quando la resistenza interna di questo è minore di quella della patina. Nelle carte non patinate lo strappo dipende dalla composizione dell'impasto, dalla sua raffinazione, il cui progredire favorisce la resistenza allo strappo, dalla presenza di agenti leganti, che migliorano la coesione del contesto fibroso. Anche la collatura in superficie esercita un effetto analogo. In fine lo strappo è spesso causato dall'inchiostro, che presenta un tiro eccessivo per il tipo di carta cui esso è applicato; in questo caso è necessario correggere l'inchiostro con additivi anti strappanti, in modo da diminuire il tiro.

La determinazione della resistenza allo strappo superficiale viene determinata con strumenti speciali o con apparecchi di stampabilità, come l'IGT, per simulare da vicino le condizioni esistenti durante la stampa.

Nella determinazione, si tiene conto del fatto che il tiro dell'inchiostro, a parità delle altre condizioni, aumenta progressivamente all'aumentare della velocità di stampa. Pertanto la velocità alla quale un inchiostro di prova causa lo strappo della carta, è una misura della resistenza allo strappo superficiale della stessa, nelle condizioni operative prescelte. Si può far funzionare l'apparecchio in due modi:

- a velocità crescente da zero fino ad un massimo tale da produrre lo strappo con la combinazione carta-inchiostro prescelta;
- a velocità costante, operando per tentativi con velocità diverse fino a trovare quella che produca lo strappo incipiente.

### **Inchiostri ed oli di prova**

Gli inchiostri di prova devono avere un tiro controllato. La serie più conosciuta è quella degli inchiostri Lorilleux, che sono numerati da 3801 a 3808, in ordine crescente di tiro e sono colorati uno diversamente dall'altro, per facilitare il riconoscimento delle strisce stampate.

Un'altra serie conosciuta è quella degli inchiostri IPI, prodotti dalla Interchemical Corporation Printing Ink Division; essi sono numerati da 1 a 8 ed hanno il tiro crescente con il numero.

Gli inchiostri grassi da stampa hanno un comportamento reologico complesso, che ne fa variare il tiro e quindi le proprietà di strappo, con le condizioni e la durata della macinazione, come pure le condizioni di stampa. Per questo l'IGT preferisce ricorrere ad oli speciali, ai quali si attribuisce una migliore riproducibilità di risultati, perché hanno una viscosità ben definita, che dipende soltanto dalla temperatura; in realtà non si tratta di oli, ma di miscele a base di polibuteni, tarate in modo da dare risultati di strappo ben definiti. Gli oli sono tre:

- olio normale avente viscosità di circa 700 P a 20°C;
- olio a bassa viscosità di circa 200 P a 20°C;
- olio a alta viscosità di circa 1300 P a 20°C.

la temperatura di prova ha una grande influenza sull'esito della prova; basta pensare che la viscosità di un olio aumenta o diminuisce del 10% per ogni C° di variazione in meno o in più.

### **Criteri di valutazione dello strappo**

La valutazione del punto in cui ha inizio lo strappo va fatta soggettivamente; secondo l'IGT, lo strappo incomincia nel posto in cui la superficie della carta è alterata in modo inaccettabile per uno stampatore; l'IGT prescrive l'uso di un dispositivo che illumina la stampa sotto un angolo adatto ed obbliga l'osservatore ad esaminarlo da una posizione fissa. Un diverso criterio considera come inizio dello strappo il primo segno di alterazione della superficie stampata visibile con un ingrandimento di 5 volte, con illuminazione obliqua nella direzione di stampa. Tuttavia i punti isolati di strappo, distanti più di 20 mm dall'area dove lo strappo è nettamente definito, non devono essere presi in considerazione.

### **Impiego dell'unità di inchiostrazione IGT**

La prova di strappo è eseguita come una prova di stampa: si distribuisce una certa quantità d'inchiostro o di olio di strappo sull'unità di inchiostrazione e s'inchiostra la rotella secondo il metodo generale, quindi si fa la stampa a velocità crescente. Con l'unità AIC2-5, si può scegliere a piacere la velocità massima da 0,6 a 7,0 m/s. La quantità di olio da applicare all'unità di inchiostrazione è di 1 cm<sup>3</sup>, mentre per un inchiostro si usano 0,6 cm<sup>3</sup>. La pressione di stampa è di 35 kg/cm per la rotella di alluminio, e di 15 kg/cm per la rotella di gomma.

Se si usano gli inchiostri per strappo Lorilleux della serie 3801 – 3808, si applicano 0,8 cm<sup>3</sup> d'inchiostro all'unità d'inchiostrazione. Si incomincia la prova con un inchiostro che, in base alla qualità della carta da esaminare, si presume sia il più indicato. Se la carta non strappa, si passa all'inchiostro del numero superiore; si può così individuare una coppia di inchiostri consecutivi che descrivono le caratteristiche di strappo della carta, nelle condizioni di prova prescelte. Il criterio è comodo quando si tratta di qualificare un tipo di carta, ma è troppo sommario se si tratta di confrontare fra loro più campioni di uno stesso tipo. In tal caso conviene fare la prova con l'inchiostro più adatto e determinare la velocità di strappo.

L'impiego dell'unità di inchiostrazione ha l'inconveniente che la temperatura dell'inchiostro sui cilindri e sul rullo inchiostatore è sempre più elevata che nell'ambiente in cui si lavora: tuttavia di solito si trascura questo fattore che è molto importante.

Gli oli hanno proprietà reologiche completamente diverse da quelle degli inchiostri da stampa e quindi anche il loro comportamento allo strappo è diverso. Essi sono estremamente sensibili alla temperatura; la diminuzione di 1°C nella temperatura dell'olio fa aumentare l'asportazione di fibre durante la prova di un 75-100%; se si passa da 23 a 28°C, si può avere un aumento della velocità di strappo pari al 150%.

Non è sufficiente operare in un ambiente a temperatura strettamente regolata, con olio alla stessa temperatura perché durante la fase di inchiostrazione di 45 s, la temperatura della rotella aumenta di 1-2°C, ma si raffredda poi lentamente.

Gli inchiostri risentono meno delle variazioni di temperatura; per una diminuzione di temperatura di 4°C, si è avuto il distacco di solo il 16% di fibre in più; però gli inchiostri presentano una variabile incontrollata e imprevedibile da macchinata a macchinata; inoltre essi non sono stabili nel tempo.

La velocità di strappo dipende fortemente dall'accelerazione del settore circolare durante la prova; se la velocità massima passa da 1 a 7 m/s, la velocità di strappo aumenta del 500%.

Infine la prova in sé ha una scarsa riproducibilità, perché il criterio di valutazione dello strappo varia da operatore ad operatore.

### **Prova delle cere Dennison**

La prova con le cere Dennison consiste nell'applicare sulla carta da esaminare una serie di bastoncini di resina aventi potere adesivo crescente, immediatamente dopo aver fuso alla fiamma l'estremità da mettere in contatto con la carta. Quando la resina è completamente raffreddata, si staccano i bastoncini dalla carta e si osserva lo strappo che si produce su questa.

La denominazione inglese delle cere Dennison è "Dennison Standard Paper Testing Waxes"; il nome italiano "cere", è improprio.

La serie completa delle cere comprende 18 bastoncini, numerati da 2A a 14A,16A, 18A, 20A ,23A e 26A.

Per l'esecuzione della prova, si colloca la provetta che deve avere dimensioni non inferiori a 10 X 10 cm; si sceglie il bastoncino da utilizzare e se ne riscalda l'estremità piatta su una fiamma; mentre si scalda si fa girare il bastoncino lentamente, finché cadono alcune gocce di resina fusa. Si poggia prontamente l'estremità fusa sulla provetta, premendola fermamente, ma senza eccedere, dopo di che si toglie immediatamente la mano; il bastoncino deve rimanere in piedi da solo, verticalmente sulla carta. Si lascia stare per 15 minuti, il tempo necessario perché la resina si raffreddi, quindi si passa attorno con una tavoletta di legno con un foro del diametro di 3 cm, centrandola attorno al bastoncino; con un colpo secco si stacca il bastoncino, esercitando una trazione perpendicolare alla superficie della provetta. Infine si esamina la superficie della provetta e l'estremità del bastoncino, per vedere se vi sia stato o no lo strappo; secondo il risultato ottenuto si ripete la prova con un bastoncino di gradazione più alta o bassa, finché si trovano due numeri successivi, uno dei quali

strappa e l'altro no. Il risultato è espresso indicando il numero della cera più alta per la quale non si ha alcuna alterazione della superficie.

Il metodo delle cere Dennison è molto diffuso, perché non richiede apparecchiature e di esecuzione semplice, inoltre forniscono un ottimo servizio nel controllo di qualità, quando si tratta di confrontare fra loro carte dello stesso tipo e fatte nello stesso modo.

## 6. PROVE DELLA CARTA PER I SISTEMI DI STAMPA

Fino ad ora non si è riusciti a realizzare in laboratorio le condizioni del processo offset, perché non è stato possibile riprodurre su scala ridotta l'influenza che la bagnatura ha sul comportamento dell'inchiostro e della forma da stampa. Si può invece riprodurre, almeno in parte, l'effetto dovuto alla presenza del telo gommato (caucciù), come pure sono state studiate prove relative a comportamenti particolari, come la resistenza allo strappo ad umido, la tendenza alla formazione di bolle.

### 6.1 PROVE DI STAMPA OFFSET

Con l'apparecchio IGT a due rotelle è possibile fare la stampa indiretta della striscia, usando rotelle di alluminio: si monta sul settore circolare un abbigliamento di telo gommato e si applica la striscia di carta da stampare alla seconda rotella, fissandovela se necessario con un pezzo di nastro adesivo. Quando si aziona l'apparecchio, l'inchiostro della prima rotella si trasporta sul telo gommato, quindi da questo alla striscia applicata alla seconda rotella; è possibile in questo modo stampare carte poco lisce o ruvide, con un risultato di stampa simile a quello della stampa industriale.

Questo procedimento va tuttavia usato con cautela, perché se si pulisce il telo gommato con solventi, la piccola quantità di solvente che è assorbita dalla gomma ne altera le caratteristiche e non si ottengono più risultati riproducibili. Un altro inconveniente è che non è possibile misurare l'inchiostro sulla carta per differenza di peso della rotella; è necessario pesare la striscia di carta prima e dopo la stampa, ma il risultato è meno preciso, perché le variazioni di umidità relativa, che in un ambiente condizionato sono piccole, ma rapide, possono fare variare il peso della striscia durante la stampa.

Con le carta molto ruvide il risultato non è soddisfacente, perché per ottenere una stampa unita è necessaria una quantità d'inchiostro molto maggiore che non con la stampa indiretta o la rotella di gomma.

#### **Resistenza allo strappo ad umido**

Durante la stampa in offset, sulla carta si deposita una quantità d'acqua mediamente pari a  $0,3 \text{ g/m}^2$ ; se la stampa è a più colori, la quantità di acqua è proporzionale al numero dei passaggi. Quest'acqua influisce sulla stampa in vari modi; fra l'altro essa può modificare la resistenza allo strappo superficiale della carta; l'effetto è particolarmente evidente quando la carta è patinata con l'impiego di leganti solubili

nell'acqua. L'influenza di questa può essere messa in evidenza per mezzo di un accessorio dell'apparecchio IGT, che permette di inumidire la superficie della carta per mezzo di una rotella di gomma ricoperta con un inchiostro per offset, osservando se si manifestano fenomeni di strappo.

La prova secondo il procedimento normale si monta sul perno superiore la rotella di gomma da inumidire, su quello inferiore una rotella di gomma normale verniciata alla quale si è applicata la quantità d'inchiostro di prova richiesta; la pressione sulle due rotelle sarà stata previamente regolata a 15 kgf/cm. L'apparecchio è applicato sopra la rotella di gomma superiore, in modo che la lama raschiante sia centrata su di essa e faccia un angolo di 45° con la superficie. Il feltro deve appena toccare la gomma, altrimenti la pressione della lama raschiante sulla rotella è minore di quella prevista e il velo d'acqua è troppo spesso.

Si bagna il feltro, si fa girare a mano il feltro per accertare che l'umidificazione sia regolare, quindi si fissa la provetta al settore circolare, si applica la rotella inchiostrata sul perno inferiore, si mettono sotto pressione le due rotelle e si aziona l'apparecchio alla velocità costante di 0,2 m/s. La striscia di carta inumidisce a contatto della prima rotella e si stampa a contatto della seconda. Si noti che nell'apparecchio AIC2-5 le due rotelle si staccano contemporaneamente al momento in cui la rotella superiore giunge a fine corsa e pertanto solo la parte centrale della striscia risulta allo stesso tempo inumidita e stampata.

La valutazione dello strappo ad umido deve essere fatta soggettivamente, per confronto con carte aventi un comportamento noto. Si deve fare attenzione a non confondere lo strappo ad umido con il rifiuto d'inchiostro.

Si può valutare la resistenza all'acqua della patina delle carte patinate, indipendentemente dallo strappo ad umido, applicando alla rotella non inchiostrata una striscia di cellofane e al settore circolare una striscia della carta in esame. Si fa cadere una goccia d'acqua nel punto in cui la carta tocca il cellofane; se la patina non è resistente all'acqua, questa scioglie l'adesivo della patina e particelle di pigmento si staccano dalla carta ed aderiscono al cellofane, dove diventano visibili sotto forma di macchie bianche.

## 6.2 PROVE CONCERNENTI LA STAMPA IN ROTOCALCO ROTATIVO

La difficoltà di riprodurre in piccolo la superficie incisa del cilindro rotocalco, la volatilità degli inchiostri, che ne rende poco agevole il maneggio, l'influenza che la velocità della rotativa ha sulla qualità della stampa, sono tutti fattori che rendono difficile la messa a punto di procedimenti idonei allo scopo.

### **Heliotest**

L'apparecchio comprende una rotella incisa ed una racla che poggia sulla rotella, distribuendovi l'inchiostro, il quale poi è trasportato su una striscia di carta applicata al settore circolare. Sono disponibili due tipi di rotella:

- la rotella A porta tre diversi tipi di incisione: quattro file di punti di uguali dimensioni; una zona a mezzotono continuo digradante, costituita da alveoli ben separati gli uni dagli altri, che diventano sempre più piccoli; una zona con incisione commerciale, che dà un fondo unito d'intensità uniforme. È una rotella adatta per le carte patinate e calandrate, che possiedono una superficie uniforme e ben liscia.
- La rotella di tipo NC possiede invece tre diverse zone di incisione: due zone divise in 11 parti identiche, che differiscono fra di loro per la diversa profondità degli alveoli; una zona a mezzotono digradante. Questa rotella è destinata alle carte non patinate, per le quali l'altra rotella non dà risultati soddisfacenti.

### **Procedimento di esecuzione della prova**

In linea generale, si applica sul settore circolare un abbigliamento di tela gommata, al quale si sovrappone una pellicola di plastica sottile, fornita insieme con l'apparecchio. La qualità del telo gommato e della pellicola di plastica è importante, perché il risultato della stampa è molto sensibile e piccole differenze nella compressibilità dell'abbigliamento; si infila la rotella incisa sul perno e si regola la pressione.

Si distanzia la rotella, si applica la striscia al settore circolare, si porta la racla a contatto con la rotella e si fa girare questa con la mano per riempire gli alveoli dell'incisione; si porta la rotella nella posizione prescelta, si mette la rotella sotto pressione e si fa la stampa. Con la stessa quantità di inchiostro è possibile fare più stampe successive su altrettante striscie; esaurito l'inchiostro si pulisce la rotella con acetato di isopropile.

Sulla rotella A si possono fare tre esami diversi. Il fondo unito permette di fare la valutazione soggettiva sulla qualità della stampa; sulle quattro linee di punti si contano

i punti mancanti, cioè i punti in cui per un'irregolarità della carta è mancato il contatto fra questa e l'alveolo e l'inchiostro contenuto in esso non trasferito. Sulla zona a tono continuo digradante si contano i punti mancanti a partire dall'estremità più intensa, fino al ventesimo punto mancante; la distanza in millimetri fra il ventesimo punto mancante e l'inizio della stampa è una misura della bontà della stampa, perché il ventesimo punto mancante arriva tanto prima quanto peggiore è la carta. In questo esame si devono contare solo i punti totalmente mancanti e si considerano come presenti quelli stampati parzialmente.

La rotella di tipo A non dà risultati soddisfacenti con le carte non patinate; pertanto con le carte non patinate si ricorre alla rotella NC; in ciascuna delle due zone a diversità di stampa si isola un certo numero di campi di area ben definita e vi si conta il numero dei punti mancanti; le due zone a mezzo tono servono per una valutazione visiva.

Infine con ambedue queste rotelle, è possibile fare più stampe nelle stesse condizioni, ma variando la pressione di stampa. Il confronto fra i risultati alle diverse pressioni permette di valutare la compressibilità della carta che è un requisito importante delle carte per rotocalco.

I risultati dell'Heliotest presentano una buona correlazione con quelli pratici di stampa. Siccome si tratta di una prova molto rapida, essa si presta particolarmente bene per il controllo di qualità della carta all'atto della fabbricazione.



## **7. BIBLIOGRAFIA**

- “Tecnologi grafica” : Scuola Grafica Cartaria “San Zeno” –Verona.
- “Prove sulle materie fibrose sulla carta e sul cartone”: E. Grandis.
- “Enciclopedia della stampa”: E. Grandis.
- Materiale didattico del corso cartario.
- Materiale fornito dal corso cartario.