

# **Problemi inerenti all'epurazione e alla disinchiostrazione degli impasti provenienti da macero**

**Crosilla Fabio  
Nonino Marco**  
*(Romanello)*

Relazione finale  
1° Corso di Tecnologia per tecnici cartari  
**1991/92**



**Scuola Interregionale  
di tecnologia  
per tecnici Cartari**

Via Don G. Minzoni, 50  
37138 Verona

## INDICE GENERALE

### 1. INTRODUZIONE

### 2. TIPI DI CARTE USATE PER LA DISINCHIOSTRAZIONE

- 2.1 Aspetti positivi dell'utilizzo, nella produzione della carta, di fibre recuperate
- 2.2 Aspetti negativi dell'utilizzo, nella produzione della carta, di fibre recuperate

### 3. SPAPPOLAMENTO

- 3.1 Tipi di pulper
- 3.2 Prodotti chimici usati
- 3.3 Depastigliatura

### 4. EPURAZIONE

- 4.1 Separazioni delle impurità dall'impasto secondo il peso specifico
- 4.2 Separazione delle impurità dall'impasto secondo la forma e le dimensioni

### 5. DISINCHIOSTRAZIONE

- 5.1 Sistema per lavaggio
- 5.2 Sistema per flottazione

### 6. TRITURAZIONE

- 6.1 Addensamento
- 6.2 Vari sistemi di triturazione

### 7. PROBLEMI CONNESSI AGLI IMPIANTI DI DISINCHIOSTRAZIONE

- 7.1 Disinquinamento delle acque
- 7.2 Eliminazione delle materie solide

### 8. USI ED IMPIEGHI DELLE CARTE PRODOTTE CON IMPASTI DISINCHIOSTRATI



## 1. INTRODUZIONE

La materia prima per la produzione della carta è la cellulosa e la pasta legno, ottenuta con vari procedimenti dal legno. Si è calcolato che, se i consumi di legname continuassero a crescere con il tasso attuale, tra pochi anni non ci sarebbero più alberi. Il razionamento della materia prima è un provvedimento alquanto limitativo, infatti, per poter soddisfare certe esigenze, certi bisogni della nostra civiltà, non solo intesa come civiltà consumistica, ma anche intesa come possibilità e necessità di comunicazione e sviluppo, non è possibile pensare di rinunciare a controllare l'uso della carta; non si può, quindi, ridurre i consumi di carta sia per usi culturali (libri, giornali, riviste ecc.), che per usi industriali (contenitori, imballaggi ecc.), senza che la nostra civiltà faccia un passo indietro.

Gli stati come USA e Svezia, che possiedono estese aree forestali, hanno programmato i tagli e le piantagioni in modo da garantire il loro fabbisogno interno per un lungo periodo di tempo. L'Italia, invece, essendo un paese con limitate risorse boschive, ma con un'industria cartaria molto sviluppata, è costretta ad importare dall'estero le materie prime fibrose. Sul mercato mondiale, dove si rivolge, si manifesta però una certa carenza di legname con una conseguente difficoltà di reperimento delle materie prime vergini e un aumento dei costi. Bisogna quindi trovare urgentemente delle fonti alternative alle fibre vergini ottenute dal legno. L'alternativa potrebbe essere l'utilizzo di piante annuali, come la canapa, la paglia, il riso, per la produzione della cellulosa, oppure l'utilizzo delle fibre sintetiche. Un'altra alternativa, che appare come la più sicura e promettente, è senza dubbio quella della lavorazione della carta già utilizzata, impiegando cioè le fibre non più vergini.

La raccolta della carta già usata viene effettuata con un certo criterio, ossia cercando di dividere la carta a seconda delle specifiche qualità e caratteristiche mediante la raccolta differenziata. Questo avviene già in modo relativamente efficace in certi paesi europei, come Francia, Germania e pure in Italia, anche se in maniera minore, esiste una rete di raccolta ad uso domestico come giornali, riviste, contenitori, scatolame, piccoli imballaggi di prodotti alimentari, evitando che vengano gettati nell'immondizia. Esiste, inoltre, la raccolta degli imballaggi di cartone ondulato, di scatolame nei supermercati, degli scarti e rifili di carta e cartone nelle tipografie e cartotecniche, di giornali e riviste presso gli editori. Tutta questa gran massa di carta viene suddivisa e classificata in gruppi ognuno dei quali presenta caratteristiche diverse dagli altri. Ogni gruppo, quindi, è composto da un certo tipo di carta che deve essere il più possibile omogenea. La raccolta riveste perciò un'enorme importanza, se viene effettuata in maniera efficiente e razionale da parte di ditte specializzate, più o meno grosse, o da piccoli raccoglitori privati, che però tendono a scomparire. La carta così divisa viene venduta alle cartiere, con un costo relativo alla qualità, dove verrà controllata l'omogeneità e le caratteristiche del prodotto, il contenuto di acqua o l'umidità (che non dovrebbe superare il 10%), il peso e l'eventuale presenza di corpi estranei; verrà, quindi, immagazzinata in base alle proprie caratteristiche come materia prima pronta ad essere utilizzata per la produzione della carta.

## 2. TIPI DI CARTE USATE PER LA DISINCHIOSTRAZIONE

La materia prima, cioè la carta da macero, man mano che si è passati a produrre carte sempre più pregiate, per quanto riguarda le caratteristiche fisiche, la pulizia e il grado di bianco, è stata differenziata e classificata in modo sempre più dettagliato. Dai pochi tipi di carta presente nei magazzini alcuni anni fa, si è passati attualmente a 70-80 voci merceologiche. I tipi di carta, secondo la CEPAC (Confederazione Europea dell'Industria, delle Paste, Carte e Cartoni), sono:

### GRUPPO A: "Qualità inferiori"

- Cartaccia 1a e 2a;
- Fustellati o rifili di cartone;
- Cartone ondulato e non;
- Giornalame (opuscoli, riviste, cataloghi, quotidiani, ecc. letti o usati e mischiati);
- Resa illustrati, quotidiani e riviste con o senza dorsi collati.

### GRUPPO B: "Qualità media"

- Resa quotidiani invenduti (contenente inserti colorati o stampati su carta da giornale bianca);
- Fustellati o rifili di cartone multistrato con copertina bianca;
- Refili di tipografia o di riviste (senza limitazione di colori o stampati, con pasta legno o carte patinate, con o senza dorsi collati);
- Refili di edizione (bianchi, stampati a colori, con pasta legno, esenti da dorsi collati);
- Archivio colorato (carta da stampa e da scrivere con o senza stampa, colori misti);
- Libri bianchi (stampati soltanto in nero, senza pasta legno, scartonati e con il 10 max di carte patinate).

### GRUPPO C: "Qualità superiori"

- Refili misti di tipografia (di carte da stampa e da scrivere di colori misti, contenente almeno il 50% di carta senza pasta legno);
- Schede meccanografiche classificate per tinta o di colore naturale (stampate senza pasta legno);
- Archivio bianco (carte da scrivere bianche provenienti da archivi di ufficio, esenti da carta carbone e da dorsi collati, contenenti un minimo di 60% di carte senza legno);
- Tabulati in continuo (bianchi, senza pasta legno e senza carte autocopianti);
- Cartone bianco multistrato (senza strati grigi, senza o con leggere tracce di stampa);
- Refili e fogli di carta da giornale, da periodici (bianchi non stampati);
- Refili e fogli di carte patinate (bianchi, non stampati con o senza pasta legno);
- Refili e fogli di carta esclusi quotidiani e periodici (bianche non stampati, con o senza pasta legno, contenenti un max del 20% di carte patinate);
- Refili e fogli di carta bianca ( non stampata, senza pasta legno, esente da carta patinata)

#### GRUPPO D: "Qualità kraft"

- Ondulato kraft di 1a e 2a (casce, fogli e ritagli di cartone ondulato con le copertine kraft o testliner e l'interno ondulato in pasta chimica o semichimica);
- Sacchi kraft usati (puliti o spolverati);
- Kraft usato (carta e cartone kraft usati, di colore naturale o bianco);
- Kraft nuovo (ritagli ed altri scarti di carta e cartone kraft nuovi di colore naturale).

Come si è visto sopra, innanzitutto per quanto riguarda i maceri bianchi (Gruppo C), si fa una netta distinzione fra carta senza pasta legno e con pasta legno. Alle carte senza pasta legno appartengono poche qualità di carte, ottenute da cellulosa pura, che vanno sotto il nome di pelures satinata, pergamini, e carte per contenitori di latte e frutta poco usate per la disinchiostrazione. Le carte, invece, che interessano la disinchiostrazione, sono alcune del gruppo A e B, quali giornali, quotidiani, riviste, cataloghi, pubblicazioni, opuscoli ecc. che appunto, visto che contengono pasta legno in varie percentuali, sono adatte alla stampa. Possono essere carte naturali, lisce o calandrate, oppure carte patinate su uno o entrambi i lati, a seconda del tipo di stampa e qualità del prodotto. Queste cariche sono costituite dalle fibre e dalle cariche minerali che sono gli elementi utili ai fini della produzione degli impasti cartacei, oltre ai materiali inquinanti quali inchiostri, colle, metalli, plastiche, polistirolo, sabbia, ecc.

#### 2.1 Aspetti positivi dell'utilizzo, nella produzione della carta, di fibre recuperate.

Le fibre di riciclo, rispetto a quelle vergini, conferiscono alla carta alcuni vantaggi per quanto riguarda le sue proprietà:

- A) impartiscono maggior OPACITÀ alla carta per l'elevata presenza nell'impasto di materiale di carica, pastalegno e soprattutto di parti fini che chiudono il foglio diminuendone, di conseguenza, la scollantezza;
- B) sono meno sensibili alle variazioni dimensionali poiché le fibre, essendo per la maggior parte CORTE, presentano meno ramificazioni per legarsi agli altri materiali presenti nell'impasto, siano fibre, cariche ed altri additivi, garantendo alla carta una maggiore stabilità dimensionale;
- C) hanno minor tendenza allo spolverio soprattutto con l'aggiunta, all'impasto fibroso, di amido o CMC (CARBOSSIMETILCELLULOSA);
- D) consentono grazie alle nuove quantità di fibre corte presenti nell'impasto di ottenere una carta con una buona formazione (SPERATURA) ed una maggior ritenzione delle cariche;
- E) maggior SOFFICITÀ e minor DUREZZA essendo fibre non raffinate ma che subiscono solamente una leggera azione di taglio e non di ingrassamento che indurirebbe la fibra, schiacciandola e rendendola di conseguenza, rigida e meno soffice.

## 2.2 Aspetti negativi dell'utilizzo, nella produzione della carta, di fibre recuperate.

Il macero si presenta, se non è una raccolta mirata, come un prodotto molto eterogeneo che in taluni casi, se non viene accuratamente utilizzato causerebbe, innanzitutto, una pulizia della carta molto scadente.

La pulizia della carta è molto importante, poiché la prima cosa che salta all'occhio del cliente è la qualità visiva del prodotto finito. Non è facile partire da fibre di recupero ed ottenere un buon prodotto cartaceo, considerando le massicce quantità di inquinanti presenti. Questi elementi indesiderati sono di molteplice natura: graffette, spilli, metalli vari, spaghi, politene, immondizie di ogni genere, sabbia, plastica, materiali sintetici, dorsi collati, polistirolo, pezzi di legno e, non ultime, le carte accoppiate e le carte trattate con resine per la resistenza ad umido, le quali presentano notevoli difficoltà per la separazione delle fibre e ottenere una pasta facilmente riutilizzabile. I tipi più in uso di resine sono: resine a base UREA-FORMALDEIDE, MELAMMINICA, POLIAMMIDICHE.

Durante la fase di essiccamento della carta tali resine danno luogo a legami particolari provocando così la resistenza ad umido. Perciò queste carte devono essere trattate a parte con degli additivi chimici e con trattamenti di spappolamento molto decisi a temperature molto elevate per ottenere fibre elementarizzate per la produzione di pasta.

Tutto ciò comporta un aumento di investimenti dell'impiantistica per quelle cartiere che utilizzano alcune di queste particolari tipologie di carte, per ottenere un'impasto che garantisca loro un buon grado di bianco.

Questa rappresenta la caratteristica più importante e migliore per cui le carte trattate vengono riutilizzate per la fabbricazione della carta.

Naturalmente una fibra di riciclo non può essere riutilizzata all'infinito, ed è stato calcolato che può essere utilizzata per produrre carta circa 8/10 volte dopodiché perde tutte le caratteristiche necessarie alla fabbricazione di un prodotto cartaceo accettabile.

I lati negativi che l'uso di fibre di recupero causa sono molteplici:

- A) le proprietà fisiche risultano inferiori a quelle ottenibili da cellulosa;
- B) diminuzione della scollantezza dovuta alla presenza nell'impasto di parti fini che vanno ad ostruire gli interspazi tra le fibre;
- C) basso grado di pulizia in quanto alcune impurità sono separabili con molta difficoltà nella fase di SCREENING, come ad esempio le materie plastiche la cui separazione totale dalle fibre è impossibile in quanto possono frantumarsi durante la lavorazione in parti molto piccole e difficilmente asportabili;
- D) seri problemi possono essere causati da materiale appiccicoso come HOT-MELTS (dorsi collati), grassi, paraffine e cere o catrame, che possono causare imbrattamento di tele di formazione, feltri umidi e tele o feltri essiccatori;
- E) variazione del colore, del grado di bianco, della resistenza e della scollantezza che possono derivare sia dalle variazioni di qualità delle cartacce inviate all'impianto di riciclo, per esempio nella fase di disinchiostrazione, sia dalle oscillazioni dovute alla deficienza di funzionalità dell'impianto;

### 3. SPAPPOLAMENTO

A seconda della carta che si vuole produrre, si fa o meno una cernita delle cartacce che si desidera utilizzare nella produzione. La cernita è una semplice operazione di separazione delle cartacce in più frazioni.

Generalmente questa operazione viene eseguita prendendo dalle varie voci merceologiche del macero alcune balle scelte a caso provvedendone a farne un campionamento in maniera da valutare l'eventuale grado d'inquinamento presente. E' un'operazione necessaria per quelle partite di carte da recupero estremamente inquinate come quelle provenienti dalla raccolta di carte da rifiuti solidi urbani, le quali causerebbero, con un utilizzo sconsiderato, problematiche ben immaginabili.

Quindi, il cartaiolo che deve impiegare queste materie prime si trova ad utilizzare un materiale estremamente eterogeneo e sporco, perciò necessita di un impianto per la lavorazione del macero ben studiato e ben dimensionato, tale da soddisfare le esigenze mirate essenzialmente all'ottenimento di un prodotto finito che garantisca al cliente le specifiche richieste.

Il principale problema nel trattamento della carta da macero consiste nell'ottenere una sospensione di fibre separate dalle sostanze inquinanti presenti nella cartaccia, che devono essere, durante l'intero ciclo di lavorazione, assolutamente asportate per non rendere problematico e difficoltoso il processo produttivo della carta sulla macchina continua. Quindi, è importante che le fibre in sospensione siano portate in tali condizioni in maniera individuale, senza lasciare gruppi di fibre o pastiglie e, allo stesso tempo, senza accorciarle per poter ottenere un'impasto che garantisca un'adeguata resistenza.

#### 3.1 Tipi di pulpers

La prima operazione che si esegue per portare in sospensione le fibre tra loro è la spappolatura, che viene eseguita con delle macchine che prendono il nome di SPAPPOLATORE o PULPER.

Gli spappolatori sono macchine che consistono, essenzialmente, di una vasca e di un organo di spappolamento, che può essere una girante che ruota velocemente all'interno della vasca stessa.

Spappolare questi tipi di materiali comporta un elevato numero di problemi, in quanto le macchine operatrici devono essere in grado di lavorare con la massima indifferenza tutti i materiali che gli arrivano; perciò, per un corretto esercizio, è necessario che la costruzione sia tale da permettere la creazione di un buon vortice all'interno della vasca, che permette di ottenere, di conseguenza, un'elevata forza di apertura della carta creata dal rotore. Così, con questo procedimento, si arriva allo scopo prefissato; inoltre, poiché il macero è formato dai materiali cartacei più disparati, il tempo di spappolatura deve essere diverso.

Per evitare ciò e l'inconveniente di degradare eccessivamente le proprietà della pasta influenzandone tra l'altro la scollantezza, occorre estrarre le fibre dal pulper appena risultano elementarizzate, senza continuare ad agire indiscriminatamente su di esse.

Le materie estranee al contesto fibroso, durante questa fase di lavorazione, non devono venir troppo sminuzzate poichè renderebbero quasi impossibile, nelle successive fasi di lavoro, la loro completa eliminazione. Il pulper può essere munito di un solo rotore situato ad asse verticale sul fondo, oppure di uno o due rotorii disposti verticalmente sulle pareti delle vasche. La suc-

cessiva estrazione dell'impasto spappolato, avviene attraverso una piastra forata situata alla periferia del rotore stesso o sotto il rotore, ad una distanza molto esigua rispetto alla faccia inferiore dell'organo di rotazione.

Lo spappolamento o pulperazione può essere eseguito in modo DISCONTINUO o CONTINUO.

Il processo di spappolamento discontinuo viene usato per cartacce di composizione omogenea, specialmente quando si debbono impiegare additivi chimici, come nel caso dell'utilizzo di carte resistenti all'umido, politenate o carte destinate ad un processo di disinchiostrazione che, già in questa fase, vengono attaccate per facilitarne l'uso. Il processo di spappolamento discontinuo permette di operare a densità elevate (12%-15%) e medie densità (6%-8%) e quindi con un migliore rendimento energetico, con il vantaggio di impiegare economicamente sia il riscaldamento sia i reattivi chimici necessari, dosandoli perfettamente senza sprechi. Inoltre permette, data l'elevata densità cui si trova l'impasto fibroso, di ottenere una buona produzione gionaliere di pasta. Questo sistema garantisce un grado di apertura uniforme ed elevato dell'impasto spappolato con un contenuto di pastiglie molto basso; ciò è reso possibile oltre che dalla densità dell'impasto anche dalla relativa velocità, che dipende dalla densità, del rotore abbinata, dov'è presente, alla piastra forata da cui esce la pasta con fori che vanno dai 6mm ai 20mm di diametro. Per esempio, i pulpers destinati per lo spappolamento di paste da disinchiostrare, che lavorano al 12% di secco, non adoperano le classiche giranti con griglia forata bensì dispongono di una grossa vite verticale lunga circa  $\frac{2}{3}$  della vasca dello spappolatore provvedendo all'agitazione dell'impasto. L'azione di spappolamento varia dai 15 ai 20 minuti e per lo scarico, che in genere avviene in circa 7 minuti c'è una pompa apposita con lo scopo di non far passare grosse quantità di dorsi collati direttamente nelle successive fasi di lavorazione da cui sarebbe difficile la loro eliminazione. Lo scarico della pompa, infatti, va direttamente in una specie di pulper pressurizzato con una griglia con fori di circa 10mm. di diametro allo scopo di selezionare ulteriormente le impurità impedendone il passaggio attraverso la griglia forata. In questo modo si lasciano i dorsi collati, plastica e politene ancora intatti evitandone la disgregazione. Questo selezionatore di fibre prende il nome di CONTAMINEX il quale manda l'accettato in una tina di stoccaggio mentre i contaminanti, che si trascinano dietro anche una certa quantità di pasta recuperabile, entrano per caduta in un TROMEL (trattasi di un cilindro, posto orizzontalmente lungo 2 metri e con 1 metro di diametro, forato il quale ruotando sul suo asse permette una ulteriore selezione dei contaminanti ed il recupero della pasta buona). Gli scarti vengono portati fuori da una coclea ed eliminati.

L'azione di spappolamento avviene a temperature che vanno dai 49 °C ai 55 °C permettendo al disinchiostrente di attaccare, già in questa fase, gli inchiostri della carta. Questa azione però, provoca un primo discioglimento di quelle colle e resine che formano gli HOT-MELS che per il cartaiolo rappresentano, per la loro completa eliminazione, un grosso problema.

Anche per le carte trattate la densità di lavoro è generalmente del 12%.

Gli inconvenienti maggiori che questo processo comporta sono i tempi morti necessari allo scaricamento dell'impasto dal pulper e la difficoltà di eliminare le contaminazioni presenti in notevoli quantità data l'impossibilità di utilizzare lo spappolatore quei dispositivi di depurazione che si usano nel procedimento in continuo.

Quest'ultimo procedimento si usa nel caso di cartacce miste di diverse tenacità e contaminata dalle impurità più svariate. Si lavora a bassa densità (3%-4%) e c'è la possibilità di eliminare più rapidamente le carte meno resistenti applicando un maggior lavoro su quelle più tenaci che rimangono nello spappolatore più a lungo.

Lo spappolamento continuo consente di eliminare in modo continuo, dal ciclo, le impurez-

ze che vengono asportate con appositi sistemi senza che si accumulino nello spappolatore e senza che vengano sminuzzate.

Alcune delle apparecchiature ausiliarie per lo spappolatore in continuo a bassa densità sono il RAGGER, la JUNK-BOX e il FIBERIZER.

Il RAGGER è un dispositivo ausiliario al pulper che serve ad estrarre, dallo stesso, la TRECCIA. La treccia costituita per intero dai fili di ferro che chiudono le balle della cartaccia e che vengono lasciate cadere nello spappolatore per fare in modo che le impurità trovino un'appiglio dove attaccarsi per venir poi asportate. Questo sistema funziona in maniera efficace quando la densità dell'impasto non supera il 4%.

La junk-box, o più semplicemente trappola è un sistema che elimina in modo continuo le materie pesanti che cadono sul fondo del pulper grazie alla presenza di due valvole che si aprono e si chiudono ad intermittenza.

Inoltre, in uno spappolatore continuo c'è un particolare dispositivo, per esempio il Fiberizer della ESCHER-WYSS, nel quale vengono separate le parti leggere da quelle pesanti ed allo stesso tempo continua nell'azione di spappolamento, attraverso una girante, di quelle parti fibrose ancora indisciolte.

La scelta fra l'uno o l'altro sistema dipende da un'accurata valutazione delle esigenze dell'impianto, delle caratteristiche delle materie prime usate e dal tipo di carta che si vuole produrre.

### 3.2 Prodotti chimici usati.

La operazione, nella fase di spappolamento, è quella della introduzione, assieme all'acqua, nei prodotti chimici; successivamente viene introdotta la carta da macero. Appare chiaro che in questo caso si tratta di un pulper in discontinuo.

I prodotti chimici normalmente usati sono:

- 1) Soda caustica (NaOH);
- 2) Silicato di Sodio ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ );
- 3) D.T.P.A. (Dietilentiarammin penta acetato di sodio);
- 4) Saponi di sodio;
- 5) Agenti tensioattivi;
- 6) Perossido di Idrogeno o Acqua ossigenata ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ).

L'azione degli agenti chimici è quella di staccare e micronizzare gli inchiostri da stampa, cioè rompere i legami tra l'inchiostro e la carta, e nella fase successiva di flottazione eliminarli dall'impasto attraverso le schiume delle celle.

Il distacco e la riduzione in piccole particelle degli inchiostri arriva per effetto delle seguenti azioni:

- pH alcalino 10-10,5;
- Azione degli agenti tensioattivi cioè disinchiostranti;
- Azione meccanica del pulper;

La dimensione ottimale delle particelle di inchiostro, perché possano essere eliminate totalmente in flottazione, deve essere compresa tra 3 e 100 $\mu$ ; al di sotto e al di sopra di tali valori scadono le prestazioni di flottazione perché, rispettivamente, pesando meno non si agglomerano e pesando di più precipitano. Influenze negative sul distacco e micronizzazione dell'inchiostro al pulper sono:

- inchiostri offset invecchiati troppo soprattutto su carta non patinata (non più di due mesi di stampa);
- carte patinate e stampate e quindi laccate superficialmente;
- carte stampate in flessografia(l'inchiostro va in soluzione con l'acqua in ambiente basico);
- carte stampate con sistema laser:
  - laser caldo: inchiostro a base di resine che polimerizzano rapidamente passando nel forno e risultano più facili da togliere sulla carta rispetto al laser freddo.
  - laser freddo: inchiostri con resine già polimerizzate che risultano perciò molto difficili da togliere dalla carta.

I parametri che regolano un buon funzionamento al pulper sono:

- densità non superiore al 12-13%
- temperatura massima 45-47 °c
- pH 10-10,5
- tempo di spappolamento 15' (per tempi superiori si richiederebbero le particelle di inchiostro, inoltre per la presenza di lignina si scuirebbe l'impasto e si avrebbero difficoltà nell'imbianchimento successivo).

Per la temperatura è preferibile non superare i 47 °C per i noti problemi di rammollimento (peciosità) degli Hot Melts perché altrimenti se si vogliono ulteriori vantaggi nella disinchiostrazione e riscardeggio sarebbe preferibile avere temperature superiori (50-60 °C).

Una alternativa ai prodotti chimici ora menzionati (escluso il perossido d'idrogeno) è l'Alvran della Montefluos.

Questo prodotto è un formulato complesso che sostituisce appunto i chimici tradizionali, messo in equilibrio nei suoi componenti. È in grado di fornire prestazioni superiori e di semplificare il chimismo degli impianti di disinchiostrazione.

Esso reagisce nel pulper creando l'alcalinità ottimale, i tamponi per il buon funzionamento dell'acqua ossigenata, i tensioattivi e i saponi di sodio per la disinchiostrazione e flottazione. Vediamo ora in dettaglio, i vari prodotti chimici usati nella disinchiostrazione.

**SODA CAUSTICA:** in soluzione al 48-50%, avente un peso specifico di 1,5 se ne usa mediamente 1-1,5% del peso secco del materiale fibroso. Reagisce con la lignina dalle paste legno, rigonfia la fibra e la ammorbidisce, favorisce l'idratazione delle fibre essendo molti inchiostri a base di leganti acidi, li saponifica favorendo la distruzione del legame e quindi il distacco dell'inchiostro della fibra. Se si rompe il legame viene a mancare il reticolo che tiene uniti i pigmenti dell'inchiostro quindi aprendosi si staccano e si disperdono. Questa rottura dei legami, di alcuni tipi di leganti degli inchiostri, per ossidazione, viene favorita dalla presenza di perossido d'idrogeno che è fortemente ossidante. Più si innalza il pH, aumentando le percentuali di soda caustica introdotta, più aumenta il distacco dell'inchiostro delle fibre, però, superando il pH di 10.7-11 si rischia di decomporre troppo rapidamente e violentemente il perossido d'idrogeno, così da produrre un ingiallimento della pasta legno per l'eccessiva penetrazione in profondità nelle lignine contenute, con aumento di lignati di sodio che sono scuri.

**SILICATO DI SODIO** in soluzione a 48-50 % e peso specifico 1,5 se ne usa mediamente dal 2 al 4% ha un punto di solidificazione tale che è necessario tenere i serbatoi di stoccaggio riscaldati d'inverno. La sua funzione principale è quella di agente tampone di decomposizione del perossido d'idrogeno che in presenza di pH alto si decompone rapidamente, favorito in ciò anche dalla temperatura. Lo stesso effetto è dato anche dalla presenza di altre contaminanti

quali:

- composti organici del legno e delle cartaccie a caratteristica riducente, comprese flore batteriche, muffe, ecc.
- lignina che è presente in tutte le paste legno
- mucillagini organiche che si trovano nelle paste
- metalli pesanti sottoforma di sali pesanti sia nella cartaccia che nell'acqua (inchiostri)

Il silicato di sodio, come la soda caustica, ha anche esso una azione di rigonfiaggio della fibra e quindi favorisce il distacco dell'inchiostro e quando questo è staccato ne impedisce il rideposito.

Si ottiene, inoltre, che favorisca la flottazione.

D.T.P.A. viene usato mediamente lo 0,2-0,3%.

Questo prodotto serve a complessare, cioè trasformare, i metalli pesanti (Ferro, Magnesio, Cromo) per primi e che sono i più dannosi per il perossido d'idrogeno, poi passa sui metalli più leggeri (Rame, Piombo, Mercurio). Questi metalli si trovano normalmente sul legno (pioppo in particolare) che lo estrae dal terreno mediante la linfa. È catalizzatore di decomposizione del perossido d'idrogeno.

**SAPONI DI SODIO.** Sono liquidi o solidi (miscele di saponi).

Questi prodotti, nella prima fase, hanno la proprietà di abbassare la tensione superficiale dell'acqua, quindi favoriscono la inibizione della carta, l'idratazione, il rigonfiamento delle fibre e quindi il distacco dell'inchiostro perché l'acqua penetra tra fibre e inchiostro. Quasi contemporaneamente, in presenza del calcio della durezza dell'acqua, si formano i saponi di calcio insolubili che precipitano. Quando l'impasto, diluito all'1%, arriva nelle celle di flottazione e c'è l'insufflamento dell'aria, questi saponati di calcio, assieme all'inchiostro, vengono catturati dalle bollicine d'aria e salgono in superficie. Il saponato di calcio, infatti, ha affinità con le particelle d'inchiostro per polarità (legame elettrochimico), forma un agglomerato che ha caratteristiche fortemente lipofile (rifiuta l'acqua) e le bollicine d'aria si legano a questo agglomerato, portandolo in superficie. Per questo motivo, l'aria che viene aspirata nei coni venturi (delle celle di flottazione) dalla pasta pompata, deve essere nella maggior quantità possibile e avere una dimensione di bolla tale da aumentare gli agganci con i conglomerati e portarli, al più presto possibile, in superficie evitando nel contempo di portare anche troppa fibra. Se si lavora cartaccia senza patina si forma poca schiuma (forse inibita dalla troppa pasta legno) e pertanto si fanno piccole aggiunte di tensioattivi schiumogeni. Nelle miscele da giornali e riviste ci sono le patine che contengono già dei tensioattivi (emulsionanti nei lattici sintetici di patinatura) per cui alle volte si hanno eccessi di schiuma.

**PEROSSIDO D'IDROGENO** chiamato anche acqua ossigenata. Usato da 0,7 al 1,5% calcolato al secco, il perossido d'idrogeno è al 50% pari a 197 volumi di ossigeno, densità 1,195-1,2 e se ne userà dal 0,7-1,5%. Il perossido d'idrogeno è un agente di candeggio ossidante (il migliore); reagendo con la soda ci fornisce lo OCH (è un forte ossidante) che va ad attaccare le molecole dei coloranti naturali o alle volte che si trovano nelle fibre in genere. L'ossidazione spacca la molecola in corrispondenza del legame chimico, quindi, diventano due molecole e si disrugge il colorante. Ecco perché è molto importante eseguire delle verifiche sulla pasta all'uscita del pulper e della tina di stoccaggio, per controllare se c'è ancora perossido di idrogeno residuo, che pertanto continua l'azione di candeggio.

Il perossido di idrogeno viene aggiunto in pulper due o tre minuti dopo gli altri chimici e la cartaccia quindi, ossidando i coloranti naturali contenuti nella lignina, ottiene una decolora-

zione permanente.

Questa azione si esplica sia nel pulper, sia durante la permanenza della pasta nelle tine di stoccaggio, nelle quali deve rimanere almeno 60'.

### 3.3 Depastigliatura

L'impasto può subire un'azione di DEPASTIGLIATURA che ha lo specifico compito di eliminare, elementarizzandoli, i fiocchi e le pastiglie che il pulper e le successive operazioni non sono riusciti ad aprire. L'operazione viene fatta su macchine con dischi rotanti ad alta velocità (3.000-4.000 giri/minuto). Tali dischi essendo dotati di sporgenze, agiscono sull'impasto creando un'elevatissima turbolenza ed azioni di urto delle fibre, ottenendo una loro completa elementarizzazione accompagnata da una scarsa o nulla azione di ingrassamento. L'energia di depastigliatura e la vicinanza dei dischi al passaggio dell'impasto vengono calcolate per non rischiare di danneggiare le proprietà delle fibre ed, allo stesso tempo, per non ridurre le materie plastiche ancora presenti in frammenti di piccole dimensioni.

## 4. EPURAZIONE

All'uscita dallo spapolamento l'impasto contiene ancora una notevole quantità di impurezze pesanti di piccole dimensioni, come graffette, spilli, sabbia, vetro, stagnola, ecc.; impurezze che da sole possono rappresentare anche più del 2% calcolato sul peso del materiale fibroso introdotto nel processo. Queste impurità devono essere eliminate prontamente anche per evitare che possano danneggiare le macchine disposte successivamente nel sistema.

### 4.1 Separazione delle impurità dall'impasto secondo il peso specifico

Gli apparecchi usati a questo scopo si chiamano idrocycloni o cleaners e si basano sul principio della trasformazione della pressione statica in energia cinetica. Questa energia cinetica fornisce la forza centrifuga necessaria per separare le impurezze che hanno peso specifico superiore a quello delle fibre cellulosiche. Funzionano nel seguente modo: un cono, in acciaio inossidabile o in ceramica, con il vertice rivolto verso il basso, porta nella parte più alta la tubazione di entrata della pasta che viene qui inviata, con ingresso tangenziale, a elevata pressione. Nel centro della base, rivolta verso l'alto, vi è la tubazione d'uscita della pasta accettata, mentre al vortice, da una piccola tubazione esce lo scarto. I cleaners possono essere dotati di un tubo concentrico rispetto a quello dell'accettato, da dove vengono eliminati gli scarti leggeri o aerei. La pressione elevata imprime alla pasta forte velocità nella tubazione tangenziale assumendo nell'interno del cono, un moto vorticoso rotatorio; questa velocità aumenta man mano che si scende verso la parte più rastremata. Le particelle più pesanti vengono spinte per forza centrifuga, verso la parete del cono, dove per attrito tendono a rallentare e a cadere verso il fondo, uscendo dalla tubazione di scarico. Le fibre cellulosiche invece, che sono più leggere, risalgono nel vortice formatosi al centro del cono, per uscire dalla tubazione in alto e proseguire il loro cammino. Di solito i cleaners sono formati da tre o più stadi per avere una migliore efficienza epurativa; in questo caso lo scarto di una batteria, una volta diluito, viene mandato all'ingresso di quella successiva. L'efficacia della separazione delle impurità, delle fibre cellulosiche, dipende dalla velocità che viene impartita al flusso, dalla densità del mezzo e dalla differenza di pressione tra

ingresso ed uscita. Gli idrocycloni che hanno una differenza di pressione tra l'ingresso e l'uscita compresa tra 0,5 e 1,5 kg/cm<sup>2</sup> e lavorano a densità intorno al 3,5% si chiamano idrocycloni a pasta densa e sono adatti per una separazione grossolana delle impurità. Di solito sono dotati nella parte terminale di una trappola costituita da due valvole temporizzate, che bloccano lo scarto e tramite un getto d'acqua lo lavano dalle fibre che risalgono verso l'alto, una volta aperta la valvola superiore. Seguono poi gli apparecchi di efficienza intermedia che funzionano con una differenza di pressione di 1,5-2 Kg/cm<sup>2</sup> con densità del mezzo intorno all'1%. Infine abbiamo quelli ad alta efficienza che lavorano con una differenza di pressione dell'ordine di 2,5 kg/cm<sup>2</sup> e con una densità non superiore allo 0,6%.

#### 4.2 Separazione delle impurità secondo la forma e le dimensioni

Il trattamento con idrocycloni è molto efficace perché permette di eliminare le particelle che, come i frammenti di corteccia, hanno dimensioni paragonabili a quelle delle fibre e che non possono essere trattiene dagli epuratori pressurizzati a fori o fessure.

Questi epuratori o assortitori rotativi hanno il compito di separare dall'impasto tutte quelle impurità secondo la forma e la dimensione maggiore dei fori o delle fessure. Tali impurità possono essere materie plastiche, schegge di legno, parti fibrose indissolte provenienti da carte trattate a umido, ecc.

In questi assortitori rotanti, formati da un cestello situato sull'asse verticale con fori e fessure, l'ingresso della pasta avviene dall'alto in direzione tangenziale, e da dei foils o delle palette che ruotano molto vicino alla superficie del cestello.

Il profilo delle palette è fatto in maniera che durante la loro rotazione prima spingano la sospensione fibrosa verso i fori o le fessure per costringerla a passare attraverso, poi, appena passata la punta della parete, essendo queste rastremate, creano una depressione che risucchia lo sporco che non è riuscito a passare attraverso i fori o le fessure mantenendo il cestello sempre pulito ed efficiente.

L'impasto buono esce dal basso, mentre lo scarto pesante, che è rimasto dentro al cestello nel 1° e 2° stadio di depurazione, esce in continuo o attraverso una valvola di fondo oppure, se lo scarto è leggero, attraverso una valvola posta sulla parte superiore dell'epuratore. Nel 3° stadio esiste un sistema di valvole temporizzate che dopo un certo tempo di lavoro escludono l'entrata della pasta scartata dagli stadi precedenti, che provengono da una tina di stoccaggio, previa una forte diluizione e quindi avviene il recupero della pasta buona, nonché l'eliminazione definitiva dello scarto residuo. Anche per questi assortitori la densità di lavoro condiziona la scelta della grandezza del diametro dei fori e della larghezza delle fessure.

Nel 1° stadio i fori sono da 1,5mm a 3mm di diametro con un'alta densità di lavoro del 2,5%-3%; generalmente dopo un cestello a fori c'è sempre una fessura che ha il compito di bloccare l'avanzamento di cordoni, spaghi e sostanze di forma filare.

Analogamente si usano dei sistemi a bassa e media densità nella scelta degli assortitori rotativi per la dimensione del diametro dei fori e della larghezza delle fessure. A medie (0,9%) e basse (0,6%) densità dove si adoperano degli assortitori detti CENTISCREEN o CENTRISORTER, i fori sono dimensionati circa a 1,8-2mm allo scopo di eliminare quelle particelle di una certa dimensione rimaste nell'impasto dopo le operazioni di SCREENING sopra descritte. Le fessure avranno una larghezza che varierà da 0,25-0,5-0,8 mm scelte a seconda della densità di lavoro.

I sistemi di funzionamento sono:

#### **Sistema SELECTIFER**

L'impasto fibroso, dall'interno del cestello, viene forzato dai foils, che ruotano interamente al tamburo forato, ad andare verso l'esterno. La sezione delle alette è tale che, prima spingepasta verso l'esterno, poi con l'altra estremità crea un'azione di risucchio o di vuoto che libera i fori o le fessure dalle impurità; provoca quindi un'azione di pressione-aspirazione. Il cestello inoltre, è mantenuto pulito da spruzzi d'acqua.

#### **Sistema LAMORT**

Si differisce dal sistema appena visto dal fatto che l'impasto fibroso viene spinto all'interno del cestello forato dai foils che ruotano all'esterno. Analoghi sono i sistemi per la pulizia dei fori o delle fessure.

#### **Sistema FINK**

Si differisce dal sistema "Lamort" in quanto i foils sono sull'interno e la pasta dall'esterno entra attraverso i fori favorita dall'azione di pressione esercitata dalla pompa di alimentazione dell'epuratore e dall'azione di aspirazione dei foils. Il limite è la scarsa pulizia delle fessure perché con il tempo si formano i "filacci".

Per aumentare l'efficienza epurativa si adottano più epuratori in serie. Si opta per il cestello a fori circolari quando si devono eliminare le contaminazioni di forma lamellare o filiforme e per il cestello a fessure quando le impurezze da scartare sono di forma sferica. Per quanto riguarda le dimensioni di tali fori o fessure è chiaro che sono in relazione con le impurità da scartare.

La vagliatura può essere ottenuta anche con degli epuratori vibranti piani o vibrovagli, costituiti da lamiere orizzontali forate o fessurate attraverso le quali l'impasto riesce a passare, mentre le impurità rimangono sulla superficie. Il movimento vibratorio provoca l'avanzamento e lo scarto delle impurità.

Per le dimensioni dei fori e delle fessure vale quanto detto sopra per i cestelli. I limiti di queste macchine sono un notevole ingombro, la bassa capacità specifica e la formazione di "filacci". Generalmente viene messo dopo una serie di centriscreen vagliando lo scarto dell'ultimo epuratore.

## **5. DISINCHIOSTRAZIONE**

Lo scopo, in questa fase della disinchiostrazione è quello di eliminare i pigmenti colorati contenuti negli inchiostri da stampa presenti nelle carte da macero, dopo averli staccati dalle fibre in fase di spapolamento.

I sistemi per l'eliminazione degli inchiostri sono il lavaggio e la flottazione.

## 5.1 Sistema per lavaggio.

È il sistema più semplice e consiste nel far passare l'impasto diluito al 0,8% su addensatori a tamburo, filtri a vuoto, filtri a disco (tipo Polidisk), filtri statici (tipo Hydrasieve) o su altre macchine addensatrici a doppia tela (come filtro presse o nastro presse), addensando e diluendo più volte. Secondo questo metodo, gli inchiostri in sospensione colloidale con l'acqua, attraversano lo strato di impasto che si forma sulla superficie filtrante; l'acqua che contiene in sospensione queste sostanze viene eliminata, mentre l'impasto viene scaricato in modo continuo, ad una densità che varia da 5-7% nel caso di addensatori a tamburo tradizionali, a 12-17% nel caso di addensatori a tamburo sotto vuoto.

Il lavaggio viene effettuato in più stadi in serie e l'impasto addensato, ottenuto dal primo stadio, viene diluito nuovamente e inviato al secondo stadio. L'acqua di diluizione viene introdotta nel ciclo in contro corrente rispetto all'impasto. In questa maniera si elimina l'inchiostro, si perdono però anche quantità notevoli di fibra corta e sostanze di carica le quali se ne vanno con l'acqua di lavaggio.

Le rese sono modeste. Le perdite di fibre e di cariche minerali si aggirano intorno al 20-25% del materiale di partenza; la resa diminuisce all'aumentare del numero dei lavaggi.

Per ridurre gli spazi necessari a impianti di grande produzione, tenuto conto delle ridotte capacità specifiche degli addensatori a tamburo tradizionali e statici, si ricorre ad addensatori a tamburo sotto vuoto o a filtri a disco oppure a nastro pressa. Questi però presentano l'inconveniente di formare uno strato filtrante troppo compatto trattenendo una notevole quantità di pigmenti che dovrebbero invece venire eliminati. Questo sistema trova applicazione in quelle cartiere che, ad esempio, producono tissue nel quale la presenza di fibre corte e cariche minerali può dare, se in alta percentuale, dei problemi durante la formazione della crespatura riducendo inoltre le caratteristiche meccaniche del prodotto. Il sistema per lavaggio è normalmente adottato negli USA perché è un impianto relativamente semplice da condurre senza parti delicate come le celle di flottazione che andiamo ora ad analizzare.

## 5.2 Sistemi per flottazione.

Il sistema si basa sul diverso grado di bagnabilità dei pigmenti costitutivi degli inchiostri ed in parte dei pigmenti che formano la carica della carta, rispetto alle fibre. I primi si legano di preferenza alle bollicine d'aria che vengono insufflate mediante una pompa, dentro le celle di flottazione oppure aspirate direttamente dall'impasto. I pigmenti vengono portati in superficie formando una schiuma che viene continuamente asportata, mentre le fibre che rimangono sul fondo vengono scaricate e mandate verso l'utilizzo.

Questi impianti sono generalmente formati da due stadi di celle di flottazione orizzontali o verticali. La pasta, una volta subito lo spappolamento, l'aggiunta delle sostanze tensioattive, emollienti, disperdenti, ecc. e una prima grossolana vagliatura delle impurità, viene mandata a "digerire" nelle tine di stoccaggio, dove deve rimanere almeno 60 minuti. Da qui, una volta diluita al 3-3,5%, viene mandata negli idrocycloni a pasta densa e di seguito a tre stadi di centriscreeen a fori ( $\emptyset$  2,2 mm) per la prima azione epurativa. La pasta accettata viene diluita allo 0,8-1%, fatta passare attraverso tre idrocycloni per l'eliminazione della sabbia (desabbiatori) e mandata alla pre-cella del 1° stadio delle celle di flottazione. Tramite una pompa la pasta viene diffusa dal centro della prima cella; il tubo di mandata, che entra dall'alto, è dotato di una flangia forata ad Effetto Venturi, il quale aspira aria mescolandola con l'impasto e formando le

bollicine che salgono in superficie. Tali bollicine devono avere dimensioni da permettere il trasporto in superficie della massima quantità di pigmenti di inchiostro e della minima quantità di fibra. Le schiume, che contengono ancora un po' di fibra, stramazzano in un canale, mandate ad un disareatore e quindi alle celle del 2° stadio. L'impasto disinchiostato invece viene prelevato dal fondo della cella e mandato in quella successiva. L'accettato del 2° stadio torna nella pre-cella del primo stadio, mentre le schiume vanno all'impasto di depurazione delle acque. Il complesso è formato da sei celle primarie (1° stadio) e da due celle secondarie (2° stadio) della capacità di 7,3 m<sup>3</sup> ciascuna. Sul fondo delle celle c'è un'apertura che mette in comunicazione le varie unità per avere il livello del liquido costante, che è il problema più grosso. Tale costanza di livello garantisce una rastremazione delle schiume uniforme con una conseguente omogeneità delle caratteristiche ottiche e di pulizia della pasta disinchiostata; inoltre il processo è più facilmente conducibile. L'incremento del grado di bianco, dall'ingresso all'uscita delle celle di flottazione, è notevole e arriva fino a 14 punti.

Una certa quantità di sporco, di particelle di inchiostro non flottato, di dorsi collati (Hot Melts) è rimasto nella pasta e viene eliminato con una serie di cleaners ad alta resa (4 stadi) e di centriscreen a fessure di 0,25 mm (3 stadi) ottenendo così una pasta molto pulita. Le perdite di cariche minerali in tutto il processo è contenuta entro il 10-15%.

La pasta accettata del 1° stadio cleaners ha una densità dello 0,8-0,9% per cui bisogna addensarla; l'operazione viene svolta da un addensatore a dischi tipo "polidisck". Questo addensatore si basa sul principio del vuoto determinato da due "gambe barometriche" che all'atto dell'entrata dei vari settori nell'invaso, aspirano l'impasto che va ad appoggiarsi sulla tela di plastica, la quale riveste il settore. Dapprima, attraverso le maglie della tela, passano molti fini, cariche e anche inchiostro "scappato" dalle celle (Acque sporche "Cloudy"), poi essendosi formato lo strato feltrante passa solo acqua (Acque pulite "Clear").

Dopo una rotazione di circa 220° il settore, fuoriuscito dall'invaso, presenta un angolo ad un getto d'acqua che stacca il pannello di pasta addensata al 12% circa.

Si annulla così il vuoto all'interno del settore e il pannello cade in un canale con coclea, viene ridiluito al 5-6% con acqua di ritorno dalla macchina continua e mandato in una tina di stoccaggio.

In certi impianti, all'impasto che ha subito la disinchiostazione, viene aggiunto un impasto proveniente da maceri bianchi, senza stampa o colori, che viene lavorato sempre nello stesso pulper ma che segue un'altra linea con un'epurazione molto elementare, date le caratteristiche del prodotto. Questa miscela contiene rispettivamente l'80-85% di paste provenienti da maceri bianchi. L'operazione successiva è la triturazione che però verrà trattata nel capitolo seguente. La pasta, dopo questa fase, viene stoccata in tine dove, opportunamente diluita al 10-12%, subisce l'operazione di sbianca o di candeggio tramite cloro, ipoclorito, oppure bisolfito con lo scopo di elevare ancora di qualche punto il grado di bianco. Oggi, però, questo processo si tende ad ottenerlo con Perossido a causa dell'alto pericolo, determinato dalla presenza di cloro e suoi derivati nella pasta, specie per carte destinate ad uso alimentare o che vanno a contatto con alimenti.

## 6. TRITURAZIONE

Lo scopo della triturazione è quello di ridurre o meglio micronizzare e disperdere uniformemente, mediante azione meccanica e termica, le piccole particelle di inchiostro e tutte le altre impurità rimaste nella carta. Questa operazione porta però ad una diminuzione del grado di

bianco di qualche punto e una leggera diminuzione delle caratteristiche di resistenza meccanica. Tuttavia si ottiene una pasta perfettamente aperta ed omogenea, in cui anche l'impurezza ad alto punto di fusione sono perfettamente disperse.

## 6.1 Addensamento.

Dato che la triturazione viene fatta alla densità del 20-30%, si presenta la necessità di addensare la pasta.

Si usano addensatori inclinati a vite che, tramite una coclea, costringono l'impasto fibroso ad avanzare sotto pressione e a fare uscire l'acqua attraverso i fori del castello che avvolge la vite. Con questo sistema si ottengono paste con un contenuto di secco attorno all'8%. Per raggiungere densità superiori di fa affidamento a presse a vite orrizzontali, basate sullo stesso principio degli addensatori visti sopra, con la differenza che nella parte terminale sono dotate di un cono a contro-pressione pneumatica, con anello flessibile in gomma, che assicura lo scarico continuo della pasta a densità variabile dal 10 al 35%, a seconda della pressione del cono.

Un terzo sistema di addensamento è rappresentato dalla nastro-prensa; la pasta viene fatta passare tra due tele, sufficientemente drenata e pressata, tramite due o più presse, contro un cilindro di acciaio inox di alto spessore e forato. Si ottiene una pasta a densità intorno al 30%. Il trasporto successivo verso il tritурatore viene effettuato generalmente da coclee a vite.

## 6.2 Vari sistemi di triturazione.

Possiamo distinguere vari sistemi di triturazione:

– Sistemi che lavorano a pressione atmosferica e a temperature di 85-95 °C chiamati "tritурatori a freddo". Sono costituiti da una lunga pressa avite che comprime l'impasto costringendolo ad avanzare soggettandolo a un continuo rimescolamento tra la coclea centrale e gli elementi fissi che sporgono dal mantello. Oppure sono macchine simili a depastigliatori, dotati di rotore, tra i quali passa la pasta preventivamente riscaldata in una lunga coclea dal vapore, sono chiamati dispersori.

– Sistemi che lavorano pressurizzati alla temperatura di 110-150 °C chiamati "tritурatori a caldo". L'azione meccanica vista sopra, non sempre è sufficiente per ottenere una buona dispersione delle sostanze incrostanti, come resine adesive ad alto punto di fusione, ma anche particelle di inchiostro vecchio, fortemente polimerizzato. È necessario raggiungere temperature dell'ordine di 140-150 °C, anche se per breve tempo.

Questi tritурatori sono costituiti da un tubo con coclea dove viene iniettato il vapore, seguito da un trattamento di apertura in un raffinatoro a disco situato all'uscita del tubo; oppure sono costituiti sempre da una pressa a vite che costringe la pasta a passare sotto pressione tra uno statore rivestito internamente in pietra basaltica, con dei pioli che sporgono disposti lungo 6-8 anelli e un rotore che riproduce il filetto di una grossa vite, con diverse interruzioni a bordi taglienti. L'azione di sfregamento tra la fibra e il corpo macchina, completata dall'azione termica del vapore, garantisce la perfetta micronizzazione e dispersione delle particelle. In questi tritурatori presurizzati, per effetto dell'alta temperatura raggiunta dalla fibra, si riscontra però una degradazione nelle caratteristiche fisiche.

## 7. PROBLEMI CONNESSI AGLI IMPIANTI DI DISINCHIOSTRAZIONE

Gli impianti di disinchiostrazione delle carte da macero sono accompagnati generalmente da due problemi, cioè il disinquamento delle acque del ciclo e l'eliminazione delle materie solide di scarto.

### 7.1 Disinquamento delle acque.

Gli impianti per il trattamento delle carte da macero praticamente non consumano acqua; l'acqua necessaria è solo quella che esce con la pasta umida. Essi però hanno necessità di un notevole ricambio d'acqua che serve per staccare ed allontanare buona parte dei materiali inquinanti che accompagnano le fibre cellulosiche.

Questo ricambio d'acqua è strettamente legato al grado di pulizia che si vuole ottenere nella pasta finale; cioè maggiore è il grado di pulizia più grossi saranno i volumi di acqua impiegati e quindi successivamente depurati. Le acque che escono dalle preparazioni impasti contengono frantumi di fibre, cariche minerali, collanti ed altre impurità che una volta recuperata la fibra ed eliminati i contaminanti vengono riutilizzate nel ciclo. Per quanto riguarda invece le acque e le schiume scaricate dall'impianto di disinchiostrazione che contenendo particelle e pigmenti d'inchiostro, cariche minerali, resine, costituenti delle patine, colle, etc. non possono, così come stanno, essere riutilizzate oppure scaricate nei corsi di acqua, ma necessitano di un trattamento di depurazione.

La prima operazione consiste in un trattamento meccanico per eliminare i solidi sospesi e sedimentabili tramite decantazione, facendo depositare le particelle sul fondo di una vasca o facendole flottare in superficie. Successivamente si passa ad un processo biologico in vasche di ossidazione, letti per collatori, o biodischi dove viene realizzata una flora batterica tale da demolire le sostanze organiche presenti nell'acqua. L'acqua passa poi al centro di un decantatore secondario di forma circolare, dove il fango biologico si deposita sul fondo e viene rimandato alla vasca di ossidazione, mentre l'acqua limpida tracima dalla parte alta lungo il bordo della vasca. Quest'acqua può essere scaricata solo se rientra nei parametri previsti dalla Tabella A della Legge Merli.

Questi parametri sono:

- COD (Chemical Oxygen Demand). Quantità di ossigeno richiesta da tutte le sostanze ossidabili per via chimica o inorganiche presenti nell'acqua. Non deve superare i 160 mg/l.
- BOD (Biochemical Oxygen Demand). Quantità di ossigeno richiesta da tutte le sostanze ossidabili per via biochimica necessaria cioè alla decomposizione biologica delle sostanze organiche presenti nell'acqua. Non deve superare dopo 5 giorni i 40mg/l.
- Solidi sedimentabili ( 0.5 ml/l dopo 2 ore nel cono IMOF).
- Solidi sospesi (80 p.p.m).
- pH (5.5 - 9.5)
- Temperatura (+6° acqua in uscita rispetto al corso d'acqua)

Questi sono i parametri più importanti.

Gli impianti di disinchiostrazione quindi, data la massa di materiali inquinanti che producono, sono sempre accompagnati da un impianto di trattamento acque, senza il quale sarebbe legalmente pregiudicata la loro futura esistenza.

## 7.2 Eliminazione delle materie solide.

I fanghi di supero, addensati fino al 45-50% di secco, dell'impianto di depurazione e tutti i materiali estranei separati nelle diverse fasi di epurazione, rappresentano una notevole quantità rispetto alla carta prodotta e devono essere eliminati. La loro eliminazione può avvenire:

- Tramite appositi inceneritori. Questi bruciano gli inquinanti e sfruttano il vapore o l'aria calda prodotta per usi interni (seccheria, trituratori, etc.) oppure per la produzione di energia elettrica.
- In specifici impianti di trasformazione dei contaminanti in fertilizzanti o concimi chimici.
- Nelle discariche dove si sfrutta la decomposizione organica e la fermentazione per la produzione di bio-gas.
- Nelle discariche per uso civile per quanto riguarda i rifiuti solidi assimilabili agli urbani.

## 8. USI ED IMPIEGHI DELLE CARTE PRODOTTE CON IMPASTI DISINCHIOSTRATI.

Gli impasti disinchiostrati ottenuti da carte da macero trovano impieghi vantaggiosi nella fabbricazione di alcuni tipi di carta: da stampa, giornale, igienica, per fotocopie, per scrivere, per uso grafico, per ufficio, per cartoleria, per moduli continui, etc.

Inoltre le carte da macero che non necessitano di un trattamento di disinchiostrazione vengono utilizzate soprattutto nelle industrie del cartone da imballaggio; specialmente i produttori di cartoncino per copertine (LINER) e di cartone da ondulare (FLUTING) sono stati e continueranno ad essere grossi utilizzatori di carta da macero.

La percentuale delle fibre recuperate impiegate nella fabbricazione delle carte sopra descritte può variare dal 10% al 20% a seconda delle caratteristiche del capitolato. Variando opportunamente le varie percentuali dei tipi di cartaccie e quindi di fibre usate, si ottengono carte finite con caratteristiche fisiche e ottiche ben precise. Alcune di queste caratteristiche sono vantaggiose per alcuni impieghi come per la stampa di quotidiani, opuscoli tascabili, fumetti, romanzi e racconti, ecc. È chiaro che non potrà sostituire la carta di pura cellulosa usata per stampe di qualità, di pregio e fatte per durare nel tempo, ma potrà riempire quella fascia di mercato delle carte più ad uso comune ed economiche.

L'utilizzo del macero non è facile per la non omogeneità della cartaccia e per la notevole esperienza che richiede da parte degli addetti alle lavorazioni; e tutto ciò nell'intento di arrivare ad un prodotto finito con le caratteristiche desiderate ed il più possibile costante nel proseguo della produzione.

È auspicabile che da parte delle cartiere e dei produttori dei macchinari e di prodotti chimici, ci sia una completa collaborazione nell'intento di poter utilizzare il più possibile la carta da macero per tutte le necessità dei trasformatori i quali, però, dovranno adeguare le loro pretese a parametri più rispondenti alle effettive necessità finali.

Inoltre, è anche importante che i prodotti chimici ausiliari utilizzati nelle varie fasi di lavorazione, permettano l'utilizzo della carta senza creare ulteriori problemi ai cartai.