

## Rimozione delle impurezze e altre nobilitazioni

### 1. Nobilitazioni e finissaggi

Le fibre tessili sono destinate alla filatura per poter ottenere un **tessuto** e infine un **capo confezionato**. In particolare, il materiale greggio di partenza può essere costituito da:

- un **tessuto**, monofibra o multifibra;
- un **lavorato a maglia**;
- un **fiocco**, come nel caso della lana;
- un **cascame** (scarto della lavorazione di un altro prodotto), come nel caso di molte fibre naturali;
- un **filo**, come nel caso della seta e delle fibre chimiche, o un filato come nel caso del cotone.

Tale prodotto necessita ancora di una serie di operazioni di natura meccanica e chimica, finalizzate a trasformare il materiale grezzo in uno idoneo ad essere confezionato. In particolare, in campo tessile si definiscono trattamenti di **nobilitazione** tutti i processi finalizzati alla purificazione, al candeggio, alla tintura e alle ulteriori migliorie destinate ai materiali tessili **in fase di lavorazione**. Tra essi, prendono il nome di trattamenti di **finissaggio** tutti i processi nobilitanti specifici per un determinato tessuto, quando è ormai stabilito a quale campo sarà destinato (arredamento, abbigliamento da lavoro, costumi da bagno, ecc.).

I processi di nobilitazione sono caratterizzati da una svariata serie di aspetti tecnologici, meccanici e chimici, ciascuno dei quali, in teoria, potrebbe comportare un notevole **impatto sull'ambiente** e **sulla salute** dei lavoratori, a causa del massiccio impiego di sostanze chimiche, di acqua e di energia, tra bagni, trattamenti a caldo e operazioni di tintura. Una serie di norme disciplina lo **smaltimento degli scarti di lavorazione**, nonché la sicurezza e la salute dei lavoratori. Inoltre, svariata tecnologia garantiscono che l'impatto sia minimizzato in ciascuno degli stadi della filiera.

**N.B. Le operazioni di seguito descritte non avvengono necessariamente nell'ordine illustrato.**

### 2. Rimozione delle impurezze

La lavorazione del materiale tessile necessita di una adeguata rimozione di impurità prima di essere avviato a candeggio, a tintura e ad altri svariati interventi, per evitare l'insorgere di notevoli problemi durante i processi successivi, primo tra tutti il fatto che una fibra impura è difficile da bagnare. Normalmente le impurezze si classificano in tre categorie.

- **Impurezze primarie:** sono quelle naturalmente presenti nelle fibre. Oltre a sporcizia come terra, erba, sostanze inorganiche di varia natura, le impurezze maggiormente presenti consistono sostanzialmente in acidi grassi, trigliceridi, cere, pectine, lignina e incrostanti vari nelle fibre vegetali; sporco, unto, residui vegetali, acidi grassi, trigliceridi e cere nella lana; sericina, acidi grassi, trigliceridi e cere nella seta. Sono normalmente assenti nelle fibre chimiche.
- **Impurezze secondarie:** si tratta delle sostanze utilizzate durante le fasi di filatura e di tessitura per lubrificare e minimizzare il danneggiarsi delle fibre durante la tessitura. Sono di natura idrofoba, come nel caso di paraffine, oli di filatura e oli di tessitura, oppure idrofila, tra cui ricordiamo le *bozzime*. In particolare, quelle applicate sul cotone molto spesso sono a base di amido e la loro rimozione necessita di un trattamento specifico.
- **Coloranti e pigmenti:** composti che conferiscono alla fibra la loro tipica colorazione. In genere sono assenti nelle tecnofibre.

Nel caso dei tessuti in cotone e delle altre fibre cellulosiche, la prima operazione necessaria è la rimozione della peluria superficiale e delle bozzime che non si sciolgono in acqua. Nel primo caso, il cotone ancora asciutto viene fatto passare rapidamente attraverso delle fiammelle che bruciano la peluria dei filati, (**bruciapelo termico**), oppure può essere trattato con enzimi. Anche nel secondo caso, la **sbozzima** può avvenire con specifici enzimi, le amilasi, che provocano la degradazione selettiva dell'amido contenuto nelle bozzime, lasciando inalterata la cellulosa.

## Lavaggio

Una importante operazione preparatoria alle fasi successive prevede un lavaggio (o **purga**) del materiale di partenza, che rimuove impurità di varia natura e ausiliari tessili impiegati in fasi come quelle della filatura e della tessitura. Per prima cosa la fibra viene impregnata di acqua: ciò, abbinato a un'azione di **sfregamento** (resistenza della fibra permettendo), consente di allontanare impurezze grossolane insolubili, come terra o polvere. La successiva fase di **prelavaggio a freddo** elimina gli eccessi di sporco e di colorante applicato, preparando il manufatto tessile alla **sgrassatura**. Durante questa fase, buona parte dei lipidi può essere saponificata grazie ad aggiunta di opportuni detergenti ed emulsionanti e di agenti sequestranti, in grado di sequestrare eventuali metalli intrisi nella fibra. Il **risciacquo** finale allontana tutte le impurità residue e i detergenti in eccesso.

Il lavaggio avviene impiegando acqua non dura, per evitare la precipitazione di sali insolubili che resterebbero intrappolati nel tessuto. Il pH di lavoro e la temperatura del bagno variano a seconda della fibra.

Fibra	Caratteristiche del bagno
Lana sucida	Bagno tiepido a pH moderatamente basico, evitando NaOH in cui la fibra si scioglierebbe; vengono rimossi sporco e oli; le impurità vegetali presenti sulla lana vengono ulteriormente rimosse mediante successivo carbonizzo.
Seta	Bagno tiepido a pH moderatamente basico, per favorire l'allontanamento della sericina. In particolare, giocando su pH, temperatura e tempo di trattamento, la seta può restare cruda, oppure ricavare la seta souplè (sgommatura parziale) o la seta cotta, del tutto priva di sericina (sgommatura totale). La seta può essere sgommata anche per mezzo di proteasi in grado di idrolizzare selettivamente la sericina.
Cotone	Il bagno deve contenere NaOH concentrata, per eliminare la quasi totalità dei grassi. Le fibre inoltre si rigonfiano. La temperatura del bagno deve essere tenuta all'ebollizione e l'acqua deve essere a bassissima durezza. Anche in questo caso è possibile un trattamento enzimatico che degradi selettivamente le impurezze non cellulosiche. Il procedimento è piuttosto simile per le altre fibre naturali di origine vegetali.
Fibre artificiali cellulosiche	Il bagno deve essere tenuto ben al di sotto dell'ebollizione, per evitare il danneggiamento delle fibre, in ambiente moderatamente basico per evitare l'idrolisi dei gruppi esterificati nelle fibre di acetato. Queste operazioni di lavaggio servono a rimuovere impurezze che in questo tipo di fibre normalmente sono poco abbondanti. L'utilizzo di tensioattivi aiuta anche a rimuovere i lubrificanti utilizzati in fase di produzione dei tessuti.
Fibre sintetiche	Per loro natura non sono presenti impurezze primarie, ma solo quelle secondarie, allontanabili con lavaggio in acqua o a secco. Un successivo impiego di solventi organici nel processo di estrazione con solvente ( <i>lavaggio a secco</i> ) garantisce la rimozione pressoché totale di grassi, oli e cere.

In questa fase la rimozione delle impurezze primarie e secondarie non è totale, dal momento che molte di esse sono insolubili in acqua anche a pH basici, ma pur sempre notevole.

Alla fine delle operazioni di lavaggio, il carattere idrofilo della fibra viene enfatizzato se è naturale o artificiale cellulosica, mentre diventa più facile da bagnare se artificiale da cellulosa modificata o sintetica e può essere avviata alle successive fasi di nobilitazione.

Il lavaggio non avviene solo in fase preliminare, ma dopo quasi ogni trattamento di nobilitazione. Questo comporta un potenziale impiego di volumi elevatissimi di acqua. Per questo attualmente sono sul mercato macchinari in grado di minimizzare gli sprechi di acqua e di energia. Il lavaggio costituisce una fase particolarmente impattante sull'ambiente anche perché molte delle specie presenti nelle acque di scarto sono poco biodegradabili. I solventi utilizzati per il processo di estrazione con solvente sono invece molto infiammabili e cancerogeni, ragion per cui è necessario sorvegliare sulla manutenzione degli impianti destinati a queste operazioni, che però, se ben funzionanti, garantiscono la purificazione di questi reagenti a fine ciclo, pronti per essere utilizzati per un ciclo successivo.

## Carbonizzo della lana

Né il processo di lavaggio né quello di estrazione con solvente sono in grado di dissolvere le sostanze cellulosiche, perciò può essere necessario intervenire ulteriormente sulle fibre di lana, dopo questi due passaggi, con un'operazione di carbonizzo.

Questo procedimento si impiega anche per rimuovere la cellulosa da fibre in misto lana, con lo scopo di recuperare e rigenerare la sola lana.

La tecnica sfrutta l'inerzia della lana in ambiente acido, a differenza della maggior parte delle altre fibre, tra cui le cellulosiche. Pur non essendo attaccate dagli acidi, infatti, le fibre di lana potrebbero comunque danneggiarsi. Per questa ragione, le fibre impure vengono preliminarmente imbevute di tetracloroetilene, assorbito piuttosto bene dalla lana, ma ben poco dalle fibre vegetali. In questo modo le fibre di lana, imbevute di solvente organico, risultano protette dal successivo attacco acido, a differenza di quelle vegetali. Il materiale tessile così imbevuto viene avviato al trattamento di carbonizzo vero e proprio, che avviene in acido solforico, purché diluito, a caldo ma a temperatura controllata. Le fibre di lana restano pressoché intatte, quelle vegetali vengono carbonizzate. Il successivo trattamento con un sale basico neutralizza l'acido non reagito; segue il risciacquo. La lana può così essere avviata ai successivi trattamenti.

## Trattamento di fibre cellulosiche con enzimi

Negli ultimi anni il trattamento enzimatico ha preso piede in svariati processi nel campo delle nobilitazioni e dei finissaggi. Il loro impiego consente di risparmiare in termini di consumo di acqua, di energia e di tempo, migliorando la sicurezza, le prestazioni e l'ecosostenibilità dei processi in cui sono coinvolti. Il tessuto così trattato è più ricettivo verso la tintura, presenta una mano più morbida e in generale una qualità migliorata.

Tra essi, quello mirato a eliminare le impurezze di natura non cellulosica sul cotone e sulle altre fibre cellulosiche risulta essere particolarmente efficace per migliorare imperfezioni sulle fibre cellulosiche, per conferire particolari effetti, come quello invecchiato, e per il processo di *biopolishing*, che imita quello del bruciapelo. Le **proteasi** vengono applicate su seta e lana; le **lipasi** in fase di sgrassatura; le **pectinasi** rimuovono le pectine sul cotone grezzo; le **catalasi** eliminano l'acqua ossigenata in eccesso a fine candeggio.

In particolare, il cotone grezzo viene purificato senza dover ricorrere all'utilizzo di grandi quantità di acque contenenti NaOH, che andrebbero opportunamente neutralizzate e smaltite.

## Carica della seta

A fine sgommatura, la perdita di massa da parte della seta può essere considerevole.

Il ripristino della massa iniziale può avvenire per immersione in soluzioni contenenti specifici **agenti caricanti** che si legano con alcuni amminoacidi presenti nella fibroina.

Un prolungato lavaggio e un trattamento volto a intrappolare tali agenti all'interno della fibra, fanno sì che la seta così trattata, detta **seta caricata**, sia pronta per essere avviata ai processi successivi di nobilitazione e finissaggio.

## 3. Operazioni atte a stabilizzare le dimensioni del materiale tessile

Garantire un prodotto finito dimensionalmente stabile è condizione necessaria per ogni prodotto di qualità.

Tale manufatto deve essere in grado di rispondere stabilmente alla presenza di vapore, in fase di lavaggio in acqua, durante le operazioni tintoriali e di stiro, sia in fase di produzione del capo, che durante il suo ciclo di vita.

Per queste ragioni, sono necessari una serie di interventi atti a stabilizzare le dimensioni del materiale tessile prima di procedere al confezionamento.

## Trattamenti irrestringibili per la lana

Una serie di sostanze dal potere **antifeltrante**, attraverso meccanismi differenti, sono in grado di agire sulle squame della cuticola, impedendo il conseguente calo delle dimensioni del tessuto dovuto a infeltrimento.

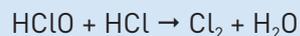
### ■ Cloraggio

Il cloraggio è il classico metodo antifeltrante per la lana, che viene immersa in un bagno contenente acido cloridrico di cui si impregnano le fibre, poi in uno di ipoclorito.

Esso, venendo a contatto con HCl, dà luogo alla seguente reazione, che porta alla formazione di acido ipocloroso:



L'acido ipocloroso reagisce ulteriormente con l'acido cloridrico presente in eccesso e provoca la formazione di cloro gassoso:



Al termine, si riossida il cloro in eccesso. Il potere ossidante del cloro è in grado di arrotondare le squame, o di eliminarle del tutto, limitando il rischio che le fibre di lana possano restringersi.

Tuttavia, si tratta di un processo che può danneggiare le fibre. In alternativa, possono essere utilizzate sostanze clorate in grado di garantire un rilascio di cloro più controllato e quindi meno dannose per le fibre.

### ■ Trattamento antifeltrante con resine polimeriche

L'impiego di resine polimeriche consente di saldare le scaglie sulla fibra, senza compromettere la loro integrità, pur dando comunque luogo alla formazione di una struttura superficiale dalle scaglie "incollate" che non può più né infeltrire, né restringere.

In genere i due trattamenti sono eseguiti l'uno dopo l'altro per un trattamento complessivo più performante e che minimizza il rischio di danneggiare la lana.

## Follatura

Al contrario dei trattamenti appena descritti, destinati ad impedire il restringimento della lana, la follatura sfrutta, invece, proprio la tendenza delle sue fibre ad **infeltrire** e ridurre le proprie dimensioni. Si incide sui fattori che favoriscono il sollevamento delle scaglie della cuticola delle fibre di lana e successiva sovrapposizione e rinsaldamento tra loro: sfregamento, medie temperature e alto tasso di umidità.

Il tessuto ottenuto appare denso e spesso, più difficile da bagnare, dalle dimensioni ridotte, ma quasi del tutto stabilizzate. Questa tecnica è molto impiegata per la produzione di panni e di capi in **flanella**.



## Trattamenti per il cotone: la mercerizzazione

La mercerizzazione (o mercerizzo) è un importante trattamento che comporta l'impregnazione del cotone di una soluzione contenente una base forte.

Tale trattamento, oltre a stabilizzarne le dimensioni, esalta la brillantezza del cotone, che diventa anche più idrofilo e più facile da tingere. Il processo si avvale dell'impiego a temperatura ambiente di soda caustica NaOH al 30% circa. Si forma così la sodiocellulosa, all'interno della quale non possono più esservi i legami a idrogeno instaurati dai gruppi -OH.

Per questa ragione, le catene di cellulosa si allontanano tra loro e le fibre di cotone appaiono visibilmente più gonfie.

La fibra di cotone così trattata perde il suo caratteristico aspetto nastriforme; prima si rigonfia, poi si restringe, ma assumendo una sezione più regolare, cosa che conferisce maggiore lucidità alle fibre.

Segue una fase di lavaggio in acqua, che porta alla formazione dell'idrocellulosa, una forma di cellulosa molto idratata, dal grado di cristallinità alterato, quindi più facile da tingere.

Poiché durante questo processo il cotone restringe, esso viene tenuto in tensione per preservarne un aspetto regolare. Le acque di scarto prodotte sono molto basiche, per cui è necessario neutralizzarle prima di avviarle a scarico.

## Termofissaggio

Il processo di termofissaggio riguarda principalmente le fibre **sintetiche** e l'**acetato**, particolarmente sensibili al riscaldamento.

Esso consiste nel portarle ad alte temperature per pochi secondi e fissarle opportunamente. Il trattamento va fatto avvenire a una temperatura in corrispondenza della quale la fibra assume stato rammollito ma non fuso.

Il materiale tessile acquista stabilità dimensionale e perde la tendenza a gualcire. Prima del trattamento, il tessuto può essere impregnato con agenti che conferiscono ulteriori proprietà alla fibra (ignifugo, idrorepellente, ecc.).