

ANALISI DEL CICLO PRODUTTIVO DEL SETTORE TESSILE LANIERO



da Corrado Cagli "Le nutrici"
arazzo ad "alto laccio" in lana - cm. 260 x 358
Tessitura: Arazzeria Scassa - Asti -
Collezione: Meldola (FO) - Istituzione ai servizi sociali "Davide Drudi"

Elena Foddanu*, Silvia Boeris Frusca*; Emanuela Patrucco**; Cristina Merlassino°

- * Dipartimento Arpa Biella
- ** Dipartimento Arpa Vercelli
- ° Sede centrale Arpa Torino

INTRODUZIONE	1
1. INQUADRAMENTO ECONOMICO DEL SETTORE PRODUTTIVO.....	3
1.1 Dimensione industriale dell'attività e distribuzione territoriale	3
1.1.1 Il panorama europeo	3
1.1.2 Il panorama italiano	4
1.1.3 L'industria laniera in Italia.....	6
1.2 Identificazione del campione e metodologia di analisi.....	8
Approfondimenti.....	12
La politica commerciale Europea	12
La politica commerciale Italiana.....	12
I distretti tessili italiani.....	13
Confronto Consumi energetici di Biella e Vercelli rispetto al panorama italiano.....	14
2. DESCRIZIONE DEL CICLO PRODUTTIVO.....	16
2.1 Processo di Pettinatura.....	16
2.1.1 Lavaggio	17
2.1.2 Cardatura.....	18
2.1.3 Fase meccanica di pettinatura	19
2.2 Filatura	20
2.2.1 Preparazione alla filatura	21
2.2.2 Torsione e filatura.....	21
2.2.3 Operazioni complementari alla filatura	21
2.3 Tessitura.....	22
2.3.1 Ordito	22
2.3.2 Trama	22
2.3.3 Imbozzimatura	23
2.4 Processi di nobilitazione	23
2.4.1 Tintura.....	23
2.4.2 Candeggio	28
2.4.3 Trattamento irrestrictibile	28
2.4.4 Finissaggio.....	29
2.5 Fasi produttive presenti nel campione analizzato	34
2.6 Prodotti chimici.....	35
2.6.1 Tensioattivi	35
2.6.2 Oleanti.....	37
2.6.3 Bozzime	37
2.6.4 Coloranti per lana.....	37
2.6.5 Prodotti chimici di base	38
2.6.6 Prodotti depurazione acque.....	39
2.6.7 Prodotti depurazione aria	40
3. BILANCIO AMBIENTALE	41
3.1 Ciclo delle materie prime.....	41
3.2 Sottoprodotti	41
3.3 Prodotti chimici.....	42
3.4 Consumo acqua.....	45
3.5 Consumo di energia	50
3.6 Emissioni in atmosfera.....	54
3.7 Produzione di rifiuti	57
4. ANALISI DEI FATTORI DI IMPATTO	65
4.1 Pettinatura	65
4.1.1 Impatto sull'acqua.....	65
4.1.2 Emissioni in atmosfera.....	67

4.1.3	Impatto energetico	67
4.1.4	Produzione di rifiuti	68
4.2	Tintoria e finissaggio	68
4.2.1	Impatti sull'acqua.....	69
4.2.2	Emissioni in atmosfera.....	70
4.2.3	Impatto energetico	73
4.2.4	Produzione di rifiuti	74
4.3	Filatura e tessitura	74
4.3.1	Rumore.....	74
4.4	Impatti indiretti	75
4.4.1	Il paesaggio	76
4.4.2	I trasporti.....	76
5.	LA DEPURAZIONE DELLE ACQUE REFLUE NELLE AZIENDE TESSILI	78
5.1	Caratteristiche di un refluo tessile.....	78
5.2	Tecniche di depurazione	81
5.2.1	Processi primari	82
5.2.2	Processi secondari.....	82
5.2.3	Trattamenti terziari.....	83
5.3	Applicazione delle tecniche di depurazione nel campione di studio	86
5.4	Tecniche emergenti	88
5.4.1	Decontaminazione solare	88
5.4.2	“Super-materia”	89
5.4.3	Elettrolisi.....	90
5.4.4	Phanerochate chrysosporum ed altre specie di funghi.....	90
5.5	Considerazioni sul ricircolo delle acque trattate.....	91
6	ASPETTI TECNICI E TECNOLOGICI : CONFRONTO CON LE BAT	94
6.1	Concetto generale di migliori tecniche e tecnologie.....	94
6.2	Migliori tecniche e tecnologie del settore.....	94
6.2.1	Aspetti gestionali	94
6.2.2	Aspetti Gestionali sulla qualità dei flussi delle fibre in arrivo.....	95
6.2.3	Aspetti Gestionali sull'impiego di prodotti chimici.....	95
6.2.4	Aspetti generali sulla riduzione dei consumi idrici ed energetici.....	97
6.2.5	Purga della lana.....	98
6.2.6	Candeggio	99
6.2.7	Dosaggio e distribuzione dei coloranti	99
6.2.8	Tintura discontinua	100
6.2.9	Tintura PES	101
6.2.10	Tintura in discontinuo con coloranti reattivi.....	103
6.2.11	Tintura della lana	103
6.2.12	Stampa.....	104
6.2.13	Stampa reattiva.....	105
6.2.14	Stampa a pigmento.....	105
6.2.15	Trattamento delle acque reflue.....	105
6.2.16	Smaltimento dei fanghi	107
6.2.17	Trattamento degli effluenti provenienti dalla sgrassatura della lana	107
6.3	Indicatori di performance ambientale	109
6.3.1	Pettinature	109
6.3.2	Tintoria e finissaggio	109
6.3.3	Trattamento delle acque reflue.....	111
7	FATTORI DI RISCHIO.....	112
7.1	Rischio ambientale.....	112
7.1.1	Rischi dovuti ad aree di stoccaggio di prodotti chimici e aree travaso.....	115

7.2 Rischio professionale	116
7.2.1 Valutazioni tossicologiche del settore tessile	117
7.2.2 Studi epidemiologici recenti	117
7.2.3 Individuazione delle sostanze pericolose nel tessile	118
8. MONITORAGGIO E CONTROLLO	132
8.1 Piano di monitoraggio a carico dell'attività produttiva	134
8.1.1 Consumo di risorse ed energia	135
8.1.2 Emissioni in atmosfera	137
8.1.3 Emissioni in acqua	138
8.1.4 Rifiuti	139
8.1.5 Rumore	139
8.1.6 Gestione dell'impianto	140
8.2 Attività a carico dell'ente di controllo	140
BIBLIOGRAFIA	143
ALLEGATO I: RIFERIMENTI NORMATIVI	146
ALLEGATO II: CLASSIFICAZIONE E DENOMINAZIONE DELLE FIBRE TESSILI	136
ALLEGATO III: GLOSSARIO TECNICO DEL SETTORE TESSILE	138
ALLEGATO IV: MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI DEL SETTORE TESSILE	140
ALLEGATO V: SCHEDA TECNICA DI SOPRALLUOGO IN AZIENDA	149

INTRODUZIONE

Il progressivo e continuo adeguamento della normativa nazionale alle direttive comunitarie concernenti la procedura di Autorizzazione Integrata Ambientale degli impianti industriali, la Valutazione di Impatto Ambientale e la crescente diffusione di sistemi di ecocertificazione, che comportano approcci differenti rispetto al passato, hanno imposto agli organi di vigilanza una revisione del sistema di controllo sinora adottato, basato su una conoscenza sempre più approfondita degli impatti generati dai singoli processi produttivi.

E' in tale contesto che Arpa Piemonte è stata incaricata dall'APAT di svolgere uno studio finalizzato all'analisi ambientale del comparto produttivo tessile laniero, settore che connota il comparto industriale del territorio biellese e parte di quello vercellese.

Il presente lavoro è stato prodotto sulla base delle indicazioni metodologiche riportate nel manuale *Metodologie per l'analisi ambientale dei cicli produttivi* (Documento APAT n. 36/2006) elaborato dal "Gruppo di Lavoro Nazionale APAT-ARPA Analisi ambientali per comparto produttivo".

Il lavoro svolto, sviluppato unicamente sui dati dei distretti produttivi biellese e vercellese, è stato, inoltre, messo in relazione con il distretto produttivo di Prato.

Il confronto con Arpa Toscana ha messo in luce alcune peculiarità del distretto produttivo di Prato, contraddistinto, diversamente da quanto avviene in Piemonte, dal ciclo di filatura cardata in cui un'alta percentuale di lavorazioni è basata sul recupero di scarti e il ricorso alla fase di tintoria risulta limitato.

Non risulta inoltre significativa la presenza di lanifici a ciclo completo in quanto le lavorazioni ad umido, poco diffuse nel territorio toscano, vengono svolte prevalentemente in ditte di dimensione artigianale. Il distretto opera infine, a causa delle esigenze del mercato, in modo consistente nell'ambito del *pronto moda*, in cui produzioni di lotti di abbigliamento nascono e si concludono in un arco temporale molto ristretto, non consentendo l'ottimizzazione dei procedimenti industriali che li generano.

Allo stato attuale non sono disponibili dati relativi agli indicatori ambientali del distretto pratese che permettano di fare un confronto effettivo con il distretto piemontese.

Sulla base di quanto esposto si ritiene auspicabile, in un progetto futuro, lo sviluppo di un'ulteriore analisi approfondita che coinvolga anche altre ARPA ed enti locali presenti nei distretti tessili nazionali (es. Prato e Como), al fine di estendere i risultati a tutta la realtà tessile italiana.

Scopo e limitazioni dello studio

Scopo del lavoro è stata l'individuazione degli elementi di criticità ambientale associati alle diverse fasi di lavorazione dell'industria tessile, al fine di fornire strumenti univoci di valutazione del ciclo produttivo. I destinatari del presente lavoro sono i funzionari pubblici (enti autorizzanti e di controllo), che possono trovare, sulla base delle problematiche emerse dall'analisi ambientale, indicazioni per l'individuazione delle priorità di intervento; i soggetti produttivi del settore possono altresì trarre elementi utili dalle soluzioni tecnologiche e gestionali adottate nella conduzione dei vari impianti industriali del campione oggetto di studio.

L'approccio a tale realtà produttiva si è rivelato piuttosto problematico in quanto include una serie estremamente eterogenea di lavorazioni necessarie per arrivare al prodotto finito (tessuto o filato) a partire dalla materia grezza. La tendenza evolutiva del settore ha favorito, infatti, negli ultimi decenni un processo di deverticalizzazione e specializzazione delle singole imprese, per cui la maggior parte di esse opera in una parte precisa e ben delimitata del ciclo produttivo generale, anche attraverso la lavorazione per conto terzi,

partendo da prodotti semilavorati e producendo altri prodotti semilavorati; solo un numero residuale di aziende che compongono il comparto industriale comprendono al loro interno un ciclo produttivo parzialmente completo.

Per tali motivazioni nel presente documento si è deciso di focalizzare l'attenzione sulle lavorazioni potenzialmente più impattanti sulle matrici ambientali (pettinatura, tintoria e finissaggio), trattando in modo marginale le fasi prettamente meccaniche di filatura e tessitura, in cui gli impatti generati sono di tipo energetico, poco migliorabili per le leggi del mercato, e di tipo acustico, mitigabili con opportuni accorgimenti tecnici.

Lo studio che segue è articolato in 8 capitoli, in cui, dopo aver delineato il contesto economico/sociale del settore tessile e gli indirizzi della politica locale, nazionale ed internazionale per tale comparto (capitolo 1), e aver descritto le varie fasi il ciclo produttivo (capitolo 2), viene presentato il bilancio ambientale di materia ed energia (capitolo 3) e focalizzata l'attenzione sugli impatti ambientali e sugli aspetti più critici del ciclo produttivo (capitolo 4); segue una trattazione più approfondita della depurazione dei reflui industriali tessili e delle possibilità di recupero/riciclo dell'acqua, che viene trattata in un capitolo a parte (capitolo 5), vista l'incidenza ambientale del settore sulla risorsa idrica. Nei capitoli successivi vengono riportate le BAT del settore (capitolo 6), confrontando con esse le soluzioni adottate dalle aziende analizzate e facendo un'analisi delle performance ambientali; si approfondisce quindi la problematica del rischio chimico nelle aziende (capitolo 7) ed infine (capitolo 8) viene trattato, come specificato nelle "Linee guida in materia di sistemi di monitoraggio", come approcciarsi nella stesura del piano di monitoraggio e controllo.

A questa trattazione sul ciclo produttivo e sui suoi impatti, seguono una serie di Appendici in cui vengono approfonditi i seguenti argomenti: la legislazione ambientale di interesse per il settore tessile (Appendice I), le fibre tessili e la loro denominazione (Appendice II), un glossario dei termini tecnici del settore (Appendice III), le schede tecniche elaborate per la raccolta delle informazioni in azienda (Appendice IV) e per verificare l'applicazione delle BAT (Appendice V).

1. INQUADRAMENTO ECONOMICO DEL SETTORE PRODUTTIVO

1.1 Dimensione industriale dell'attività e distribuzione territoriale

1.1.1 Il panorama europeo

L'industria tessile rappresenta uno dei più lunghi e complicati processi produttivi dell'industria manifatturiera. E' un settore eterogeneo, dominato da piccole e medie imprese¹. Tale settore riveste una significativa importanza all'interno del panorama economico europeo: infatti considerando le aziende manifatturiere in attività nell'anno 2000, il tessile rappresenta (dati EURATEX 2002):

- Il 3,4% del fatturato EU;
- Il 3,8% del valore aggiunto;
- Il 6,9% dell'impiego nel settore industriale.

Le attività dell'industria tessile sono distribuite in tutta Europa ma sono principalmente concentrate in 5 Paesi che insieme rappresentano l'80% dell'industria tessile europea: Italia, leader produttore europeo, Germania, Inghilterra, Francia e Spagna (113, EURATEX, 1997).

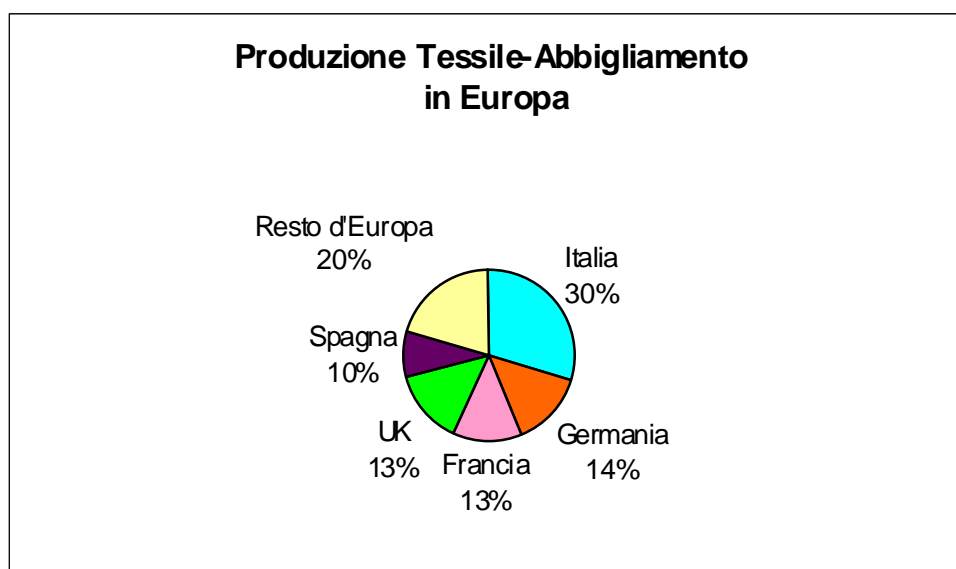


Grafico 1 - Produzione Tessile-Abbigliamento in Europa

Nei grafici seguenti si riportano le principali fibre impiegate nell'industria tessile di finitura europea e i settori in cui esse sono impiegate [315, EURATEX, 2002]:

¹ La complessità del settore si riflette anche nella difficoltà di trovare un sistema di classificazione rappresentativo. La vecchia nomenclatura NACE 1995 rifletteva infatti la storica divisione delle attività sulla base del tessuto lavorato. Il sistema di classificazione attualmente in uso (NACE 1997) ha abbandonato questa classificazione, date le numerosissime fibre sintetiche oggi impiegate, ed ha individuato tre settori di riferimento: prodotti tessili, tessuti industriali e tessuti per la casa.

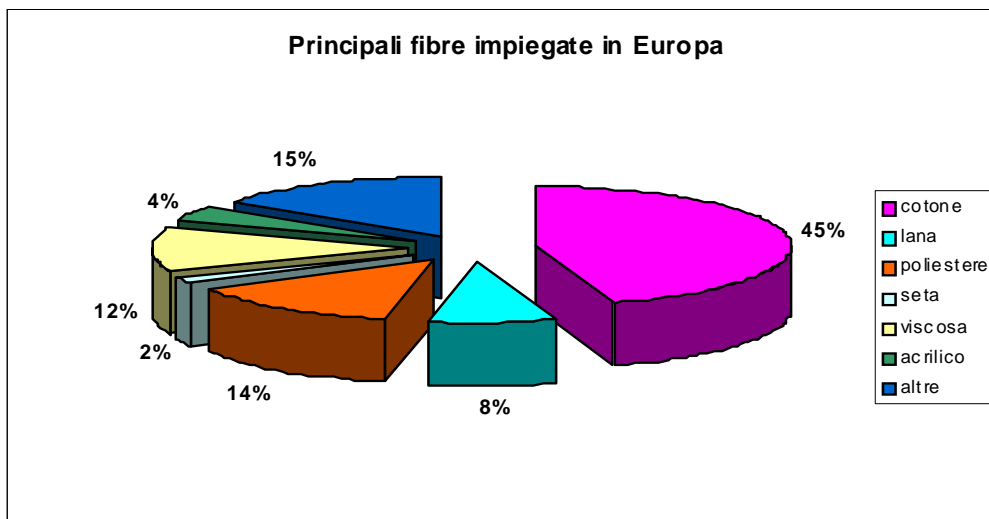


Grafico 2 - Principali fibre impiegate in Europa

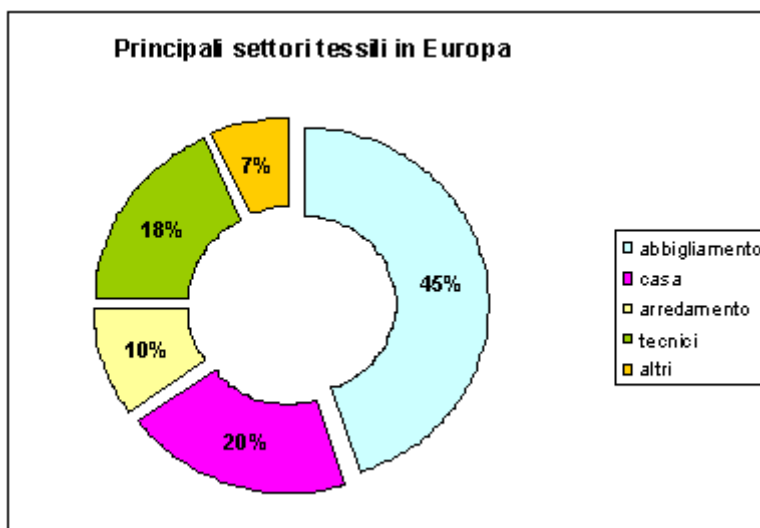


Grafico 3 - Principali settori tessili in Europa

1.1.2 Il panorama italiano

L'Industria Tessile italiana è caratterizzata da una netta predominanza di imprese di piccole e piccolissime dimensioni, molte delle quali sono a conduzione "famigliare". Una struttura così parcellizzata rende molto difficile ottenere dati statistici o economici aggregati precisi.

In generale sul territorio italiano è ben rappresentata tutta la catena produttiva anche se, a causa del forte incremento della competizione relativa ai prodotti provenienti dai Paesi in via d'industrializzazione, si sta assistendo ad una sempre più massiccia delocalizzazione verso aree a basso costo del lavoro di alcune fasi della catena produttiva, in particolare la confezione ma anche alcune fasi manifatturiere come la filatura e la tessitura.

A questo fenomeno di delocalizzazione di parte del ciclo produttivo si associa la flessione negativa della produzione italiana, dovuta all'improvvisa e massiccia concorrenza di Paesi emergenti, in particolar modo la Cina. Questo Stato, pur costituendo potenzialmente un mercato di accesso di grande interesse per i nostri prodotti, rappresenta anche una continua minaccia a causa della concorrenza basata su condizioni interne

(costo del lavoro, protezioni sociali, standard ambientali, discrezionalità politiche, dumping valutario) tali da avvantaggiarla nettamente rispetto agli altri competitori. La situazione si aggrava considerando che molte aziende cinesi operano sui mercati di esportazione mediante il massiccio ricorso a pratiche scorrette ed illegali, tra cui la sistematica attività di contraffazione dei prodotti dei Paesi concorrenti, in particolare quelli italiani.

L'Italia è stata comunque in grado di mantenere una certa supremazia in campo internazionale attraverso il raggiungimento di un estremo livello di specializzazione e di servizio al cliente, sviluppando strategie operative di "quick response" e di "just-in-time" per rispondere in tempi ristretti alle esigenze espresse dal mercato.

Come importanza, l'Italia è il primo Paese produttore a livello europeo, seguito da Germania, Gran Bretagna, Francia e Spagna.

Il settore Tessile/Abbigliamento italiano ha archiviato il 2003 con un fatturato complessivo di 43,15 mld, in calo del 6% rispetto al 2002 e la situazione non è migliorata negli anni successivi. Questo risultato si è prodotto come sintesi di un contributo ancora pesantemente negativo del commercio con l'estero, ulteriormente aggravato da una domanda interna riflessiva, che ha caratterizzato gli ultimi anni. La flessione dell'attività non trova riscontri nella storia recente del comparto Tessile/Abbigliamento/Moda Made in Italy.

Nel 2003, fra i maggiori mercati di destinazione, si segnalano le flessioni superiori al 14% nei flussi diretti in Germania, che si è comunque confermata come primo mercato di sbocco per il Tessile/Abbigliamento Made in Italy. Sempre in ambito U.E., cali delle esportazioni hanno interessato anche il mercato francese (-5,3%) e quello britannico (-14,6%); solo dal mercato spagnolo, quarto sbocco commerciale estero per il T/A italiano, sono venuti segnali di una sostanziale tenuta (-0,6%).

Fuori dalla U.E., le esportazioni dirette negli USA (terzo mercato estero per importanza) hanno accusato una flessione, espressa in euro, superiore al 10%. Se misurata in dollari, tuttavia, la performance della moda italiana negli Stati Uniti cambia di segno e mostra un incremento prossimo al 9%, a segnalare, da un lato la capacità dell'offerta italiana di cogliere i benefici della ripresa dei consumi americani, e, dall'altro, che questo risultato positivo si è potuto ottenere solo al "prezzo" di notevoli sacrifici sui margini unitari (in euro). Positive infine le notizie provenienti dal mercato russo che, pur non mostrando più i tumultuosi tassi di crescita del recente passato, ha continuato a svilupparsi ad un ritmo prossimo al 3%, divenendo il decimo maggior sbocco commerciale estero per l'industria italiana. Sul fronte delle importazioni, nonostante la stagnazione del mercato interno, si è assistito ad una sostanziale stabilizzazione dei flussi (-0,5%) che hanno soddisfatto quasi il 46% della domanda interna. In questo contesto, tuttavia, le importazioni provenienti dalla Cina hanno comunque continuato a svilupparsi a ritmi elevati (+20%), sottraendo quote ad altri tradizionali fornitori del mercato italiano.

Anche negli anni 2004 e 2005, il quadro congiunturale per il settore tessile non ha mostrato evidenti segni di miglioramento e si è registrato un decremento sia nelle esportazioni sia nelle importazioni, a cui si è aggiunta una domanda interna con segno ancora negativo.

Sebbene l'Industria Tessile sia largamente diffusa nel Paese, a causa di motivazioni storiche, sociali ed economiche, le imprese sono per la maggiore parte concentrate in distretti ben definiti.

Di seguito si riporta una suddivisione indicativa delle localizzazione geografica del settore Tessile:

Distretto Tessile	Settore di specializzazione
Prato	Lana
Como	Seta
Carpi - Modena	Maglia
Varese	Cotone
Biella	Lana

Tab. 1 - Settori di specializzazione dei principali distretti tessili italiani

Importanti distretti industriali sono localizzati altresì in Veneto (in provincia di Treviso e di Vicenza) e grandi impianti sono ubicati in Piemonte ed in tutto il nord ed il centro Italia.

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva di alcuni dati economici dei principali distretti del settore Tessile (dati delle Camere di Commercio) che evidenzia come il distretto di Biella a fronte di un numero di imprese minore e di un discreto numero di occupati presenta un fatturato decisamente superiore a quello degli altri distretti, indice della presenza di ditte di maggiori dimensioni con una produzione di elevata qualità.

Distretto Tessile	N. Imprese	N. Occupati	Fatturato 2004 in mil €	Export 2004 in mil€
Prato	7850	47900	4695	2605
Como	2600	29000	5900	2006
Carpi	2250	1692	2100	750
Varese - Asse Sempione	3900	36360	5400	2160
Biella	1987	28000	6500	2000

Tab.2 - Dimensionamento economico dei principali distretti tessili italiani

Negli approfondimenti vengono fornite alcune informazioni di carattere generale sui singoli ambiti geografici, ricavati dai dati in possesso delle locali Camere di Commercio o delle Associazione Industriali delle rispettive province.

1.1.3 L'industria laniera in Italia

Nel 2003 l'industria tessile laniera italiana ha accusato per il secondo anno consecutivo una flessione produttiva superiore al 10%, determinando, a consuntivo per il 2003, una discesa della produzione settoriale a poco più di 4,3 miliardi, quasi 1,3 miliardi in meno rispetto al 2001, registrando una riduzione del 25% del proprio fatturato. Nel 2004 la produzione tessile-laniera si è assestata a poco meno di 4,4 miliardi di euro (scesa a 4 miliardi di euro nel 2005), contribuendo per il 10.3 % al fatturato totale dell'industria tessile-abbigliamento italiana. I risultati ottenuti nel 2004 riflettono il contributo positivo degli scambi con l'estero (il primo dopo un biennio molto negativo), mentre dal mercato interno hanno continuato ad arrivare nuovi impulsi recessivi. (ECONOMIA BIELLESE 2004, Biella 2005).

Nella tabella sono riportati i principali indicatori economici dell'industria laniera nazionale (tratta da ECONOMIA BIELLESE 2004, Biella 2005 – fonte dati:Sistema Moda Italia ed ECONOMIA BIELLESE 2005, Biella 2006):

VARIABILI	Unità di misura	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Valore produzione	Milioni di euro	5.784	5.604	4.823	4320	4380	4093
Esportazioni	Milioni di euro	3.130	3.356	2.870	2522	2705	2532
Produzione(quantità)	Variazioni %	5	-5.7	-12.1	-8.3	-1,8	-7,5
Produzione(valore)	Variazioni %	8	-3.1	-13.9	-10.4	1,4	-3,9
Numero addetti	unità	-	48.080	46.590	43.887	41.486	39.799

Tab. 3 - Principali indicatori economici dell'Industria Laniera italiana

A livello di comparto, nel 2004, si è avuto un peggioramento rispetto al 2003 nei risultati di produzione, soprattutto per quanto riguarda il comparto di filatura pettinata (-6,3%) e di pettinatura (-7,4%), mentre risultati positivi si riscontrano per la filatura cardata (+6,4%) e per la tessitura (+5,6%); per quest'ultimo settore, e in particolare per i lanifici, si sono riscontrati spunti positivi anche dal mercato domestico, in calo invece in tutti gli altri settori. I risultati nel 2005 riflettono ancora l'andamento negativo, registrando un deficit di produzione in tutti i settori, soprattutto per quanto riguarda il comparto di pettinatura (-9,8%) e di filatura pettinata (-9,7%). Nella tabella di seguito si riportano i dati di produzione, espressi in tonnellate, degli anni 2003, 2004 e 2005 e la relativa variazione percentuale (ECONOMIA BIELLESE 2004, Biella 2005 – fonte dati:Sistema Moda Italia).

COMPARTO	2003	2004	2005	Variaz. % '03-'04	Variaz. % '04-'05
Pettinatura	175.293	162.378	146.452	-7.4	-9.8
Filatura pettinata	197.927	185.490	167.406	-6.3	-9.7
Filatura Cardata	147.211	156.687	149.784	6.4	-4.4
Tessitura	109.223	115.333	109.740	5.6	-4.8
Tessuti pettinati e semipett.	51.000	52.365	48.947	2.7	-6.5
Tessuti cardati	58.223	62.968	60.792	8.1	-3.5

Tab.4 - Produzione annua in tonnellate dell'Industria Laniera italiana

Nel 2004, per quanto riguarda le importazioni ed esportazioni dei prodotti lanieri si registra un incremento notevole sia per quanto riguarda i filati per industria (import:+19,8%; export: +8,3%), sia per quanto riguarda i tessuti (import: +16,7%; export: +6,7%), con incrementi più consistenti legati ai prodotti (filati e tessuti) cardati; andamento negativo risulta invece quello legato al nastro (import : -8,6%; export: -3,3%).

Nel 2005 la situazione delle importazioni ed esportazioni risulta invece notevolmente peggiorata per tutti i prodotti lanieri, le esportazioni sono diminuite del 12,1% in quantità e del 6,4% in valore mentre le importazioni hanno registrato un -4,4% in quantità e un -5,7% in valore. In particolare si registra un netto peggioramento per quanto riguarda il nastro (import: -7,0%; export: -20,6%) e i filati per l'industria (import: -3,6%; export: -14,0%), con andamento peggiore per i filati pettinati. Leggermente migliore, anche se sempre di segno negativo, risulta la situazione dei tessuti (import: -2,6%; export: -6,6%).

Nelle tabelle seguenti si riportano i dati relativi alle tonnellate di prodotti lanieri importate ed esportate relative agli anni 2003 e 2004 e 2005, e la relativa variazione % (ECONOMIA BIELLESE 2004, Biella 2005 e ECONOMIA BIELLESE 2005, Biella 2006 – fonte dati:Sistema Moda Italia)

PRODOTTI	IMPORTAZIONI			ESPORTAZIONI		
	2003	2004	Variatz. % '03-'04	2003	2004	Variatz. % '03-'04
NASTRO	53.949	49.296	- 8,6	26.034	25.174	- 3,3
Di lana e peli pettinati	48.189	44.157	- 8,4	14.562	13.572	- 6,8
FILATI PER L'INDUSTRIA	38.355	45.933	+ 19,8	77.235	83.672	+ 8,3
Di lana e peli fini cardati	2.216	2.842	+ 28,2	15.406	17.675	+ 14,7
Di lana e peli fini pettinati	18.007	21.043	+ 16,9	23.651	25.685	+ 8,6
TESSUTI	7.287	8.502	+ 16,7	65.977	70.387	+ 6,7
Di lana cardata	2.620	3.229	+ 23,2	38.884	40.852	+ 5,1
Di lana pettinata	3.922	4.473	+ 14,0	22.197	22.827	+ 2,8

Tab. 5 - Principali importazioni ed esportazioni italiane di prodotti lanieri – anni 2003 e 2004 (espressi in tonnellate)

PRODOTTI	IMPORTAZIONI			ESPORTAZIONI		
	2004	2005	Variatz. % '04-'05	2004	2005	Variatz. % '04-'05
NASTRO	49.296	45.843	- 7,0	25.174	19.981	- 20,6
Di lana e peli pettinati	44.157	40.745	- 7,7	13.572	13.378	- 1,4
FILATI PER L'INDUSTRIA	45.933	44.257	- 3,6	83.672	71.985	- 14,0
Di lana e peli fini cardati	2.842	2.823	- 0,7	17.675	16.868	- 4,6
Di lana e peli fini pettinati	21.043	21.929	-4,2	25.685	23.059	- 10,2
TESSUTI	8.502	8.277	- 2,6	70.387	65.744	- 6,6
Di lana cardata	3.229	3.267	- 1,2	40.852	37.372	- 8,5
Di lana pettinata	4.473	4.173	- 6,7	22.827	21.951	-3,8

Tab. 6 - Principali importazioni ed esportazioni italiane di prodotti lanieri – anni 2004 e 2005 (espressi in tonnellate)

1.2 Identificazione del campione e metodologia di analisi

L'analisi del comparto produttivo del Tessile laniero è partita dallo studio della distribuzione territoriale delle aziende tessili corrispondenti al codice ATECO 17 (Industrie Tessili) attive in Italia nel 2005 (MOVIMPRESE, Infocamere 2005). Di queste si è scelto di limitare lo studio alle industrie piemontesi, che rappresentano una parte preponderante del totale delle aziende del settore, focalizzando l'attenzione sulle province di Biella e Vercelli.

Dai dati forniti dall'Unione Industriale Biellese sulla base delle aziende associate, che rappresentano il 90-95% delle aziende totali biellesi escluse quelle a conduzione familiare, risulta che le aziende tessili, suddivise per numero di dipendenti, sono:

N. di aziende tessili	N. dipendenti (espressi in classi)
52	0 - 10
83	11 - 30
43	31 - 50
34	51 - 100
26	101 - 250
12	> 250

Tab. 7 - Aziende tessili suddivise per classi di dipendenti - Dati UIB 2006

Tali aziende risultano così ripartite:

Tipologia di aziende	N. aziende	N. dipendenti
Pettinature (comprese le ripettinature)	9	577
Filature di pettinato	45	3445
Filature di cardato	34	1151
Lanifici completi	59	5836
Tintorie e finissaggi	41	1541
Tessili tecnici	62	1687

Tab. 8 - N Aziende tessili suddivise per tipologia - Dati UIB 2006

Nella provincia di Vercelli dai dati forniti dalla Camera di Commercio relativi al 2001 (dati non aggiornati ma comunque indicativi della situazione attuale) risultano presenti: 1 Pettinatura, 58 filature, 45 tessiture/rammendature, 13 tintorie e finissaggi e 43 maglierie/lanifici.

Di seguito vengono riportati una serie di grafici relativi alle industrie tessili di Biella con dati ritenuti utili per inquadrare il settore, che evidenziano l'abbondanza relativa delle aziende biellesi e dei dipendenti, suddivisi per le diverse lavorazioni del settore tessile (UIB, 2005)

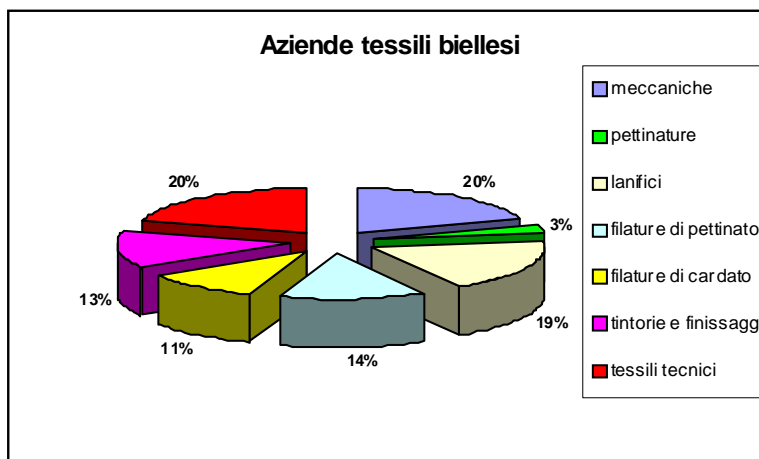


Grafico 4 - Tipologie delle aziende tessili biellesi (dati UIB, 2005)

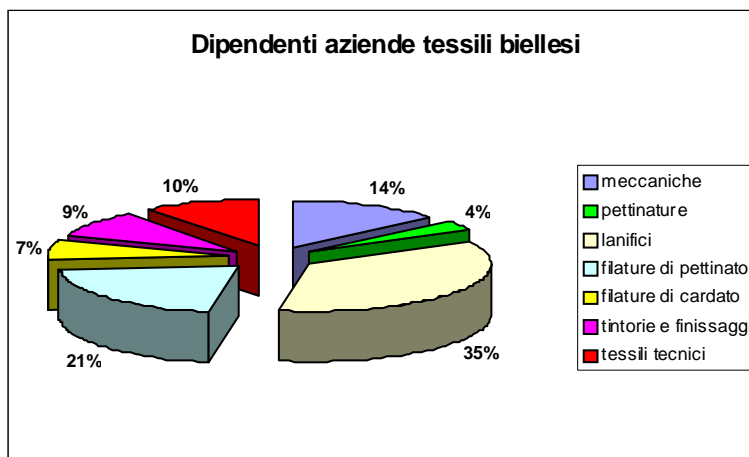


Grafico 5 - Distribuzione dipendenti delle aziende tessili biellesi (dati UIB, 2005)

L'analisi di comparto effettuata nel presente studio è stata condotta attraverso le seguenti fasi:

Dipartimenti Arpa di Biella e Vercelli

- ✓ Censimento delle attività presenti nel distretto tessile regionale ubicato nelle province di Biella e Vercelli
- ✓ Approfondimenti bibliografici, su aspetti tecnici e tecnologici
- ✓ Analisi del Bref² Europeo sul settore tessile e della bozza delle linee guida italiane, che costituiscono un valido supporto per l'individuazione delle migliori tecnologie disponibili applicabili al settore in oggetto
- ✓ Predisposizione di una scheda tecnica di sopralluogo e della check-list delle BAT (riportate nelle appendici IV e V) , finalizzata non solo alla raccolta dei dati utili all'analisi in oggetto ma anche per i controlli effettuati da ARPA Piemonte nelle ditte autorizzate con Autorizzazione Integrata Ambientale e non;
- ✓ Sopralluoghi e visite ispettive presso le attività scelte come campione e raccolta dei dati di settore
- ✓ Elaborazione dei dati
- ✓ Stesura del documento di comparto

L'analisi di comparto è stata condotta su un campione di aziende definito da Arpa Piemonte in base ai dati forniti dalle Camere di Commercio di Biella e Vercelli, ai dai dati emersi dalle istruttorie per le procedure di rilascio dell'A.I.A. ai sensi del D.Lgs 59/05 e ai dati ricavati dalla normale attività di ARPA Piemonte.

Il numero delle attività complessivamente individuate e su cui si basano i dati della presente analisi di comparto sono 21, suddivise in 10 lanifici, 7 tintorie e finissaggi, 3 pettinature ed 1 filatura (quest'ultima inserita nel campione analizzato in quanto rappresentativa delle fasi meccaniche). Andando ad un dettaglio maggiore si sottolinea che le ditte analizzate sono così distribuite:

- ✓ 18 aziende in provincia di Biella;
- ✓ 3 aziende in provincia di Vercelli

Considerato che il solo territorio biellese è contraddistinto da più di 1000 aziende, molte delle quali a conduzione familiare, si precisa che le aziende sono state scelte, oltre che sulla base della capacità produttiva (14 ditte tra quelle analizzate rientrano nell'ambito della normativa IPPC), anche per l'attenzione alle problematiche ambientali (si fa presente a tal proposito che nel campione sono presenti un lanificio con certificazione EMAS e 5 ditte che hanno aderito ad un sistema di certificazione volontaria promossa sul territorio biellese da Arpa, Provincia di Biella e Unione Industriale Biellese), in quanto tali ditte risultano le più idonee alla presentazione di soluzioni tecniche innovative per la mitigazione degli impatti.

Per inquadrare il campione d'indagine si riportano nel grafico successivo (sulla base dei dati dichiarati) le ditte prese in esame con il numero di dipendenti e la capacità produttiva nominale espressa in t/g.

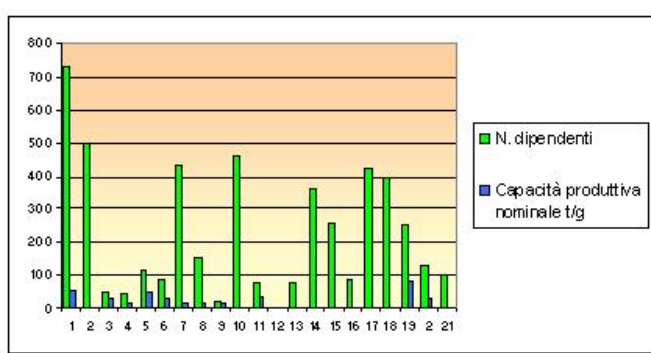


Grafico 6 – Numero di dipendenti e capacità produttiva nominale delle ditte del campione

² BREF “Reference document on Best Available Techniques for the textiles industry” versione Luglio 2003
Dipartimenti Arpa di Biella e Vercelli

Nella tabella vengono invece dettagliate le informazioni relative anche alle singole aziende, specificando, oltre il numero di dipendenti, la tipologia di ciclo produttivo (continuo, non continuo), la capacità nominale e il tipo di materia prima trattata.

Azienda	N. dipendenti	Ciclo continuo	Capacità Nominale t/g	Materia prima trattata		
				Lana	Altro Naturale	Altro Sintetico
1	730	SI	56	X		
2				X		
3	50	SI	30	X	X	X
4	41	SI	15	X	X	X
5	115	NO	50	X		X
6	86	NO	27	X		
7	431	SI	16	X		
8	154	SI	12	X	X	X
9	26	SI	13	X	X	X
10	460	SI		X		
11	78	SI	40	X	X	X
12				X		
13	78			X		
14	122			X		
15	261			X	X	
16	87			X	X	X
17	423	SI		X		
18	400	SI		X		
19	249	NO	80	X		
20	130		30	X		
21	102			X		

Tab. 9: Dimensionamento, Tipo di ciclo produttivo e materie prime trattate relativi alle ditte del campione

Approfondimenti

La politica commerciale Europea

L'Unione Europea ha organizzato nel 2003 due Conferenze sul futuro dell'industria del Tessile/Abbigliamento in un'Europa allargata e sulla definizione di condizioni eque per il commercio internazionale. Sulla scorta delle indicazioni emerse dai due Convegni, la Commissione ha adottato, nel mese di ottobre 2003, una importante Comunicazione sul settore Tessile/Abbigliamento. La Comunicazione presenta misure intese a rafforzare la competitività del settore nell'U.E., vista l'eliminazione nel gennaio 2005, dopo quasi quattro decenni, dei contingenti per l'importazione. Questo profondo cambiamento del commercio dei prodotti tessili è avvenuto poco dopo l'allargamento dell'U.E., che aggiunge 700.000 dipendenti diretti ai 2 milioni di lavoratori dell'industria tessile e dell'abbigliamento dell'U.E. La Comunicazione prevede misure basate sulle politiche industriali e commerciali per il settore T/A, prendendo in considerazione i fattori specifici che determinano la competitività di questo settore, come la ricerca e sviluppo, l'innovazione e la formazione professionale. Inoltre, in vista del peso socio-economico del settore in determinate regioni, essa presenta suggerimenti in materia di politica regionale.

La Comunicazione suggerisce vari campi d'azione in cui agire per promuovere la competitività del settore:

- **Ricerca, sviluppo e innovazione:** incentivare la ricerca e lo sviluppo in campi di particolare importanza per il settore tessile come l'individuazione di nuovi materiali (fra cui i tessili tecnici), di nuovi processi di produzione e di tecnologie pulite per contribuire allo sviluppo sostenibile. L'innovazione dovrebbe concentrarsi sulla promozione della creatività e della moda;

- **Politica dell'istruzione e della formazione:** migliorare l'accesso delle PMI (Piccole Medie Imprese) alle possibilità di finanziamento esistenti mediante la semplificazione delle procedure di domanda, la diffusione di informazioni e il coordinamento di azioni per evitare duplicazioni;

- **Politica regionale:** programmi ed iniziative per regioni particolarmente dipendenti dal settore tessile nell'ambito delle discussioni sul futuro dei Fondi Strutturali dopo l'allargamento dell'U.E. e nelle discussioni sulle nuove prospettive finanziarie per l'Europa nel 2007-2013.

La politica commerciale Italiana

Per cercare di arginare la pesante situazione di crisi del settore e di contenere la delocalizzazione della produzione, dovuta, tra l'altro, alla crescente concorrenza internazionale da aree a basso costo del lavoro, il Ministero delle Attività Produttive, nel suo Piano Triennale 2006-2008 ha previsto una serie di misure che hanno lo scopo di:

- rafforzare la presenza delle imprese italiane nei segmenti ad alto valore aggiunto, favorendo al contempo processi di aggregazione e ispessimento

La Comunicazione raccomanda inoltre le seguenti azioni nel campo del commercio estero:

- nel contesto del programma di Doha per lo sviluppo dell'Organizzazione Mondiale del Commercio, *promuovere una considerevole riduzione ed armonizzazione delle tariffe doganali* per favorire l'accesso al mercato e l'eliminazione di tutte le barriere non tariffarie;

- *completare l'area euro-mediterranea entro il 2005*, per garantire la libera circolazione dei prodotti tessili ai Paesi che applicano norme di origine uguali e un sistema di cooperazione amministrativa concordato;

- *concentrare le preferenze commerciali dell'U.E. sui Paesi più poveri* ed offrire loro la possibilità di rifornirsi di prodotti intermedi per la produzione di abbigliamento che può essere esportato nell'U.E., senza che perdano la preferenza commerciale;

- *esaminare l'utilizzazione di etichettature* per facilitare l'accesso nell'U.E. di articoli prodotti nel rispetto delle norme internazionali relative al lavoro e all'ambiente; per sopperire alla mancanza di trasparenza informativa al consumatore si propone l'introduzione del "made in ..." obbligatorio per tutti i prodotti tessili commercializzati e/o realizzati nella Comunità, prevedendo per legge l'imposizione dell'indicazione del Paese membro di provenienza seguito dalla dicitura UE.

Si propone altresì un'etichetta obbligatoria di "tracciabilità" da apporre sui prodotti realizzati o commercializzati nel territorio comunitario (dunque anche sui prodotti d'importazione destinati al mercato interno). L'etichetta dovrebbe riportare l'indicazione dell'origine del prodotto, nonché l'origine dei principali semilavorati costitutivi, da identificarsi secondo quanto stabilito dal Reg. CE 2913/92 sull'origine commerciale.

- *adottare misure per l'applicazione dei diritti di proprietà intellettuale* e la lotta contro la frode e la contraffazione;

- *adottare il principio di reciprocità sui dazi:* i dazi d'ingresso nell'UE sono indiscutibilmente bassi, mentre esistono mercati, primari per le loro dimensioni, come ad esempio l'India, che mantengono barriere impenetrabili per i nostri prodotti. Il concetto di reciprocità risulta fortemente sbilanciato, in quanto 150 Paesi esportano nell'UE a dazio zero e ulteriori 40 Paesi godono di una tangibile riduzione daziaria (-20%). Viceversa, i prodotti comunitari accedono a dazio zero soltanto in 22 Paesi, mentre nei rimanenti mercati sono assoggettati ad un dazio medio che oscilla tra il 15 e il 60% e debbono inoltre sottostare ad innumerevoli barriere non tariffarie.

delle relazioni tra le imprese a partire dalle realtà distrettuali;

- favorire la presenza all'estero delle PMI anche nei prodotti di fascia media in modo da facilitarne la produzione;

- assicurarsi sbocchi sui mercati sfruttando le possibilità di una migliore combinazione dei fattori produttivi;

- essere presenti nella crescita qualitativa dei prodotti dei nuovi grandi Paesi, anche come presidio delle nicchie di fascia alta.

In questo quadro il Piano intende favorire lo sviluppo delle attività legate alla progettazione, ideazione, creatività e design. Gli orientamenti di politica industriale del Ministero delle Attività Produttive in questo ambito focalizzano l'attenzione sui seguenti temi:

- **Ristrutturazione industriale:** richiesta di autorizzazione alla Commissione UE per la realizzazione di piani di razionalizzazione di specifici segmenti produttivi, attraverso l'accompagnamento all'uscita dal mercato delle imprese marginali;
- **Innovazione nei distretti industriali:** interventi di assistenza tecnica e di servizi di ingegneria che fungano da supporto alle aziende locali per lo sviluppo di progetti innovativi; tali servizi potrebbero essere forniti attraverso forme diverse (consortile o partecipazione al capitale di aziende di servizi costituite da più imprese);
- **Rafforzamento strutturale dei distretti:** interventi in campo fiscale, amministrativo e finanziario che aumentino la propensione delle imprese a instaurare rapporti di integrazione e collaborazione, recuperando per questa via gli svantaggi competitivi della ridotta dimensione aziendale;
- **Azioni di sostegno per le aziende proprietarie di marchi nazionali:** riconoscimento di priorità

nell'erogazione di incentivi, finanziamenti e misure di sostegno per l'internazionalizzazione delle imprese e la creazione di reti fiduciarie;

- **Ricerca ed innovazione:** realizzazione di progetti di ricerca finalizzati allo sviluppo di prototipi nel campo dei prodotti tecnici e funzionali;
- **Pacchetto "Made in" ed anticontraffazione:** attuazione delle azioni previste dalle finanziarie 2004-2005, dalla L. 80/05 e dall'articolo 36 della L. 273/02, per circoscrivere gli elementi di grave turbativa del mercato che hanno concorso all'indebolimento del settore;
- **Pacchetto Italian concept:** definizione di disciplinari comportamentali a fronte dei quali autorizzare l'utilizzo dell'identificativo del luogo di concezione e sviluppo dei prodotti "italian concept", con l'ulteriore obiettivo di valorizzare ed innalzare la percezione nei consumatori dei prodotti realizzati in Italia;
- **Pacchetto Italian Style:** incentivare l'adozione di modelli comportamentali virtuosi di tipo relazionale, nei confronti degli stakeholder in generale e del cliente in particolare, che attingano alla nostra tradizione culturale nella gestione dei servizi.

I distretti tessili italiani

PRATO

Quando si parla di Prato s'intende una cospicua quota della Toscana. Il tessile pratese coinvolge tre province e dodici comuni. Si tratta di un distretto che opera dal 1107 con prevalente vocazione tessile. È un'area di 700 km² all'interno delle province di Prato, Firenze e Pistoia: produce prevalentemente tessuti, filati, macchine tessili e confezioni. I tessuti rappresentano la quota di produzione maggiore.

- **I comuni coinvolti in provincia di Prato:** Cantagallo - Carmignano - Montemurlo - Poggio a Caiano - Prato - Vaiano - Vernio
- **I comuni coinvolti in provincia di Firenze:** Calenzano - Campi Bisenzio
- **I comuni coinvolti in provincia di Pistoia:** Agliana - Montale - Quarrata

COMO

Il distretto tessile comasco-serico conta circa 1000 unità locali e circa 18.000 addetti, il 13% dei quali concentrato nell'area di specializzazione serica, nota per l'alta qualità della produzione, garantita in tutti i passaggi della filiera, e per l'elevata specializzazione dei processi produttivi.

Il distretto serico comasco è caratterizzato da una forte parcellizzazione della filiera produttiva: un gran numero di piccole imprese opera su un'unica fase del processo di trasformazione del tessuto. La struttura organizzativa del distretto è caratterizzata dalla presenza di due leader storici, da un esiguo numero di medie aziende emergenti, da una serie di imprese medio-piccole e da una miriade di imprese piccole e micro; in tale sistema produttivo localizzato i rapporti di gerarchia con la media azienda leader sono molto forti.

CARPI

Il distretto del tessile di Carpi è tra i più importanti dell'intero Sistema Moda internazionale nel settore Tessile/Abbigliamento. Si caratterizza prevalentemente per la presenza dei comparti della maglieria (1.450 unità produttive e 5.950 addetti) e della confezione (800 imprese e 3.800 addetti), con un fatturato globale che si aggira intorno ai 2.100 miliardi, ed una quota di export pari al 36%.

L'area ha un'estensione complessiva di oltre 275,4 Km² e comprende cinque Comuni posti nella zona nord-occidentale della Provincia di Modena, vale a dire: Carpi, Cavezzo, Concordia, Novi e San Possidonio.

Oltre che per la rilevanza quantitativa della produzione, che costituisce il 4% del fatturato nazionale del settore, le attività del Tessile/Abbigliamento locale si segnalano per la originalità delle forme organizzative, per l'articolato sistema di piccole e piccolissime imprese indipendenti e per il particolare intreccio tra aziende produttrici di capi finiti e fornitori di lavorazioni conto terzi.

Le ultime rilevazioni economiche sul distretto sono un'ennesima conferma di questo suo ruolo di primaria importanza nel panorama della moda *Made in Italy*. I dati, infatti, evidenziano un trend delle esportazioni in costante crescita e un assestamento della produzione nella fascia medio-alta del mercato grazie al sensibile innalzamento del suo standard qualitativo.

VARESE-ASSE SEMPIONE

Varese è capoluogo di una provincia di antica e consolidata vocazione industriale che si estende su un territorio di 1.200 km² collocato a nord di Milano (da cui dista appena 50 km) e confinante con la Svizzera.

La struttura produttiva provinciale è, per sua natura, fortemente aperta ai mercati internazionali e, pur avendo dimensioni limitate, genera 10.000 miliardi di esportazioni, pari al 2,7% del totale nazionale. I settori del tessile e dell'abbigliamento costituiscono una delle specializzazioni principali del territorio: dall'area varesina proviene infatti il 5,6% dell'export nazionale del comparto tessile ed il 2,3% di quello dell'abbigliamento. La forte vocazione territoriale nei settori del tessile e dell'abbigliamento ha portato alla costituzione di un distretto industriale che si estende nella zona meridionale della provincia di Varese ed in alcuni comuni della provincia di Milano.

In totale il distretto tessile cotoniero "Asse del Sempione" comprende 50 comuni, ha una popolazione complessiva di circa 540.000 abitanti ed un tasso di attività pari al 47%. All'interno del distretto sono presenti 15.871 imprese che offrono occupazione a 113.779 addetti. Il settore prevalente è quello tessile cotoniero, nel quale operano 3.900 imprese e 36.360 addetti con attività dedicate in larga parte alla nobilitazione tessile, alla maglieria, ai ricami ed alla tessitura.

BIELLA

Il distretto tessile di Biella è centro tra i maggiori e più qualificati dell'industria laniera mondiale per la produzione di tessuti per abbigliamento in lana e altre fibre pregiate (cachemire, alpaca, mohair), e produce, oltre ai filati pettinati e cardati destinati alla tessitura e alla maglieria, anche cotone, poliestere, acrilico e nylon, in tutte le possibili combinazioni di miste.

Il distretto, posto nella zona nord-orientale del Piemonte, si estende su un territorio di 930 km² e conta 83 comuni con 190 mila abitanti (capoluogo della zona è Biella, con 48 mila abitanti); le oltre 2.000 unità produttive presenti contano c.a. 28.000 addetti e un fatturato di 6.500 miliardi, con una quota export pari a circa il 30%.

Oltre ai tessuti per abbigliamento maschile e femminile e i filati per tessitura e per maglieria, sono presenti altri comparti del sistema Tessile/Abbigliamento quali i maglifici, la biancheria per la casa, l'abbigliamento sportivo, i non tessuti, oltre che tutte le lavorazioni ausiliarie della filiera tessile laniera (pettinature, tintorie, finissaggi, ecc.). Nel biellese si concentrano oggi il 65% della capacità produttiva nazionale del comparto pettinatura, il 63% delle turbine open-end, il 47% dei fusi di pettinato, l'11% dei fusi di cardato, il 24% dei telai.

Per quanto riguarda il settore meccanotessile, la cui produzione risulta sempre più caratterizzata dai sistemi di automazione e di controllo dei processi produttivi, esso occupa attualmente quasi 2500 persone ed ha un fatturato di circa 500 miliardi di lire, di cui oltre il 50% è esportato. Le principali produzioni sono: macchine per preparazione alla filatura, per filatura e per tintoria e finissaggio.

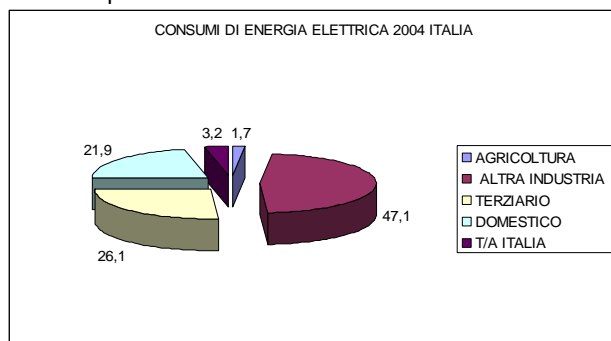
La caratteristica del sistema industriale biellese è di essere composto da un numero molto elevato di aziende di piccole dimensioni. Il decentramento produttivo e la specializzazione per fasi di lavorazione, hanno generato un fenomeno di "fabbrica sparsa sul territorio" col risultato che non c'è comune dell'area che non registri la presenza di attività industriali.

Per questi motivi il biellese riveste ormai da tempo un ruolo decisivo nell'economia di tutta la nazione.

Confronto Consumi energetici di Biella e Vercelli rispetto al panorama italiano

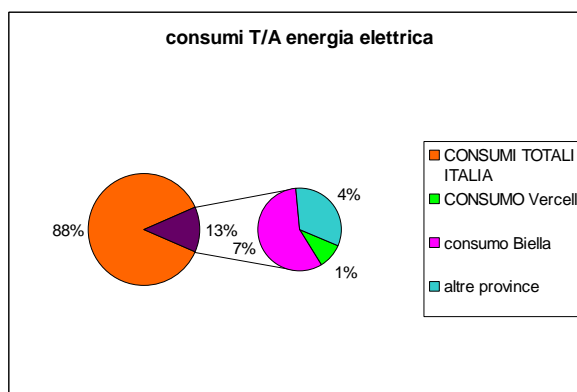
Per comprendere l'importanza dell'industria Tessile/Abbigliamento nel panorama industriale è interessante esaminare i consumi di energia elettrica del settore in Italia, in Piemonte e la diversificazione di tali consumi delle varie utenze della Provincia di Biella e Vercelli.

Il settore Tessile-Abbigliamento rappresenta il 3,2% dei consumi di energia elettrica in Italia (anno 2004) e il Piemonte rappresenta ben il 13% dei consumi nazionali relativi a questo settore.



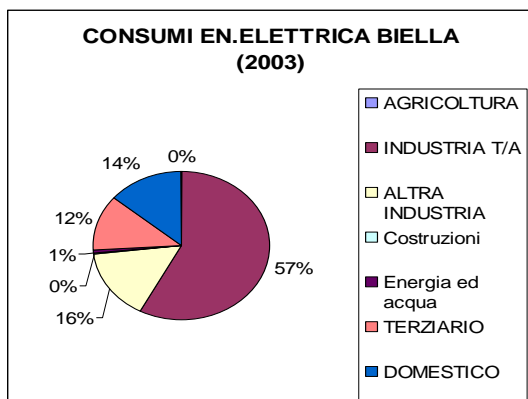
Consumi energia elettrica 2004 in Italia (dati GRTN)

Analizzando più in dettaglio i consumi per provincia si può rilevare come l'apporto ai consumi energetici regionali sia determinato per il 7% dall'industria tessile del biellese e per l'1% da quella vercellese (dati GRTN).



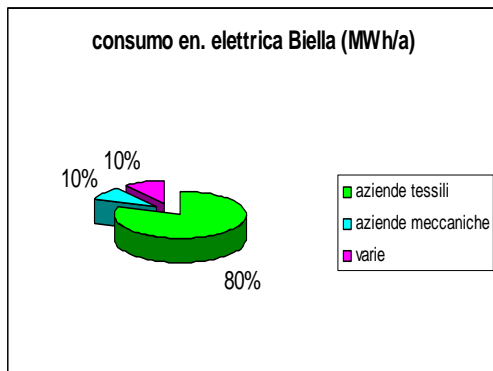
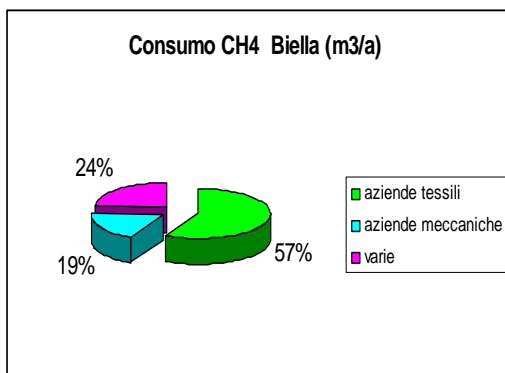
Consumi energia elettrica del tessile abbigliamento in Italia e in Piemonte

Scendendo ancora di più nel dettaglio e considerando i consumi di tutte le utenze della provincia di Biella emerge come il 57% dell'energia sia consumata dal settore tessile.



Consumi energia elettrica in Provincia di Biella nel 2003 (dati GRTN)

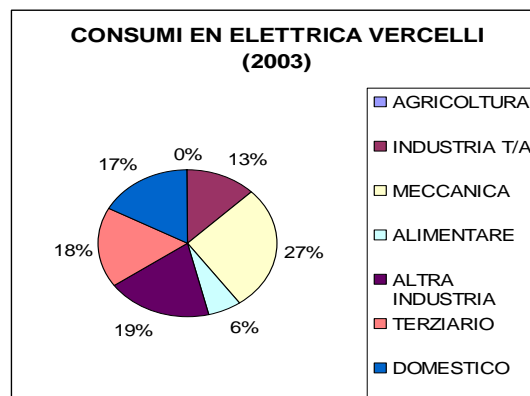
Se poi si prende in considerazione il solo ambito industriale, si vede come il consumo di energia elettrica del tessile biellese rappresenti l'80% del complessivo, mentre il consumo di CH₄, che fornisce un'indicazione del consumo di energia termica, si attesta intorno al 57% (GRTN, Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale, 2003).



Consumi di CH₄ ed energia elettrica del settore industriale in Provincia di Biella (dati UIB sulle aziende associate, 2005)

Questo dimostra come nella provincia di Biella sia giustificato parlare di comparto tessile e come i consumi siano quasi completamente rappresentati da questo settore.

Anche per la Provincia di Vercelli abbiamo utilizzato il consumo di energia elettrica come indicatore per far emergere alcune considerazioni sull'inquadramento economico del settore.



Consumi energia elettrica in Provincia di Vercelli nel 2003 (dati GRTN)

Analizzando i consumi di energia elettrica relativi al 2003 emerge chiaramente che, a differenza del distretto biellese, Vercelli presenta un panorama industriale più diversificato, in cui i consumi sono più equamente distribuiti e l'industria tessile rappresenta il 13% dei consumi totali della provincia.

2. DESCRIZIONE DEL CICLO PRODUTTIVO

Il ciclo completo di lavorazione della lana si articola nelle fasi di lavaggio, cardatura e pettinatura, filatura e tessitura e operazioni di nobilitazione.

Come precedentemente accennato, il presente lavoro prenderà in esame nel dettaglio solo quelle fasi del ciclo produttivo con impatti ambientali potenzialmente significativi, per tale motivo le fasi meccaniche verranno sommariamente descritte senza essere sottoposte ad un'analisi approfondita.

In figura viene illustrato in modo semplificato il ciclo produttivo del tessile laniero.

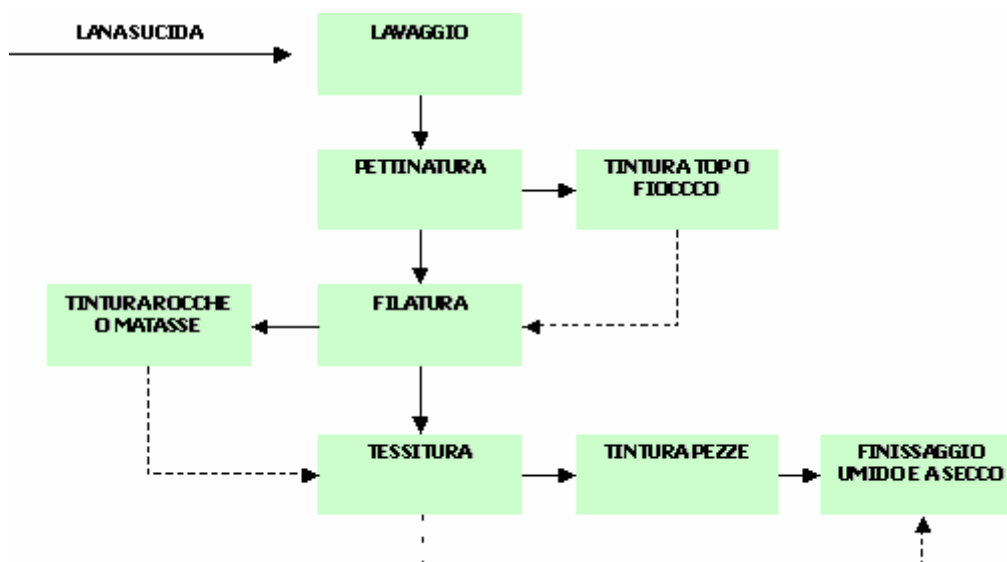


Figura 1: ciclo produttivo del settore tessile laniero

2.1 Processo di Pettinatura³

Il ciclo di lavorazione della Pettinatura riguarda la trasformazione della lana sucida in nastro pettinato e si pone al principio della filiera produttiva tessile, rendendo disponibile per i successivi processi la lana grezza.

Il Processo di Pettinatura consiste in una serie di attività che le industrie svolgono per conto terzi a servizio degli stessi venditori, che decidono di trasformare in top le lane per la vendita diretta, o degli utilizzatori che, in seguito all'acquisto del sucido, incaricano la Pettinatura di eseguire la lavorazione secondo precise indicazioni relative allo standard di qualità del prodotto finito.

Si tratta di un tipo di lavorazione che connota fortemente il territorio piemontese in quanto il livello qualitativo raggiunto consente alle imprese di permanere sul mercato anche in condizioni estremamente penalizzanti, che hanno comportato una progressiva scomparsa di tale attività nel mercato europeo.

Il ciclo tecnologico si articola essenzialmente nelle seguenti fasi operative:

- magazzinaggio della lana sucida: la lana sucida, giunta dai paesi d'origine (Australia, Nuova Zelanda, Sud Africa, Sud America, Italia) viene stoccata in magazzino, che occupa una parte preponderante della superficie di uno stabilimento, in attesa della disposizione di messa al lavoro;

³ Con il termine di *pettinatura* si definisce sia il ciclo completo di lavaggio della lana sucida, che include anche le fasi di cardatura e pettinatura, sia la singola fase del ciclo produttivo. Per evitare confusioni dovute all'omonimia, la singola fase di pettinatura verrà riportata come *fase meccanica di pettinatura*, mentre il processo produttivo verrà riportato semplicemente come *Pettinatura* oppure come *Processo di Pettinatura*.



Figura 2 - Magazzino lana sucida (Pettinatura Italiana, Vigliano B.se)

- scarto: si esegue una selezione manuale della balla di lana per eliminare eventuali materiali estranei (stracci, frammenti vegetali, ecc.); possono essere inoltre prelevati campioni per accertare che i requisiti del materiale siano coerenti con quanto richiesto (resa, finezza, altezza della fibra, ecc);
- battitura: la lana subisce un trattamento preliminare al lavaggio finalizzato all'apertura della fibra, per renderla più suscettibile alla successiva fase di lavaggio;
- lavaggio: consente l'eliminazione dei materiali naturali (terra, sterco, sostanze grasse) presenti sulla lana degli ovini al momento della tosa.
- cardatura: realizza la separazione e la parallelizzazione delle fibre che escono in fiocco dalle linee di lavaggio, liberandole dalle impurità ancora presenti.
- pettinatura: permette la selezione delle fibre che compongono il nastro cardato eliminando quelle più corte di un certo limite, perfeziona la parallelizzazione delle fibre e consente di eliminare i contaminanti ancora presenti. Il prodotto risultante è il pettinato di lana o tops di lana.
- magazzinaggio del prodotto finito.
- servizi di stabilimento.

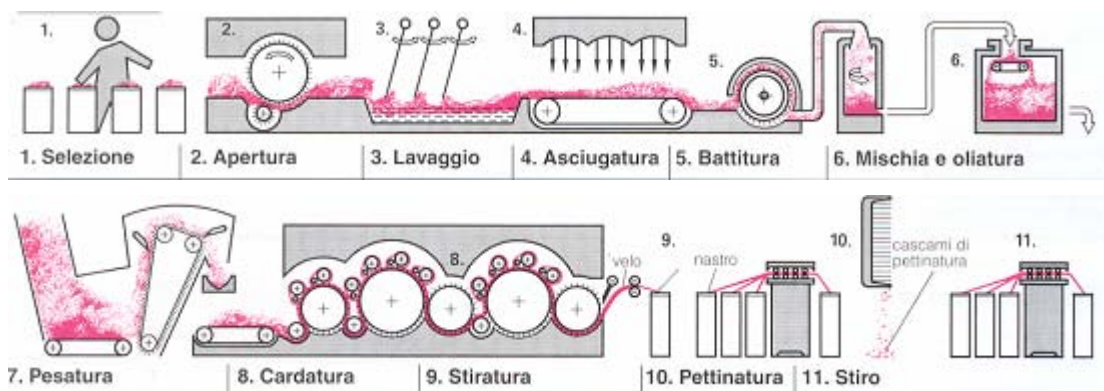


Figura 3 - Sequenza delle operazioni che partono dalla lana sucida al filato pettinato (AAVV, Tecnologia dell'abbigliamento dalla fibra all'abito, I Quaderni di Acontex)

2.1.1 Lavaggio

Il lavaggio è una delle operazioni più complesse e delicate di tutto il ciclo di lavorazione in quanto la lana, sotto l'azione dell'attrito e dell'acqua calda e in presenza di alcali, tende a feltrare: dalla sua buona riuscita dipende la qualità del top che viene impiegato nei passaggi successivi. In questa fase sono eliminate le impurezze presenti sul vello degli ovini al momento della tosa; tali impurezze, che costituiscono una parte variabile ma rilevante della massa della lana sucida trattata, sono costituite da una frazione minerale di argille e terre (10%
 Dipartimenti Arpa di Biella e Vercelli

della massa del sucido), da una frazione vegetale (4%), da una frazione organica insolubile, prodotta dalle ghiandole sebacee dell'ovino (8%), da una frazione organica solubile (12%), generata dalle ghiandole sudoripare dell'ovino e, nella parte ventrale posteriore del vello, da residui di urina e di escrementi dell'animale. Il contenuto di lana vera e propria nel sucido è normalmente ricompreso tra il 60 ed il 75% della relativa massa. In una colonna di lavaggio⁴ la lana sucida fluisce in una serie di vasche poste in serie, in cui il flusso d'acqua è mantenuto in controcorrente rispetto a quello della lana. La prima è una vasca di sterraggio in cui viene eliminata la terra e le parti più pesanti, costituenti il residuo più grossolano, ed è mantenuta a temperatura ambiente; in questa vasca non vengono aggiunti detersivi per permettere l'estrazione del grasso di lana, dal quale si ricava, attraverso successive raffinazioni, la lanolina⁵: tale operazione viene svolta per via meccanica dal bagno di lavaggio in cui è presente in maggiori concentrazioni, per mezzo di centrifughe dedicate operanti su due stadi. Nelle vasche successive vengono aggiunti detersivi e Na_2CO_3 per sfruttare la naturale saponificazione dei grassi di lana; la temperatura di esercizio è mantenuta attorno ai 60°C mentre le ultime vasche, destinate al risciacquo, hanno temperature inferiori (circa 25°C). Il bagno contaminato viene scaricato in continuo dalla prima e dalla seconda vasca lavante. La fase di lavaggio deve garantire che sulla fibra si mantenga una percentuale di grasso oscillante tra lo 0,6 e l'1% del peso della lana: uno sgrassaggio più spinto porterebbe infatti ad un danneggiamento delle fibre.

Le vasche sono dotate di un doppio fondo costituito da un setto orizzontale intermedio traforato e da un fondo conformato a tramoggia per la raccolta sul fondo del materiale più grossolano; alla fine di ogni vasca è presente una pressa costituita da due cilindri controrotanti accoppiati aventi lo scopo di spremere la lana, impedendo che il bagno di lavaggio della vasca contaminata quella successiva. Per le lavorazioni più raffinate l'ultima coppia di cilindri di spremitura è di gomma rivestita di lana per non rovinare le fibre molto fini: ciò implica necessariamente acque di lavaggio estremamente pure in quanto la lana non spremuta a fondo rischia di portare nelle successive fasi di lavorazione le impurezze del bagno.

La lana lavata, contenente ancora residui vegetali, viene asciugata negli essiccatoi, che vengono insufflati di aria calda a temperature attorno ai 95 °C. Vengono inoltre nebulizzati sulla lana oli lubrificanti ed antistatici (a base di oli vegetali) che riducono l'attrito della fibra nelle lavorazioni successive.

La fase del lavaggio risulta quella a maggiore impatto per l'ambiente, in quanto vengono consumati alti quantitativi d'acqua e di energia termica; in tale fase vengono inoltre utilizzati detersivi ed agenti chimici funzionali all'operazione stessa. Da tempo comunque le aziende del settore conducono studi volti all'ottimizzazione dei consumi di risorse, alla progressiva riduzione dell'utilizzo di agenti chimici ed al miglioramento delle rese di depurazione delle acque reflue di produzione (per una trattazione più approfondita di tale argomento si rimanda ai capitoli 4 e 6 del presente documento).

2.1.2 Cardatura

Lo scopo della cardatura è operare la separazione e parallelizzazione delle fibre, liberandole nel contempo dalle impurità ancora presenti e completando così l'apertura e la pulitura iniziate nei passaggi precedenti; altra funzione di questa fase è di operare una mescolatura molto efficace delle fibre, grazie al fenomeno del riciclo delle stesse sul tamburo principale.

⁴ Una colonna di lavaggio è costituita da: caricatore con dispositivo di pesatura della lana, alimentatore a tappeto, vasche con dispositivo di riscaldamento e di ricircolo dell'acqua, erpici per l'avanzamento della lana, tappeto di raccolta e di alimentazione delle presse di spremitura, pressa ed essiccatoio.

⁵ Tale operazione viene condotta in impianti specializzati.

La cardatura è un processo che avviene mediante l'azione di punte metalliche elastiche poste sulla superficie di tre cilindri (tamburo, cilindro lavoratore e cilindro spogliatore), che ruotano a velocità differenti ed in modo opposto l'uno rispetto all'altro e che costituiscono i componenti principali di una carda.

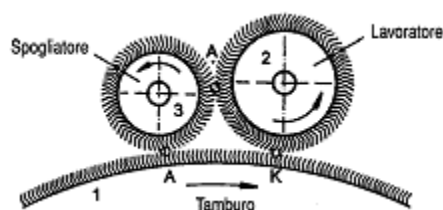


Figura 4 - Tamburo con coppia di lavoratore/spogliatore (Burkhard Wulffhorst, Processi di lavorazione dei prodotti tessili, Tecniche Nuove)

Per formare un nastro, all'uscita della carda il velo di fibre viene sottoposto ad un'azione di stiro, consistente nel passaggio attraverso coppie di cilindri dalla superficie gommata, che gli conferiscono una falsa torsione, in modo da formare il cosiddetto "stoppino", un nastro di fibre ancora privo di consistenza, destinato a diventare filato solo con la successiva operazione di filatura.

2.1.3 Fase meccanica di pettinatura

Lo scopo essenziale di questa fase è di selezionare le fibre secondo la loro lunghezza, eliminando dal nastro pettinato quelle più corte di un certo limite. Essa perfeziona il raddrizzamento e la parallelizzazione delle fibre stesse e consente di eliminare in larga misura i bottoni (grovigli di fibre di varie dimensioni) e le altre impurezze ancora presenti sui nastri alimentati.

Si origina in questo modo un nastro a sezione regolare (tops), che verrà avvolto in bobine dette bumps; esse costituiscono la materia prima del ciclo di filatura laniera pettinata. Le fibre più corte originate nella fase meccanica della pettinatura (fiocco) costituiscono invece la materia prima del ciclo di filatura laniera cardata.



Figura 5 - Linea di lavaggio (Pettinatura Italiana, Vigliano B.se)



Figura 6 - Fase di pettinatura (Pettinatura Italiana, Vigliano B.se)



Figura 7 - Prodotti in uscita dalla fase di pettinatura: fiocco e top

2.2 Filatura

La filatura ha lo scopo di conferire consistenza allo stoppino e trasformare una massa inizialmente disordinata di fibre tessili in un assieme di grande lunghezza (filato); la sezione del filato comprende alcune decine di fibre più o meno orientate secondo un asse comune e trattenute assieme mediante torsione. La struttura di un filato, cioè la disposizione delle singole fibre all'interno della sua sezione e lungo il suo asse, dipende da aspetti estrinseci (titolo⁶ e torsione del filato) ed intrinseci (caratteristiche delle fibre componenti).

La filatura si differenzia in base alla tipologia di substrato da trattare e al tipo di filato da produrre e si può suddividere schematicamente in:

- **FILATURA PETTINATA:** comprende le operazioni che trasformano in filato la parte scelta (tops) della lana, costituita dalle fibre più lunghe. I filati pettinati offrono una buona uniformità, una buona resistenza, un buon allungamento ed una pelosità ridotta; questo tipo di filati hanno prevalente impiego in manufatti d'abbigliamento maschile e femminile.
- **FILATURA SEMIPETTINATA:** si pone tra i due sistemi classici per le fibre a taglio laniero, quello pettinato e quello cardato, per ottenere un filato più pieno e meno liscio, cioè più coprente, di quello ottenibile dalla filatura pettinata e d'altra parte più nervoso di quello proveniente dalla filatura cardata. Il settore più interessato da questo tipo di lavorazione è l'industria dei tappeti.
- **FILATURA CARDATA:** in questo tipo di filatura vengono impiegate le fibre di lana vergine e gli scarti intermedi di lavorazione della lana pettinata. I filati cardati sono voluminosi e morbidi ed hanno resistenza relativamente bassa. L'aspetto voluminoso viene creato dalla presenza di molte estremità di fibre sporgenti che, a seguito ad una ridotta parallelizzazione, non sono legate con il nucleo del filato; i filati cardati possono quindi essere facilmente garzati, follati e feltrati. Prodotti tipici dei filati cardati sono gli articoli in maglia e articoli tessuti (loden, flanella, ecc), tessili per uso domestico e tessuti per il rivestimento di mobili. Il ciclo di lavorazione è estremamente semplice e più ridotto del pettinato e prevede schematicamente le fasi di cardatura, due o tre passaggi di stiratoio, intersecting e filatura ad anello.

Di seguito verranno illustrati brevemente i principi fondamentali che stanno alla base della filatura

⁶ Il titolo esprime la grossezza di un filato che, a causa della sua natura irregolare e comprimibile, non si può esprimere come diametro ma come massa per unità di lunghezza.

2.2.1 Preparazione alla filatura

La lana richiede una serie di operazioni di pulitura e mescolatura preliminari alla filatura: tali operazioni possono essere costituite dallo stiro, ripettinatura e mescolatura.

In tutte le fasi della filatura l'affinamento progressivo dell'assieme di fibre avviene mediante uno stiro tra due coppie di cilindri che ruotano a velocità diverse; al fine di regolarizzare progressivamente la struttura, contemporaneamente allo stiro si effettua un accoppiamento, allineando insieme più nastri uguali e facendo così in modo che le irregolarità locali di alimentazione possano compensarsi.

Durante la ripettinatura avviene un secondo passaggio nelle pettinatrici, che viene eseguito quando si lavorano lane destinate a filati fini e molto regolari e quando si sia tinto il materiale in top. Infatti, nel primo caso il trasporto e l'imballo e nel secondo l'azione del bagno di tintura possono danneggiare e feltrare alcune fibre, per cui è opportuna una regolarizzazione del nastro per evitare irregolarità o difficoltà di filatura. Il processo di ripettinatura viene eseguito su stiratoi e pettinatrici analoghi a quelli usati nella fase di pettinatura vera e propria.

La mescolatura è una lavorazione che viene eseguita, mediante passaggi su stiratoi, quando esigenze di lavorazione impongono di mescolare diversi lotti per ottenere un impasto omogeneo. Viene normalmente eseguita sul materiale greggio, al contrario della ripettinatura, che viene eseguita sul tinto in top.

2.2.2 Torsione e filatura

La filatura ha lo scopo di dare torsione allo stoppino così da impartirgli le caratteristiche di resistenza, elasticità e titolo richiesti dal filato. La torsione si ottiene facendo ruotare un fascio di fibre parallele attorno al proprio asse: in questo modo le fibre più esterne assumono una disposizione elicoidale, assunta anche da quelle più



interne sebbene con un'inclinazione decrescente man mano che si va verso il centro del fascio.

Figure 8 e 9 – Reparto di filatura (Lanificio F.lli Cerruti, Biella)

2.2.3 Operazioni complementari alla filatura

Roccatura: consiste nel trasferire, o straccannare, il filato da un supporto di partenza ad un tubetto rigido sotto forma di corpo avvolto a spire incrociate, chiamato *rocca*; tale operazione consente inoltre di rilevare ed eliminare alcuni difetti presenti sul filato e di applicare al materiale prodotti lubrificanti per ridurre al minimo il coefficiente d'attrito.

Aspatura: permette di svolgere il filato avvolto su rocche e formare una matassa.

Dipanatura: è l'operazione opposta all'aspatura che permette di svolgere il filato su matassa per formare una rocca.

Stribbiatura: permette l'eliminazione di eventuali difetti di irregolarità nel diametro del filato, ricongiungendo poi automaticamente i capi del filo con un nodo o con un altro sistema; viene effettuata per mezzo di dispositivi denominati stribbie.

Accoppiatura o binatura: riunisce assieme su una rocca due o più capi per poterne poi eseguire l'operazione di ritorcitura.

Ritorcitura: operazione che permette di unire tra loro due o più filati con la torsione; lo scopo è quello di conferire al filato maggiore resistenza alla trazione e all'abrasione, maggior regolarità e minore nervosità.

2.3 Tessitura

Un tessuto è formato da due o più insiemi di filati (ordito e trama) incrociati tra loro perpendicolarmente; sul telaio⁷ i fili di ordito sono preventivamente preparati nel numero e nella lunghezza stabiliti e stesi longitudinalmente paralleli tra loro; tra essi, opportunamente mossi, si intrecciano perpendicolarmente i fili di trama a costituire così il tessuto. Ai lati del tessuto stesso, a delimitarne l'altezza, vengono formate le due cimose, veri e propri bordi del tessuto. Le tecnologie che stanno alla base della trama e dell'ordito sono differenti; di seguito verranno accennati brevemente i passaggi fondamentali che stanno alla base del processo di tessitura.

2.3.1 Ordito

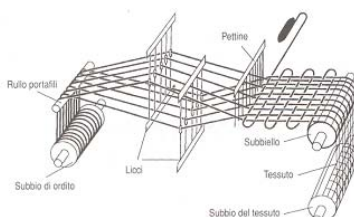
L'orditura ha lo scopo di assemblare un determinato numero di fili di ordito su di un singolo subbio.

La preparazione dell'ordito consiste nel trasferire il filato, contenuto nelle bobine di filatura e nelle rocche, sul subbio, (che può contenere diverse migliaia di capi) da sistemare dietro al telaio pronto per la tessitura. I requisiti fondamentali di un buon ordito sono l'uniformità e la resistenza del filato.

2.3.2 Trama

I filati a fibre discontinue sono di solito ribobinati dopo la filatura in modo da permettere l'eliminazione dei difetti e fornire confezioni idonee al tipo di telaio al quale sono destinati: sarà quindi necessario riavvolgere il filato sulle spole della dimensione richiesta dal telaio.

⁷ In figura è rappresentato il principio di funzionamento di un telaio: l'ordito, avvolto su un subbio, viene rivoltato come superficie tessuta sul rullo portafilati; i quadri sono dotati di licci, nei cui occhielli vengono infilati i fili di ordito. Il passo si forma in seguito alla corsa verso l'alto o verso il basso dei quadri. Il pettine, durante l'inserzione della trama tra i fili di ordito, si trova sul punto morto posteriore; al cambio di passo si sposta in avanti per fissare la trama alla cimosa. Per l'inserzione della trama vengono utilizzati diversi metodi, tra cui ricordiamo i più rappresentativi: il telaio a navetta e a getto d'aria. Il tessuto finito viene avvolto sul subbio del tessuto e la velocità di avvolgimento determina la densità della trama.



Il filato di trama è inserito in una navetta caricata con una spola che facilita lo svolgimento a *defilè* della trama; tale filo, infilato nell'occhiello della navetta, viene da questa depositato sui fili dell'ordito nel corso del suo movimento di va e viene sulla cassa battente.

2.3.3 Imbozzimatura

Il principale scopo dell'imbozzimatura, che consiste nell'applicazione sul filato di sostanze, le bozzime (che saranno trattate nel paragrafo 2.6.3), è di rendere il filato più resistente all'usura dovuta alle sollecitazioni meccaniche del telaio, durante la tessitura.

La bozzima migliora le proprietà meccaniche e la portata del filato, senza ridurne l'elasticità. E' importante che i materiali usati per la bozzima non diano effetti collaterali nei processi successivi alla tessitura, per cui nell'applicarla non bisogna solo considerare la sua utilità nell'ambito della tessitura, ma anche i suoi eventuali effetti nelle successive fasi di finissaggio e sul prodotto finito. I requisiti richiesti al prodotto per imbozzimatura riguardano anche la possibilità del suo riciclaggio durante la sbozzima: è infatti proprio durante la sbozzima che si sviluppa quasi la metà di tutte le acque di scarico tessili.

2.4 Processi di nobilitazione

Il processo di nobilitazione nel ciclo tessile laniero si articola essenzialmente nelle diverse tipologie di operazioni produttive:

- tintura e candeggio
- trattamento irrestingibile
- trattamenti di finissaggio

2.4.1 Tintura

L'operazione di tintura può essere svolta in diverse fasi del ciclo di lavorazione della lana (sul fiocco o nastro pettinato a monte della filatura, sui filati in rocche o matasse a valle della filatura oppure sulle pezze a valle della tessitura). Queste tipologie di tintura, pur differenziandosi nella forma delle apparecchiature, vengono realizzate nella quasi totalità dei casi in modo discontinuo e seguono uno schema operativo sostanzialmente identico, che si articola nelle seguenti fasi:

- preparazione del colore
- tintura
- fissazione del colore
- raffreddamento del bagno
- asciugatura

La preparazione all'attività di tintura avviene nella **cucina colori**, che è composta da due locali:

- il locale **pesacolori**, dove l'operaio addetto provvede a pesare la giusta quantità di coloranti secondo ricetta; il colorante pesato viene disposto su bacinelle o in sacchetti idrosolubili.
- la **cucina colori** vera e propria, ove sono ubicati una serie di barilotti muniti di agitatori e collegati con le varie vasche di tintura. In questa fase l'addetto provvede a preparare nei vari barilotti la soluzione formata dai coloranti, dall'acido e dagli ausiliari; questi ultimi due ingredienti sono prelevati dai fusti posizionati nelle vicinanze con recipienti graduati o attraverso appositi dosatori.

Successivamente, in via automatica attraverso tubazioni provenienti dalla *cucina colori*, si riempiono le vasche con il colorante, gli ausiliari, gli acidi (in precedenza preparati) e l' acqua necessaria.

Il procedimento tintoriale può essere eseguito in continuo o in discontinuo; i procedimenti continui o semicontinui, quasi del tutto assenti nel ciclo tessile laniero, avvengono per foulardaggio⁸, operazione con la quale viene impregnato il tessuto o con solo colorante oppure con il bagno completo di tintura, in funzione della classe tintoriale. La maggior parte delle operazioni di tintura avvengono tuttavia con procedimenti discontinui ad esaurimento, in cui il materiale viene posto in bagno acquoso nel quale vengono sciolti i coloranti, gli ausiliari di tintura ed i prodotti chimici necessari ed in tale sistema viene raggiunto l'equilibrio. Il materiale tessile ed il bagno di tintura, mantenuti in costante movimento reciproco, sono sottoposti ad un *ciclo termico* predefinito, formato da una fase di riscaldamento (finalizzata alla migrazione del colorante dal bagno alla fibra), da una fase di mantenimento ad alta temperatura (100 – 120°C) per uniformare la distribuzione del colorante e da una fase di raffreddamento che consente lo scarico del prodotto trattato.

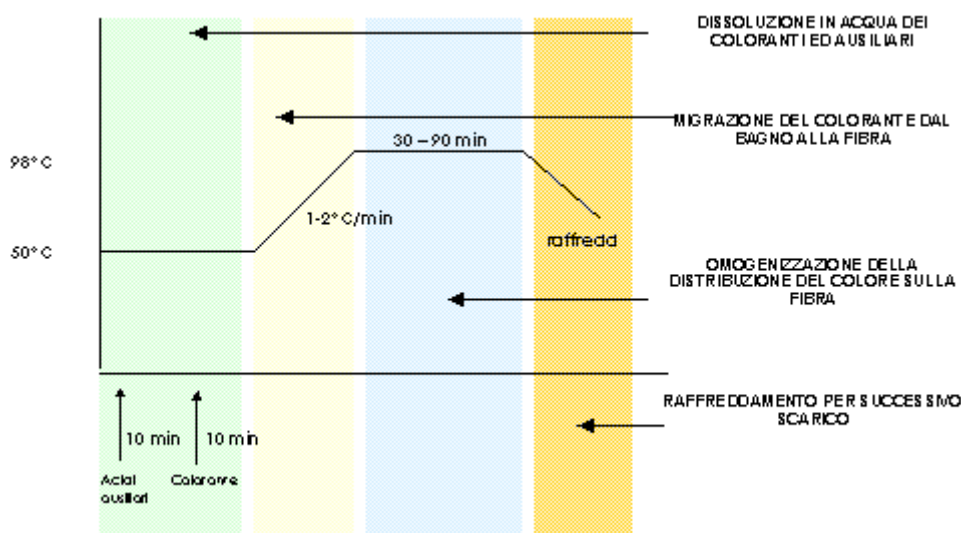


Figura 10 - Ciclo di dissoluzione di un colorante reattivo per lana

Le vasche di tintura sono munite di unità di carico del materiale da trattare, di sistemi di riscaldamento indiretto (con acqua surriscaldata o vapore), di sistemi di raffreddamento diretti (a tracimazione) o indiretti (a circolazione d'acqua) e di pompe centrifughe che garantiscono la circolazione del bagno di tintura.

Uscito dalle vasche di tintura, il materiale può subire, ove possibile, una centrifugazione preliminare per eliminare la maggior parte dell'acqua di imbibizione ed una successiva asciugatura, realizzabile in essiccatoi ad aria calda o a radiofrequenze, che permette all'acqua ancora presente sulla fibra di evaporare sotto forma di aria calda umida. La fase di asciugatura può essere integrata, quando il materiale lo permetta, con macchine di spremitura per una prima disidratazione.

Le macchine di asciugatura, che possono lavorare in continuo o in discontinuo, hanno forme differenti a seconda del tipo di materiale trattato.

Il ciclo di asciugatura appare piuttosto diversificato a seconda del materiale tinto, ma si compone comunque di un processo meccanico, essenzialmente costituito da centrifughe (tops e rocche) e lisciatrici, e da un passaggio su superfici riscaldate ad aria calda, microonde (matasse e rocche e pezze) o radiofrequenze.

⁸ Consta di una vaschetta contenente il bagno di tintura in cui il tessuto viene impregnato e successivamente spremuto tra cilindri pressati l'uno contro l'altro. Esistono diversi tipi di foulard, costituiti da 2 a 4 cilindri.

Tintura del fiocco

Si tingono le fibre per ottenere i filati melanges o i bottonati. Il materiale in fiocco viene posizionato e compresso su supporti di tintura costituiti da cesti metallici cilindrici traforati di dimensioni variabili.

Per l'asciugatura, il fiocco viene centrifugato ed inserito in un tunnel di essiccazione dove il materiale viene caricato su un nastro trasportatore ed esposto all'azione del calore (lisciatura); successivamente si passa negli intersecting, che hanno la funzione di regolarizzare il nastro.

Tintura del tops

Il nastro pettinato in bobine o bumps viene caricato su canne di tintura costituite da tubi cavi perforati montati su supporti di dimensioni adatte alla successiva operazione di tintura. La fase di tintura avviene in un numero variabile di autoclavi a tenuta costituite da vasche cilindriche verticali; successivamente il nastro pettinato, dopo svolgimento dal supporto di tintura, viene sottoposto al risciacquo finale, che avviene in vasche disposte in serie; in seguito passa attraverso una serie di cilindri traforati, gli intersecting, attraversati da un flusso d'aria calda, che hanno lo scopo di miscelare e regolarizzare il nastro, e quindi ribobinato.

Una parte del materiale, quello destinato alla maglieria o con colori particolarmente chiari, dopo la tintura può essere avviato a centrifugazione e successivamente asciugato in forni a radiofrequenza.



Figura 11 – Autoclavi per la tintura del top



Figura 12 – Asciugatura del top dopo la tintura (Lanificio F.lli Cerruti)

Tintura di filato in rocca

Le rocche vengono caricate, tramite sistemi automatici, su serie di tubi cavi perforati che vengono poi fatti passare in autoclavi a tenuta per la fase di tintoria; le autoclavi possono essere verticali, costituite da recipienti cilindrici alla base dei quali un piatto circolare ospita i supporti di tintura, e orizzontali, caratterizzate da recipienti cilindrici di piccolo diametro idonei a contenere il relativo supporto.

Le macchine di preasciugatura sono centrifughe che eliminano l'acqua imbibita nel filato o macchinari che insufflano getti d'aria compressa attraverso le rocche, mentre la fase di asciugatura avviene con microonde.

Tintura di filato in matasse

Le matasse vengono caricate su appositi bastoni e quindi caricate nelle vasche di tintura. Esistono due tipologie di macchinari utilizzati; i più frequenti sono gli armadi mentre per gli articoli più delicati si prediligono le macchine a bracci.

Una volta eseguita la tintura il materiale viene inviato all'asciugatoio composto da uno spremitore che funge da estrattore d'acqua e da una sezione di asciugatura con aria calda o con microonde.

Tintura di pezze

Le principali macchine per la tintura ad esaurimento sono:

Jet: il tessuto è mosso dal movimento del bagno che fluisce ad elevata velocità attraverso la strozzatura dell'ugello;

Overflow: il tessuto è trasportato da un dispositivo a "cascata d'acqua" detto flow; nei jet infatti la differenza di velocità tra bagno e tessuto non sempre è compatibile con articoli delicati, mentre negli overflow non c'è iniezione di bagno contro il tessuto, che viene trasportato per caduta spontanea insieme alla corrente del bagno.

Jet overflow: Lo sviluppo tecnologico ha portato i costruttori alla progettazione di "ibridi", che permettono di svolgere, nella stessa macchina, entrambe le funzioni e possono essere utilizzati alternativamente in funzione dell'articolo da tingere. Le macchine jet ed overflow possono essere progettate per lavorazioni a pressione atmosferica e sottopressione. Il trasporto del tessuto può avvenire con 3 diversi sistemi: ad acqua, ad aria e ad acqua/aria. Nelle macchine ad acqua il tessuto viene fatto circolare con la forza idraulica e la sua velocità dipende dalla pressione con la quale l'acqua passa attraverso l'ugello. Nel sistema ad aria il tessuto viene fatto circolare dall'aria aspirata all'interno del corpo macchina ed insufflata sul tessuto da una turbina o ventilatore; sul tessuto arriva anche il bagno a cascata, portato attraverso una fessura (ugello) del tubo di trasporto tessuto. Negli impianti misti Acqua/aria il tessuto viene fatto circolare da una miscela "acqua/aria", in quanto l'acqua viene nebulizzata all'interno del flusso d'aria.

Siluri: Sono apparecchi a circolazione di bagno che tingono il tessuto come "corpo avvolto", ovvero arrotolato su di supporto costituito da un subbio forato.

Il siluro è una macchina di tintura sostanzialmente molto diversa nel principio di funzionamento rispetto ai jet ed overflow. Infatti nel siluro il tessuto rimane fermo (corpo avvolto su un subbio forato) ed il bagno è posto in movimento.

Il siluro è una macchina composta dalle seguenti parti:

- un autoclave orizzontale con guide interne per sistemare il carrello porta subbio
- una pompa per la circolazione del bagno attraverso il tessuto arrotolato sul subbio perforato

Rispetto alla tintura con jet overflow, con i siluri si riduce la possibilità di formazione di pieghe, bastonature e grinze benché si conferisca al tessuto un aspetto più piatto e schiacciato (www.achitex.com; Quaderni di tecnologia tessile).

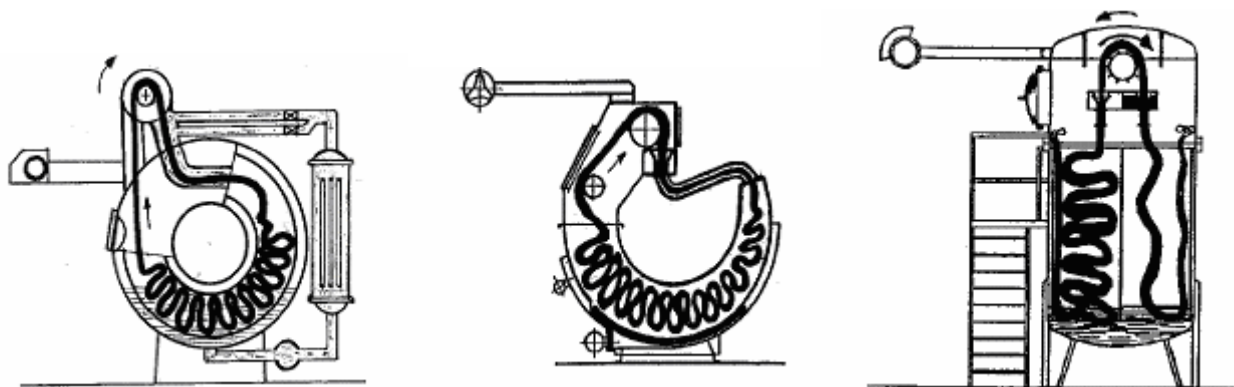


Figura 13 - Jet e overflow a sviluppo verticale: ad anello, a semicerchio ed ad autoclave verticale (www.achitex.com; quaderni di tecnologia tessile, n. 3)

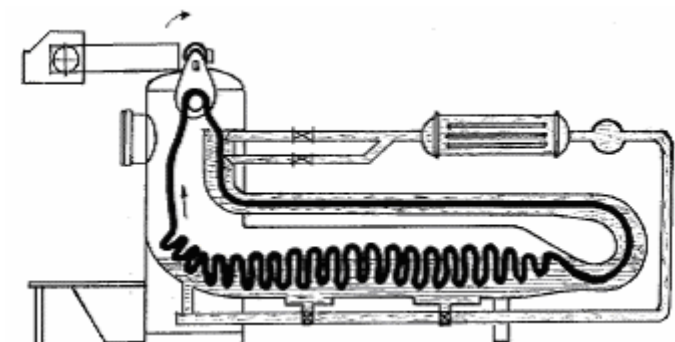


Figura 14 - Jet e overflow a sviluppo orizzontale (www.achitex.com; quaderni di tecnologia tessile, n. 3)

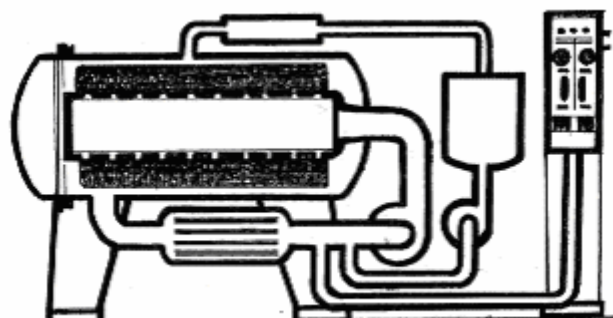


Figura 15 - Siluro (www.achitex.com; quaderni di tecnologia tessile, n. 3)

Stampa

Disegni multicolore si possono ottenere in seguito alla stampa dei prodotti tessili con coloranti. Rispetto alla tintura dei prodotti tessili, in cui il colorante proveniente dal bagno di tintura in seguito a cicli chimici e fisici viene fissato sul supporto tessile in modo uniforme, nel caso della stampa su tessili la colorazione è limitata nello spazio (campionatura) delle superfici tessili. Il disegno in questo caso può essere formato da uno o più colori e, analogamente alla tintura, tra la fibra e il colorante avvengono gli stessi processi chimici e fisici.

Nella stampa il colorante si prepara come pasta da stampa, la quale viene formata aggiungendo alle soluzioni o sospensioni di colorante determinate sostanze colloidali (addensanti) e determinati prodotti chimici (tra cui ausiliari) fino ad ottenere il prodotto desiderato.

La stampa di tessuti con la macchina da stampa comprende il trattamento preliminare del supporto, il processo di stampa vero e proprio ed il successivo trattamento di rifinitura. Molto spesso si effettua un cloraggio preliminare del supporto da trattare per abbassare la feltrabilità della fibra ed aumentarne l'affinità tintoriale.

In genere i trattamenti preliminari consistono nel lavaggio, candeggio, pulitura meccanica, mercerizzazione e clorazione.

Il processo di stampa avviene attraverso una determinata tecnica di stampa in cui il fissaggio del colore si ottiene in 10-15 minuti vaporizzando in vapore saturo; tempi più lunghi possono rendersi necessari con lana non clorata o con toni molto intensi. Il lavaggio delle stampe viene eseguito intorno agli 80°C in soluzione ammoniacale, che elimina il colorante salito ma non fissato sulla fibra; un ulteriore lavaggio con detergente non ionogeno a caldo migliora le solidità ad umido. Segue infine la fase di asciugatura e finissaggio finale.

I sistemi di stampa utilizzabili sono quattro:

- stampa con cilindri incisi in cavo
- stampa con matrici piane
- stampa con matrici cilindriche
- stampa a getti di inchiostro

Nel campione analizzato è presente solo la prima tipologia, che si avvale di cilindri di ferro con diverse rigature in modo da garantire diverse intensità di colore. Effettuata la stampa, il materiale trattato, che nel nostro campione è presente come tops o filato, viene portato in autoclave per fissare il colore e successivamente viene fatto passare nelle lisciatrici per il lavaggio e l'asciugatura. Ultimata questa fase si procede alla sfilatura ed all'imballaggio.

2.4.2 Candeggio

L'operazione del candeggio viene effettuata nelle medesime strutture impiantistiche utilizzate per la tintura e si può effettuare, preliminarmente alla tintura, sia sul top o fiocco che sulle pezze, allo scopo di decolorare la materia prima per poter ottenere in fase di tintura colori molto chiari. Per il candeggio della lana vengono utilizzati perossido di idrogeno (ossidante) e idrosolfito di sodio (riducente); nel caso si vogliano ottenere colori candidi si possono utilizzare anche sbiancanti ottici, caratterizzati dalla capacità di assorbire la luce incidente e di riemetterla con uno spostamento del relativo spettro di emissione sulle lunghezze d'onda più basse, con il massimo di emissione posto nella zona del blu violetto e del vicino UV.

Il processo di candeggio è condotto in bagno acquoso contenente l'agente redox opportunamente selezionato, in condizioni controllate di pH e di temperatura (circa 30°C per la lana), e gli ausiliari tessili detergenti e tamponanti idonei ad ottimizzare e regolarizzare l'azione degli agenti redox utilizzati.

2.4.3 Trattamento irrestringibile

Sulla lana si opera un trattamento irrestringibile finalizzato alla riduzione della proprietà di infeltrimento che la lana naturalmente ha quando viene sottoposta a sollecitazioni termiche e meccaniche.

La proprietà feltrante è collegata alla morfologia della fibra, caratterizzata da una forma cilindrica con scaglie più o meno pronunciate disposte su un solo senso di scorrimento della fibra; se si sottopone l'aggregato fibroso a sollecitazioni meccaniche di compressione e movimento le diverse fibre formano una struttura compatta, stabile ed irreversibile a causa dei reciproci agganci meccanici formati dagli orli delle scaglie.

Il trattamento irrestringibile arrotonda gli orli sporgenti delle scaglie, sfruttando l'azione solubilizzante del cloro sulla fibra. I trattamenti che si possono condurre sono:

- BASOLAN: sale sodico dell'acido dicloroisocianurico in ambiente debolmente acido
- SUPER WASH: H₂SO₄ e NaClO e successivo trattamento con resine polimeriche
- KROY GAS: Cloro gassoso in acqua e successivo trattamento con resine polimeriche

I nastri di lana vengono impregnati di prodotti antifeltranti, quindi sono fatti passare in lisciatrici analoghe a quelle utilizzate per l'asciugatura del tops tinto che contengono prodotti di neutralizzazione e resine polimeriche

atte a conferire mani più confortevoli. Dall'ultima vasca di lisciatura, che serve da lavaggio del materiale, il nastro passa nelle camere di asciugatura.

Sulla lana cardata, specialmente in pezze, può essere eseguito un trattamento irrestingibile con ANGRA (solfato di monoetanolamina modificato e NaHSO_3), aggiunto il più delle volte nella fase del lavaggio all'inizio dei trattamenti di finissaggio.

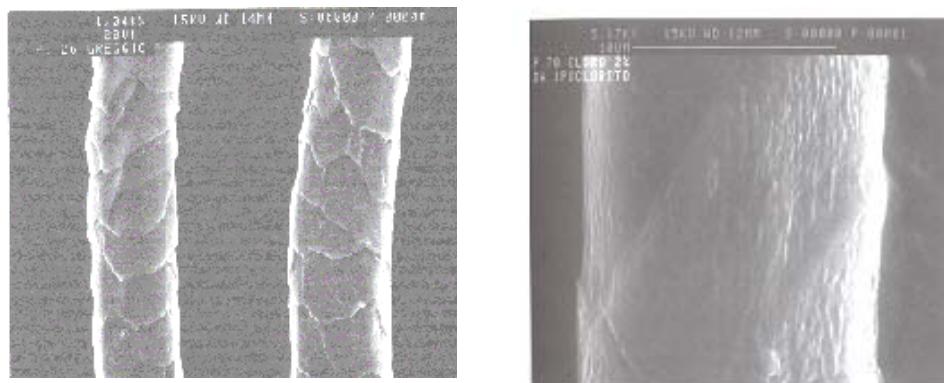


Figura 16 – Fibra di lana ingrandita 1040 volte e fibra di lana dopo trattamento con cloro (L.Gallico, La lana, Eventi&Progetti)

2.4.4 Finissaggio

Con il termine generico di finissaggio si intendono tutte le operazioni chimiche, fisiche e meccaniche che, generalmente a tintura ultimata, si fanno sui tessuti, allo scopo di impartire loro un aspetto superficiale adatto ai successivi utilizzi. Molti dei più semplici processi di rifinitura sono riconducibili all'azione della pressione, dell'umidità e del calore (trattamenti termici e meccanici). Questi trattamenti possono essere eseguiti, a seconda delle caratteristiche del prodotto finito, da soli o in combinazione tra di loro nelle diverse fasi di lavorazione e sono, nella maggior parte dei casi, discontinui.

Un esempio indicativo del ciclo delle possibili operazioni è riportato in figura 17.

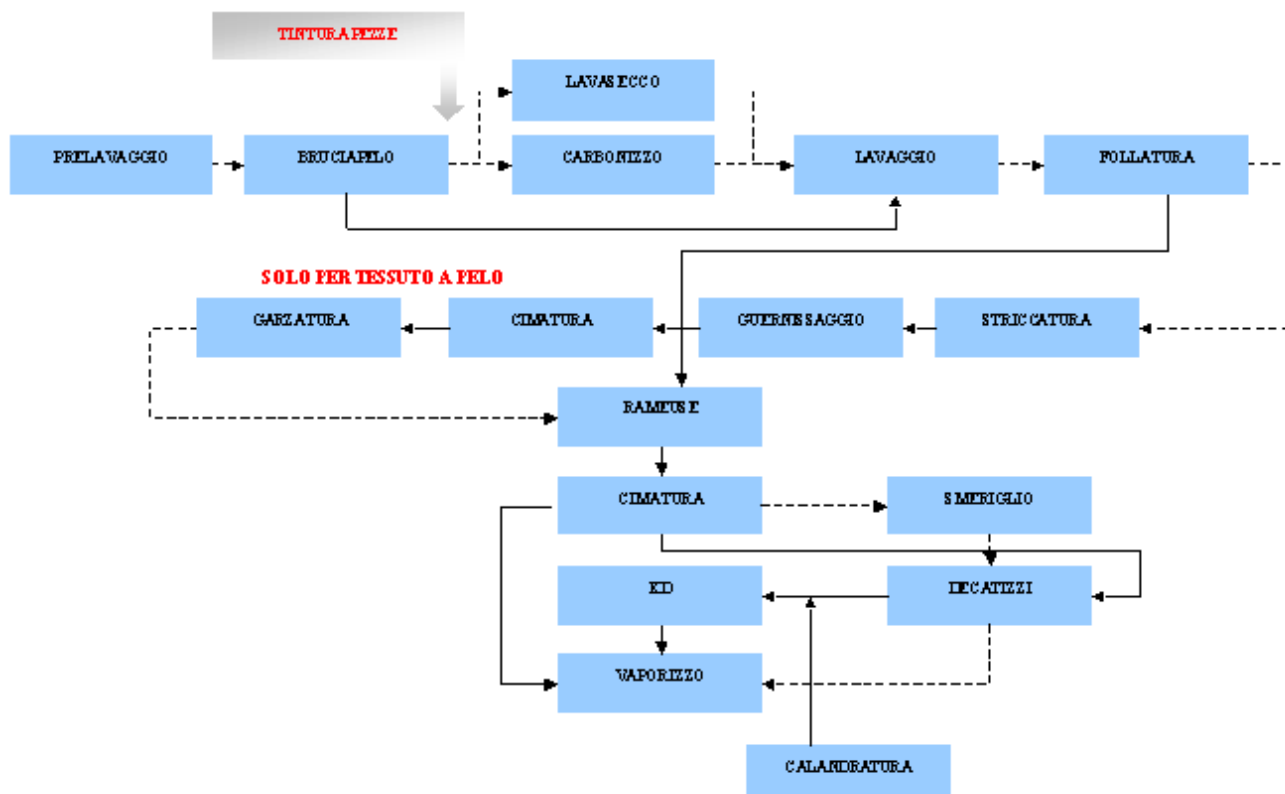


Figura 17 – Esempio di ciclo di finissaggio

Le operazioni di finissaggio possono essere eseguite per i seguenti scopi:

- pulitura del materiale tessile e sua preparazione per le successive operazioni
- conferimento di un determinato aspetto o di una determinata mano al materiale tessile
- aumento della resistenza agli agenti esterni di carattere fisico, chimico e biologico

Carbonizzo

Molte lane possono contenere detriti di natura cellulosica, di origine vegetale, trattenuti meccanicamente e difficilmente eliminabili nelle operazioni di lavaggio, o residui di filamenti di polipropilene degli imballaggi. La presenza di tali impurezze si rileva soprattutto nelle pezze cardate, in modo particolare dopo la tintura, in quanto i coloranti per lana difficilmente tingono le parti cellulosiche. Per eliminare tali elementi il materiale viene immerso in sistemi chiusi contenenti un bagno di acido solforico, il quale provoca l'idrolisi della cellulosa, che viene trasformata in idrocellulosa friabile, facilmente eliminabile nel successivo lavaggio; i bagni esausti vengono completamente neutralizzati prima dello scarico.

Si tratta di un'operazione, da effettuarsi prima del lavaggio, impiegata molto raramente; nel territorio biellese e vercellese esistono pochi impianti di carbonizzo.

Lavaggio

È un trattamento in continuo che avviene in una serie di vasche di lavaggio e sta alla base di tutti i successivi trattamenti di finissaggio. La temperatura dell'acqua è mantenuta attorno agli 80/90 °C ed è addizionata di tensioattivi, NaHSO_3 e angra⁹ in alcuni casi.

⁹ Prodotto stabilizzante pre-tintura a base di solfato di monoetanolammina in bisolfito di sodio stabilizzato con urea
Dipartimenti Arpa di Biella e Vercelli

Follatura

Nell'industria laniera la capacità feltrante della lana viene sfruttata per conferire ad alcuni tipi di tessuti (prevalentemente i cardati) caratteristiche particolari, per modificarne l'aspetto, il corpo, la tenacità e per conferire ad essi una nuova struttura, che può diventare la base di ulteriori trattamenti di finitura.

Il processo di feltratura consiste in un lavaggio, ma avviene a temperature più basse e il tessuto che circola nei folloni viene sottoposto a un'azione meccanica di compressione combinata al calore ed all'umidità del mezzo; il grado di feltratura può essere scelto in base all'effetto desiderato: con procedimenti blandi si possono ottenere tessuti più compatti e soffici mentre trattamenti energici possono provocare un intreccio delle fibre che mascherano completamente la tessitura di una pezza.

Nei folloni il tessuto circola in corda come una catena senza fine, ammuccchiandosi per la maggior parte nel fondo della macchina mentre viene sottoposto all'opera di compressione.



Figura 18 – Lavaggio in continuo



Figura 19 – Follone

Asciugatura

Avviene facendo passare la pezza in impianti denominati *rameuse*, che hanno in realtà duplice funzione:

- Asciugatura di tessuti, che si effettua in forma continua a temperature di esercizio che, per la lana, non superano i 90°C;
- Fissaggio dimensionale dei tessuti per mezzo del calore (termofissaggio), che avviene a temperature comprese tra i 120 e i 140°C per la lana.

La rameuse può funzionare con due diversi tipi di riscaldamento:

- Indiretto, tramite serpentine ad olio diatermico che riscaldano il tessuto (in questo caso si hanno costi più elevati, ma un miglior controllo della temperatura di processo)
- Diretto, con aria riscaldata dalla fiamma di un bruciatore a combustibile (in questo caso i costi sono più ridotti, ma sono possibili brusche variazioni di temperatura)

In uscita dalla rameuse il tessuto può subire trattamenti di antipeeling, ammorbidente, ignifugo, ecc. attraverso il sistema del foulardaggio.

Decatissaggio

E' un'operazione di fissatura e rappresenta, dopo la follatura, uno dei più importanti trattamenti che la lana può subire nella fase del finissaggio. Nel decatissaggio una pezza passa in continuo dentro un macchinario dove viene messa in contatto con vapore secco, in modo da conferire al tessuto un aspetto ed una caratteristica definitiva, fissando larghezza, lunghezza, brillantezza, mano e scivolosità delle fibre di lana sul materiale in pezza.

Un decatissaggio particolare è il Decatissaggio KD, che avviene in autoclavi dove la pezza viene posta sotto pressione, in modo da produrre effetti permanenti di fissaggio, lucido e mano.

Calandratura

E' un'operazione di pressatura atta a conferire al tessuto il grado di lucentezza necessario. Tale caratteristica si ottiene facendo passare il tessuto fra due superfici (premute una contro l'altra), una delle quali, mobile e rugosa, serve per trascinarlo, e l'altra, fissa e liscia, serve per ingenerare la frizione necessaria.

Garzatura

E' un'operazione che avviene facendo passare sul tessuto una serie di punte più o meno fini ed elastiche che servono per dargli un aspetto peloso e vellutato; oltre a conferire maggiore morbidezza, tale operazione modifica il tessuto in modo da nascondere il filo di ordito e di trama; inoltre si ottiene anche un cambiamento nell'aspetto dei colori, che risultano più pastosi mentre il loro contorno resta leggermente sfumato.

Guarnissaggio

Consiste in una garzatura in cui al posto degli aghetti metallici si utilizzano cardi naturali; queste piante presentano punte un po' ricurve che permettono di garzare tessuti molto delicati in modo meno energico delle punte metalliche, che indebolirebbero la struttura dei tessuti.

Striccaggio

Il tessuto dopo il guarnissaggio può essere immerso in vaschette d'acqua fredda e quindi spazzolato con accessori metallici: l'effetto finale è una ulteriore pettinatura ad umido del pelo che costituisce il tessuto. Il tessuto in uscita può essere inviato alla rameuse.

Cimatura

Persegue l'effetto contrario alla garzatura e si ottiene facendo passare il tessuto in un macchinario in cui ci sono delle lame che lambiscono la pezza, tagliando alla base o ad un'altezza predefinita tutta la peluria che sporge dalla superficie.

Bruciapelo

Nelle operazioni di rifinitura può essere talvolta necessario eliminare completamente la peluria dal tessuto in modo da evidenziare l'armatura rendendola perfettamente pulita e nitida. Essendo difficile cimare un tessuto molto sottile o un tessuto con una peluria molto corta, con tale operazione il tessuto viene posto, su entrambi i lati o su uno solo, a contatto con una fiamma ossidante laminare, che brucia il pelo superficiale ed altre impurezze eventualmente presenti; il tessuto viene infine fatto passare su un rullo sbattitore e spazzolato per il distacco dei residui di combustione delle fibre. Tale operazione avviene in un sistema chiuso in aspirazione continua.

Vaporizzo

Questa fase, da non confondere con il decatissaggio, ha lo scopo di eliminare una parte del lucido eccessivo che può essere rimasto dopo il decatissaggio, la pressatura o la calandratura, conferendo un tatto migliore alle pezze e assestando inoltre le dimensioni dei tessuti dopo le fasi precedenti.

L'operazione consiste nell'esporre il tessuto, in ambiente saturo di vapore e ad una temperatura di circa 85°C, all'azione del vapore, che può essere libero o mantenuto in sistemi chiusi.

2.5 Fasi produttive presenti nel campione analizzato

In riferimento al campione analizzato, si riportano nella tabella seguente le fasi produttive presenti nelle ditte: la tintoria è la fase più frequente, presente nell'80% delle attività produttive analizzate; il lavaggio del sucido, con produzione di nastro pettinato o fiocco, è presente in 3 stabilimenti (14% del campione); le operazioni meccaniche di filatura e tessitura vengono svolte da 8 ditte.

Azienda n.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
fasi meccaniche	Lavaggio sucido																			X	X	X
	Cardatura																			X	X	X
	Pettinatura							X						X						X	X	X
	Filatura							X	X		X				X	X	X	X	X			
	Tessitura							X	X		X		X		X				X	X		
tintoria e trattamenti	Tintoria	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X		
	Stampa tops / filo					X	X					X										
	Trattamento irrestringibile	X				X	X	X				X										
finitaggio	Carbonizzo														X	X				X		
	Lavaggio		X			X	X				X	X	X	X	X				X	X		
	Striccatura		X											X								
	Follatura										X				X	X			X			
	Aciugatura	X		X	X	X	X				X	X			X	X			X	X		
	Lavasecco														X				X			
	Calandratura														X				X			
	Garzatura		X											X					X			
	Guernissaggio		X											X					X			
	Cimatura										X		X	X	X				X	X		
	Bruciapelo		X								X		X	X	X							
	Decatissaggio		X								X		X	X	X				X	X		
	Vaporizzo		X								X		X	X	X			X	X			

Tabella 10 – Fasi produttive presenti nel campione di studio

Nella tabella seguente vengono illustrati i diversi substrati avviati alle operazioni di tintura nelle ditte analizzate: le rocche rappresentano il substrato più frequente, seguite dal tops, matasse, pezze e fiocco.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	18
TOPS																	
FIOCCO																	
MATASSE																	
ROCCHHE																	
PEZZE																	

Tabella 11 – Substrati avviati alla fase di tintura nel campione analizzato

2.6 Prodotti chimici

Nelle diverse fasi di lavorazione vengono impiegati una serie di prodotti chimici atti a regolare ed ottimizzare le operazioni chimico – fisiche fondamentali per l’attuazione del processo di lavaggio della lana, filatura, tessitura e processi di nobilitazione. Per i primi tre processi, i prodotti chimici più utilizzati appartengono a categorie piuttosto limitate (detergenti, antischiuma, antistatici e prodotti oleanti); sono invece le fasi di nobilitazione quelle in cui si ha il consumo più significativo di sostanze.

Di seguito si elencano brevemente le categorie di prodotti chimici utilizzati nelle diverse fasi del ciclo di lavorazione della lana.

2.6.1 Tensioattivi

Rappresentano la categoria di composti chimici più diffusa nell’industria tessile. Con il termine generico di tensioattivi vengono annoverate tutte le sostanze chimiche che hanno in comune la funzione tensioattiva, ovvero la capacità di abbassare la tensione superficiale di un liquido, solitamente acqua, all’interfaccia liquido-aria e la capacità di abbassare la tensione interfacciale dell’acqua nei confronti di un materiale tessile o di un olio.

La molecola dei tensioattivi è caratterizzata da una catena idrofoba e da strutture idrofile, che possono essere formate da gruppi ionici (anionici, cationici e anfoteri) o da gruppi non ionici¹⁰.

I tensioattivi più diffusi sono quelli non ionici (BIAS), che derivano dalla reazione tra un gruppo alcolico ed un epossido, e sono formati da gruppi idrofili etossilati e da molecole idrofobe di varia lunghezza e struttura, che presentano un gruppo alcolico. In passato un’ampia frazione di tensioattivi non ionici utilizzati nei processi tintoriali era rappresentata da alchilfenolietossilati (meno biodegradabili degli altri); tali sostanze risultano ormai sostituiti con tensioattivi a base di alcoli grassi etossilati.

Nei tensioattivi anionici (MBAS) il carattere polare è conferito da gruppi solfonici e solforati che si dissociano in soluzione dando anioni; i tensioattivi cationici sono invece formati da gruppi amminici e da strutture eterocicliche di azoto e zolfo e sono utilizzati anche perché presentano proprietà disinfettanti; gli anfoteri presentano invece gruppi con carattere acido e basico.

Le fasi del processo tessile in cui vengono consumate le maggiori quantità di tensioattivi sono il lavaggio del sucido, la tintura e il finissaggio; negli ultimi due processi sono classificati negli ausiliari (riportati nel riquadro di approfondimento) ovvero sostanze che favoriscono lo svolgimento delle operazioni di tintura, finitura e stampa.

¹⁰ Nei tensioattivi il gruppo idrofobo viene respinto dall’acqua, conferendo alla molecola la tendenza a lasciare la fase acquosa: all’interfaccia aria-acqua, le molecole di tensioattivo si orientano quindi con la parte idrofila in direzione dell’acqua e quella idrofoba il più lontano possibile, in direzione opposta, formando così uno strato superficiale che provoca l’abbassamento della tensione superficiale dell’acqua e la formazione di schiume.

SCHEDA DI APPROFONDIMENTO Categorie di Ausiliari

Imbibenti: provocano un abbassamento della tensione superficiale fra tessuto e bagno.

Detergenti: eliminano lo sporco solubile ed insolubile dalla fibra; sono caratterizzati da molecole di cariche ioniche differenti che ne determinano il grado di tensioattività.

Emulsionanti: omogeneizzano due sistemi non miscibili tra loro, tipo acqua e olio, evitando di ricorrere all'utilizzo di solventi organici.

Disperdenti: evitano la formazione di aggregati di particelle di colorante e/o formazioni di placche di colore sulla fibra, quando si lavora con fasi eterogenee, come un bagno acquoso contenente una fase solida (es. coloranti dispersi o insolubili).

Ugualizzanti formano con il colorante un complesso maggiormente solubile che aumenta lo scambio colore/fibra favorendo così l'uniformità tintoriale.

Ritardanti: regolano la velocità di salita del colorante sulla fibra, formando ad esempio dei complessi a bassa temperatura che si dissociano con l'aumento della temperatura del bagno

Fissatori: fissano o "imbrigliano" il colore sulla fibra attraverso particolari legami

Sequestranti: complessano uno ione metallico tenendolo in soluzione, inibendo così la precipitazione di molti sistemi sovrasaturi.

Antischiuma: intervengono sulla tensione superficiale del sistema liquido nel quale vengono dosati, diminuendo o eliminando la formazione di schiuma

Antistatici: riducono la formazione di corrente elettrostatica sulla fibra, aumentando la conduttività elettrica del substrato tessile e favorendo la sua scarica a terra

Antislittanti: rendono meno facile lo scorrimento di un filo su un filo vicino o con esso annodato

Antibastonanti: lubrificano la fibra riducendo la possibilità di impaccamento, sfregamento e formazione di pieghe e bastonature

Ammorbidenti: aderiscono al supporto tessile apportando un cambiamento di mano, tatto e scorrevolezza e favorendo la conducibilità; sono a base di sostanze grasse

Impermeabilizzanti: conferiscono idrorepellenza alla fibra rivestendola con un sottile film

Antifiamma: sono ritardanti di fiamma che bloccano lo sviluppo della reazione di combustione e/o raffreddano la fibra o formano sulla sua superficie uno strato che impedisce la propagazione della fiamma. (www.achitex.com; quaderni di tecnologia tessile)

2.6.2 Oleanti

Questa categoria di prodotti si riscontra soprattutto nella fase di preparazione alla filatura, quando sulle fibre di lana non ancora filate ma già liberate della maggior parte del loro grasso naturale vengono applicati corpi oleosi di varia natura, che rendono adatte le fibre alle successive fasi di filatura e tessitura: è possibile quindi trovare queste sostanze negli impianti di Pettinatura, Filatura e Tessitura.

Le quantità di lubrificante ideale per avere rendimenti ottimali oscilla tra il 4 e l'8% nei filati cardati mentre si riduce a 1–3% per i filati pettinati.

Nella filatura cardata, dove il velo di fibre è meno consistente, e le fibre sono più corte e meno parallelizzate, la lubrificazione deve determinare una buona aderenza senza l'ausilio di prodotti incollanti, in quanto è necessario che tutte le fibre corte vengano mantenute nel velo di carda; essa contribuisce inoltre ad aumentare la conducibilità elettrica delle fibre, favorendo la dispersione dell'elettricità statica. Queste condizioni sono meno importanti nella filatura pettinata.

Come oleanti per filatura si usano prevalentemente oli vegetali, che hanno progressivamente soppiantato l'utilizzo di oli minerali, più persistenti e quindi difficilmente eliminabili nelle fasi successive alla filatura. Nella filatura cardata si usa generalmente l'oleina, che presenta il duplice vantaggio di fornire una buona lubrificazione ed essere facilmente asportabile mediante lavaggio, mentre nella pettinata sono preferibili oli vegetali.

Allo scopo di garantire una distribuzione più uniforme sulle fibre, gli oli di filatura, detti anche *oli di ensimage*, vengono applicati sotto forma di soluzioni acquose.

2.6.3 Bozzime

L'imbozzimatura si effettua sui filati prima della tessitura per avere più scorrevolezza a telaio. Le bozzime devono essere facilmente eliminabili dai tessuti, dopo tessitura, per semplice lavaggio con acqua e sapone ed è per questo che devono essere composti facilmente solubili in acqua.

La bozzima migliora le proprietà meccaniche del filato, senza ridurne l'elasticità.

I prodotti per l'imbozzimatura possono essere di origine naturale, artificiale e sintetica; gli agenti imbozzimanti sono costituiti da componenti insolubili in acqua, come amido o fecola, parzialmente solubili, come gli amidi eterificati, o da componenti solubili in acqua, come copolimeri dello stirene ed acido maleico, acidi poliacrilici, alcol polivinilico (PVA), carbosimetilcellulosa (CMC) e poliesteri solubili.

La sbozzimatura è l'operazione con la quale vengono eliminati dal tessuto tali sostanze: si tratta di una fase delicata in quanto eventuali residui di bozzima provocherebbero assorbimenti differenziati dei coloranti nelle successive operazioni di tintura. Molti imbozzimanti sono eliminabili per semplice lavaggio, eventualmente con l'uso di un semplice detergente, mentre per la rimozione delle bozzime amidacee è necessario operare una sbozzimatura enzimatica (amilasi), che trasforma le bozzime in componenti solubili in acqua senza danneggiare le fibre cellulosiche

2.6.4 Coloranti per lana

I requisiti fondamentali che un colorante deve possedere sono la solubilità in acqua, l'intensità di colorazione, la capacità di salita e fissaggio sulla fibre, la capacità di produrre tinte solide, sia rispetto ai trattamenti cui le fibre sono soggette successivamente, sia durante l'utilizzo.

I coloranti si suddividono in base al comportamento tintoriale, alle condizioni di applicazione e alla costruzione chimica. Per la tintura della lana le classi di coloranti utilizzate sono:

- coloranti acidi
- coloranti premetallizzati
- coloranti al cromo
- coloranti reattivi
- coloranti al tino

Coloranti acidi: sono strutture cromogene di natura azoica o antrochinonica, con gruppi solfonici salificati; nella maggior parte dei casi sono applicati in bagni acidi (acidità minerale od organica).

Coloranti premetallizzati: sono costituiti da complessi del cromo con azocoloranti dotati di gruppi capaci di chelare un atomo di metallo (cromo, nichel o cobalto), secondo il rapporto:

- *pre-metallizzati 1:1* (in ambiente acido): 1 complesso metallico = 1 molecola di colorante
- *pre-metallizzati 1:2* (in ambiente neutro): 1 complesso metallico = 2 molecole di colorante

La costruzione chimica e la solubilità dei premetallizzati si differenzia per il tipo di complesso metallico; la solubilità è dovuta alla presenza di uno o più gruppi solfonici.

A meno di ricorrere all'impiego di particolari ritardanti, per i premetallizzati 1:1 occorre un bagno di tintura fortemente acido per garantire una sufficiente ugualizzazione della tinta.

Coloranti acidi al cromo: sono coloranti di carattere anionico capaci di formare complessi di coordinazione con il cromo; grazie all'insolubilità di questo elemento sono in grado di offrire maggior solidità ai trattamenti umidi rispetto ai coloranti acidi normali. Le indicazioni contenute nelle Bref di Siviglia prevedono l'abolizione della tintura al cromo ma, allo stato attuale, non risulta sostituibile con tecniche alternative in relazione alle elevate solidità di tintura che si possono raggiungere, specialmente per i colori nero e blu.

Coloranti reattivi: sono costituiti da sistemi cromofori uniti, direttamente o indirettamente, con particolari funzioni capaci di stabilire legami covalenti con alcuni gruppi reattivi delle fibre, attraverso una reazione di eterificazione. Sono coloranti facilmente solubili in acqua e, in ambiente alcalino, si uniscono covalentemente con le fibre cellulosiche, fornendo tinte dotate di ottime solidità generali e di particolare brillantezza.

Coloranti al tino: sono coloranti che diventano solubili in acqua solo dopo appropriata riduzione in mezzo alcalino e ritornano nella forma insolubile mediante ossidazione della forma ridotta, forma attraverso la quale sono penetrati nella fibra. Si usano principalmente per la tintura del fiocco.

2.6.5 Prodotti chimici di base

Nei processi di tintura e finissaggio vengono utilizzati prodotti chimici, di natura prevalentemente inorganica, che assolvono molteplici funzioni; tali prodotti sono:

Acidi, basi, sali, perossidi: consentono il corretto svolgimento del procedimento tintoriale regolando il pH, il potenziale redox e svolgendo un'azione tampone; alcuni di questi composti vengono inoltre utilizzati nelle fasi di finissaggio, in particolare come ausiliari del trattamento irrestingibile. Tra gli acidi trovano maggiore diffusione quelli di natura organica (acidi acetico, maleico, formico) sebbene alcune categorie di coloranti richiedano acidità più forti, ottenibili con acidi minerali (acidi solforico e cloridrico). Prodotti di ausilio alla tintura sono inoltre soda

caustica, ammoniacca e sali come bicarbonato di sodio, solfato di sodio, solfato d'ammonio e bisolfiti. Il perossido di idrogeno è utilizzato, invece, per il candeggio della lana.

Bicromato di sodio e potassio: è utilizzato in associazione ai coloranti al cromo, in quanto responsabile della formazione di un complesso metallorganico che aderisce saldamente alla fibra di lana, conferendo elevate solidità di tintura. Le Bref di Siviglia prevedono l'abolizione della tintura al cromo, ma al momento, come già accennato, ciò non risulta possibile; nel corso degli anni si è però affinato il procedimento tintoriale attraverso il dosaggio stechiometrico dell'agente complessante $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ (ogni colorante al cromo ha un proprio coefficiente di cromatazione) e il controllo in continuo del pH: tali operazioni garantiscono l'esaurimento del bagno e la totale riduzione del Cr VI a Cr III. Dai controlli effettuati in modo sistematico dal dipartimento ARPA di Biella sulle acque di scarico e sui fanghi di depurazione il Cr VI assume, nella maggior parte dei casi, concentrazioni inferiori ai limiti di rilevabilità strumentale e comunque sempre inferiori a quelle previste dalle normative vigenti (tabella 3, Alleg.5, Parte III del D.Lgs. 152/06). Nel campione analizzato il 53% delle tintorie svolge questo tipo di tintura.

Percloroetilene e bromopropano: sono utilizzati nella fase di finissaggio per la smacchiatura delle pezze. Il trattamento può avvenire attraverso l'applicazione puntuale, con apposite pistole a spruzzo, nei tribunali oppure in sistemi chiusi, dove i vapori di percloroetilene originati nella fase di asciugatura vengono condensati e recuperati. Il bromopropano viene usato in alternativa al percloroetilene per la sua minore tossicità.

Ausiliari per il trattamento irrestingibile: in base al tipo di trattamento può essere utilizzato sodio dicloroisocianurato (Etichettatura: Xn, O, N), ipoclorito o cloro liquido (Etichettatura: T, N) con l'aggiunta di prodotti ausiliari costituiti da resine e ammorbidenti.

Angra (solfato di etanolamina): è un fissatore a base di solfito organico aggiunto in continuo nel lavaggio.

2.6.6 Prodotti depurazione acque

Disinfettanti: questa categoria di sostanze svolge un'azione battericida e comprende diversi tipi di sostanze, tra le quali le più utilizzate sono il diossido di cloro, l'ipoclorito e l'ozono.

Coagulanti: queste sostanze permettono l'aggregazione delle sostanze colloidali (es. fanghi) e la loro sedimentazione o flocculazione. I reattivi più adatti sono a base di sali minerali a cationi polivalenti, in particolare sali di ferro e alluminio (principalmente solfato di alluminio, solfato di ferro (II o III), cloruro ferrico e policloruro di alluminio). L'azione destabilizzante di questi prodotti si attua principalmente per effetto della carica elettropositiva del catione metallico, in grado di annullare la carica, in genere elettronegativa, delle particelle colloidali in sospensione: il contatto avviene per adsorbimento e le particelle colloidali, così neutralizzate, non tendono più a respingersi vicendevolmente ma tendono ad agglomerarsi.

La coagulazione dipende molto dalle dosi di coagulanti, dal pH e della concentrazione di colloide. Per regolare i livelli di pH si può applicare $\text{Ca}(\text{OH})_2$ come coflocculante. Si possono inoltre aggiungere ausiliari di flocculazione, quali ad esempio silice attivata e polielettroliti, in grado di favorire l'azione di agglomerazione dei fiocchi.

Agenti neutralizzanti: vengono utilizzati per neutralizzare pH acidi o basici. Si usano soluzioni di idrossido di sodio, carbonato del calcio, sospensioni di calce per aumentare i livelli di pH e acidi minerali forti (solfonico o

cloridrico) e acidi organici (acetico, formico) per ridurre i livelli di pH. La quantità aggiunta dipende dal pH dell'acqua nel bacino di reazione. Le reazioni di neutralizzazione causano un aumento nella temperatura.

Ossidanti: si aggiungono per ridurre i livelli di COD/BOD e per rimuovere i componenti ossidabili sia inorganici che organici. I processi possono completamente ossidare i materiali organici, ottenendo anidride carbonica e acqua, anche se spesso non è necessario far evolvere i processi fino a questo punto.

Esiste un'ampia varietà di composti chimici aventi tali funzioni, quali il perossido di idrogeno, l'ozono e l'ossigeno. Il perossido è usato perché è un ossidante efficace, potente e versatile. Le sostanze inquinanti più difficili da ossidarsi possono richiedere che H_2O_2 sia attivato con catalizzatori quali ferro, rame, manganese o altri composti metallici di transizione. L'ozono può trovare impiego non solo per le sue funzioni disinfettanti ma anche perché rimuove dall'acqua, tramite ossidazione, il colore e molti agenti inquinanti (idrocarburi, tensioattivi, antiparassitari, PCB...). Anche l'ossigeno può essere applicato come ossidante, per esempio per realizzare l'ossidazione di ferro e di manganese.

Prodotti decoloranti: se le acque trattate presentano una colorazione residua derivante dalla presenza di coloranti non metabolizzati nel processo biologico, vengono utilizzati prodotti organici decoloranti, costituiti da resine organiche, dosate nella vasca di ossidazione.

2.6.7 Prodotti depurazione aria

Negli impianti di abbattimento delle emissioni in atmosfera vengono aggiunti prevalentemente ipoclorito e soda caustica, utilizzati per abbattere le emissioni generate dalle fasi di bruciapelo, asciugatura e trattamento irrestringibile.

3.BILANCIO AMBIENTALE¹¹

3.1 Ciclo delle materie prime

Nel distretto industriale analizzato la materia prima entra come lana sucida direttamente dai Paesi di origine per essere sottoposta alle fasi di lavaggio, cardatura e pettinatura, che costituiscono la base comune dei successivi trattamenti: i prodotti in uscita dalle Pettinature, fiocco e tops, possono infatti seguire diverse destinazioni. Nei seguenti grafici sono illustrati i quantitativi e la tipologia di materiale messo in lavorazione e prodotto nelle aziende del campione.

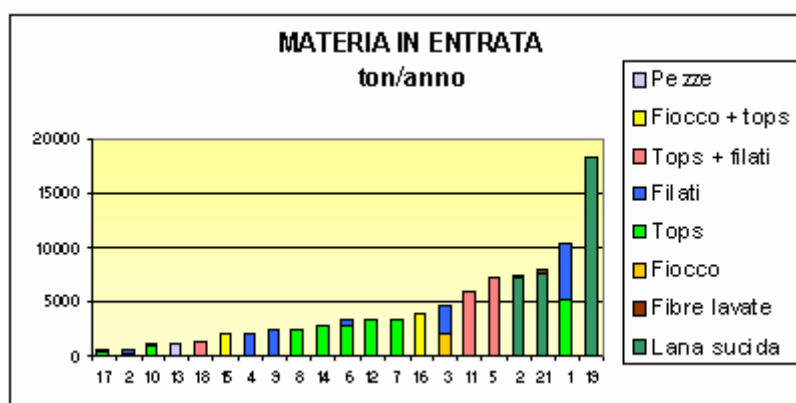


Grafico 7 – Materiale in entrata

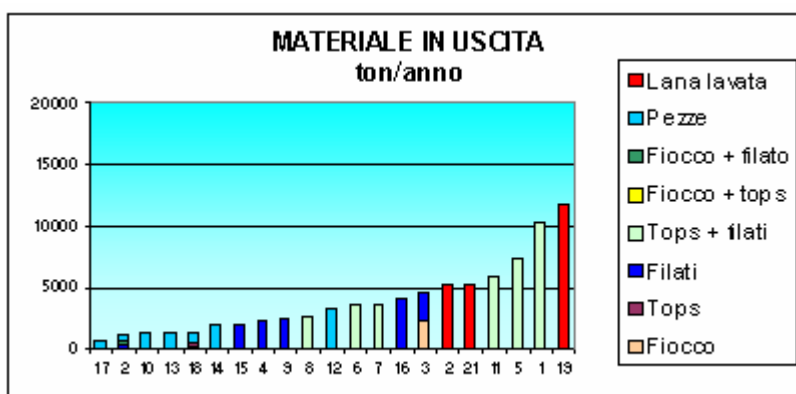


Grafico 8 – Materiale in uscita

Il materiale che entra ed esce dal distretto risulta di difficile quantificazione a causa della tendenza di tale settore a specializzarsi in lavorazioni che occupano solo una parte dell'intero ciclo di lavorazione della lana (filature, tessiture, ritorciture, tintorie, finissaggi). Gli stessi lanifici, che svolgono la lavorazione completa della lana ad eccezione del lavaggio, spesso cedono a terzi o ricevono da essi partite di filati o tessuti per trattamenti particolari.

3.2 Sottoprodotti

L'industria tessile laniera è caratterizzata da diverse tipologie di sottoprodotti di lavorazione, che possono essere originati in tutte le fasi del ciclo produttivo; tale materiale, che non viene considerato rifiuto, viene venduto a terzi, costituendo la materia prima di altre ditte. Le tipologie più frequenti sono:

¹¹ Nel presente capitolo, salvo quando diversamente specificato, parlando di Pettinature si intende lo stabilimento che tratta la lana sucida e non la fase meccanica di pettinatura del nastro cardato

- *Grasso di lana*: sottoprodotto ricavato per centrifugazione del grasso estratto dalle vasche di lavaggio del sucido nelle Pettinature; viene venduto ad aziende (es. cosmetiche) che, attraverso processi di raffinazione, ottengono grassi e lanolina.
- *Bottoni e lappole*: sono sottoprodotti delle pettinatrici, costituite da fibre corte e da parti vegetali; vengono riconsegnate dalla Pettinatura ai proprietari dei lotti di lana messi in lavorazione. Possono essere rimessi in lavorazione nel ciclo cardato.
- *Laps, blousse, pneumafil, anelli, filandre* sono sottoprodotti della fase di filatura costituiti da tops difettoso, nodi di fibra, fili difettosi che vengono rivenduti prevalentemente a sfilacciatore.
- *Tubetti e rocche*: possono venire recuperati dai reparti di filatura e di tintura rocche. Nel distretto biellese, una tintoria recupera al suo interno la plastica delle rocche e la riutilizza per produrne di nuove.
- *Cimosse*: sottoprodotti generati nella fase di tessitura, vengono imballate e rivendute ad altre ditte, prevalentemente sfilacciatore.

Nella tabella sottostante viene riportato un esempio di sottoprodotti generati da una delle ditte campione (numero 14) che rappresentano circa il 7% della materia prima trattata:

Sottoprodotto	Quantitativi (kg/a)
Laps colorato o greggio	17.361
Blousse	15.242
Polvere	11.168
Pneumafil	21.552
Anelli	2.011
Filandre semplici	14.349
Filandre ritorte	10.574
Scopature	5.328
False cimosse	38.320
Testate pezze	15.517
Avanzi di campionario	9.961
Totale	161.383

Tabella 12 – Sottoprodotti dichiarati da una ditta del campione

3.3 Prodotti chimici

Nella tabella seguente sono riportate le classi di sostanze chimiche applicate nelle diverse fasi del ciclo produttivo, riscontrate nel campione.

Classe di composti		Fase di utilizzo				
		Pettinatura	Filatura	Tessitura	Tintoria	Finissaggio
Detergenti	alcoli grassi etossilati	■				■
	miscela alchil poliglicol eteri					■
Oleanti	solfoalcolici, glicoli, condensati ossietilenici	■	■		■	
	poliossieterei e acidi policarbossilici				■	
Ammorbidenti	esteri di acidi grassi				■	■
	ammidi di acidi grassi				■	■
	poli glicoli eteri				■	■
	poliuretani				■	■
	oli siliconici ammino reattivi				■	■
Antistatici	poliossietilenati e derivati del fosforo	■				■
	tensioattivi non ionici etossilati					■
	estere					■
	ossidietanolo					■
Bozzime	combinazione azotata quaternaria					■
	Enzimi			■		
Antibastonanti	gliceridi solfonati			■		
	Poliacrilammidi				■	
Antischiuma	esteri di glicerolo				■	
	triosobutilfosfato e tensioattivi non ionici				■	
Antifeltranti	idrocarburi alifatici				■	
	poliuretano modificato					■
Antistramanti	acido silicico					■
Candeggianti	derivato del distilidifenile				■	
Elasticizzanti	miscela di polimeri					■
Disperdenti	alcol primario etossilato				■	
	oli solfonati				■	
	alchil - naftil solfonati				■	
Smacchianti	percloroetilene					■
	1-bromopropano					■
Idrorepellenti	Alcool alifatico ramificato etossilato				■	
	oli siliconici				■	
Sequestranti	esteri dell'acido fosforico				■	
	gluconati				■	
	acrilati				■	
Ugualizzanti	ammine grasse/...				■	
	alchil benzen solfonati				■	
	Alchilaminopoliglicoletere				■	
Chimici di base	sodio dicloroisocianurato e cloro gassoso					■
	sodio bisolfito				■	■
	carbonato di sodio					■
	solfo di monoetanolamina (angra)					■
	acidi organici (acetico, maleico, ossalico, formico)				■	
	acidi minerali (solforico, cloridrico)				■	■
	acqua ossigenata	■			■	■
	ammoniaca				■	■
	idrossido di sodio				■	■
	solfo d'ammonio				■	■
	ipoclorito di sodio				■	■
	carbonato di sodio	■			■	■
	solfo di sodio				■	■
	bicarbonato di sodio				■	■
	idrosolfito di sodio				■	■
	bicromato di K - Na				■	■
cloruro di sodio	■			■	■	

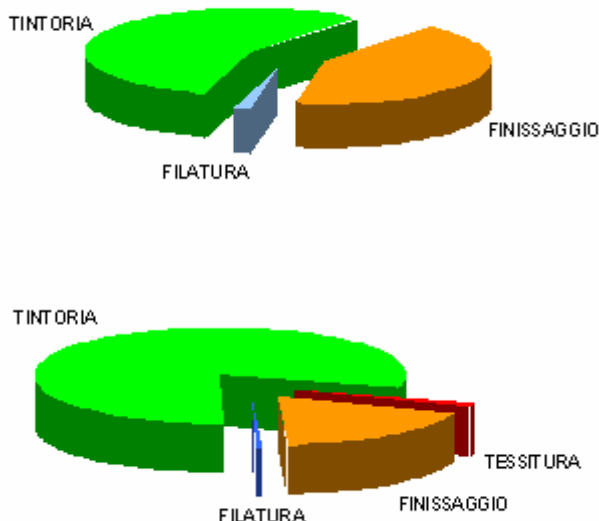
Tabella 13 – Prodotti chimici utilizzati

I prodotti chimici utilizzati negli impianti di depurazione esistenti nelle ditte campione sono costituiti essenzialmente dalle seguenti categorie di prodotti:

- acidi (acetico, formico, ecc.) e basi (soda, carbonati, ecc.) per la parificazione del pH
- flocculanti e decoloranti

- ossigeno e/o ozono

Nei grafici seguenti è riportata a scopo esemplificativo la distribuzione del consumo di prodotti chimici all'interno di due lanifici che compongono il campione analizzato; si può notare come la fase che pesa maggiormente nel consumo complessivo sia in entrambi i casi la tintoria, nella quale si consuma il 55-75% del quantitativo totale dei prodotti utilizzati, seguita dal finissaggio, con percentuali variabili tra il 20–40%, per finire alle fasi meccaniche di filatura e tessitura, che pesano sul bilancio complessivo per un valore stimato pari al 5% circa.



Grafici 9 e 10– Ripartizione dei consumi di prodotti chimici nelle diverse fasi di produzione in due lanifici

Nel grafico seguente è riportato il rapporto tra i Kg di prodotti chimici utilizzati e le tonnellate di materiale prodotto nelle aziende prese in esame: la distribuzione delle sostanze, accorpate per macrocategorie, evidenzia una netta prevalenza dei prodotti chimici di base, seguiti dagli ausiliari di tintura e finissaggio.

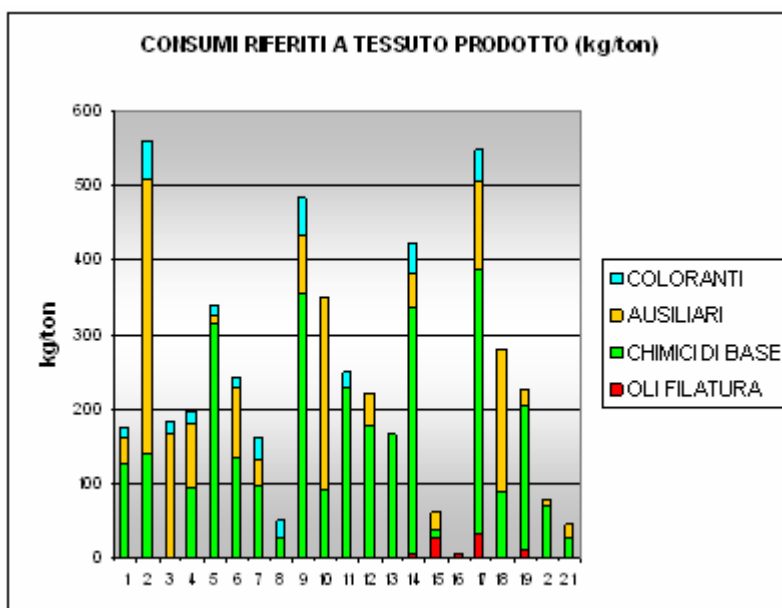


Grafico 11 – Consumi di prodotti chimici riferiti alle tonnellate di tessuto prodotto

3.4 Consumo acqua

L'acqua rappresenta una risorsa di primaria importanza per l'industria tessile e, per garantire la produzione di prodotti di elevata qualità, essa deve presentare caratteristiche di elevata purezza e durezza molto bassa. Il consumo della risorsa idrica da parte del comparto risulta quindi estremamente elevato e rappresenta un aspetto che caratterizza tutte le principali lavorazioni tessili.

Nella tabella seguente si riporta il valore complessivo di acqua prelevata dalle 21 aziende del campione, suddivise per la diversità di lavorazione in Impianti di Pettinature, che trattano la lana sucida, e tutte le altre, che si occupano delle lavorazioni di filatura, tessitura, tintoria e finissaggio, e il consumo medio specifico, espresso in mc di acqua prelevata rispetto alle tonnellate di materia prima trattata:

	Acqua emunta (mc/a)	Indicatore (mc/ton)
Pettinature (lana sucida)	548.158	16,24
Altre tipologie di aziende	6.174.548	102,39
Totale	6.722.706	71

Tabella 14: Acqua emunta (mc) da Pettinature e altre aziende all'anno e per tonnellata di materia prima lavorata

Come si può notare tale consumo risulta particolarmente elevato, soprattutto per le tipologie di aziende che presentano le fasi di tintoria e finissaggio.

Nelle ditte analizzate l'acqua viene prelevata da pozzi che attingono alla falda superficiale, da corpi idrici superficiali oppure dall'acquedotto. Nel grafico seguente vengono riportate le modalità di captazione di acqua adottate e l'incidenza (espressa in %) che ciascuna modalità ha rispetto al quantitativo totale di acqua emunta.

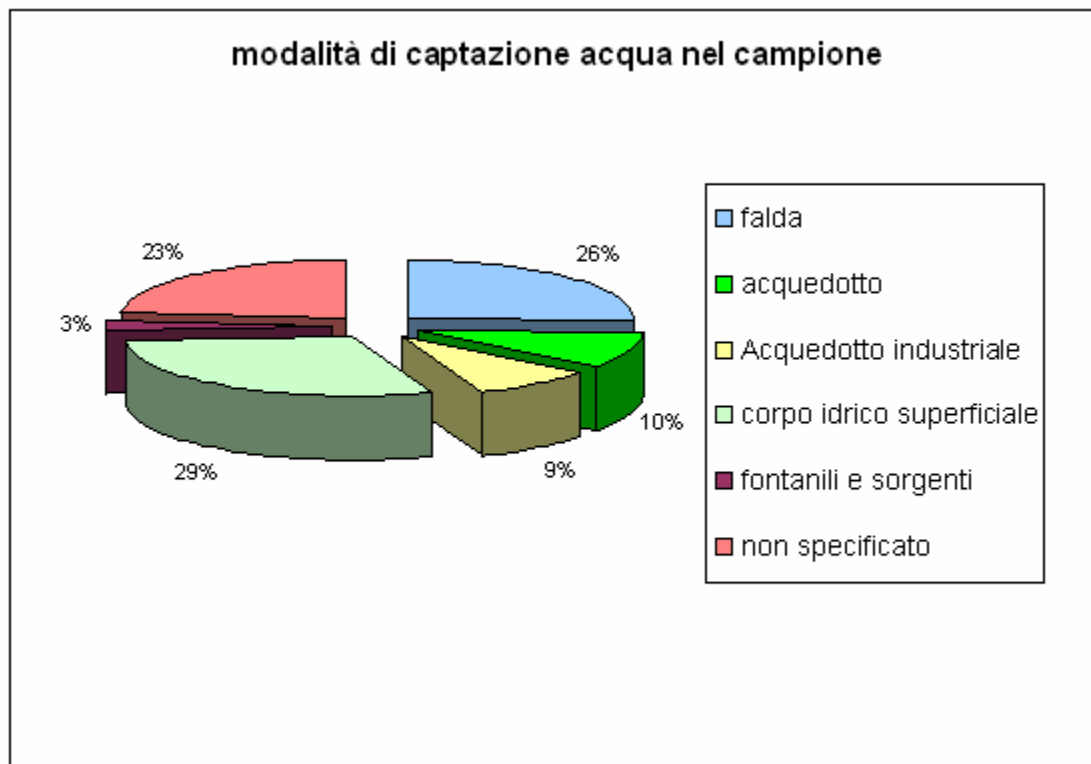


Grafico 12: Modalità di captazione dell'acqua (espressa in %) utilizzata dalle ditte del campione analizzato

Nel campione la risorsa idrica viene prelevata principalmente dalla falda superficiale (26% del totale) o da corpi idrici superficiali (29%) a cui si aggiunge il 23% che rappresenta il quantitativo prelevato da due aziende che hanno fornito solo il dato aggregato, non specificando i quantitativi prelevati da pozzi e da corpi idrici superficiali.

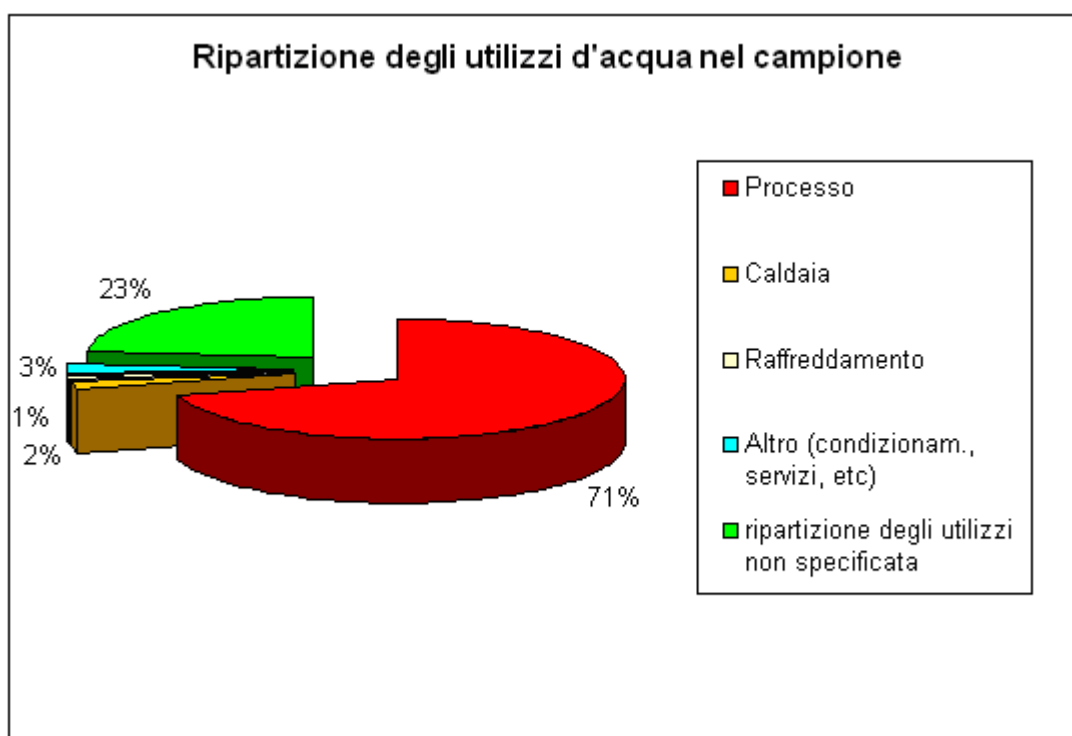
Un paio di aziende attingono acqua anche da un acquedotto privato che fornisce acqua, per soli scopi industriali, da un bacino artificiale, mentre ridotto risulta essere l'attingimento da fontanili e sorgenti (3%) e da acquedotto potabile (10%). L'acqua prelevata da acquedotto potabile viene utilizzata prevalentemente per usi civili (servizi, condizionamento dei locali, ecc.) e parzialmente, in alcuni casi, per la produzione di vapore nei generatori di calore.

In base alle caratteristiche della risorsa attinta e ai diversi utilizzi a cui è destinata (in modo particolare per l'uso nelle caldaie) può essere necessario effettuare un pretrattamento dell'acqua. Nel campione analizzato i trattamenti di volta in volta adottati risultano essere: l'osmosi, la decantazione e correzione del pH, il passaggio in filtri a tessuto, la debatterizzazione attraverso UV, l'utilizzo di filtri a sabbia, il passaggio, nella centrale termoelettrica, attraverso resina carbossilica, l'addolcimento su resina e demineralizzazione in impianti a letti sovrapposti, a letti misti e a colonne multiple.

La maggior parte dell'acqua emunta viene utilizzata nel processo produttivo (lavaggi, tintoria, finissaggio e, parzialmente, filatura e tessitura) e solo una frazione ridotta viene utilizzata per le operazioni di raffreddamento dei bagni di tintura o per la produzione di calore.

Nel grafico seguente si riporta la ripartizione degli utilizzi riscontrata nel campione in esame.

Grafico 13: Ripartizione degli utilizzi dell'acqua emunta (espressa in %)



Come si può vedere dal grafico precedentemente mostrato, una parte considerevole dell'acqua emunta (variabile dal 70 al 95%) viene utilizzata all'interno del ciclo produttivo come acqua di processo. Una stima grossolana di come quest'acqua prelevata viene ripartita all'interno dei vari reparti di lavorazione viene mostrata nei grafici successivi, che mostrano i consumi in una Pettinatura e in un Lanificio: tali ripartizioni sono solo teoriche perché le lavorazioni all'interno delle singole aziende risultano estremamente diversificate e difficilmente si ritrovano aziende con consumi confrontabili, pur avendo lavorazioni simili, in quanto l'utilizzo dipende dai singoli macchinari, più che dalle lavorazioni specifiche; i consumi variano inoltre in base ai quantitativi di materia prima destinati alle singole lavorazioni (più materiale viene trattato in un reparto, maggiori saranno i consumi del reparto stesso); ulteriore difficoltà nel mostrare tali ripartizioni deriva dal fatto che solitamente, nelle aziende

esaminate, non esistono contatori all'ingresso dei singoli reparti e i dati possono solo essere desunti con calcoli e stime.

consumi idrici in una pettinatura

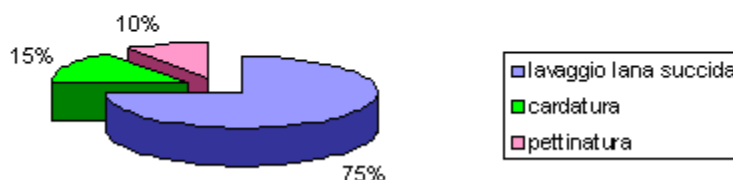


Grafico 14: Ripartizione dei consumi idrici in una Pettinatura

In una Pettinatura la fase che maggiormente incide sui consumi idrici (oltre che sulla qualità della risorsa, a causa dell'utilizzo di notevoli quantità di tensioattivi) è la fase del lavaggio della lana succida e in particolar modo le fasi del risciacquo, in quanto richiedono grossi quantitativi di acqua pulita, quantitativi che aumentano proporzionalmente all'aumento della finezza della fibra (fibre con titolo dell'ordine di 14-18 micron richiedono maggiori quantitativi di acqua, rispetto a fibre di 20-35 micron).

Nelle fasi meccaniche della cardatura e della pettinatura i consumi idrici sono dovuti quasi esclusivamente al condizionamento dei locali, mentre il consumo di acqua per le lavorazioni vere e proprie risulta estremamente ridotto.

consumi idrici in un lanificio

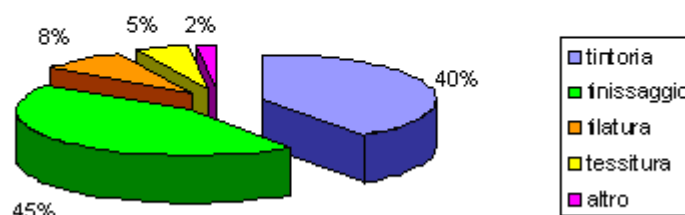


Grafico 15: Ripartizione dei consumi idrici in un lanificio

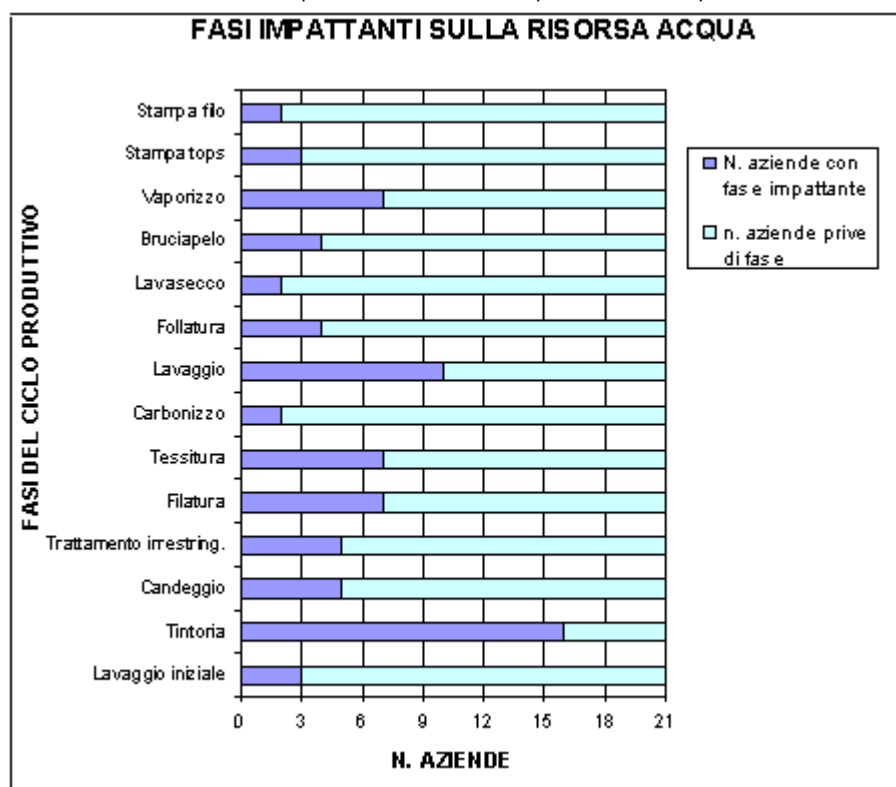
In un lanificio i consumi principali della risorsa idrica sono in gran parte dovuti alle fasi di tintoria e finissaggio, pur con una variabilità difficilmente quantificabile, mentre le fasi di filatura e tessitura prevedono un consumo idrico decisamente inferiore, dovuto principalmente al condizionamento dei locali e all'eventuale vaporizzo effettuato sul filo e sul tessuto in alcune lavorazioni particolarmente "stressanti", allo scopo di rivitalizzare la materia prima trattata. Nel reparto di tintoria i consumi idrici sono invece di proporzioni notevoli, in quanto l'acqua rappresenta il mezzo attraverso cui avviene il processo tintoriale: infatti è nell'acqua che vengono sciolti o dispersi i coloranti, i prodotti chimici e gli ausiliari di tintura ed è proprio attraverso l'acqua che avviene la salita del colorante sulla fibra. In questo reparto i consumi risultano però estremamente variabili a seconda della materia prima messa in

lavorazione: infatti i consumi sono direttamente correlati con i Rapporti Bagno, che per il tops sono di circa 1:10, per il fiocco 1:20, per le rocche 1:8, per le matasse 1:20-1:25 e per le pezze 1:10-1:20.

Anche nel reparto di finissaggio i consumi idrici risultano notevoli e sono principalmente dovuti ai vari lavaggi, effettuati con macchinari in continuo oppure nei folloni, che la materia da trattare deve subire prima e dopo le numerose lavorazioni allo scopo di eliminare l'eccesso di prodotti rimasti sulla fibra o per preparare il prodotto per i trattamenti successivi. Altre lavorazioni che incidono sul consumo e sulla qualità dell'acqua sono il trattamento irrestingibile (es. trattamento basolan, angra), il candeggio (effettuato generalmente con acqua ossigenata e/o idrosolfito), il carbonizzo (con utilizzo di H₂SO₄ per solubilizzare i residui vegetali ancora presenti sulla fibra di lana), il lavasecco e il bruciapelo, nel quale l'acqua viene utilizzata come mezzo negli scrubber ad umido per l'abbattimento degli inquinanti e dell'odore.

Nelle aziende del campione le fasi del ciclo produttivo che impattano la risorsa idrica sono presenti in modo consistente: il grafico seguente mostra il numero di aziende che presentano le fasi con consumo d'acqua.

Grafico 16: Numero di aziende che presentano fasi del ciclo produttivo che impattano sulla risorsa idrica



Il grafico successivo mostra, per ciascuna azienda (rappresentate con colori diversi a seconda della tipologia di lavorazione eseguita), i mc di acqua utilizzati per tonnellata di materia prima trattata. Come si può vedere, il consumo specifico varia a seconda della tipologia di azienda: infatti l'azienda 16, che consiste in una filatura, ha un consumo specifico < 5 mc/ton, in quanto l'unico consumo è quello destinato al condizionamento dei locali e al vaporizzo del filo; le aziende 19, 20, 21 rappresentano le tre Pettinature del campione e mostrano consumi specifici molto simili, compresi tra 8,5 e 16,5 mc/ton di sucido, dovuti prevalentemente alla fase di lavaggio del sucido, costituito in modo predominante da fibre extrafini e di qualità molto pregiata, oltre che al condizionamento dei locali destinati alle fasi meccaniche di cardatura e pettinatura; le aziende che svolgono quasi esclusivamente attività di tintoria (aziende 1, 3, 4, 5, 6, 9, 11) esibiscono consumi specifici confrontabili con quelli delle tintorie che presentano nel loro ciclo produttivo anche le fasi di filatura e/o tessitura (aziende 7, 8 e 15), consumi che variano da 20,3 a 137,3 mc/ton nel primo caso e da 44,8 a 162,5 nel secondo, a riprova che le fasi meccaniche

hanno un'incidenza sensibilmente inferiore sui consumi idrici rispetto alle fasi di tintoria e finissaggio; infine si può vedere come i consumi maggiori siano espressi dalla categoria dei lanifici completi (aziende 10, 12, 14, 17 e 18), i cui valori sono parzialmente confrontabili con quelli delle due tintorie che effettuano anche lavorazioni di finissaggio (aziende 2 e 13), consumi che variano da 111,1 a 482,2 mc/ton nel caso dei lanifici e da 166,7 a 348,1 nel caso delle tintorie e finissaggi. I valori elevati di consumo di acqua dei lanifici completi sono dovuti, oltre alla presenza di tutte le fasi del ciclo, soprattutto quelle con richiesta idrica maggiore (tintoria e finissaggio), al fatto che le ditte del campione analizzato eseguono trattamenti molto pregiati e lavorano una materia prima di elevati standard qualitativi, che necessitano inevitabilmente di acqua di buona qualità per poter rispondere alle esigenze del mercato. Tale caratteristica spesso pone quindi dei limiti all'effettiva possibilità di effettuare un recupero di acqua.

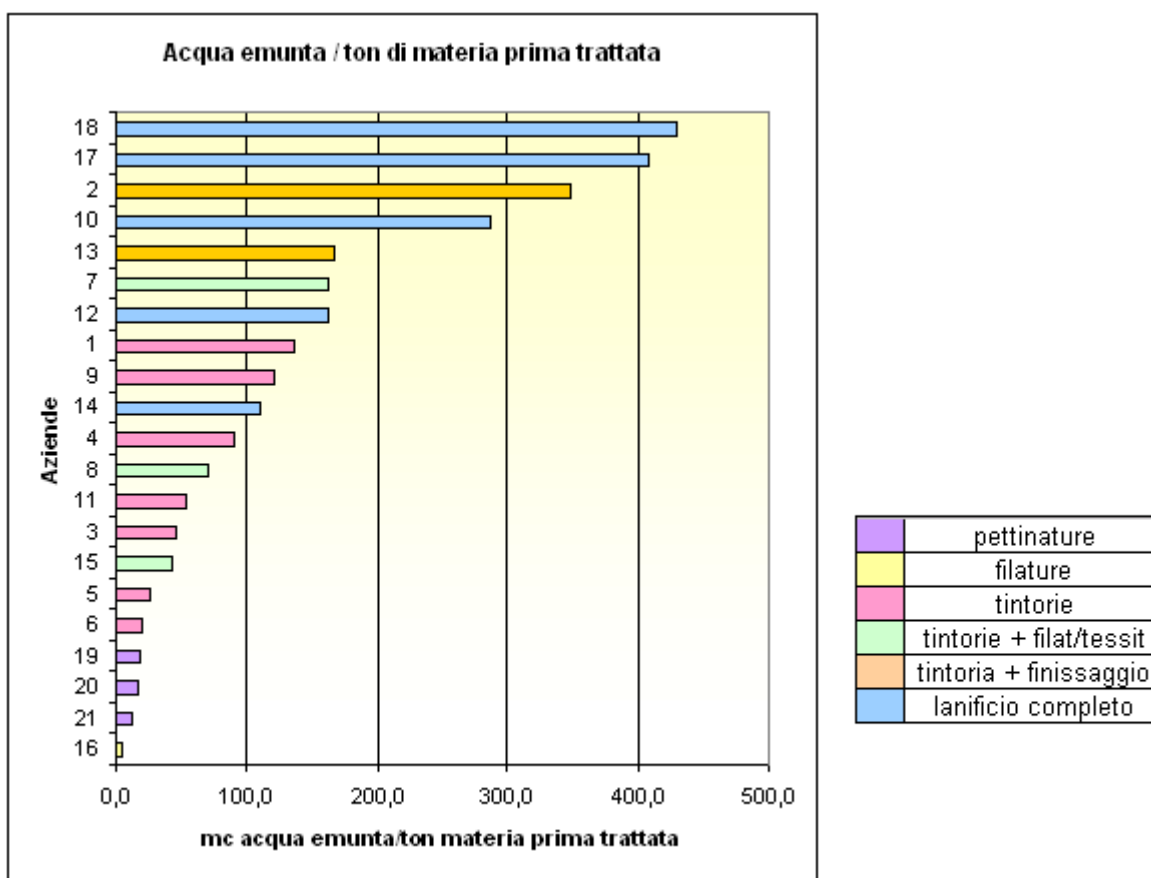


Grafico 17: Acqua prelevata (mc) per tonnellate di materia prima trattata nelle aziende analizzate

Per quanto riguarda il riciclo delle acque di processo e il recupero delle acque reflue depurate si è evidenziato che 12 aziende delle 21 analizzate (aziende 4, 5, 7, 8, 10, 11, 12, 14, 18, 20, 21) sono in grado di effettuare un riutilizzo della risorsa idrica. Tra le modalità di riciclo adottate, trattate in modo più approfondito nei capitoli 4 e 6, ricordiamo: il riutilizzo delle acque di raffreddamento, effettuato in modo indiretto, dei bagni di tintura per i successivi bagni; la reimmissione dell'acqua degli impianti di condizionamento o della stessa acqua di raffreddamento in testa al ciclo produttivo, oppure utilizzandola per la solubilizzazione dei reagenti per l'impianto di depurazione dei reflui; il riutilizzo delle condense dei vaporizzi nelle vasche di tintura; il recupero delle condense della centrale termica con ritorno diretto ai generatori di calore.

Per quanto riguarda il recupero delle acque reflue, effettuato da 6 aziende (aziende n. 4, 5, 10, 12, 13, 20) bisogna sottolineare che per le aziende che svolgono attività di tintoria esistono parecchie difficoltà nell'effettuare

tale operazione, in quanto l'aumento progressivo della concentrazione salina andrebbe ad inficiare la qualità della tintura. Tale aspetto verrà trattato in modo più esauriente nel capitolo 5. Nelle Pettinature il recupero di acque reflue risulta particolarmente difficile in quanto tali reflui, sebbene depurati in modo spinto (il tempo di ritenzione medio nell'impianto di depurazione è pari a 20-30 gg), presentano un carico inquinante ancora particolarmente alto, non adeguato all'elevato grado di purezza che deve avere l'acqua per il lavaggio della lana in entrata al ciclo.

3.5 Consumo di energia

L'industria tessile è caratterizzata da un discreto consumo di energia nelle sue fasi di lavorazione in particolare di energia termica legata alle fasi di lavaggio e tintoria.

E' emerso, infatti, dai dati acquisiti che 16 aziende su 21 analizzate hanno consumi di energia termica superiori all'energia elettrica mentre 3 aziende hanno valori pressoché identici delle due tipologie di energia e le restanti 2 aziende hanno maggiori consumi di energia elettrica, in relazione alla prevalenza delle fasi di tipo meccanico che giustificano il maggior consumo di quest'ultima.

L'energia elettrica è impiegata, oltre che per l'illuminazione dei locali, per il funzionamento di impianti e attrezzature di tipo esclusivamente meccanico presenti nei reparti di pettinatura, filatura, tessitura; l'energia termica è utilizzata, come già accennato sopra, oltre che per il riscaldamento degli ambienti di lavoro, per il controllo della temperatura dell'acqua nei lavaggi, nella tintura e nel finissaggio in generale.

Le 21 aziende del campione hanno consumato complessivamente in un anno 259.041 MWh di energia elettrica. La maggior parte viene acquistata da produttori esterni, ma alcune aziende tessili sono anche dotate di un proprio impianto di cogenerazione e/o di una centrale idroelettrica, che coprono parte del loro fabbisogno. Il consumo medio per azienda è pari a 12.355 MWh, con valori che vanno da un minimo di 2.160 MWh ad un massimo di 32.666 MWh, come mostrato in Tabella 15 e nel Grafico 18.

Per quanto riguarda l'energia termica, considerando il fatto che tutte le aziende analizzate sono fornite di una o più centrali termiche, si è calcolato un consumo annuale complessivo di 1.628.835 GJ (pari a 452.454 MWh). Tutto il fabbisogno è assicurato dall'utilizzo di combustibili, principalmente metano ed in parte anche BTZ. Il consumo medio per azienda è pari a 81.376 GJ, con valori che vanno da un minimo di 36.045 GJ ad un massimo di 158.065 GJ, come si vede in Tabella 15 e nel Grafico 19. Quest'ultima valutazione non tiene conto dell'azienda n.16 in quanto si tratta di una semplice filatura e come tale presenta valori di energia termica molto esigui (circa 1.000 GJ) dovuti essenzialmente alla fase di vaporizzo ed eventualmente al riscaldamento locali.

Tipo energia		Indicatore
Energia elettrica (MWh)		MWh/ton
Consumo totale	259.041	2,75
Consumo medio	12.355	
Consumo minimo	2.160	
Consumo massimo	32.666	
Energia termica (GJ)		GJ/ton
Consumo totale	1.628.835	17,32
Consumo medio	81.376	
Consumo minimo	36.045	
Consumo massimo	158.065	

Tabella 15 - Consumo di energia elettrica e termica

Per facilità di interpretazione dei dati nei grafici successivi, le aziende sono state evidenziate con colori diversi (si veda legenda riportata di seguito) in relazione alla tipologia di attività tessile eseguita.

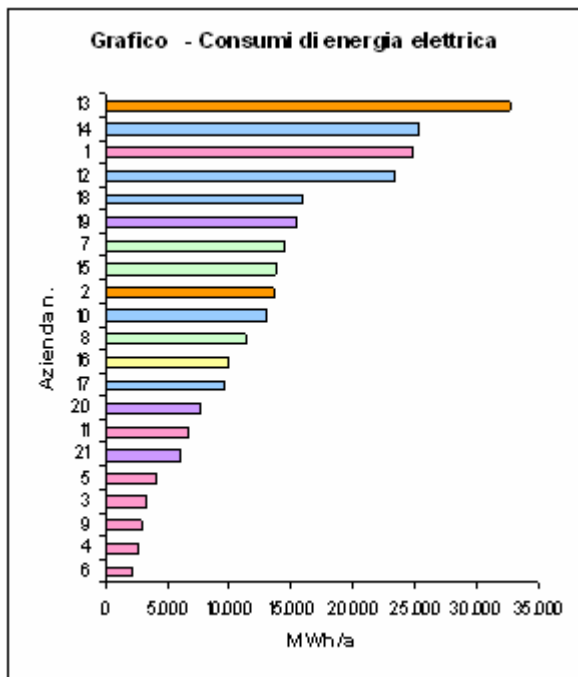


Grafico 18: Consumi di energia elettrica (MWh/a)

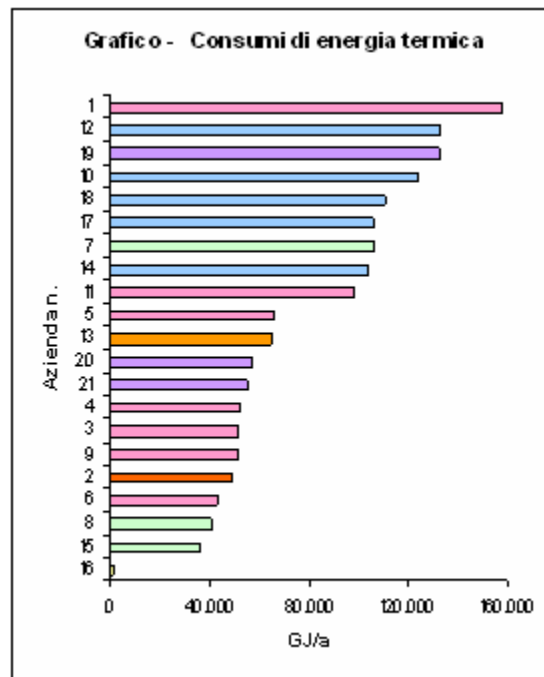


Grafico 19: consumi di energia termica (GJ/a)

	pettinature
	filature
	tintorie
	tintorie + filat/tessit
	tintoria + finissaggio
	lanificio completo

Nei grafici seguenti viene rispettivamente riportato l'indicatore ambientale espresso in MWh per tonnellata di materia prima trattata, per quanto riguarda il consumo di energia elettrica, ed in GJ per tonnellata di materia prima trattata, per quanto riguarda il consumo di energia termica. Anche in questo caso l'azienda n. 16 evidenzia consumi di energia termica al di sotto del range di valori individuati nelle altre aziende, così come, al contrario, l'azienda n. 17 presenta un indicatore di energia termica decisamente alto.

Appare evidente come i lanifici completi e le tintorie che comprendono nella loro attività anche fasi di finissaggio siano le aziende che consumano maggiori quantitativi di energia termica e precisamente per i lanifici i valori variano tra 36 e 155 GJ/t, mentre per le tintorie con finissaggio il range varia tra 41 e 63 GJ/t. Tali maggiori consumi di energia termica sono correlabili con maggiori consumi idrici (si veda in proposito il Grafico 17), infatti queste tipologie di impianti comprendono fasi che implicano elevati consumi di acqua (tintoria, lavaggi, ecc.) e contemporaneamente un riscaldamento con temperature che possono superare anche i 100°C (tintoria, rameuse, ecc.). I consumi di energia termica e di acqua scendono decisamente nel caso delle Filature e Pettinature, nel primo caso in quanto trattasi esclusivamente di operazioni meccaniche mentre nel caso delle Pettinature ciò è dovuto al fatto che l'acqua utilizzata per i lavaggi è circa dieci volte inferiore a quella utilizzata nelle tintorie in quanto in quest'ultime la materia trattata subisce numerosi lavaggi consecutivi.

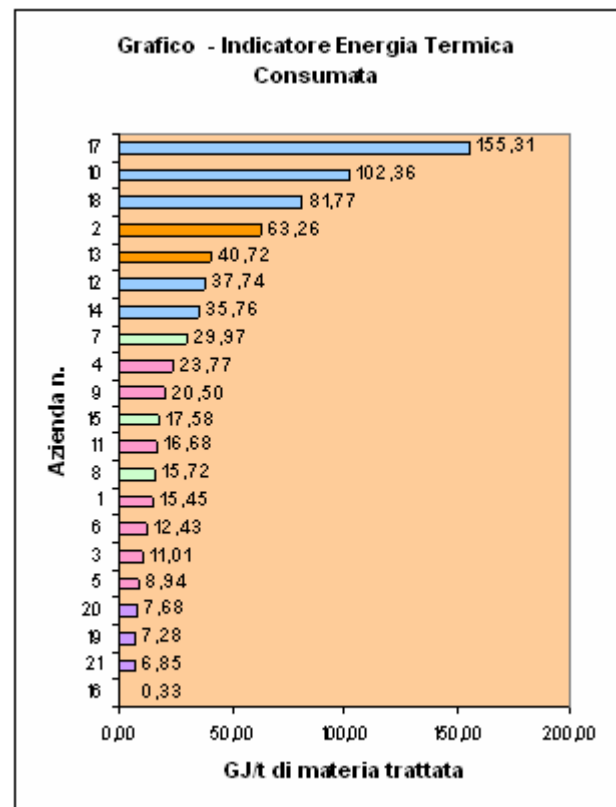
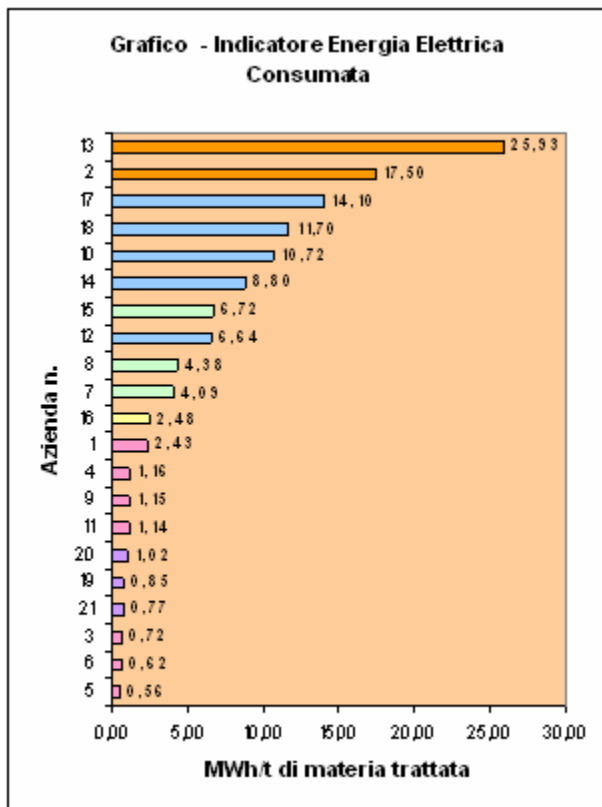


Grafico 20: En. elettrica consumata per ton. di materia trattata

Grafico 21: En. termica consumata per ton. di materia trattata

pettinature
filature
tintorie
tintorie + filat/tessit
tintoria + finissaggio
lanificio completo

Alcune aziende sono state in grado di stimare i consumi di energia relativi alle singole fasi produttive. Nelle tabelle seguenti viene riportato il dettaglio di tali valori espressi in percentuale e in valore assoluto

Fasi di lavorazione / Azienda n.	Consumo termico %							Consumo elettrico %					
	1	5	8	12	19	20	21	1	8	12	19	20	21
Lavaggio					75	79	95				18	11	18
Estrazione grasso					5						4		
Carderia													22
Preparazione			10						11				13
Pettinatrici e presse													18
Filatura e roccatura			4						31				
Ritorcitura			4						27				
Trattam. Irrestringibile	30	7						9					
Stracannatura			2						6				
Lisciatrice e radiofrequenza													
Tintoria filo	40	67	76	3					23	8			
Tintoria tops	29	26		3				22		8			
Tintoria pezze				1						1			
finissaggio				57						6			
Altre fasi			5	37	20	21	5	69	1	77	77	89	27
Totale	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Tabella 16 - Alcuni esempi di ripartizione dell'energia termica ed elettrica per fasi di consumo (%)

Fasi di lavorazione / Azienda n.	Consumo termico GJ/a							Consumo elettrico MWh/a						
	1	5	8	12	19	20	21	1	8	12	19	20	21	
Lavaggio	0	0	0	0	99.382	45.548	52.394	0	0	0	2.845	816	1.122	
Estrazione grasso	0	0	0	0	6.625	0	0	0	0	0	634	0	0	
Carderia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.357	
Preparazione	0	0	3.947	0	0	0	0	0	1.291	0	0	0	820	
Pettinatrici e presse	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.085	
Filatura e roccatura	0	0	1.424	0	0	0	0	0	3.510	0	0	0	0	
Ritorcitura	0	0	1.424	0	0	0	0	0	3.057	0	0	0	0	
Trattam. Irrestringibile	47.898	4.491	0	0	0	0	0	2.207	0	0	0	0	0	
Stracannatura	0	0	977	0	0	0	0	0	645	0	0	0	0	
Lisciatrice e radiofrequenza	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Tintoria filo	63.864	44.182	30.927	3.553	0	0	0	5.491	2.604	1.770	0	0	0	
Tintoria tops	46.303	17.369	0	3.604	0	0	0		0	1.849	0	0	0	0
Tintoria pezze	0	0	0	1.444	0	0	0		0	310	0	0	0	0
finissaggio	0	0	0	75.039	0	0	0	0	0	1.381	0	0	0	
Altre fasi	0	0	1.953	49.115	26.502	12.196	2.758	17.204	159	18.066	11.907	6.858	1.690	

Tabella 17 - Alcuni esempi di ripartizione dell'energia termica (GJ/anno) ed elettrica (MWh/anno) per fasi di consumo

Nella tabella seguente è presentato il relativo indicatore ambientale che si ricava esprimendo i valori assoluti di energia consumata rispetto alla lana in entrata nell'azienda e quindi trattata nelle diverse fasi produttive.

Fasi di lavorazione / Azienda n.	Consumo termico GJ/t							Consumo elettrico MWh/t						
	1	5	8	12	19	20	21	1	8	12	19	20	21	
Lavaggio					5,46	6,05	6,51				0,16	0,11	0,14	
Estrazione grasso					0,36						0,03			
Carderia													0,17	
Preparazione			1,53						0,50				0,10	
Pettinatrici e presse													0,13	
Filatura e roccatura			0,55						1,36					
Ritorcitura			0,55						1,18					
Trattamento irrestringibile	4,68	0,61						0,22						
Stracannatura			0,38						0,25					
Lisciatrice e radiofrequenza														
Tintoria filo	6,24	5,98	11,95	1,01				0,54	1,01	0,50				
Tintoria tops	4,53	2,35		1,02						0,53				
Tintoria pezze				0,41						0,09				
finissaggio				21,33						0,39				
Altre fasi			0,75	13,96	1,46	1,62	0,34	1,68	0,06	5,14	0,65	0,91	0,21	

Tabella 18 - Esempi di ripartizione dell'energia termica (GJ/t di lana in entrata) ed elettrica (MWh/t di lana in entrata) per fasi di consumo

Come evidenziato nel grafico seguente il 66% delle aziende analizzate utilizza come combustibile il metano, mentre il 29% usa ancora olio combustibile. Nella maggior parte dei casi il metano serve esclusivamente per la produzione di energia termica, ma in 3 aziende, grazie alla presenza di un impianto di cogenerazione, viene utilizzato anche per la produzione di energia elettrica, una di queste aziende, inoltre, è dotata di due proprie centrali idroelettriche.



Grafico 22: Tipologia di combustibile utilizzato nelle aziende campione

La presenza di un cogeneratore per la produzione di energia permette, nelle 3 aziende esaminate, di coprire il 40-50% del proprio fabbisogno di energia elettrica, come indicato nella tabella di seguito riportata. In due aziende

la parte in eccedenza di energia prodotta rispetto a quella consumata nel ciclo produttivo viene venduta a terzi: tale porzione corrisponde a c.a l'11% e 14% di quella prodotta (cioè al 6% e l'1% di quella rispettivamente consumata).

	Azienda A	Azienda B	Azienda C
E. elettrica prodotta rispetto a quella consumata	54%	37%	8%
di cui venduta	6 %	0%	1 %
E. elettrica acquistata rispetto a quella consumata	52%	63%	93%

Tabella 19 – Produzione di energia elettrica attraverso cogenerazione

3.6 Emissioni in atmosfera

Le emissioni in atmosfera generate dal settore tessile risultano molto variabili e difficilmente quantificabili, perché dipendono esclusivamente dai quantitativi di materia prima messi in lavorazione per ogni singola fase del ciclo produttivo. Non essendo disponibili i dati atti a quantificare le emissioni prodotte dalle ditte analizzate, si è deciso di trattare in questo capitolo le emissioni regolarmente autorizzate, con una breve introduzione sull'aspetto legislativo. Nel quadro normativo nazionale in materia di emissioni in atmosfera, una buona parte delle attività del comparto tessile sono annoverabili tra le tipologie emissive a ridotto inquinamento atmosferico; tale definizione normativa individua quelle lavorazioni per le quali l'autorità competente può adottare apposite autorizzazioni di carattere generale, relative a ciascuna singola categoria di impianti, nelle quali sono stabiliti i valori limite di emissione, le prescrizioni, i tempi di adeguamento, i metodi di campionamento e di analisi e la periodicità dei controlli.

Nel grafico seguente sono illustrate le tipologie di emissione relative a specifiche fasi produttive riscontrate nelle aziende campione e autorizzate secondo la normativa vigente.

Per quanto concerne le emissioni atmosferiche dei generatori di calore si rimanda al quadro di approfondimento dedicata ai gas serra.

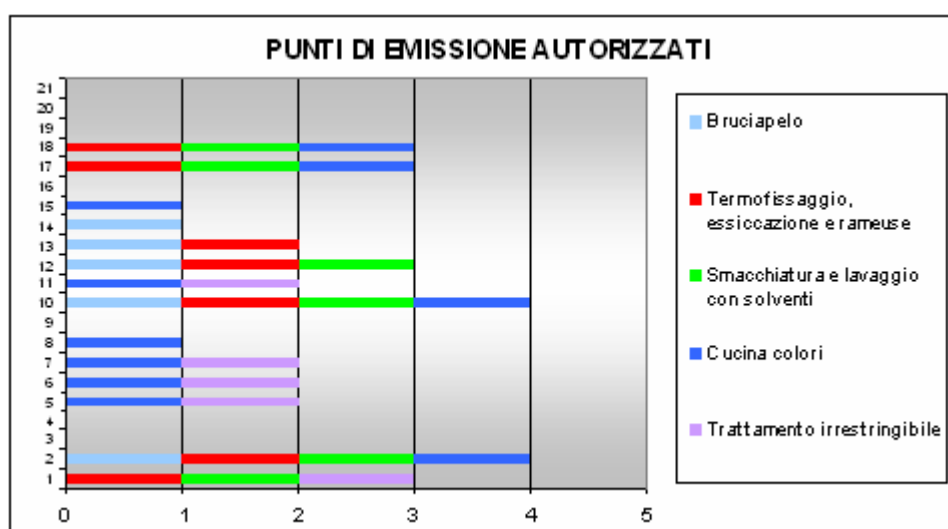


Grafico 23: Punti di emissione autorizzati nelle ditte del campione analizzato

Come evidenziato dall'elaborazione grafica sopra riportata, le ditte n. 16, 19, 20 e 21, costituite da una filatura e tre Pettinature, non hanno punti autorizzati, in quanto caratterizzate da impatto emissivo di modesta entità.

Le emissioni generate dalla cucina colori richiedono un atto autorizzativo soltanto nel caso in cui vengano convogliate in atmosfera, mentre nel caso in cui vengano filtrate e reimmesse nell'ambiente di lavoro non necessitano di autorizzazione: questo spiega perché in alcune ditte del campione (n. 1, 3, 4, 9, 12, 13, 14) che svolgono attività di tintoria non sia presente l'emissione relativa alla cucina colori.

Al di fuori del regime autorizzatorio definito dalla normativa di settore, si trovano autorizzazioni per alcuni punti di emissione riferiti a lavorazioni particolari che in alcune ditte rappresentano fasi significative dal punto di vista emissivo; in una ditta del campione è stata autorizzata ad esempio l'emissione generata dall'imbozzimatura, mentre in un'altra sono state autorizzate le fasi di carbonizzo, decatizzo e la cimatura; in un'altra azienda del campione è stata autorizzata l'emissione della fase di imbibizione a caldo con un prodotto chimico che conferisce stabilità alla lana. Nella tabella seguente sono riportati i sistemi di abbattimento adottati nelle aziende del campione di studio:

Fasi	n° aziende	Polveri	SOT	Cloro	Abbattimento
Bruciapelo	5				scrubber a umido con ipoclorito
Termofissaggio	1				scrubber a umido
Asciugatura	6				scrubber a umido - elettrofiltri
Smacchiatura	6				carboni attivi
Cucina colori	12				filtri a tessuto
Irrestringibile	5				scrubber a umido con soda

Tabella 20: inquinanti emessi e sistemi di abbattimento adottati nelle aziende analizzate

A titolo esemplificativo vengono di seguito riportati i risultati dei controlli periodici che Arpa Piemonte ha svolto negli ultimi anni (2002-2005) nei punti di emissione delle ditte tessili dei distretti biellese e vercellese.

parametri	unità misura	range valori medi	limite di legge ¹²
Rameuse			
Polveri e nebbie oleose	mg/Nm ³	<0.3 – 4,9	10
SOT	mg/Nm ³	<0.2 – 3,1	50
Bruciapelo			
Polveri totali	mg/Nm ³	<0.4 – 8,5	10
SOT	mg/Nm ³	1,1 – 4,3	20
Trattamento irrestringibile			
HCl	mg/Nm ³	<1.8	5

Tabella 21: Valori medi di inquinanti riscontrati da Arpa Piemonte nelle ditte tessili biellesi e vercellesi (aa. 2002-2005)

¹² DD Regione Piemonte n. 17 del 22/01/2000. Si precisa che le emissioni relative alle fasi produttive sono ora regolamentate dal D.Lgs. 152/2006, che ha abrogato le norme precedenti in materia. I limiti indicati dal recente testo unico riprendono in massima parte quanto già espresso nei decreti attuativi del 203/88 e per quanto concerne i limiti regionali permangono per ora le indicazioni per le migliori tecniche disponibili dettate dalla Regione Piemonte

SCHEDA DI APPROFONDIMENTO Sviluppo di gas serra e gas precursori dell'ozono

Per la matrice aria, le aziende vengono confrontate dal punto di vista dello sviluppo di gas responsabili dell'effetto serra (CO₂ e N₂O) e gas precursori dell'ozono (NO₂, SO₂, CO), prodotti dei processi termici a servizio dei cicli produttivi.

Le emissioni di questi inquinanti sono state stimate utilizzando opportuni fattori di emissione desunti dal Manuale dei fattori di emissione redatto dal Centro Tematico Nazionale Atmosfera Clima ed Emissioni in Aria. Precisamente si è preso come riferimento il codice attività 010103 relativo alle caldaie con potenza termica inferiore ai 50 MW e i Fattori di Emissione (FE) considerati sono i seguenti:

	NO ₂	SO ₂	CO	CO ₂	N ₂ O
FE (g/GJ per metano)	250	0,3	18	55820	2,4
FE (g/GJ) per BTZ	200	926,83	33	77511	1,64

Fattori di Emissione (g/GJ) relativi agli inquinanti NO₂, SO₂, CO CO₂ e N₂O

In mancanza di dettagli specifici relativi alla tipologia di tecnologia delle caldaie utilizzate dalle singole aziende, si è deciso di considerare i valori di FE che rappresentano le peggiori condizioni possibili di emissione di inquinanti. La tabella indica il contributo di ogni azienda - espresso in t/anno - nell'immissione di tali gas derivanti dai processi di combustione.

Azienda	NO ₂	SO ₂	CO	CO ₂	N ₂ O
1	39,52	0,047	2,845	8.823	0,379
2	12,24	0,015	0,881	2.733	0,118
3	12,97	0,016	0,934	2.897	0,125
4	13,07	0,016	0,941	2.919	0,125
5	16,51	0,020	1,189	3.686	0,159
6	8,71	40,363	1,437	3.376	0,071
7	26,47	0,032	1,906	5.910	0,254
8	8,14	37,717	1,343	3.154	0,067
9	10,28	47,660	1,697	3.986	0,084
10	31,04	0,037	2,235	6.931	0,298
11	19,68	91,209	3,248	7.628	0,161
12	33,19	0,040	2,390	7.410	0,319
13	10,26	47,553	1,693	3.977	0,084
14	25,96	0,031	1,869	5.797	0,249
15	9,01	0,011	0,649	2.012	0,087
16	0,33	0,000	0,024	73	0,003
17	26,53	0,032	1,910	5.923	0,255
18	27,66	0,033	1,991	6.176	0,266
19	33,13	0,040	2,385	7.397	0,318
20	11,56	53,572	1,907	4.480	0,095
21	13,79	0,017	0,993	3.079	0,132

Stima delle t/anno di inquinanti emessi dai processi di combustione

Utilizzando opportuni potenziali, è possibile determinare le Emissioni Equivalenti di CO₂ e di etene che possono essere considerate le principali specie chimiche responsabili, rispettivamente, dell'effetto serra e della formazione di ozono fotochimico.

Effetto serra

Allo scopo di determinare le Emissioni Equivalenti di CO₂, sono stati utilizzati i GWP (Global Warming Potential) specifici delle specie chimiche che maggiormente contribuiscono al potenziale riscaldamento globale del pianeta.

Specie chimica	GWP
CO ₂	1
N ₂ O	310

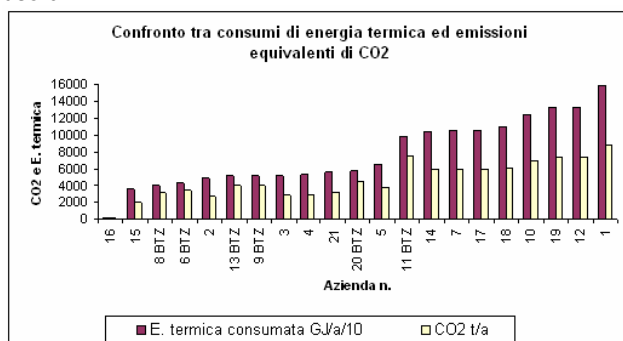
GWP delle specie chimiche CO₂ e N₂O

La quantità in massa di ciascuna sostanza viene moltiplicata per il relativo GWP; sommando i singoli contributi di CO₂ e N₂O si ottiene il valore aggregato dell'indicatore. Tale calcolo viene mostrato nella tabella, di seguito riportata.

Azienda n.	CO ₂ t/a	N ₂ O t/a	Equivalente di CO ₂ t/a
1	8.823	118	8.941
2	2.733	36	2.769
3	2.897	39	2.935
4	2.919	39	2.958
5	3.686	49	3.736
6	3.376	22	3.398
7	5.910	79	5.989
8	3.154	21	3.175
9	3.986	26	4.012
10	6.931	92	7.023
11	7.628	50	7.678
12	7.410	99	7.509
13	3.977	26	4.003
14	5.797	77	5.874
15	2.012	27	2.039
16	73	1	74
17	5.923	79	6.002
18	6.176	82	6.258
19	7.397	99	7.495
20	4.480	29	4.510
21	3.079	41	3.120

Calcolo emissione equivalente di CO₂

Da questo confronto, emerge che l'andamento qualitativo rispecchia fedelmente quello dei consumi energetici specifici di ogni azienda ed è correlato alla tipologia di combustibile utilizzato. L'azienda n. 20, ad esempio, pur consumando leggermente meno energia (57.802 GJ/a) rispetto all'azienda n. 5 (66.042 GJ/a) (a tal proposito si veda il grafico 19 precedentemente riportato) emette un quantitativo equivalente di CO₂ superiore, precisamente 4.480 t/a contro le 3.686 t/a dell'azienda n. 5: ciò è dovuto all'utilizzo da parte dell'azienda n. 20 di olio combustibile che implica un maggior rilascio nell'atmosfera di inquinante. Il grafico seguente mostra il rapporto tra consumi di energia termica e produzione di equivalenti di CO₂, le aziende sono ordinate per valori crescenti di consumo energetico e sono evidenziate quelle che fanno uso di BTZ.



Confronto tra consumi di en. termica ed emissioni equivalenti di CO₂

Da questa analisi si rileva una produzione di CO₂ elevata, che in qualche modo rende insignificante il contributo delle altre specie chimiche sviluppate durante la combustione (ad es. N₂O, come si vede nella tabella precedente). Per tale ragione si evidenzia una proporzionalità diretta tra la CO₂ emessa e fabbisogno energetico.

Formazione di ossidanti fotochimici

In questo caso si utilizzeranno opportuni potenziali denominati POCP (Photochemical Ozone Creation Potential) specifici per ogni specie chimica precursore nella formazione di ozono.

Specie chimica	POCP
NO ₂	2,8
SO ₂	4,8
CO	2,7

POCP relativi alle specie chimiche NO₂, SO₂, CO

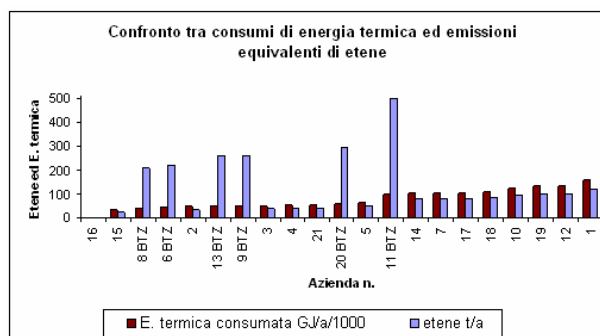
La quantità in massa di ciascuna sostanza viene moltiplicata per il relativo POCP; sommando i singoli contributi si ottiene il valore aggregato dell'indicatore, espresso come **emissione equivalente di etene**. Tale calcolo è riportato nella tabella seguente.

Nel grafico si riporta invece il confronto tra i consumi di energia termica e le emissioni equivalenti di etene.

Anche in questo caso, sono rispettati i rapporti reciproci individuati nel caso precedente tra consumi energetici ed emissione di inquinante. Resta valido che per le aziende che utilizzano BTZ a parità di fabbisogno energetico delle aziende che consumano metano, lo sviluppo di equivalente di etene è maggiore. Differenti combustibili contribuiscono in modo diverso all'emissione di gas precursori nella formazione di ozono.

Azienda n.	NO ₂ t/a	SO ₂ t/a	CO t/a	Equivalente di etene t/a
1	110,6	0,23	7,7	118,6
2	34,3	0,07	2,4	36,7
3	36,3	0,07	2,5	38,9
4	36,6	0,08	2,5	39,2
5	46,2	0,10	3,2	49,5
6	24,4	193,74	3,9	222,0
7	74,1	0,15	5,1	79,4
8	22,8	181,04	3,6	207,5
9	28,8	228,77	4,6	262,1
10	86,9	0,18	6,0	93,1
11	55,1	437,80	8,8	501,7
12	92,9	0,19	6,5	99,6
13	28,7	228,25	4,6	261,6
14	72,7	0,15	5,0	77,9
15	25,2	0,05	1,8	27,0
16	0,9	0,00	0,1	1,0
17	74,3	0,15	5,2	79,6
18	77,4	0,16	5,4	83,0
19	92,8	0,19	6,4	99,4
20	32,4	257,15	5,2	294,7
21	38,6	0,08	2,7	41,4

Calcolo emissione equivalente di etene



Confronto tra consumi di en. termica ed emissioni equivalenti di etene

3.7 Produzione di rifiuti

Nel settore tessile i rifiuti prodotti consistono principalmente nei fanghi di depurazione dei reflui, negli imballaggi, nonché, in alcune aziende, nei residui non pericolosi delle fasi di lavorazione (come ad esempio rifiuti da fibre tessili grezze o lavorate).

Tra i rifiuti pericolosi si evidenziano in particolare quelli contenenti solventi organici o alogenati e derivanti dalle fasi produttive di finitura-finissaggio, cui si sommano oli minerali esausti derivanti dalla manutenzione dei macchinari. I carboni attivi esauriti derivano dalle fasi di depurazione degli effluenti acquosi e/o dalla depurazione delle emissioni in atmosfera.

Nella tabella seguente è stato evidenziato il dettaglio delle tipologie di rifiuti riscontrati nel campione di aziende analizzate.

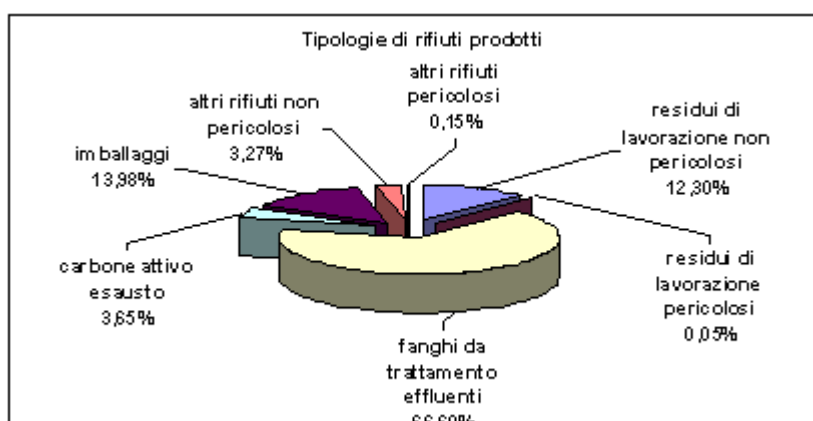
CER	Descrizione del rifiuto
040220	fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti
070312	fanghi prodotti dal trattamento in loco degli effluenti
040214*	Rifiuti provenienti da operazioni di finitura cont. Solventi organici
040216*	Tinture e pigmenti contenenti sostanze pericolose
140604*	Fanghi o rifiuti contenenti solventi alogenati
160305*	Rifiuti organici contenenti sostanze pericolose
040210	materiale organico proveniente da prodotti naturali
040215	rifiuti da operazioni di finitura diversi da quelli di cui alla voce 040214
040221	rifiuti da fibre tessili grezze
040222	rifiuti da fibre tessili lavorate
040299	rifiuti non specificati altrimenti
061302	carbone attivo esaurito
190904	carbone attivo esaurito
120107*	Oli esausti
120109*	Emulsioni e soluzioni non contenenti alogeni
120112*	Cere e grassi esauriti
130105*	emulsioni non clorurate
130110*	oli minerali per circuiti idraulici, non clorurati
130205*	Scarti di oli minerali per motori e ingranaggi
130208*	Altri oli per motori
130308*	Oli sintetici isolanti e termoconduttori
140603*	Solventi e miscele di solventi**
150202*	assorbenti, filtri e stracci contaminati
160107*	filtri dell'olio
160213*	Apparecchiature fuori uso contenenti componenti pericolosi diversi da 160206 e 160212 (turbogas)
160601*	Batterie al piombo
160708*	rifiuti contenenti olio
160902*	cromati (dicromato di sodio)
200121*	Tubi fluorescenti
200133*	Batterie, accumulatori
150101	Imballaggi in carta e cartone
150104	imballaggi metallici
150102	imballaggi in plastica (teli)
150102	imballaggi in plastica (fustini bonificati)
150103	Imballaggi in legno
150106	imballaggi in materiali misti
150106	imballaggi in materiali misti (anche cartucce toner)
150203	assorbenti, filtri e stracci
080318	toner stampa esauriti
160214	apparecchiatura fuori uso
160216	componenti rimossi da apparecchi fuori uso
170201	legno
170202	vetro
170203	plastica
170405	Ferro e acciaio
170407	Metalli misti
170411	Cavi diversi da 170410
200304	fanghi fosse settiche
200101	carta
200139	plastica
200134	Accumulatori al piombo

Tabella 22 - Tipologia di rifiuti individuati nelle aziende campione

Nel campione analizzato i quantitativi dei rifiuti sono stati dichiarati dalle aziende stesse ricavandoli dalle dichiarazioni dei MUD 2003 o 2004.

Nel grafico seguente vengono mostrate le tipologie di rifiuti prodotti e l'incidenza di ciascuna tipologia, espressa in percentuale.

Grafico 24: Tipologie di rifiuti prodotti nelle aziende campione



Come si evince dal grafico, la maggior parte dei rifiuti prodotti dalle 21 aziende analizzate è costituita da "Fanghi dal trattamento in loco degli effluenti"; si tratta quasi del 67% in peso della quantità totale di rifiuti prodotta. In particolare nelle pettinature i fanghi rappresentano dal 76% all'89% in peso dei rifiuti prodotti. Precisamente 18 aziende su 21 hanno dichiarato di produrre tale tipologia di rifiuto, due aziende non possiedono un impianto di depurazione in quanto avviano le acque reflue ad impianti consortili e un'azienda nonostante la presenza di un impianto di depurazione non ha dichiarato una produzione di fanghi come rifiuto in quanto scarica il fango liquido in maniera continuativa ad un impianto consortile.

I fanghi da depurazione sono dichiarati con due tipologie di CER, come è evidenziato nella Tabella 22:

- CER 040220, che appartiene alla classe dei rifiuti dell'industria tessile (98,5%). Il rifiuto è dichiarato sul MUD con questo codice da 17 aziende.
- CER 070312, che appartiene alla classe dei rifiuti della produzione, formulazione, fornitura ed uso di coloranti e pigmenti organici (1,5%). Il rifiuto è dichiarato sul MUD con questo codice da 1 sola azienda, precisamente una tintoria.

I residui di lavorazione rappresentano complessivamente il 12,35% in peso della quantità totale prodotta, di questi il 99,6% è costituito da rifiuti non pericolosi mentre lo 0,04% da rifiuti pericolosi. Le aziende che hanno dichiarato di produrre tali rifiuti sono 4 per i pericolosi e 16 per i non pericolosi. La provenienza delle singole tipologie di rifiuti è la seguente:

- CER 040214*, *Rifiuti provenienti da operazioni di finitura contenenti solventi organici*: trattasi di rifiuto pericoloso, fangoso palabile prodotto nella fase di finissaggio, ad es. come residuo di distillazione del tetracloroetilene da lavaggio in solvente;
- CER 040216*, *Tinture e pigmenti, contenenti sostanze pericolose*, provenienti dalla fase di tintura;
- CER 140604*, *Fanghi o rifiuti solidi, contenenti solventi organici*, provenienti dalla fase di lavasecco nel reparto di finissaggio;
- CER 160305*, *Rifiuti organici, contenenti sostanze pericolose*, derivanti da prove di tintura;
- CER 040210, *Materiale organico proveniente da prodotti naturali*, ottenuto nelle fasi di dipanatura e ritorcitura;
- CER 040215, *Rifiuti da operazioni di finitura*, derivati dalla fase di filatura;

- CER 040221, *Rifiuti da fibre tessili grezze*, provenienti dalla fase di pettinatura e costituite per es. da terre di battitura, peluria di lana;
- CER 040222, *Rifiuti da fibre tessili lavorate*, derivanti dalle fasi di tintoria; nel caso di un'azienda vengono venduti e quindi non considerati rifiuti;
- CER 040299, *Rifiuti non specificati altrimenti*, derivano in generale dalle varie fasi dello stabilimento.

Come si evince dal grafico di seguito riportato i rifiuti derivanti dalle lavorazioni specifiche dell'industria tessile, sono costituiti per la maggior parte dal CER 040221 che rappresenta in generale gli scarti di materiale tessile derivanti indistintamente da tutte le fasi del ciclo produttivo.

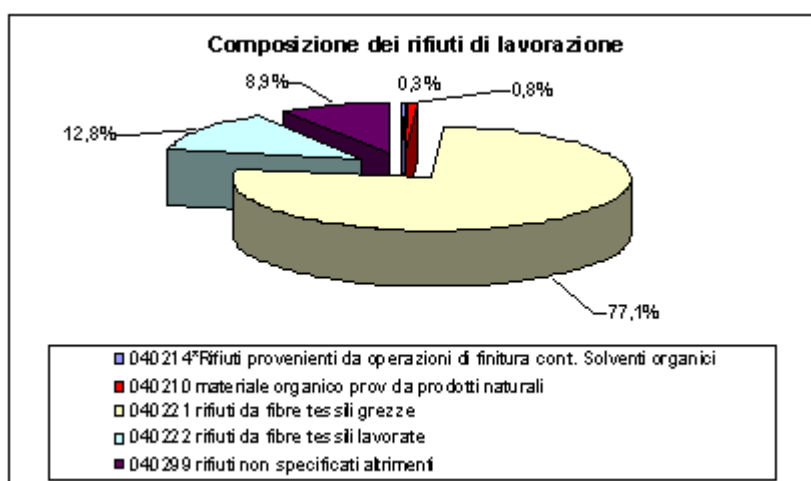


Grafico 25: Composizione dei residui di lavorazione nel campione analizzato

Un'altra categoria di rifiuti che presenta una significativa produzione nel settore tessile è quella degli "imballaggi", che corrispondono al 13,6% del totale in peso di rifiuti prodotti.

Si tratta soprattutto di imballaggi in materiali misti (31%), in metallo (22%), in carta e cartone (20%), in plastica (20%) e in minima parte legno (7%).

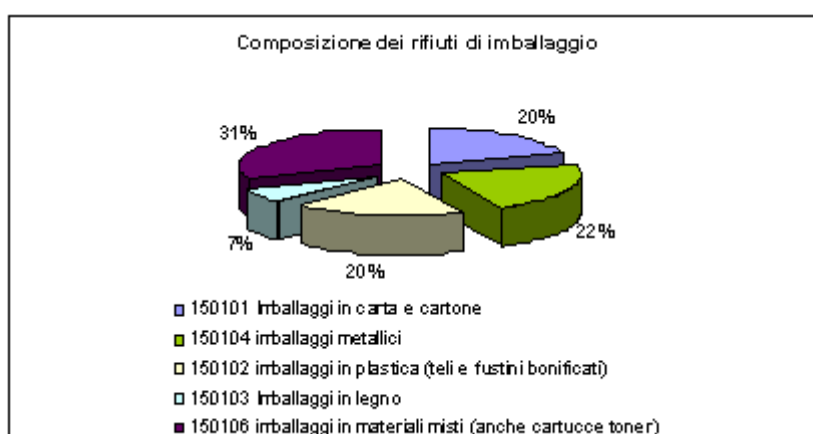


Grafico 26: Composizione dei rifiuti di imballaggio nelle aziende analizzate

Considerando l'indicatore ambientale della produzione di rifiuti totali, ossia la quantità di rifiuti prodotti annualmente per unità di materia prima lavorata, si ottengono dei dati molto variabili da azienda ad azienda e non si evidenziano particolari correlazioni tra le aziende che presentano fasi produttive analoghe (grafici 27 e 28). I range di produzione dei rifiuti sono molto ampi e spaziano da 46 a 848 kg/t di materia prima in entrata (grafico 28). Come si può osservare dal grafico 28, due aziende hanno una produzione decisamente elevata di

rifiuti totali rispetto alle altre: l'azienda 19, che è una Pettinatura, deve l'elevato quantitativo di rifiuti prodotti ai fanghi da depurazione, mentre per l'azienda 2 gli elevati quantitativi derivano dagli imballaggi in materiali misti. L'azienda 14, invece, ha una bassa produzione di rifiuti prodotti, in quanto ha adottato una serie di operazioni sui rifiuti per facilitarne le operazioni di recupero, quali il trattamento volumetrico dei rifiuti solidi assimilabili agli urbani attraverso compattazione e la triturazione dei fusti e successivo inserimento nel compattatore.

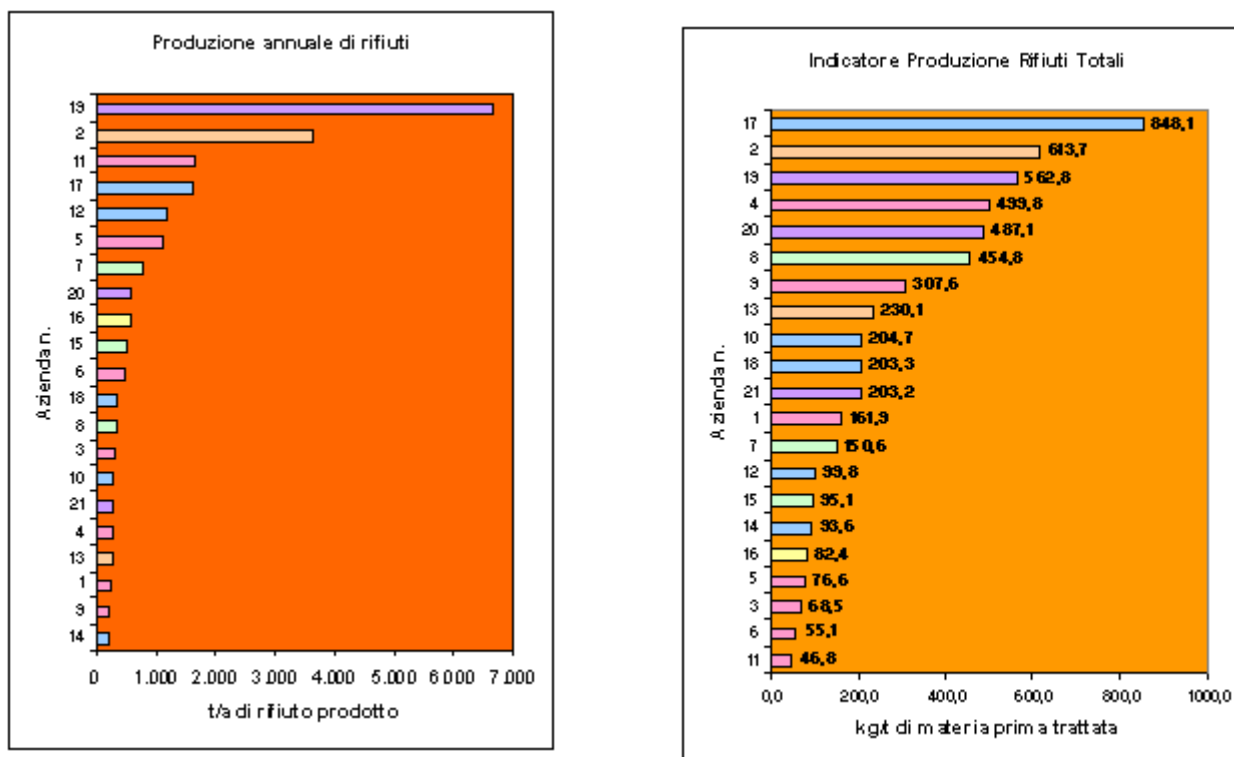


Grafico 27 e 28: Produzione di rifiuti annuale (ton) e kg di rifiuti prodotti per tonnellata di materia prima trattata nelle aziende campione

■	pettinature
■	filature
■	tintorie
■	tintorie + filat/tessit
■	tintoria + finissaggio
■	lanificio completo

E' importante tener presente che parecchi scarti della lavorazione del tessile sono considerati dalle aziende stesse dei sottoprodotti e non dei rifiuti in quanto vengono venduti ad altre aziende, prevalentemente tessili, che li riutilizzano all'interno del loro ciclo produttivo; sono quindi residui che hanno un valore commerciale. Esempi di sottoprodotti sono riportati nella tabella di cui al paragrafo 3.2.

L'indicatore medio sul campione, che esprime i chilogrammi di rifiuti prodotti per ogni tonnellata di materia prima trattata, descrive una situazione dove la maggior parte dei rifiuti, precisamente l'86%, è destinata ad operazioni di recupero, mentre il restante 14% dei rifiuti va allo smaltimento. Le percentuali di recupero variano da azienda ad azienda da un minimo di 23% ad un massimo di 100%.

L'operazione di smaltimento prevalente è quello dei fanghi da depurazione e delle fosse settiche che vanno a trattamento biologico per poi essere eliminati (D8) oppure a deposito preliminare (D15). In una sola azienda si ha l'eliminazione in discarica dei rifiuti da fibre tessili grezze (D1), ma il quantitativo non è stato specificato.

Per quanto riguarda le operazioni di recupero dei rifiuti, appare evidente, dai dati analizzati, che nel settore tessile vi è la possibilità di recuperare la maggior parte dei rifiuti prodotti nelle fasi del ciclo produttivo. Quasi tutte le tipologie di rifiuti sono stoccate dalle aziende come messa in riserva (R13) al fine di essere avviate ad una operazione di recupero.

I fanghi da depurazione delle acque reflue, che rappresentano il 67% in peso dei rifiuti totali prodotti, se privi di sostanze pericolose possono essere avviati a recupero attraverso operazioni di compostaggio e altre trasformazioni biologiche (R3). Le sostanze pericolose che si possono ritrovare nei fanghi di depurazione sono costituite essenzialmente da metalli pesanti, la cui presenza è riconducibile all'utilizzo di coloranti al cromo e di coloranti premetallizzati. Da verifiche effettuate sulle analisi chimiche dei fanghi si è constatato che le aziende che utilizzano coloranti al cromo non producono fanghi classificabili come pericolosi in quanto i tenori di cromo esavalente sono riscontrabili il più delle volte in concentrazioni esigue, di solito inferiori ai limiti di rilevabilità strumentale.

I carboni attivi esauriti utilizzati nell'impianto di depurazione delle acque reflue sono avviati a rigenerazione (R7). Gli imballaggi metallici sono avviati a recupero come operazione R4.

Nei grafici seguenti sono riportate le percentuali in peso dei rifiuti prodotti dalle 21 aziende esaminate e il loro destino.

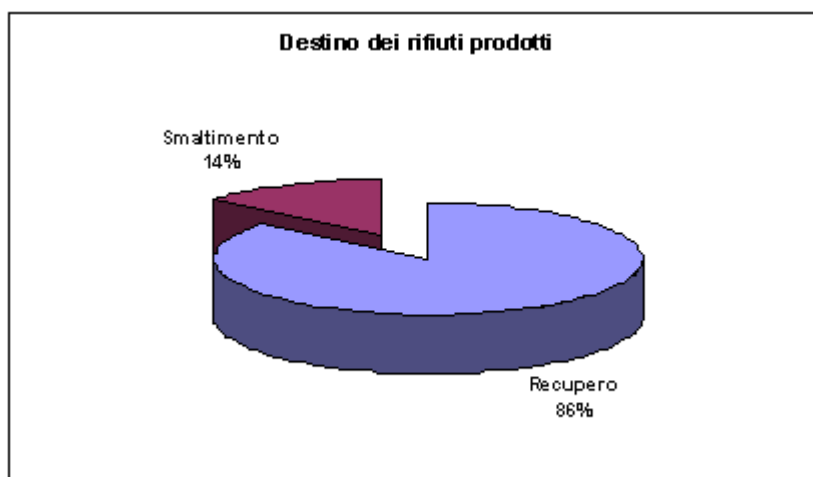


Grafico 29: percentuale di rifiuti delle ditte campione inviata a recupero o smaltimento

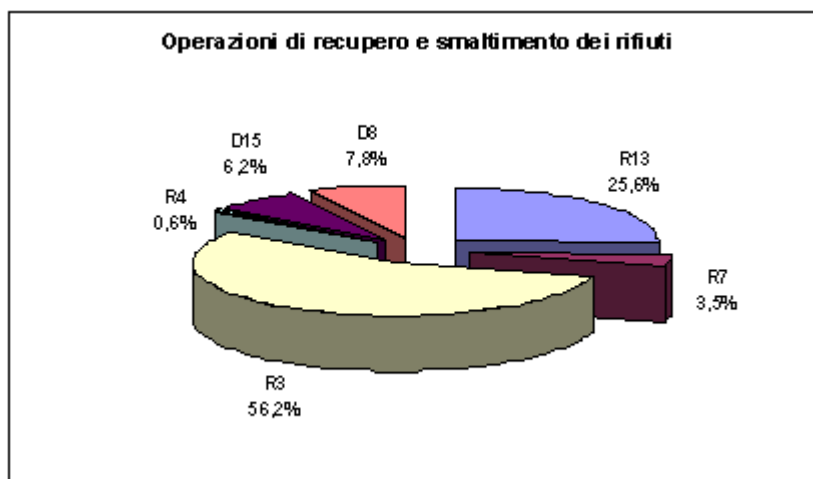


Grafico 30: percentuale di rifiuti delle ditte campione inviata alle varie operazioni di recupero o smaltimento

Nel grafico di seguito riportato vengono indicate, per ogni azienda analizzata, le percentuali di rifiuti prodotti destinati a recupero o smaltimento.

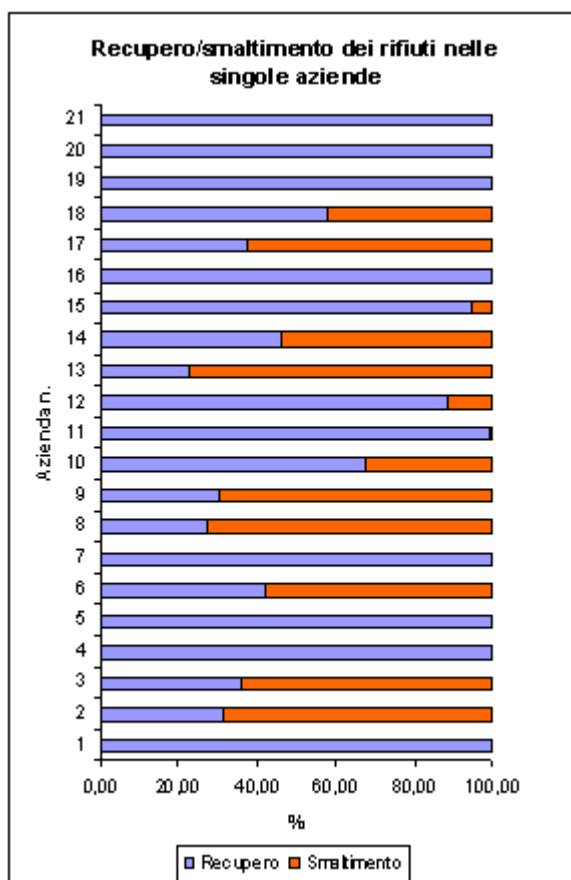


Grafico 31: percentuale di rifiuti destinata a recupero o smaltimento nelle ditte campione

SCHEDA DI APPROFONDIMENTO La produzione di rifiuti speciali in Piemonte

Per avere una visione più esauriente della realtà piemontese, vengono riportati in Tabella le elaborazioni riguardanti la matrice produzione di rifiuti, derivanti dal Rapporto Rifiuti 2004 redatto dall'APAT.

La tabella sottostante riporta la produzione di rifiuti speciali in Piemonte, riferita all'anno 2002, per macro settori produttivi riferiti ai codici ATECO, espressa in tonnellate.

Settore produttivo	Totale rifiuti speciali prodotti in Piemonte (t)	Totale rifiuti speciali prodotti in Italia (t)
Agricoltura - pesca (01-05)	12.669	395.476
Attività estrattive (10-14)	11.349	735.343
Industria manifatturiera (15-36)	2.687.823	32.715.137
Produzione energia, acqua, gas (40-41)	66.201	3.084.322
Costruzioni (45)	60.366	751.856
Commercio, riparazioni, altri servizi (50-55)	257.338	2.681.899
Trasporti, comunicazioni (60-64)	57.373	612.749
Intermediaz. finanz. e att. prof. (65-74)	26.309	379.389
Pubblica Amministrazione e Sanità (75-85)	23.854	500.416
Smaltimento rifiuti e acque reflue (37; 90)	1.257.298	12.312.150
Altri servizi pubblici (91-99)	6.750	196.459
N.D.	3.952	341.660
Totale	4.467.330	54.706.856
Tessile (17)	165.098	782.493
CER 04	137.541	1.236.441

Produzione di rifiuti speciali in Piemonte (ton) per macro settori produttivi riferiti ai codici ATECO (anno 2002)

21 aziende campione	
Rifiuti totali prodotti (t/a) ATECO 17	21.321
Rifiuti CER 04	16.705

Rifiuti prodotti dalle 21 aziende del campione

La grandissima quantità dei rifiuti prodotti sia a livello regionale che nazionale (circa il 60%) proviene dall'industria manifatturiera (codici ATECO 15 ÷ 36) nella quale è compresa l'industria tessile. Il rifiuto tessile (Codice ATECO 17) rappresenta solo il 3,7% di quello totale prodotto a livello regionale e l'1,4% a livello nazionale. Notevoli quantità risultano, inoltre, prodotte nei settori dello smaltimento rifiuti e acque reflue.

All'interno di questa visione generale sulla produzione dei rifiuti speciali, il campione di 21 aziende tessili analizzate con le sue 21.321 tonnellate di rifiuti totali prodotti rappresenta il 13% dei rifiuti del settore tessile prodotti in Piemonte, mentre andando a considerare solo i rifiuti con codice CER 04 "Rifiuti della lavorazione di pelli e pellicce e dell'industria tessile" il campione analizzato rappresenta il 12% di quelli prodotti in Piemonte e il 1,3% di quelli prodotti in Italia.

4. ANALISI DEI FATTORI DI IMPATTO

In questo capitolo vengono trattati i fattori di impatto ambientale in modo distinto per gli impianti di Pettinatura e per le ditte che presentano le fasi di Tintoria/Finissaggio mentre gli impatti generati dalle fasi meccaniche di filatura e tessitura verranno solo brevemente accennati.

Nel trattare gli impatti generati sulle matrici ambientali dalle lavorazioni analizzate vengono di volta in volta messi in evidenza eventuali strategie o accorgimenti adottati dalle ditte, sebbene si rimandi al capitolo 6 per un'analisi di dettaglio delle migliori tecniche disponibili.

4.1 Pettinatura

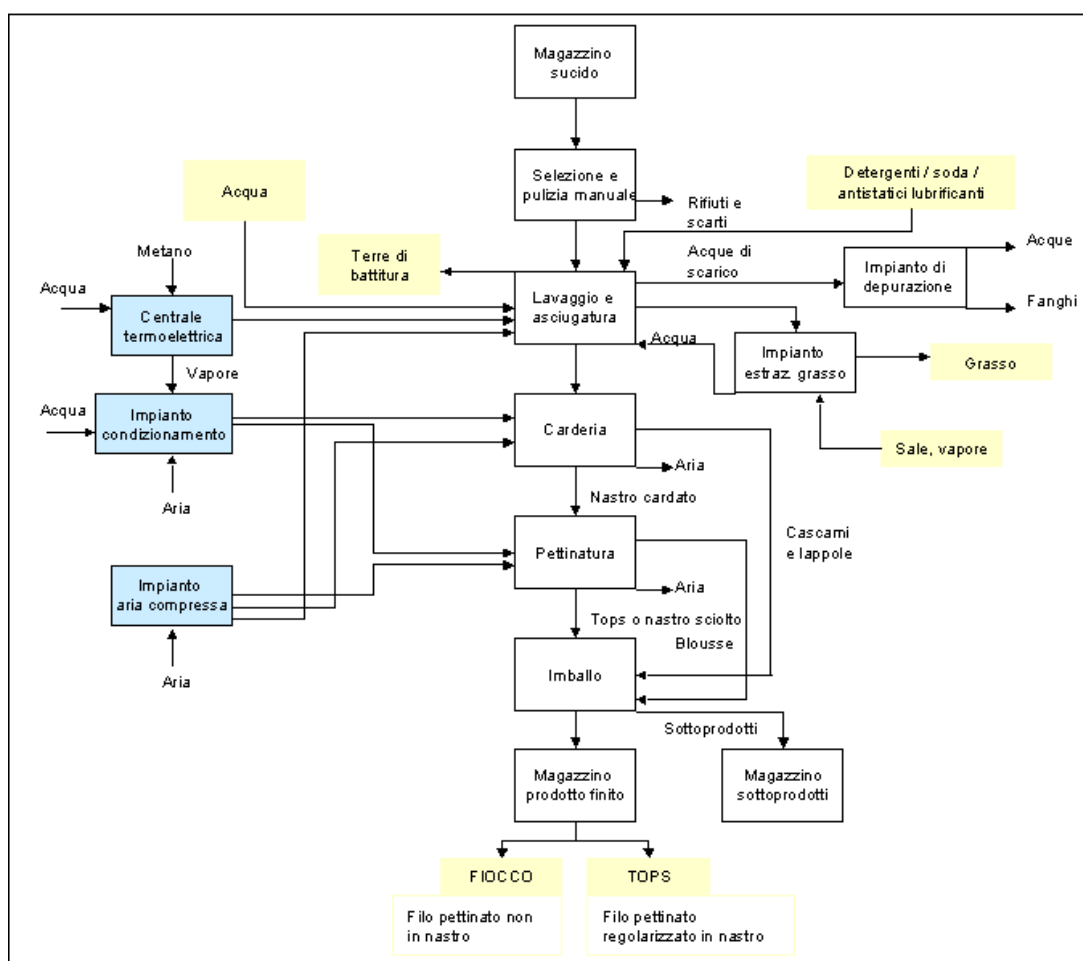


Figura 20: ciclo produttivo di un impianto di Pettinatura

4.1.1 Impatto sull'acqua

La **fase del lavaggio** incide in modo determinante sui consumi idrici; sebbene i volumi d'acqua utilizzati risultino molto variabili e condizionati dall'origine e dal tipo di lana in ingresso nell'impianto, è in questa fase che si consuma la quasi totalità dell'acqua impiegata nello stabilimento. Gli impatti determinati sulla risorsa non sono solo di tipo quantitativo ma anche di tipo qualitativo, in quanto vengono impiegati detergenti ed agenti chimici funzionali all'operazione stessa.

I consumi idrici rilevati variano in un intervallo compreso tra 8,5-16,5 mc/ton sucido; il valore più alto riscontrato, di poco superiore al limite massimo riportato nelle Bref (15 mc/ton sucido), è da ricondursi ad un impianto che lavora lane extrafini di elevata qualità (finezza 14/18 micron). Il forte divario tra i quantitativi

consumati per il lavaggio della lana vanno infatti ricondotti a lane di diversa finezza: lane extrafini (Australia, Nuova Zelanda, ecc) richiedono quantitativi d'acqua sensibilmente superiori a quelli richiesti per il lavaggio di lane ordinarie (da 20-21 micron per le lane italiane più raffinate a 35 micron); un altro fattore che incide sui volumi d'acqua è la pezzatura della lana (lane derivanti dal dorso dell'animale saranno, oltre che di qualità superiore, anche più pulite delle lane ricavate da altre parti dell'ovino come pancia, collo, zampe).

Nel corso degli anni negli impianti di Pettinatura sono state apportate alcune migliorie tecnologiche che hanno consentito di contenere e di ridurre gli impatti ambientali; tutto questo va considerato anche in relazione al periodo di costruzione degli stabilimenti, risalente nella maggior parte dei casi alla prima metà del '900, e alla forte penalizzazione economica che il settore ha subito nell'ultimo decennio. La fornitura ai clienti di prodotti di eccellenza ha comunque consentito a questo tipo di industria di mantenersi sul mercato.

Allo stato attuale in un processo standard di lavaggio, gli accorgimenti tecnologici utilizzati uniformemente da tutte le aziende per ottimizzare il consumo della risorsa idrica sono sintetizzati di seguito:

1. l'acqua di alimentazione delle vasche è mantenuta in controcorrente alla lana e l'immissione avviene nell'ultima vasca di risciacquo: ciò consente di ridurre il consumo della risorsa idrica in quanto l'acqua pulita viene in contatto solo con la lana da risciacquare. Il consumo d'acqua specifico relativo all'operazione di lavaggio è pertanto strettamente determinato dall'esigenza di risciacquo della lana lavata;
2. l'acqua delle prime vasche di lavaggio viene centrifugata per l'estrazione del grasso di lana e riciclata nella vasca di provenienza: tale aspetto influisce, oltre che sul risparmio della risorsa, sulla vita media di un bagno e sulla qualità dell'acqua di scarico, che sarà contraddistinta da tenori di COD, grassi e solidi sospesi sensibilmente più ridotti. La percentuale di recupero del grasso di lana, che arriva fino al 35-40%, è in qualche caso superiore a quella riportata nelle BAT compresa tra il 25-30%;
3. sono presenti sistemi di controllo centralizzato per il monitoraggio dei livelli dei bagni e della temperatura ottimale in relazione all'effetto detergente desiderato;

Per quanto attiene alla riduzione dell'utilizzo di sostanze pericolose le azioni migliorative possono essere esplicitate negli interventi sottodescritti:

- a) utilizzo di detergenti ad elevata biodegradabilità (a base di alcoli etossilati), con aggiunta di carbonato di sodio per sfruttare la saponificazione naturale dei grassi presenti sulla lana, riducendo i consumi di tensioattivi;
- b) installazione nel reparto lavaggio di sistemi di automazione per il dosaggio dei detergenti e della soda: ciò comporta l'eliminazione dei sovradosaggi, errori e pericoli di esposizione per gli addetti; solo l'aggiunta di H_2O_2 è effettuata manualmente, ma rappresenta tuttavia un prodotto utilizzato solo per alcune lavorazioni;

In merito all'ottimizzazione della qualità delle acque scaricate è da sottolineare la costruzione degli impianti di depurazione di tipo misto (chimico-fisico e biologico) per il trattamento delle acque reflue: tale sistema permette l'abbattimento dei valori di azoto ammoniacale, tensioattivi, materiali in sospensione, BOD e COD.

La concentrazione di antiparassitari sul prodotto in entrata può essere difficilmente controllata, pena l'esclusione dal mercato; va però sottolineata l'esistenza di collaborazioni con i produttori, specialmente australiani per l'eliminazione degli antiparassitari organoclorurati, al fine di creare una filiera di responsabilità ambientale per i tessili. L'utilizzo degli antiparassitari organofosforati ed i piretroidi, essendo meno persistenti e meno tossici per gli organismi superiori, risulta invece praticato in modo strettamente controllato da parte degli

allevatori; in ogni caso buona parte dei lotti sono certificati all'origine anche per il trattamento di disinfezione teso ad eliminare le spore Bacillus Anthracis .

Esistono poi alcuni accorgimenti che le diverse ditte hanno adottato per il risparmio della risorsa che vengono di seguito elencate:

- parziale riutilizzo delle acque depurate (30%) nella prima vasca di lavaggio;
- lavaggio di lane particolarmente sporche attraverso l'uso di bagni già parzialmente esausti;
- recupero di acqua degli impianti di climatizzazione per la solubilizzazione dei reagenti nell'impianto di depurazione;
- recupero delle condense della centrale termica con ritorno diretto ai generatori;
- inserimento di idrocycloni e di pompe di rilancio per separare le terre di battitura e recuperare parte dell'acqua di lavaggio, che viene rilanciata nelle prime vasche.

E' comunque da sottolineare come la produzione di lana lavata di qualità estremamente elevata non consenta di ridurre oltre un certo limite i consumi specifici di acqua.

Le fasi meccaniche di cardatura e pettinatura non richiedono invece l'utilizzo diretto d'acqua ma soltanto un consumo indiretto per il mantenimento degli impianti di climatizzazione dei locali che devono garantire livelli di temperatura e umidità controllati.

4.1.2 Emissioni in atmosfera

La Pettinatura è caratterizzata da impatti emissivi di proporzioni piuttosto limitate. Le emissioni generate possono essere di natura fisico-meccanica e di natura chimico-fisica.

A fronte di un elevatissimo grado di variabilità in termini quantitativi, dipendenti dalla tipologia della singola operazione che le origina, le emissioni in atmosfera della Pettinatura presentano una sostanziale uniformità qualitativa in quanto sono costituite principalmente da polveri originate da frammenti di fibre tessili. Nella tabella di seguito riportata si evidenziano i valori medi di emissione relativi al processo di Pettinatura (per le fasi di essiccazione e di cardatura/peppinatura).

PARAMETRI	FASI	
	ESSICCAZIONE DOPO LAVAGGIO SUCIDO	FASI MECCANICHE DI CARDATURA EPETTINATURA
Temperatura	70 - 90°C	Ambiente
Umidità	50 - 100 g/mc	
Polveri	1- 10 mg/mc	1 – 10 mg/mc
SOT	<2 mg/mc	<1 mg/mc

Tabella 23: Valori medi di emissioni del Processo di Pettinatura (CRAB, Emissioni in atmosfera delle operazioni produttive dell'industria tessile, 1989)

Esistono sistemi di recupero delle polveri durante le fasi meccaniche di cardatura e pettinatura che operano attraverso sistemi di aspirazione e di successiva filtrazione.

4.1.3 Impatto energetico

Il maggior consumo di energia termica avviene nella fase di lavaggio, in cui viene impiegato il 75-90% del consumo totale della Pettinatura mentre il consumo elettrico viene concentrato quasi completamente nella fasi di lavorazione meccanica e, solo in parte, nella fase di lavaggio che assorbe l'11-18% circa del consumo elettrico complessivo, prevalentemente per la spremitura e l'asciugatura della lana dopo ogni vasca di lavaggio. Il consumo dell'energia elettrica e termica nella fase di asciugatura risulta molto variabile in rapporto

alla finezza della lana (lane fini necessitano di temperature più basse e sistemi di ventilazione più spinti rispetto alle lane con fibre di maggior calibro).

I consumi complessivi di energia relativi alla fase di lavaggio risultano compresi tra 6,0 e 7,4 GJ / ton sucido e si collocano all'interno dell'intervallo indicato nelle Bref (4,5-20) ma al di sopra del valore delle BAT (4,5); tale discrepanza trae origine nel maggior volume d'acqua da riscaldare nella fase di lavaggio.

I sistemi di recupero energetico più utilizzati riguardano il riscaldamento dell'acqua di lavaggio, che avviene in modo diretto, e dell'aria di essiccazione, effettuato in modo indiretto, con recupero delle condense che vengono immesse nelle vasche di lavaggio per ottimizzare il recupero termico. Un altro sistema di recupero dell'energia termica, nella linea di lavaggio, si ha attraverso uno scambio termico tra i flussi di acqua in ingresso e uscita dall'impianto di centrifugazione per il recupero del grasso di lana.

Non sono, invece, applicabili, in quanto termodinamicamente sfavorevoli, i sistemi previsti nelle Bref relativi al recupero termico su flussi caldi derivanti dall'impianto di essiccazione; inoltre, la copertura delle vasche di lavaggio di tipo tradizionale per contenere la dispersione di calore non è attuabile per la presenza degli erpici di movimentazione della lana.

4.1.4 Produzione di rifiuti

La maggior parte dei rifiuti prodotti viene differenziata e per quanto possibile inviata a recupero. In particolare:

- gli imballaggi delle balle di lana e scarti di lavorazione (lappole, blouse, ecc.) vengono rimandati ai clienti che potranno riutilizzarli;
- gli scarti della fibra contaminata da fibre vegetali possono essere recuperati, attraverso l'operazione di carbonizzo (bagni in H_2SO_4), ed avviati al ciclo cardato;
- i fanghi di depurazione, e il più delle volte le terre di battitura, vengono inviati a smaltimento o a compostaggio;
- la polvere di lana può essere trattata per l'utilizzo in diretto in agricoltura o smaltita in impianto autorizzato.

4.2 Tintoria e finissaggio

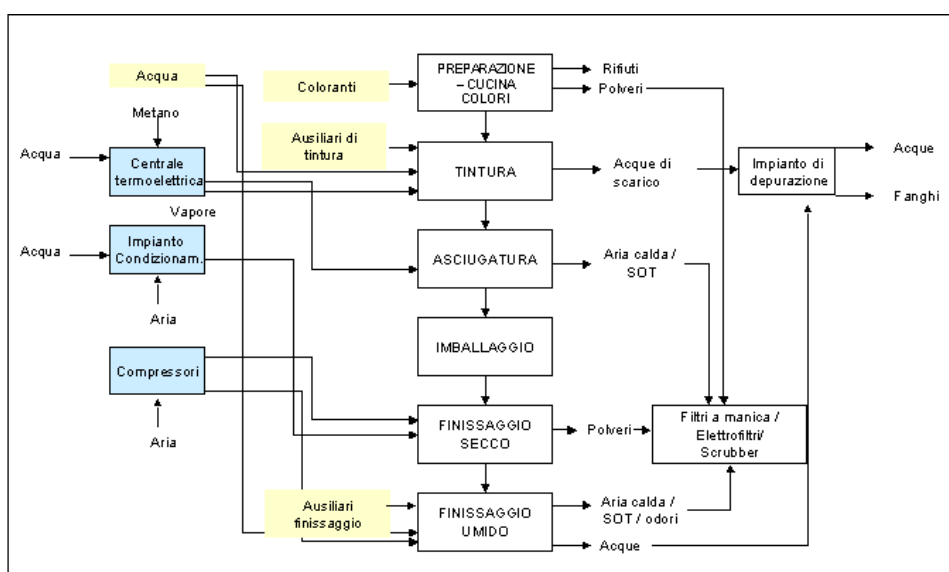


Figura 21: Ciclo produttivo di Impianto di tintoria e finissaggio

4.2.1 Impatti sull'acqua

Analogamente al ciclo di Pettinatura, anche la fase di tintura incide in modo determinante sui consumi idrici, che risultano tuttavia estremamente diversificati a seconda del substrato tinto.

L'indicatore che meglio rappresenta gli impatti della fase di tintura sui consumi della risorsa è il *Rapporto Bagno*, (inteso come relazione fra la quantità di merce da tingere, espressa in kg, ed il volume del bagno, espresso in litri), che influenza non soltanto la quantità di acqua e di energia consumate nel processo, ma svolge un ruolo importante nel grado di esaurimento della tintura e nel consumo dei prodotti chimici e ausiliari, il cui dosaggio avviene sempre in mg per litro di bagno acquoso e non per Kg di pezza tinta.

I diversi valori del rapporto bagno, con l'indicazione dei differenti sistemi di raffreddamento, sono riportati di seguito:

SUBSTRATO TINTO	RAPPORTO BAGNO	TIPO DI RAFFREDDAMENTO	RECUPERO ACQUE DI RAFFREDDAMENTO
FIOCCO	1: 20 circa	TRACIMAZIONE	NO
TOPS	1: 10	TRACIMAZIONE	NO
ROCCHIE	1: 8	INDIRETTO	SI
MATASSE	1: 24	INDIRETTO	SI
PEZZE	1: 20	INDIRETTO	SI

Tabella 24: Rapporti Bagno per tipo di substrato tinto e tipologia di raffreddamento

I trattamenti che consumano il maggior quantitativo d'acqua risultano pertanto la tintura di lana in fiocco, in cui è previsto un raffreddamento per tracimazione, in matasse ed in pezze. Si fa tuttavia presente che nel caso della tintura in pezze esistono margini di miglioramento nel rapporto bagno, soprattutto nel caso di vasche con iniezione sotto pressione d'acqua e ricircolo forzato del bagno.

Ogni ciclo di trattamento include una serie di lavaggi precedenti e successivi all'operazione di tintura che accomuna i diversi substrati; sulle pezze ed in genere su tutti i substrati che vengono lavorati conto terzi, vengono sempre effettuati lavaggi preliminari atti ad eliminare le impurità derivanti dal trasporto della merce o dai prodotti utilizzati nelle precedenti fasi di lavorazione. Nello schema sotto riportato viene illustrata la sequenza dei lavaggi (rappresentati dai singoli quadratini) che compongono un ciclo di tintura standard:



Figura 22:sequenza standard dei lavaggi in un ciclo di tintura

Tutti i processi di tintura e la maggior parte dei trattamenti di finissaggio ad eccezione del lavaggio e dell'asciugatura sono discontinui.

Per quanto concerne l'attenuazione degli impatti sulla risorsa idrica, anche in relazione a quanto consigliato nelle BAT per i processi di tintura discontinui (ripresi e approfonditi nel capitolo 6), sono stati rilevati i seguenti accorgimenti:

Quantitativi

1. utilizzo di macchinari dotati di controlli automatici del volume di riempimento, della temperatura e di altri parametri del ciclo di trattamento;

2. presenza di vasche di tintura di diverse dimensioni per l'ottimizzazione dei consumi idrici ed energetici in relazione alle diverse quantità di materiale da tingere;
3. ove possibile, predisposizione di sistemi indiretti di riscaldamento e raffreddamento con recupero totale dell'acqua di processo e di parte dell'energia termica del ciclo produttivo; si riscontrano tuttavia, come già evidenziato, per i trattamenti di fiocco e tops sistemi di raffreddamento per traboccamento che non risultano attualmente sostituibili.
4. recupero delle acque di depurazione dopo trattamenti terziari per l'abbattimento del colore. I recuperi sono dell'ordine del 20 – 30% della quantità complessiva in uscita dopo trattamenti con filtri a sabbia e/o carboni attivi; nel caso del trattamento terziario con O₃ si è riscontrato un recupero delle acque in uscita dell'ordine anche del 50%.

Qualitativi

- a) dosaggio automatico di coloranti e degli ausiliari di tintura; tale accorgimento non è applicabile nelle aziende di dimensioni artigianali, in quanto lavorano lotti ridotti e l'aggiunta dei colori e degli ausiliari avviene ancora manualmente attraverso l'utilizzo di sacchetti idrosolubili;
- b) sostanziale esaurimento del bagno durante i cicli di tintura;
- c) utilizzo del sistema tricromatico che consente la riduzione del numero di coloranti utilizzati;

Risulta, invece, di difficile applicazione il recupero di bagni parzialmente esausti (previsto tra le BAT) in quanto richiede che vengano posti in lavorazione successioni di bagni da tinte chiare a tinte scure (tale aspetto dipende dalle richieste dei clienti) e tale procedimento non sempre garantisce il raggiungimento di standard qualitativi elevati.

Per quanto riguarda l'utilizzo di coloranti al cromo al momento non possono essere sostituiti con tecniche alternative che permettano il raggiungimento degli stessi standard qualitativi in termini di solidità di tintura per i colori nero e blu.

La complessità delle operazioni di finissaggio è tale per cui risulta difficilmente sintetizzabile la serie di accorgimenti adottati nei singoli impianti; si può tuttavia rilevare che, per il contenimento dei consumi, si prevede:

1. effettuazione delle applicazioni per foulardaggio, escludendo le lavorazioni di spalmatura o applicazioni a spruzzo;
2. utilizzo di sistemi chiusi per i lavaggi con solventi, provvisti di distillatore interno e filtro di adsorbimento a carbone attivo per i fumi;
3. utilizzo nei lavaggi di tensioattivi ad elevata biodegradabilità e agenti antischiuma privi di oli minerali.

L'impatto principale sulla risorsa idrica deriva dal refluo prodotto dai reparti di tintoria e finissaggio, in cui sono presenti una serie di inquinanti che, se non opportunamente abbattuti, possono generare notevoli effetti sugli ecosistemi e sui corsi idrici in cui vengono scaricati. La composizione di un refluo tessile e le modalità di depurazione verranno trattati ed approfonditi nel capitolo 5.

4.2.2 Emissioni in atmosfera

Le emissioni in atmosfera della tintoria sono costituite da miscele aria–vapore acqueo in proporzioni variabili provenienti dagli impianti di tintura e dalle operazioni di asciugatura/essiccazione: quelle derivanti dalla tintura

sono caratterizzate dalla presenza di sostanze organiche volatili che provengono dai prodotti utilizzati nel ciclo tintoriale mentre quelle dell'essiccazione sono costituite in prevalenza da polveri formate da frammenti di fibre. Nello schema seguente sono riportati i valori medi di emissione nelle fasi di tintura e relativa asciugatura:

PARAMETRI	FASI	
	TINTURA	ESSICCAZIONE
Temperatura	40 – 80°C	70 – 90°C
Umidità	100 - 500 g/mc	50 – 100 g/mc
Polveri	<1 mg/mc	1 – 5 mg/mc
SOT	10 – 100 mg/mc	<5 mg/mc

Tabella 25: Valori medi di emissioni del Processo di tintura (CRAB, Emissioni in atmosfera delle operazioni produttive dell'industria tessile, 1989)

Le cucine color delle tintorie sono il più delle volte dotate di cappe di aspirazione per le polveri e i vapori. Risulta ormai da anni generalmente adottato, quale migliore tecnologia, l'apprestamento di impianti di dosaggio dei prodotti ausiliari di tintoria completamente automatizzati e chiusi, anche perché tali sostanze sono impiegate in quantità consistenti; risulta invece spesso impraticabile la realizzazione di sistemi chiusi per i coloranti, soprattutto nelle aziende che trattano una vasta gamma di prodotti, in quanto, dati gli elevati livelli di flessibilità imposti dal mercato sul prodotto finito, spesso le quantità di coloranti utilizzate risultano talmente esigue che un impianto canalizzato e automatizzato risulterebbe più impattante a livello ambientale per le operazioni di pulizia e manutenzione, rispetto all'impiego di sistemi di preparazione e trasporto dei coloranti di tipo manuale.

Per quanto riguarda le operazioni di finissaggio, pur considerando la particolare complessità ed eterogeneità del ciclo produttivo, le emissioni sono caratterizzate da miscele aria – vapore acqueo e da SOT per il lavaggio, finissaggio in vapore e termofissaggio e da polveri e particolato per il bruciapelo, cimatura, garzatura, guarnissaggio ecc.

Negli impianti di *bruciapelo* la polvere di lana aspirata viene separata tramite batterie di filtri a manica mentre le emissioni fortemente odorogene vengono abbattute con scrubbers ad umido in controcorrente con aggiunta di NaClO.

Oltre il bruciapelo, la fase che maggiormente incide sulla qualità delle emissioni in atmosfera è l'*asciugatura*, effettuata nelle rameuse, sebbene per i trattamenti della lana siano mantenute temperature di esercizio inferiori a quelle utilizzate per le fibre sintetiche, in cui tale fase ha maggiore incidenza.

A titolo prettamente indicativo si illustrano le emissioni in atmosfera per il finissaggio, che sono così composte:

PARAMETRI	FASI		
	LAVAGGIO e FISSAGGIO IN VAPORE	TERMOFISSAGGIO ed ESSICCAZIONE	CIMATURA e GARZATURA
Temperatura	30 - 80°C	80 - 120°C	Ambiente o moderata
Umidità	100 - 500 g/mc	50 – 100 g/mc	
Polveri	<1 mg/mc	1 – 10 mg/mc	1 – 5 mg/mc
SOT	10 – 100 mg/mc	10 - 100 mg/mc	<1 mg/mc

Tabella 26: Valori medi di emissioni di alcune fasi del finissaggio (CRAB, Emissioni in atmosfera delle operazioni produttive dell'industria tessile, 1989)

Per quanto riguarda invece le emissioni derivanti dalle centrali termoelettriche presenti negli impianti, si rileva come il cambiamento del combustibile utilizzato da ATZ a BTZ e, nella maggior parte dei casi, a CH₄ ha fatto diminuire le emissioni in atmosfera per i valori di CO₂, SO_x, NO_x e polveri.

Di seguito verranno analizzate con maggior dettaglio le emissioni di maggior rilevanza nell'industria tessile laniera; il bruciapelo e la rameuse.

Bruciapelo

L'emissione di questo tipo di lavorazione è essenzialmente fonte di molestia olfattiva, a basso rischio dal punto di vista tossicologico; l'odore generato, tecnicamente definito "empireumatico", spesso viene descritto come "odore di penne bruciate".

Le emissioni derivano essenzialmente da due fonti:

1. dal combustibile utilizzato per ottenere la fiamma (di norma gas metano o gpl)
2. dai prodotti e dalle polveri derivanti dalla combustione del tessuto destinato alla lavorazione, comprese le emissioni dell'operazione di spazzolatura successiva alla combustione della peluria.

Per quanto concerne il punto 1. non c'è differenza con l'emissione di una normale caldaia per riscaldamento, non si producono odori molesti e i composti pericolosi quali il CO, gli NOx e la formaldeide sono ridotti al minimo con un'attenta conduzione del bruciatore.

Dal punto 2. dipendono invece gli impatti più significativi di questo trattamento. Dalla combustione della lana si originano infatti principalmente i seguenti composti:

- Anidride carbonica
- Monossido di carbonio
- Acqua
- Composto azotati, tra cui ammine organiche aventi odore sgradevole e in particolari condizioni anche acido cianidrico
- Composti solforati, tra cui mercaptani e solfuri organici aventi odore sgradevole anche a concentrazioni molto basse (percepibili dall'olfatto umano ma inferiori ai limiti di rilevazione strumentale e alle concentrazioni ritenute dannose per la salute dalle Organizzazioni Internazionali).

Per quanto riguarda le concentrazioni di acido cianidrico, si ritiene siano in linea teorica poco significative in quanto, da quanto emerge dalla letteratura internazionale, si può trovare traccia di tale composto nei fumi di combustione della lana in caso di incendio di materiale in massa o di rivestimenti di pareti e/o pavimenti, cioè in condizioni di subcombustione o di pirolisi. Nel caso degli impianti di bruciapelo, la combustione avviene in condizioni ossidanti (fiamma non luminosa) e la quantità di materiale combusto è una frazione minima del tessuto che non viene praticamente riscaldato durante il processo

Le emissioni del bruciapelo vengono generalmente trattate mediante scrubber ad umido (mono o pluristadio) con presenza di ipoclorito di sodio come ossidante, che potrebbe agire favorevolmente anche su eventuale presenza di formaldeide da combustione del metano o di acido cianidrico, ossidandola a composti non tossici.

Sono inoltre presenti cappe di aspirazione in corrispondenza delle sezioni di svolgimento e spazzolatura del tessuto, dove vengono generate soprattutto polveri grossolane.

Rameuse

Questo tipo di impianto trova larga diffusione in tutta l'industria tessile e può funzionare con diversi tipi di riscaldamento:

1. indiretto, tramite serpentine ad olio diatermico che riscaldano il tessuto: in questo caso si hanno costi più elevati ma un miglior controllo della temperatura di processo;

2. diretto, con aria riscaldata dalla fiamma di un bruciatore a combustibile: in questo caso i costi sono ridotti ma sono possibili brusche variazioni di temperatura che possono portare ad un maggior strappaggio di materiale dai tessuti.

Possono inoltre essere distinte due diverse lavorazioni che vengono effettuate nello stesso tipo di impianto:

- Asciugatura
- Termofinissaggio

A seconda della lavorazione e del tipo di tessuto trattato si ha una sostanziale differenziazione del tipo di inquinanti emessi e di conseguenza delle problematiche ad essi collegate.

In generale i processi di asciugatura che avvengono a bassa temperatura, ovvero sotto i 100°C, danno origine ad emissioni con scarso impatto ambientale sia in termini quantitativi che qualitativi.

Il termofinissaggio della lana ha emissioni con impatto ambientale ridotto sia per le temperature di esercizio, che si mantengono abbastanza basse, sia per il contenuto di additivi presenti sulle stoffe che, essendo abbastanza contenuto, comporta una minore emissione di questi composti sia puri che degradati durante il riscaldamento.

Il termofinissaggio diventa problematico dal punto di vista emissivo quando vengono trattati tessuti sintetici a temperature superiori ai 180°C, che comportano l'emissione dei prodotti presenti sul tessuto, quali oleanti, tensioattivi o ausiliari di lavorazione, oltre che ai prodotti di degradazione termica.

Per la depurazione di queste emissioni vengono presi in considerazione due tipi di abbattitori in grado di garantire percentuali di abbattimento superiori al 95% :

- Elettrofiltri: questo tipo di abbattitore carica elettrostaticamente le particelle di nebbia oleosa che vengono poi condensate su piastre metalliche caricate elettricamente ed eliminate sotto forma di emulsione oleosa. Necessitano sempre di un pre-stadio per l'abbattimento della temperatura dei fumi, che in entrata non devono superare secondo le normative vigenti i 30°C (anche se l'operatività dell'abbattitore non viene compromessa fino a circa 40°C). Pregio fondamentale di questo tipo di abbattitore è l'elevata efficienza, mentre i maggiori problemi derivano da costi sensibili per l'utilizzo dell'energia elettrica e soprattutto dalla necessità di accurate procedure di conduzione e manutenzione per garantire una resa di abbattimento costante.

- Scrubber mono- o pluristadio: in questo caso la temperatura delle emissioni viene ridotta tramite scambio termico con l'acqua di lavaggio, che deve essere disponibile in elevata quantità e a basso costo, la stessa acqua sotto forma di velo o di pioggia funge da centro di condensazione e abbatte le nebbie oleose. Pregio principale di questo tipo di depurazione è una buona semplicità di conduzione, che ne facilita l'uso in quelle realtà dove non sono disponibili risorse qualificate per la gestione di un elettrofiltro. Questo tipo di abbattitore non raggiunge le percentuali di abbattimento di un elettrofiltro e comporta qualche difficoltà nella messa a punto di un sistema di campionamento per il controllo dei valori limite di emissione; occorre inoltre prevedere una depurazione delle acque esauste con eventuale disoleazione e quindi con produzione di rifiuto da smaltire correttamente.

4.2.3 Impatto energetico

Nella fase di tintoria i consumi energetici sono prevalentemente di tipo termico e sono spesso correlati ai consumi idrici dal momento che l'energia viene usata principalmente per riscaldare i bagni per la lavorazione; per tale motivo l'ottimizzazione della risorsa idrica incide sensibilmente sui consumi energetici.

Per ridurre i consumi tutte le tubazioni che conducono fluidi ad alta temperatura sono coibentate mentre non risulta conveniente il recupero di calore dei fumi esausti; inoltre le autoclavi di tintura sono dotate di porte per minimizzare le perdite di vapore.

Le operazioni di finissaggio risultano dispendiose in termini energetici. I consumi di energia termica si concentrano principalmente nella fasi di *lavaggio* per il riscaldamento delle acque, che raggiungono temperature di 80-90°C, e nelle operazioni di *decatizzo* per la produzione di vapore.

I consumi di energia elettrica, legati al funzionamento dei vari macchinari utilizzati nelle fasi del finissaggio, risultano particolarmente significativi nelle operazioni di rameuse, decatissaggio, KD per il funzionamento delle ventole di aspirazione, nei folloni per il funzionamento dei rulli e nei lavaggi per la spremitura prima dell'asciugatura.

4.2.4 Produzione di rifiuti

La maggior parte dei rifiuti prodotti viene per quanto possibile inviata a recupero oppure smaltita. In particolare sono mandati al recupero gli imballaggi di materiali vari (carta, metallo, plastica, ecc), che possono raggiungere il 15-20% del totale di rifiuti prodotti, gli scarti di lavorazione (es. scarti da fibre tessili) che possono raggiungere il 30% del totale e vetro, plastica e materiali ferrosi, che insieme rappresentano fino al 4%. I fanghi di depurazione (42-71% del totale) vengono inviati al compostaggio o smaltiti in discariche autorizzate. Tra le principali tipologie di rifiuti prodotti solo gli oli esausti (0-0.4% del totale) vengono totalmente avviati allo smaltimento.

4.3 Filatura e tessitura

Come già specificato nell'introduzione le fasi meccaniche non sono trattate nel presente lavoro in modo approfondito in quanto si ritiene non apportino impatti ambientali di rilievo rispetto alle altre fasi. Di seguito si riportano comunque alcune considerazioni sul rumore generato dalle fasi meccaniche di lavorazione.

4.3.1 Rumore

L'impatto derivante dal rumore nell'industria tessile acquista dimensioni significative nelle lavorazioni meccaniche, in particolare nella fase di tessitura. Le fasi di pettinatura, tintoria e finissaggio, fasi trattate nella presente relazione, hanno ripercussioni di minor rilievo sul clima acustico.

Meritano pertanto un breve cenno le tessiture, annoverabili tra gli ambienti più rumorosi esistenti in campo industriale. Nei telai tradizionali, infatti, la navetta, spinta da un meccanismo di lancio, compie un moto alternativo di andata e ritorno con ritmi anche superiori a 200 colpi al minuto, e ad ognuno di questi passaggi corrisponde un impulso sonoro che raggiunge un livello di picco molto elevato; tale impatto è inoltre ulteriormente aggravato dal notevole addensamento delle macchine di tessitura in un unico ambiente di lavoro. L'introduzione dei telai con il trasporto del filo mediante getti d'acqua o d'aria ha rappresentato un miglioramento di questo tipo di impatto; secondo dati di letteratura infatti la differenza tra i livelli sonori prodotti da un telaio tradizionale ed uno di nuova concezione risulta dell'ordine di 15 – 17 dB(A). Le poche ditte che non hanno ancora fatto ricorso ai telai a getti d'acqua o d'aria, hanno adottato tecniche di mitigazione dell'impatto acustico attraverso l'introduzione di smorzatori pneumatici nel dispositivo di arresto della navetta e l'adozione di meccanismi di rallentamento di fine corsa nel movimento di andata e ritorno, oltre che

l'insonorizzazione con pannelli fonoassorbenti o la realizzazione di locali di protezione acustica (R. Spagnolo, Manuale di acustica, 2001, UTET).

Dopo le emissioni sonore generate dai reparti produttivi, le principali fonti di rumore esterno di una ditta tessile sono rappresentate dai motori dei compressori, degli impianti di depurazione e dai gruppi di condizionamento. I limiti di legge per l'emissione sonora in ambiente esterno variano a seconda della classificazione della zona in cui ricade il sito, come previsto dalla legge quadro sull'inquinamento acustico (Legge n°447 del 26/10/1995). I provvedimenti adottati generalmente dalle ditte per mitigare tale impatto si basano sull' utilizzo di barriere acustiche, e di schermi fonoassorbenti e di dispositivi di convogliamento e filtrazione aria per l'abbattimento delle emissioni sonore delle centrali termoelettriche.

Nella seguente tabella vengono riportate le medie delle soglie di rumore rilevate nelle diverse fasi di lavorazione tessile, suddivise per singoli reparti. I valori medi sono stati ottenuti dall'elaborazione di 209 punti di misura rilevati su 24 aziende del settore. La tabella evidenzia come i valori medi di rumore più elevati vengano rilevati nelle lavorazioni meccaniche di tessitura, filatura, roccatura e cardatura, seguiti dalle fasi di finissaggio, in cui acquistano un peso rilevante le fasi di cimatura, decatizzo e KD.

Reparti	Fasi di lavorazione	Leq [dB(A)]	
		media singola fase	media reparto
FINISSAGGIO	FOLLONI - LAVAGGI	81,3	82,9
	RAMEUSE	80,7	
	VAPORIZZO	79,8	
	KD	81,4	
	CIMATRICE	84,5	
	RUMORE FONDO FINISSAGGIO / TRIBUNALI	79,4	
	DECATIZZO	82,2	
	BRUCIAPELO	88	
	IRRESTRINGIBILE	80	
TINTORIA	CUCINA COLORI	66,6	66,6
	TINTORIA	79,4	79,2
	ASCIUGATURA	79	
FILATURA	ROCCATURA	88,4	87,8
	FILATOI	89,2	
	RITORCITOI	90	
	GARZATRICE	84,8	
	CARDATURA	87,3	
	RIPETTINATURA	84	
TESSITURA	ORDITURA	78,4	78,4
	TELAIO	93,1	93,1
SERVIZI	COMPRESSORI	91,3	91,3
	DEPURATORE	76	76
	CALDAIA	85	85

Tabella 27: soglie di rumore rilevate nelle diverse fasi di lavorazione tessile

4.4 Impatti indiretti

Oltre alle pressioni dirette esercitate da un comparto produttivo sul territorio, vi sono anche pressioni legate ad esempio agli aspetti relativi al paesaggio o alle infrastrutture per il trasporto (di energia, di persone e di merci).

4.4.1 Il paesaggio

Per quanto riguarda gli aspetti relativi al paesaggio è importante segnalare come la maggior parte delle industrie tessili presenti nel territorio piemontese siano state costruite nel XIX secolo a ridosso di corsi d'acqua, indispensabili per la lavorazione.

Il posizionamento degli insediamenti produttivi sugli argini ha comportato l'assenza di fasce di rispetto, previste dall'attuale normativa ma non regolamentate in passato, sottoponendo le fabbriche a rischi di piene ed inondazioni. Altra conseguenza di tale ubicazione è data dall'artificializzazione delle sponde con perdita di naturalità ed interruzione dei corridoi ecologici presenti nei fiumi.

Altra conseguenza sul paesaggio è rappresentata dalla costruzione di invasi, utilizzati per accumulare la risorsa idrica da usare per la produzione di energia, che comporta la riduzione significativa dell'acqua presente nei torrenti, ulteriormente depauperati dalle opere di captazione delle aziende; in taluni casi infatti tale aspetto assume dimensioni di rilievo, tanto da compromettere il minimo deflusso vitale dei corsi d'acqua.

Oltre a tali aspetti, è significativo l'impatto visivo derivante dal colore dell'acqua dei torrenti, che, con l'utilizzo di alcuni particolari coloranti, risulta talvolta particolarmente intenso; è altresì importante sottolineare che negli ultimi anni tale impatto si è notevolmente ridotto, anche grazie ad un'attenta e costante gestione degli impianti di depurazione.

Da segnalare invece come alcune aziende tessili, anche a causa della contrazione economica del settore, vengono considerate come esempi di archeologia industriale ed utilizzati come musei o tappe di percorsi didattici sullo studio del territorio e dell'economia locale.

4.4.2 I trasporti

Per quanto riguarda gli effetti sulle matrici ambientali dovuti al traffico indotto, occorre valutare il contributo specifico che deriva dalle emissioni allo scarico dei mezzi commerciali e pesanti, particolarmente significativo in termini di NO_x, SO₂ e particolato, oltre a quello che si forma per evaporazione, risollevarimento e usura, nonché per effetto di reazioni in atmosfera. L'associazione tra inquinamento atmosferico e stato di salute della popolazione esposta è ben documentata e molti elementi indicano che sia di natura causale. Le maggiori evidenze sono per la mortalità, ma alcuni studi evidenziano anche altri effetti, in particolare nei bambini. Fra i risultati relativi alla valutazione dei fattori di rischio ambientali negli studi SIDRIA (Studi Italiani sui Disturbi Respiratori nell'Infanzia e l'Ambiente), il primo condotto negli anni 1994-1995 e il secondo a 7 anni di distanza, emerge che il traffico di tipo pesante nei pressi dell'abitazione del soggetto risulta essere associato a un incremento del rischio di contrarre patologie di tipo bronchitico e catarrale, nonché di tipo allergico.

Oltre all'inquinamento atmosferico, che causa danni alla salute della popolazione, agli edifici e ai monumenti, ai boschi e all'agricoltura, non sono da trascurare gli impatti relativi all'inquinamento acustico e alle perdite di tempo dovute alla congestione del traffico e a quelli, molto ingenti e drammatici, dovuti agli incidenti stradali.

Nel caso oggetto di studio, come d'altronde in casi analoghi, si è assistito ad un incremento della terziarizzazione della produzione e della distribuzione *just-in-time*, che hanno contribuito ad incrementare il flusso di trasporto delle merci.

E' possibile avere informazioni standardizzate sui flussi pendolari e sul trasporto di merci per categorie di trasporto e per macroaggregati territoriali (es. Regioni), ma per valutare l'entità del traffico veicolare indotto dalla presenza di un comparto produttivo è spesso necessario accedere alle informazioni in possesso presso

le singole aziende o distretti produttivi, oppure estrapolare stime a partire da altri elementi quali l'individuazione di tutti i flussi da e verso le aziende. Non avendo ottenuto informazioni di settore dettagliate relative al traffico indotto, si riportano nella tabella successiva, a titolo di esempio, i dati forniti da una delle ditte campione relativamente alla movimentazione merci.

Sostanza trasportata	Mezzo di trasporto utilizzato	N mezzi/anno
Materia prima	Gomma	230
Ausiliari di produzione	Gomma	368
Semilavorati da e per fornitori	Gomma	6.350
Corriere celere	Gomma	230
Rifiuti	Gomma	32
Consegna tessuti ai clienti	Gomma	230
Consegna sottoprodotti ai clienti	Gomma	28
Totale	Gomma	7.468

Tabella 28: Stima della movimentazione delle merci di una ditta del campione analizzato

5. LA DEPURAZIONE DELLE ACQUE REFLUE NELLE AZIENDE TESSILI

Nei paragrafi successivi verranno illustrate, dopo una caratterizzazione del refluo tessile, le tecniche depurative di uso comune e alcune tecniche sperimentali che sembrano promettere nuovi sviluppi nel campo della depurazione dei reflui. Verranno, inoltre, fatte alcune considerazioni di ordine generale sul tema del riciclo del refluo prodotto.

5.1 Caratteristiche di un refluo tessile

Un refluo tessile può avere diverse caratteristiche, a seconda della provenienza; generalmente le acque che vengono scaricate possono essere classificate in:

- Acque di raffreddamento: sono caratterizzate da temperature medio-alte, ma scarso carico inquinante
- Acque di lavaggio: presentano portate considerevoli, con carico inquinante non trascurabile, ma inferiore rispetto alle acque di processo
- Acque di processo vere e proprie: sono le acque scaricate dai bagni di tintura, candeggio, purga, e finissaggio; tali acque hanno portate non molto elevate ma, spesso, carico inquinante notevole

L'impatto derivante dagli scarichi idrici del settore tessile, principalmente dato dalle acque di processo, è strettamente connesso alle sostanze impiegate nel ciclo produttivo e alla loro biodegradabilità, anche considerando che la maggior parte delle industrie tessili ha adottato uno stadio di trattamento biologico. Nella tabella seguente si riporta la biodegradabilità di alcune classi di sostanze utilizzate nelle aziende tessili.

SOSTANZA	BIODEGRADABILITA'
Idrocarburi saturi	Difficilmente biodegradabili
Olefine con 5/7 C	Difficilmente biodegradabili
Idrocarburi con un solo H sostituito da un atomo di Cl	Non biodegradabili
Alcoli	Facilmente degradabili, ad eccezione di: butil terziario, amilico
Aldeidi	Degradano male o solo dopo l'adattamento di microrganismi tranne benzaldeide ad alte concentrazioni e 3-idrossibutanolo
Acidi organici, loro sali e esteri	Facilmente degradabili eccetto che per i tioacidi
Eteri	Degradano male o solo dopo l'adattamento di microrganismi
Chetoni	Biodegradabilità intermedia fra alcoli ed eteri
Ammine, ammidi	Facilmente degradabili, eccetto triacetamide
Cianati	In conc. > 50 mg CN/l degradabili dopo adattamento
Composti insaturi	Facilmente degradabili
Detergenti sintetici	Con catena lineare in conc. > 150 mg/l facilmente degradabili dopo adattamento
Alchilsolfati	Facilmente degradabili
Alcoli di acidi grassi	Facilmente degradabili

Tabella 29: Biodegradabilità di alcune sostanze utilizzate nelle aziende tessili (P. Zitella)

Pur considerando la molteplicità di cicli tecnologici che compongono il variegato panorama dell'industria tessile è possibile tentare di caratterizzare un refluo di processo proveniente da un'industria tessile laniera, in particolare dalla fase di tintoria, considerando i seguenti parametri :

Colore: di per se stesso è solo un inquinante dal punto di vista "estetico"; occorre però verificare le caratteristiche chimiche delle sostanze che impartiscono la colorazione, per valutare il reale potenziale tossico, in quanto esso può essere associato alla presenza di sostanze organiche di difficile biodegradabilità. Per ovvie ragioni applicative, infatti, la tendenza alla realizzazione di coloranti sempre più stabili da un punto di vista chimico contrasta con la successiva necessità di provvedere al trattamento degli effluenti. A seconda del tipo di colorante, inoltre, si ha un diverso grado di esaurimento del bagno di tintura che comporta quindi un diverso contributo allo scarico (ad esempio i coloranti cationici dovrebbero garantire un esaurimento dei bagni pari a circa il 95%, mentre quelli reattivi non raggiungono una percentuale superiore all' 85%).

Il colore può essere "apparente", se causato da solidi sospesi, o "reale" se è dovuto a sostanze disciolte e/o disperse stabilmente. I trattamenti convenzionali, chimico-fisici o biologici, risultano inadeguati alla rimozione di sostanze organiche aventi elevata stabilità. L'ossidazione spinta (condotta con ossidanti quali cloro, acqua ossigenata od ozono oppure attraverso processi catalitici di ossidazione) può essere un trattamento che risolve il problema della rimozione del carico organico, e quindi del colore; altro trattamento terziario che contribuisce in modo significativo all'abbattimento è l'utilizzo dei carboni attivi.

Materiali in sospensione: sono rappresentati da particelle aventi dimensioni $\leq 0,45$ micron; tali sostanze creano opacità e torbidità dell'acqua, impedendo la trasmissione della luce (e quindi la vita degli organismi acquatici, in particolare degli organismi autotrofi) con possibilità di successiva sedimentazione; tali inquinanti possono essere eliminati attraverso la sedimentazione, la flocculazione e la filtrazione, oltre che, per le sostanze organiche, per degradazione biologica effettuata dai fanghi attivi.

BOD5 (Domanda Biologica d'Ossigeno): rappresenta l'ossigeno richiesto dai batteri per biodegradare il carico organico in 5 giorni ed è assunto come misura indiretta del carico organico inquinante. È un buon indicatore del carico inquinante degli scarichi industriali ed è strettamente dipendente dal ciclo tecnologico operante all'origine. Nel ciclo tessile l'aumento del BOD5 (come del COD) può essere influenzato dal rilascio dei prodotti di idrolisi delle bozzime; il carico inquinante generato dall'applicazione di tali prodotti varia notevolmente in funzione del tipo utilizzato. In generale le bozzime amidacee generano un BOD compreso tra 500.000 a 600.000 ppm, gli amidi alginati e modificati tra 100.000 e 500.000 ppm, le bozzime sintetiche tra 10.000 a 30.000 ppm. La rimozione delle bozzime sintetiche non influenza particolarmente i valori di BOD e per giunta esse possono in alcuni casi essere recuperate. La sostituzione delle bozzime amidacee con quelle sintetiche comporterebbe quindi una riduzione del carico inquinante complessivo pari a circa il 90%, che corrisponde a un abbattimento di BOD del 40 % circa. L'abbattimento di tale inquinante viene effettuato attraverso l'ossidazione (trattamento biologico o chimico) delle sostanze organiche presenti e attraverso l'utilizzo dei carboni attivi.

COD (Domanda Chimica di Ossigeno): è un parametro che esprime la quantità di ossigeno necessario per l'ossidazione chimica totale, in ambiente acido, delle sostanze organiche. L'abbattimento di tale parametro avviene attraverso l'ossidazione più o meno spinta (chimica o biologica) oppure attraverso i trattamenti terziari dati dai carboni attivi o dall'osmosi inversa.

Cloruri, solfati e fosfati: possono derivare dall'utilizzo dei prodotti chimici di ausilio ai processi tintoriali e di finissaggio. L'abbattimento di tali parametri può avvenire tramite il passaggio su filtri a membrane, osmosi inversa o attraverso reazioni di precipitazione chimica; i fosfati possono essere abbattuti utilizzando la depurazione biologica.

Ammoniaca, Nitriti, Nitrati: l'ammoniaca viene utilizzata come reagente di base nelle operazioni di tintoria e finissaggio, mentre i nitrati sono presenti in alcuni tensioattivi. Le tre specie chimiche sono interconnesse e collegate all'equilibrio chimico dei bagni e dei reflui. Tali inquinanti generalmente vengono abbattuti attraverso le tecniche biologiche (fanghi attivi o trattamento di nitrificazione-denitrificazione); in casi particolari si può ricorrere, alle tecniche dello scambio ionico (per ammoniaca e nitrati), dello stripping in ambiente basico (per ammoniaca) dell'ossidazione chimica a nitrati o riduzione (es. con acido solfamminico) ad azoto gassoso (per l'azoto nitroso) e dell'osmosi inversa (per i nitrati).

Metalli pesanti (As, Cd, Cr VI, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, Zn): in genere i metalli presenti sono tossici per i microrganismi e devono pertanto essere rimossi dagli scarichi. I metalli giungono allo scarico di un'industria tessile attraverso molte strade: dai coloranti in cui i metalli sono incorporati¹³, dai prodotti chimici come acidi, alcali, ausiliari organici e materiali di costruzione, dai catalizzatori impiegati nella sintesi dei coloranti e dei loro intermedi o nei finissaggi impermeabilizzanti, dai composti di alluminio ed antimonio utilizzati in alcuni finissaggi antifiamma, da ossidazioni di operazioni post-tintura realizzate con bicromati.

Anche se normalmente il contenuto di tali inquinanti allo scarico è basso, risulta opportuno monitorare il contenuto metallico di tutti i materiali utilizzati, così da individuare tempestivamente eventuali anomalie, soprattutto in considerazione di possibili accumuli generati dal riciclo dei reflui. L'abbattimento di tali sostanze avviene generalmente per precipitazione; una tecnica altrettanto valida risulta lo scambio ionico con resine cationiche o meglio ancora resine cationiche chelanti.

Tensioattivi: la maggior parte degli ausiliari utilizzati nei processi di nobilitazione tessile sono sostanze organiche raggruppabili sotto la denominazione di tensioattivi. Essi si suddividono in non ionici, anionici e cationici (per maggior dettaglio, si veda il capitolo 2, paragrafo 2.6.1). I tensioattivi non ionici sono generalmente meno biodegradabili degli altri.

Dal punto di vista tossicologico non vengono considerati pericolosi, però, visto il loro impiego massiccio, costituiscono un serio problema per i corsi d'acqua; oltre all'aumento dell'eutrofizzazione, l'aspetto più vistoso risulta comunque la formazione di schiuma, che crea una barriera alla superficie di contatto aria-acqua impedendo l'ossigenazione (inibendo quindi la vita acquatica e la biodegradazione delle sostanze organiche tossiche operata da organismi aerobici). Negli impianti di trattamento, impediscono o rallentano le fasi di coagulazione e filtrazione. I trattamenti di depurazione che si sono dimostrati più efficienti per il trattamento dei tensioattivi sono i trattamenti terziari quali ozonizzazione e carboni attivi; altre ottime soluzioni sono l'ossidazione chimica con il reattivo di Fenton e l'ossidazione radicalica ottenuta con un dosaggio di ioni ferrosi, acqua ossigenata e acido solforico.

¹³ Nel caso dei coloranti, il metallo viene trattenuto col colorante sulla fibra durante la tintura e si trova negli effluenti soltanto nella misura in cui non è esaurito dal bagno.

Di seguito si riporta una tabella dove vengono presentati i valori medi di alcuni parametri inquinanti derivanti dalle fasi di tintoria, carbonizzo e follatura, in ingresso alle varie fasi di depurazione.

Parametri chimico-fisici	Effluente <u>follatura</u>	Effluente <u>carbonizzo</u>	Effluente <u>tintoria</u>
pH	3.0-7.0	7.0-9.0	7.0-8.0
Conducibilità (microsimens/cm)	100-2500	2000-4000	3000-5000
Cloruri (mg/l)	400-600	300-500	800-1000
Solfati (mg/l)	100-200	100-1500	200-400
torbidità (mg/l)	30-70	100-200	30-50
SST (mg/l)	80-200	80-30	150-200
COD (mg/l)	500-1300	1300-1500	800-1000
MBAS – Tens. anionici (mg/l)	1-3	1-4	3-5
BIAS – Tens. Non ionici (mg/l)	40-100	25-80	20-30

Tabella 30: Valori medi degli inquinanti derivanti dalle fasi di tintoria, carbonizzo e follatura ((23° Giornata di Studio Ingegneria Sanitaria – Ambientale, Cremona 2003; L. Ranieri; Riutilizzo di acque reflue tessili nel ciclo produttivo)

In definitiva, considerando le notevoli quantità nonché tipologie di inquinanti che inevitabilmente vengono scaricati con gli effluenti tessili, si intuisce la necessità di limitare, per quanto possibile, l'impatto ambientale di questa industria, e tale scopo è perseguibile con diversi metodi: in primo luogo limitando il più possibile l'utilizzo di acque e degli ausiliari tessili più inquinanti (ne deriva che l'ipotesi di riciclo non solo di acqua ma anche di coloranti ed ausiliari tessili può giocare un ruolo fondamentale nell'intento della conservazione delle risorse ambientali); in secondo luogo migliorando le tecniche di depurazione al fine di abbattere per quanto possibile gli inquinanti presenti.

5.2 Tecniche di depurazione

In questi ultimi anni si è assistito ad un crescente interesse verso la riduzione dell'impatto ambientale del settore tessile, in modo da limitare il consumo di risorsa idrica e preservarne la qualità. Il riferimento ad obblighi legislativi sempre più restrittivi è stato l'elemento propulsivo per le aziende verso la ricerca di soluzioni tecnologiche finalizzate alla riduzione dei consumi e alla possibilità di riutilizzo delle acque. Questo è avvenuto parallelamente allo sviluppo di tecnologie produttive più pulite che non solo permettano di ridurre i consumi idrici attraverso l'uso di sistemi di dosaggio automatici e di monitoraggio dei consumi, in modo che questi ultimi possano essere ottimizzati, ma che consentano anche l'impiego di ausiliari maggiormente biodegradabili, con eventuale riutilizzo degli stessi (come avviene per gli agenti di bozzima).

Le soluzioni di depurazione, sia esistenti che innovative, sono numerosissime. E' quindi difficile stabilire a priori le tecniche più idonee senza considerare il destino delle acque (ricircolo, scarico in acqua superficiale, scarico in fognatura) e la qualità del prodotto finito; riveste poi un peso particolare l'esperienza dei singoli gestori che li ha condotti verso l'adozione di un sistema piuttosto di un altro.

La classificazione normalmente proposta come schema di depurazione divide i processi in primari, secondari e terziari.

Il compito principale della **depurazione primaria** è di eliminare le sostanze solide in sospensione, omogeneizzare il refluo e regolarne il pH; le tecnologie di cui si avvale sono essenzialmente la decantazione, la grigliatura, la coagulazione, la regolazione del pH, l'omogeneizzazione e la sedimentazione.

La **depurazione secondaria** è basata su tecnologie di modificazione e demolizione chimica o biochimica, parziale o totale del carico inquinante. In tale fase è possibile utilizzare processi di ossidazione chimica o di demolizione biologica, tuttavia nella maggior parte dei casi ci si avvale di questo secondo metodo la cui efficacia nella demolizione del carico organico è risultata, da esperienza industriale, la più efficace.

I processi di **depurazione terziaria** hanno assunto un ruolo sempre più importante per il raggiungimento degli standard qualitativi necessari allo scarico, soprattutto se in acqua superficiale, ed ancor più se le acque sono destinate al riciclo. Tra i processi terziari, trattati più approfonditamente in seguito, si possono citare: filtrazione (silice, carbone attivo, ecc.), l'ozonizzazione e l'irraggiamento UV.

5.2.1 Processi primari

Sono processi di natura chimico-fisica che rappresentano i primi trattamenti a cui vengono sottoposte le acque reflue; possono consistere in:

- **Grigliatura:** serve per la rimozione delle sostanze grossolane (>2 cm) tramite barre o maglie di varie forme a pulizia manuale o automatica.
- **Equalizzazione:** è un'operazione di regolarizzazione delle portate variabili, ottenuta in vasche di compensazione, solitamente a monte del trattamento depurativo.
- **Disoleazione:** consiste in una separazione gravimetrica degli oli, grassi e schiume in genere, spesso agevolata dall'utilizzo di disemulsionanti e tramite insufflazione d'aria, attraverso l'uso di deflettori di flusso che facilitano la separazione e la raccolta delle particelle d'olio.
- **Sedimentazione primaria:** consente la separazione per gravità di particelle sospese troppo piccole e leggere per essere rimosse per grigliatura. Avviene in apposite vasche che facilitano la separazione delle particelle dal mezzo liquido, la raccolta delle particelle come fango, la concentrazione del fango ed il suo allontanamento.
- **Reazione di Fenton:** consiste in un processo di ossidazione che si basa sulla reazione tra perossido di idrogeno ed un substrato organico in presenza di un catalizzatore a base di ferro. Il reagente di Fenton è utilizzato al posto del solo perossido di idrogeno in quanto la presenza del catalizzatore facilita la formazione del radicale ossidrilico che è un ossidante molto più forte del perossido di idrogeno.

5.2.2 Processi secondari

Nell'industria tessile il processo biologico rappresenta il trattamento più diffuso ed efficiente per la depurazione delle acque reflue: si basa sul metabolismo di degradazione batterica delle sostanze organiche biodegradabili, che vengono trasformate parte in prodotti gassosi, quali CO₂, CH₄, H₂, H₂O vapore, e parte in biomasse (fanghi biologici).

- **Ossidazione:** consiste nell'ossidare, attraverso un'energica aerazione, le sostanze organiche e colloidali disciolte nel refluo grazie all'intervento di un'articolata comunità di microrganismi. In questi ambienti ossigenati si ha inizialmente un'ossidazione chimica dei composti riducenti (idrogeno solforato, solfuri, solfiti, mercaptani, aldeidi, ecc.); in un secondo tempo i microrganismi associati in "fiocchi di fango" agglomerano attraverso adsorbimento i solidi sedimentabili sfuggiti ai trattamenti precedenti e i solidi colloidali non sedimentabili; infine avviene l'ossidazione biologica, con assimilazione delle sostanze organiche da parte dei microrganismi. Può essere effettuata attraverso:

- **Fanghi attivi:** rappresentano il processo più applicato ed efficiente; nelle sue molte derivazioni tale procedimento consente la rimozione di BOD, COD, solidi sospesi, azoto e fosforo mediante fermentazione batterica aerobica attuata in apposite vasche aerate dove vengono in contatto il liquame ed i fanghi batterici.
- **Biodischi:** hanno prestazioni e funzionamento analogo ai fanghi attivi ma la popolazione batterica è adesa su grandi supporti a disco che girano lentamente, semi immersi nel liquame.
- **Processi anaerobici:** sono di vario tipo, riscaldati o freddi; hanno il vantaggio di creare una minore quantità di fanghi e di produrre biogas (utilizzato come fonte energetica), ma sono sfavoriti dalla bassa efficienza di depurazione e dalle dimensioni elevate; tali trattamenti sono applicabili solo a liquami molto concentrati.
- **Denitrificazione e nitrificazione:** consentono la rimozione, sempre per via biologica, dell'azoto ammoniacale, nitrico e nitroso.
- **Sedimentazione secondaria e flocculazione:** consiste nella sedimentazione dei microrganismi agglomerati in fiocchi di fango (comprendenti anche le sostanze inquinanti adsorbite e metabolizzate nella fase precedente) e sfioro del liquame purificato nei canali di raccolta. Il fango prodotto viene in parte ricircolato nella vasca di ossidazione (in modo da rimettere in circolo microrganismi già perfettamente efficienti e adattati alle condizioni locali) oppure estratto e mandato alle fasi di stabilizzazione del fango e poi smaltito. Per favorire la sedimentazione del fango può essere opportuno aggiungere al liquame specifici prodotti chimici flocculanti (calce e cloruro ferrico o in alternativa, prodotti polielettrolita), opportunamente preparati e dosati.
- **Flottazione:** si basa sul principio opposto rispetto alla sedimentazione e consente la separazione di particelle sospese in seguito a galleggiamento; le particelle devono avere un peso specifico apparente più basso di quella dell'acqua, o per loro natura, o provocato dall'adesione di microbolle d'aria opportunamente insufflata. Il processo è favorito anche dall'aggiunta di agenti flocculanti.

5.2.3 Trattamenti terziari

Di seguito si riporta una descrizione schematica dei trattamenti terziari principali applicati al tessile:

- **Adsorbimento su carbone attivo:** Consiste in una filtrazione su un mezzo adsorbente, in grado di interagire con le varie sostanze presenti nell'acqua per mezzo di legami chimici (chemiadsorbimento) o soltanto per interazione fisica (legami di Van der Waals) che non provoca un'alterazione della struttura molecolare dei componenti.

Si tratta di un tipo di trattamento indicato in modo particolare per le sostanze organiche, quali solventi, tensioattivi e pesticidi nonché per abbattere il colore. Può essere impiegato all'interno di serbatoi, analogamente a quanto avviene per i filtri a sabbia, o dosato come reagente (quest'ultima modalità di utilizzo, sebbene prevista tra le BAT del settore, era utilizzata fino ad alcuni anni fa, quando nelle ditte non esistevano trattamenti terziari veri e propri, ma oggi risulta pressoché totalmente superata)¹⁴; quando viene utilizzato in filtri, questi devono essere periodicamente rigenerati, attraverso controlavaggi per allontanare il particolato trattenuto e per distruggere i percorsi preferenziali che ne riducono l'efficienza.

¹⁴ Si veda in proposito quanto scritto nel capitolo 6

- **Ozonizzazione:** L'ozono è uno dei più potenti ossidanti attualmente impiegati nel trattamento delle acque, sia per potabilizzazione sia per depurazione. Nel campo industriale è attualmente impiegato per ossidazione, decolorazione, disinfezione delle acque per un loro riutilizzo, miglioramento della biodegradabilità a monte di un trattamento biologico e deodorizzazione di gas. Tale trattamento risulta particolarmente efficiente nell'abbattimento del colore e del COD residui, permettendo normalmente un recupero dell'acqua depurata e il suo riutilizzo nel ciclo produttivo, soprattutto per le fasi di lavaggio, follatura e risciacqui e, parzialmente, per la tintura dei colori scuri; l'ozono risulta invece insufficiente per l'abbattimento della concentrazione salina, che rappresenta un ostacolo per la tintura dei colori chiari.
- **Filtrazione:** Si utilizza per l'allontanamento dei corpuscoli di dimensioni comprese tra il millimetro ed il micron; si attua attraverso il passaggio su filtri di diverso tipo: la filtrazione più comune è quella con filtri a sabbia posti prima dei carboni attivi per abbattere i solidi sospesi presenti e i microflocchi di fango non sedimentati derivanti dalla fase della sedimentazione secondaria, che andrebbero ad intasare i carboni attivi; una filtrazione più spinta può essere ottenuta utilizzando microfiltri (*filtrazione a membrana*). La microfiltrazione, l'ultrafiltrazione, la nanofiltrazione e l'osmosi inversa sono processi di filtrazione ad alta pressione su membrane di micropori che, con un processo inverso all'osmosi naturale, lasciano defluire acqua ad elevata purezza trattenendo i soluti. Nella tabella seguente sono indicati i processi a membrana industrialmente consolidati di interesse nel campo tessile, con le relative pressioni di esercizio:

Processo	Pressione atm	Particelle separabili	Esempi di inquinanti abbattuti
Microfiltrazione	0,1 – 5	0,1 – 10 micron	Colloidi, batteri, solidi sospesi
Ultrafiltrazione	0,5 – 5	0,002 – 0,1 micron	Coloranti, tensioattivi, ausiliari, colloidi
Nanofiltrazione	10 – 15	<0.002 micron	Tensioattivi, ausiliari
Osmosi inversa	20 – 80	<10 Angstrom	Ioni, sali

Tabella 31: Caratteristiche dei processi di filtrazione a membrana

Tali processi permettono di ottenere altissime percentuali di rimozione degli inquinanti (composti organici colloidali e dei solidi sospesi residui, ma anche sali) restituendo un'acqua di ottima qualità rispondente alle specifiche per il riutilizzo in processi tecnologici; tuttavia, a causa dei costi di investimento ancora elevati, nel settore tessile queste tecnologie sono state applicate solo a livello di impianti pilota.

- **Scambio ionico:** Si attua mediante l'azione di resine, cationiche o anioniche, che hanno la proprietà di cedere i propri ioni fissando quelli da rimuovere; tali resine devono essere periodicamente rigenerate. Tale trattamento risulta particolarmente efficiente per la rimozione dei sali presenti nel refluo tessile, fornendo così un'acqua particolarmente adatta al successivo riciclo nel ciclo produttivo, anche nella fase di tintura, che risulta la più sensibile alle alte concentrazioni saline.

Nella tabella di seguito vengono riportati i trattamenti di depurazione ritenuti più adeguati per l'abbattimento delle varie sostanze inquinanti.

	biologico	denitrificazione	sedimentazione	precipitazione	flottazione	filtrazione	ultrafiltrazione	flocculazione	ossidazione chimica	carboni attivi	osmosi inversa	scambio ionico
Materiali in sospensione	■		■		■	■						
COD disciolto	■								■	■	■	
COD sospeso	■		■		■	■	■	■				
BOD5	■								■	■	■	
Ammoniaca	■											■
Nitriti	■								■			
Nitrati		■									■	■
Fosfati	■						■					
Solfati				■			■				■	
Metalli				■								■
Tensioattivi	■					■	■		■	■		
Oli e grassi				■	■					■		
Sostanze organiche	■									■		
Cianuri									■			
Sali (es. cloruri)				■			■				■	■

Tabella 32 – Trattamenti di depurazione idonei all'abbattimento dei vari inquinanti

Per raggiungere i parametri imposti dalla legge (Tab. 3, Allegato 5, Parte III del D.lgs 152/06) le acque reflue delle industrie tessili sono generalmente trattate in impianti chimico-fisici o più comunemente in impianti biologici a fanghi attivi, che, sebbene consentano un notevole abbattimento dei parametri BOD, COD, solidi sospesi e nutrienti in genere e un parziale abbattimento dei tensioattivi e del colore, tuttavia solitamente non sono sufficienti a rispettare completamente i limiti di legge e, a maggior ragione, a conferire al refluo le caratteristiche che dovrebbe avere per permettere il suo riutilizzo nel ciclo produttivo. A tal fine è generalmente necessario installare, a valle del biologico, un impianto di "affinamento" o terziario.

Di seguito si riportano due tabelle che esprimono l'efficienza di abbattimento di alcuni trattamenti, ricavate da studi pilota effettuati nel distretto di Prato. La prima tabella evidenzia l'efficienza di abbattimento, attraverso la combinazione di alcuni trattamenti terziari a valle dell'ossidazione biologica, dei principali contaminanti presenti in un refluo; nella seconda tabella viene invece presentata la convenienza di differenziare la modalità depurativa nel caso si vogliono trattare effluenti derivanti da singoli processi depurativi.

Parametri	Filtraz. a sabbia	Filtraz. a sabbia + Ozonizzazione	Filtraz. a sabbia + Microfiltrazione + Nanofiltrazione	Filtraz. a sabbia + Ultrafiltrazione + Osmosi inversa
Torbidità	50 - 70 %	50 - 70 %	95 - 100 %	95 - 100 %
Solidi Sospesi Totali	60 - 80 %	60 - 80 %	100 %	100 %
COD	10 - 30 %	50 - 70 %	70 - 90 %	85 - 95 %
Colore	5 - 15 %	85 - 95 %	90 - 100 %	95 - 100 %
Tensioattivi totali		40 - 60 %	70 - 80 %	80 - 90 %
Conducibilità			50 - 70 %	90 - 100 %

Tabella 33 – Efficienza dei trattamenti terziari per l'abbattimento degli inquinanti residui del refluo a valle della depurazione biologica (23° Giornata di Studio Ingegneria Sanitaria – Ambientale, Cremona 2003; L. Ranieri - Riutilizzo di acque reflue tessili nel ciclo produttivo)

Parametri	Effluente di follatura	Effluente di carbonizzo	Effluente di tintoria
	Trattam.: FLOTTAZIONE + FILTRAZIONE	Trattam.: CHIARIFICAZ. ¹⁵ + FILTRAZ. + OZONIZZAZ. + ULTRAFILTRAZ.	Trattam.: CHIARIFICAZ. + FILTRAZ. + OZONIZZAZ. + ULTRAFILTRAZ. + NANOFILTRAZ. / OSMOSI INVERSA
Torbidità	75 - 95 %	90 - 100 %	90 - 100 %
Solidi Sosp. Tot.	75 - 95 %	90 - 100%	90 - 100%
COD	35 - 55 %	50 - 70 %	50 - 70 %
Colore	45 - 65 %	85 - 95 %	95 - 100 %
Tensioattivi tot.	25 - 35 %	40 - 60 %	80 - 90 %
Conducibilità			90 - 100 %

Tabella 34 – Efficienza dei trattamenti di depurazione per l’abbattimento degli inquinanti derivanti da alcune fasi del ciclo produttivo (23° Giornata di Studio Ingegneria Sanitaria – Ambientale, Cremona 2003; L. Ranieri; Riutilizzo di acque reflue tessili nel ciclo produttivo)

5.3 Applicazione delle tecniche di depurazione nel campione di studio

Nella tabella seguente vengono illustrati i trattamenti di depurazione utilizzati dalle ditte campione, mentre nel grafico successivo si riporta la diffusione nel campione delle singole fasi di depurazione.

Tipologia di trattamento		Aziende																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Trattamento chimico-fisico	sgrigliatura	x	x			x					x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	
	omogenizzazione	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	
	neutralizzazione	x								x		x	x		x			x					
	Reazione di Fenton	x																					
	precipitazione																				x		
Trattam. Biologico	denitrificazione	x			x			x					x		x					x			
	ossidazione	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	
	Iperossigenazione																		x				
	sedimentazione/flocculazione	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	
Trattamenti terziari	adsorbimento su carbone attivo		x		x	x				x	x		x	x	x			x	x				
	filtrazione		x	x	x								x										
	ozonizzazione			x							x												
	UV														x								
	trattamento dei fanghi	x		x	x	x		x	x	x		x	x					x	x	x	x	x	

Tabella 35 – Fasi di depurazione presenti nelle ditte del campione analizzato

¹⁵ Per Chiarificazione si intende un processo di depurazione grazie al quale vengono eliminati i solidi sospesi non sedimentabili e viene parzialmente eliminato il colore ed i tensioattivi totali.

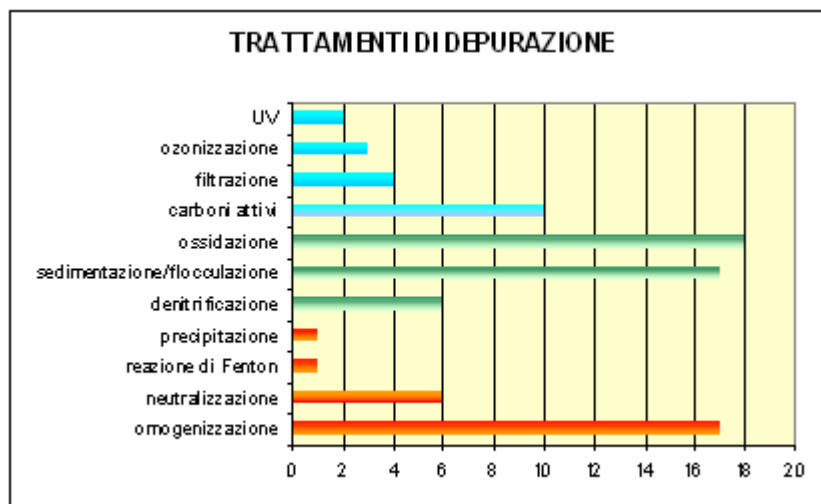


Grafico 32: Diffusione dei trattamenti di depurazione nelle ditte campione (rosso: trattamenti primari, verde: trattamenti secondari, azzurro: trattamenti terziari)

Come si può notare dal grafico precedente il trattamento biologico (dato da ossidazione, generalmente effettuata con fanghi attivi, seguita dalla sedimentazione secondaria) risulta il più diffuso. I trattamenti terziari (UV, ozonizzazione, carboni attivi) vengono impiegati quasi esclusivamente dalle ditte che necessitano una depurazione più spinta per recuperare le acque trattate nel ciclo produttivo: in esse, infatti, di solito si trovano come trattamenti terziari una filtrazione su silice e carbone attivo combinata con l'ozonizzazione o la irradiazione UV.

Nella tabella seguente vengono riportati il range del valore degli inquinanti riscontrati nelle ditte campione, derivanti dalle analisi eseguite da ARPA Piemonte negli ultimi 7-10 anni, confrontando tali valori con i limiti di legge (tab. 3, All. 5 del D.lgs 152/99 e tab. 3, All. 5, Parte III del D.lgs 152/06). Nel capitolo 6 verrà anche presentato un confronto dei valori di inquinanti allo scarico con quanto previsto dal documento Bref di Siviglia.

PARAMETRI	UNITA' DI MISURA	LIMITI DI LEGGE	RANGE NELLE AZIENDE CAMPIONE
pH		5,5 – 9,5	6,79 - 8,42
Solidi sospesi	mg/l	< 80	2,13 - 24,97
COD come O2	mg/l	< 160	16,82 - 86,67
BOD ₅	mg/l	< 40	4,3 – 35
N - NH ₄	mg/l	< 15	0,4 - 7,35
N - NO ₃	mg/l	< 20	0,5 – 17,7
SO4	mg/l	< 1000	32,07 - 754
P tot	mg/l	< 10	0,17 - 6,95
Tensioattivi anionici	mg/l		0,1 - 0,68
Tensioattivi non ionici	mg/l		0,06 - 0,72
Tensioattivi cationici	mg/l		0 - 0,07
Tensioattivi totali	mg/l	< 2	0,27 - 1,2
Cloruri	mg/l	< 1200	11,25 - 317,99
Cr VI	mg/l	< 0,2	0 - 0,07
Cr tot	mg/l	< 2	0 - 0,31
Grassi e oli animali/vegetali	mg/l	< 20	0,6 - 1,8

Tabella 36: range del valore degli inquinanti riscontrati nelle ditte campione

5.4 Tecniche emergenti

Oltre ai consueti trattamenti applicati industrialmente già da molti anni in questo settore, ve ne sono altri ancora in via di sperimentazione. Tali sistemi potrebbero offrire dei validi spunti di approfondimento futuri volti al trattamento sempre più spinto anche di quei reflui che odiernamente è difficile pensare di riciclare.

Come indicato dalle migliori tecnologie disponibili, per ottenere una riduzione integrata dell'inquinamento si dovrà puntare non solo sull'adozione di tecniche di depurazione efficaci, ma anche su una serie di accorgimenti quali: miglioramento delle capacità di gestione dei reflui, verifica delle effettive necessità d'acqua ed ausiliari, separazione qualitativa dei flussi idrici per i diversi scopi, ricerca di ausiliari meno inquinanti, possibilità di impianti che utilizzino acqua in circuito chiuso, individuazione e misura di parametri di processo per monitorare in continuo le performance dei processi di trattamento e garantire una riduzione dell'impatto ambientale.

Per evidenziare la direzione nella quale si muove la ricerca di questo settore, può essere utile un prospetto delle applicazioni finora attribuibili ai diversi trattamenti conosciuti, riportata nella tabella seguente.

Processo	Frequenza di utilizzo
Fenton	Qualche impianto industriale
Elettrolisi	Prove in impianti pilota
Biofotazione	Casi di utilizzo industriale
Filtrazione	Ampiamente utilizzato
Biologico:	
Fanghi attivi	Ampiamente utilizzato
Sequenza anaerobico/aerobico	Pochi casi di utilizzo industriale
Reattori a letto fisso	Molti impianti pilota in Cina
Mineralizzazione con eucarioti e H ₂ O ₂	Scala di laboratorio
Coagulazione/flocculazione	Ampiamente utilizzato
Ozonizzazione	Utilizzo industriale in aumento
Filtrazione con membrane	Casi di utilizzo industriale
Carboni attivi	Ampiamente utilizzato
Fotocatalisi (UV/ H ₂ O ₂ o TiO ₂)	Scala di laboratorio
Decontaminazione solare	Scala di laboratorio
"Super-materia"	Scala di laboratorio
Elettrolisi	Scala di laboratorio
Alcune specie di funghi	Scala di laboratorio

Tabella 37: Prospetto degli delle applicazioni dei diversi trattamenti di depurazione

I trattamenti terziari descritti di seguito potrebbero offrire soluzioni a problemi attualmente non risolti di smaltimento finale della frazione di refluo non riciclabile, con vantaggi ed opportunità di riciclo da non trascurare.

5.4.1 Decontaminazione solare

La decontaminazione solare sfrutta il naturale processo della fotodegradazione ultravioletta per abbattere le sostanze pericolose, trasformandole in sostanze non pericolose. Alcune ricerche asseriscono che il processo distrugge più dell'80% dei composti chimici tossici inclusi i solventi industriali, i pesticidi, i conservanti, i coloranti e alcuni combustibili. La sperimentazione ha confermato una riduzione del contenuto in solventi nelle acque di circa il 99%, passato da 106 ppb a meno di 0,5 ppb. Di seguito si riportano brevemente alcune esperienze relative a tale tecnica di depurazione.

In uno studio effettuato dal Lawrence Livermore National Laboratory (LLNL) in California, le acque contaminate sono state trattate con un'azione combinata della luce solare e di un catalizzatore (biossido di titanio) attivato dalla luce e aggiunto all'acqua sotto forma di impasto liquido. Il catalizzatore assorbe la luce del sole e reagisce trasformando i contaminanti in biossido di carbonio, acqua e basse concentrazioni di semplici acidi minerali che vengono neutralizzati prima dello scarico. Il sistema LLNL utilizza degli specchi parabolici che riflettono i raggi solari in un tubo di quarzo attraverso il quale viene pompata l'acqua contaminata. I recenti sviluppi nella progettazione dei fotoreattori, tuttavia, hanno dimostrato che i mezzi non concentranti la radiazione sono persino più efficienti di quelli parabolici. Rimane da considerare l'intermittenza della fonte solare: nei casi in cui il quantitativo di acqua da trattare sia abbastanza piccolo o nei periodi nuvolosi, essa può essere immagazzinata durante la notte, per essere poi trattata nel successivo periodo soleggiato. Quando questo non sia possibile bisogna combinare la luce solare con sistemi di lampade UV, in modo da ottenere un trattamento 24 ore su 24.

La società Nutech Enviromental London (Ontario, Canada) ha sviluppato una tecnologia di fotocatalizzazione a temperatura ambiente utilizzando la luce artificiale e TiO₂ come catalizzatore per distruggere gli inquinanti organici negli effluenti industriali e nelle acque superficiali. Si usa come supporto per il catalizzatore una struttura che elimini il problema della rimozione dall'acqua; il fluido contaminato viene introdotto in un reattore al cui interno sono presenti delle maglie ricoperte con TiO₂. Queste maglie sono sottoposte a una piccola dose di radiazioni UVA (Ultra Violet Approximate), che causano la formazione catalizzata di radicali reattivi, degradando le sostanze organiche in biossido di carbonio e acqua. La tecnologia è vantaggiosa in termini di costi energetici, grado di ossidazione e diminuzione del TOC.

Il Politecnico di Torino sta attualmente sviluppando alcuni studi condotti su un reattore tubolare con pareti foderate di catalizzatore in cui si invia refluo sotto irraggiamento, ma al momento non si sono ottenuti buoni risultati sui reflui di tintoria a causa, forse, dell'interazione dovuta al carico salino o alla complessità delle molecole dei coloranti.

5.4.2 "Super-materia"

Quando l'acqua viene sottoposta a elevata pressione e riscaldata a 374°C diventa "supercritica", si trova cioè in una fase fluida che non è né liquida né gassosa. I composti organici si dissolvono rapidamente al livello supercritico e, quando viene aggiunto dell'ossigeno, si ossidano velocemente. L'ossidazione dell'acqua supercritica (SCWO) consente, nel giro di alcuni minuti, una distruzione estremamente elevata (più del 99,9 %) dei rifiuti organici e biologici, inclusi solventi alogenati.

Tale tecnologia è stata provata (Università del Texas - Austin) in sei impianti sperimentali più un impianto pilota: l'acqua pressurizzata viene mischiata con ossigeno liquido riscaldato e pressurizzato e inviata al preriscaldatore, dove talvolta, ad una temperatura di 360-380°C, inizia l'ossidazione. La miscela viene poi introdotta in un reattore isolato, dove i composti organici ancora presenti vengono ossidati completamente, e quindi raffreddata: l'effluente viene separato in gas, liquido e fase solida. La fase gassosa viene suddivisa in ossigeno, riciclato nel processo, e biossido di carbonio, che può essere riciclato e venduto.

Il sistema è chiuso (non produce quindi emissioni in atmosfera) e la temperatura relativamente bassa non provoca la formazione di ossidi di azoto. Le elevate pressioni e temperature rendono, tuttavia, l'acqua supercritica corrosiva per i recipienti di reazione, creando il problema di formazione di particelle che possono

intasare il sistema, ma tale problema sembra tuttavia superabile con modifiche impiantistiche. Secondo le stime della società i costi sono inferiori al 50% di quelli necessari per incenerire la stessa quantità di rifiuti.

Un'altra tecnologia utilizza temperature e pressioni inferiori, in ragione del fatto che non sia necessario arrivare in condizioni supercritiche per ossidare rapidamente i composti organici. Il trattamento VerTech (VerTech Treatment Sistem - Olanda) è effettuato in una serie di tubi verticali profondi 1200-1500 m: i fanghi vengono pompati nei tubi, miscelati con ossigeno e quindi fatti scorrere nel fondo del recipiente di reazione, dove sono sottoposti ad una pressione dell'ordine di 100 atm e a una temperatura di 288°C. In queste condizioni i composti organici vengono ossidati e il fluido torna in superficie come effluente inodore e sterile, mentre i solidi inorganici rimanenti sedimentano in un bacino separatore; questo materiale residuo mineralizzato può essere utilizzato nei materiali da costruzione.

5.4.3 Elettrolisi

L'elettrolisi, effettuata attraverso la formazione di $\text{Fe}(\text{OH})_2$ da elettrodi di ferro, può essere utilizzata per l'abbattimento di coloranti acidi assorbiti sul ferro precipitato oppure per la riduzione di azo-coloranti per mezzo del Fe^{++} . Sperimentalmente soluzioni contenenti 50 mg/l di colore vengono decolorate al 100% con 100-150 mg Fe/l ; una decolorazione superiore all'80% è stata ottenuta in prove di laboratorio applicando 2 kWh/m³.

Il processo è stato testato su impianto pilota (Taiwan- 1996- Lin and Peng), trattando l'effluente di tintura di un'azienda che effettua tintoria e finissaggio di cotone e poliestere: l'effluente, contenente 15 differenti tipi di coloranti e 800-1600 mg COD/l, è risultato del tutto decolorato in una cella elettrolitica (HRT = 18 min), con una contemporanea riduzione di COD pari al 50%. Il processo totale, comprensivo di coagulazione-elettrolisi-fanghi attivi, è risultato economicamente interessante e più efficace dei trattamenti convenzionali (COD nell'effluente = 80 mg/l).

5.4.4 Phanerochate chrysosporum ed altre specie di funghi

Il Phanerochate chrysosporum ed altre specie di funghi hanno la capacità di mineralizzare molto rapidamente tutti i tipi di coloranti attraverso processi di perossidazione.

Van der Waarde et al. (1996) hanno sviluppato una tecnica di decolorazione basata sull'uso combinato di degradazione con funghi coadiuvata da produzione elettrochimica in situ di H_2O_2 , reagente essenziale per l'attività dei funghi. Applicando tale tecnica si è riscontrata una completa decolorazione della maggior parte degli effluenti di tintura (reattivi, dispersi e polimerici) in un reattore *air-lift* in continuo. Utilizzando condizioni controllate di temperatura (compresa tra 150 e 250 °C) e di pressione parziale di O_2 (compresa tra 0,35 e 1,4 MPa), si è ottenuta una completa decolorazione e mineralizzazione di soluzioni concentrate di coloranti in 1-4 ore.

Altre ricerche sulle capacità di degradare i coloranti da parte di diverse specie di funghi sono ormai da anni svolte dal gruppo di lavoro della Mycotheca Universitatis Taurinensis (MUT) del Dipartimento di Biologia Vegetale dell'Università di Torino, con risultati interessanti che hanno portato alla creazione di brevetti già approvati (TO2002A1085; TO2002A1086; TO2002A1087) e di altri in via di perfezionamento. Tali ricerche hanno permesso di studiare le capacità decoloranti e detossicanti dei funghi filamentosi nella degradazione coloranti sintetici, costituiti da complesse molecole aromatiche, dotate della massima stabilità chimica e

fotolitica, difficilmente biodegradabili da parte di batteri e protozoi e, talvolta, con proprietà tossiche, mutagene e cancerogene. Tali funghi posseggono una serie di requisiti fisici e fisiologici che li colloca in pole position nel biorisanamento ambientale: massimo contatto con l'ambiente (attraverso lo sviluppo ifale), produzione di una grande quantità di enzimi extracellulari che permettono loro di tollerare concentrazioni di composti tossici più alte di quanto non sarebbe possibile se questi composti dovessero entrare all'interno delle cellule, possibilità di agire indipendentemente dalla concentrazione del substrato e di attaccare anche composti insolubili, che non sarebbero in grado di attraversare la membrana cellulare. In particolare, da ricerche condotte nel Dipartimento di Biologia vegetale dell'università di Torino si è dimostrato come i funghi del marciume bianco del legno (WRF, white rot fungi) producono varie isoforme di ossidasi extracellulari (laccasi e varie perossidasi) che in natura sono coinvolte nella degradazione dei substrati lignocellulosici, ma che, per l'assenza di specificità, possono agire anche con estrema efficienza nella degradazione di vari composti xenobiotici, coloranti compresi. Molte recenti ricerche lo hanno ormai dimostrato (Forgaks et al., 2004; Yesilada et al., 2003; Wesenberg et al., 2003) e sperimentazioni con vari approcci biotecnologici sono attualmente in corso in molte parti del mondo. Altri funghi (Zigomiceti e funghi mitosporici), inoltre, possono rimuovere i coloranti dai reflui per fenomeni di bioassorbimento che non richiedono la produzione di enzimi (Banat et al., 1996; Fu e Viraraghavan, 2001; Chu et al., 2002; Aksu, 2005). I loro miceli attivi o inattivati (biomasse) possono legarsi ai coloranti in tempi molto brevi, decolorando le acque in modo pressoché totale e rendendo possibile il loro riutilizzo dopo il trattamento.

5.5 Considerazioni sul riciclo delle acque trattate

Di seguito vengono elencati una serie di parametri, la cui presenza risulta critica in vista di un eventuale riciclo del refluo all'interno dell'azienda:

- **Colore:** È indice, in genere, della presenza di sostanze organiche (umiche, tanniche, ecc.); la presenza di colore residuo nelle acque destinate al riciclo interno può generare una serie di problemi durante la fase di tintura, in quanto diventa più complicato gestire i bagni di tintura, ci possono interazioni con i coloranti e gli ausiliari presenti nel bagno di tintura e i colori chiari sicuramente acquistano tonalità non volute.
- **Torbidità:** indica la presenza di materiali colloidali in sospensione di natura organica e, più spesso, inorganica, che riescono a sfuggire alla decantazione ed alla normale filtrazione meccanica (grandezza dei pori 20-50 μm). La presenza di tali materiali, depositandosi sulla superficie delle fibre e dei tessuti impediscono la distribuzione uniforme dei coloranti.
- **pH e Potenziale redox:** dipendono dalla presenza di sali e dei gas disciolti nell'acqua ed esprimono l'uno il carattere acido o basico dell'acqua, l'altro la potenzialità ossidante o riducente. Se, da un lato, un lieve eccesso di acidità può essere, entro certi limiti, tollerato, dall'altro un carattere alcalino delle acque di tintoria può dare origine a fenomeni di ritardo o di distruzione di certe molecole di coloranti (soprattutto per i dispersi). Un carattere tendenzialmente riducente dell'acqua potrebbe invece causare, su alcuni termini tintoriali, la riduzione delle molecole di colorante presenti nel bagno (sono molto sensibili a questo i coloranti reattivi), rendendo più difficile il fissaggio del colorante sulle fibre e causando veri e propri viraggi del colore.
- **Conducibilità elettrica:** È legata al contenuto salino complessivo ed è forse il parametro che più risente delle variazioni qualitative dell'acqua; i sali, infatti, hanno la caratteristica di potere essere separati dall'acqua, considerando i metodi fin qui noti, soltanto per mezzo di un trattamento con membrane ad osmosi inversa, con scambio ionico oppure con un costoso impianto di evaporazione, ma rimane da

considerare lo smaltimento delle salamoie concentrate risultanti. Un eccesso di sali nelle fasi di lavaggio e saponatura di colori reattivi ostacola l'azione lavante del sapone, in quanto, come noto, un'elevata concentrazione di elettroliti favorisce il permanere del colore non fissato sul substrato. Nelle tinture con coloranti dispersi, inoltre la presenza di elettroliti potrebbe provocare una destabilizzazione delle dispersioni e, in casi particolari, la loro rottura, con precipitazione di aggregati di molecole di colorante. Entrambe queste situazioni risulterebbero problematiche, soprattutto per l'ottenimento di buone solidità ad umido (coloranti reattivi) e di tinture perfettamente unite e non filtrate nel caso di corpi avvolti come le rocche (coloranti dispersi).

- Cloruri e Solfati: Mentre i cloruri risultano dannosi perché esaltano i fenomeni di corrosione a carico dei materiali ferrosi, i solfati possono dar luogo, in quantità elevate, a incrostazioni e risultano spesso collegati a fenomeni di "acqua rossa", dovuti ad attività di natura batterica (batteri solfo-riduttori e ferro batteri).
- Durezza: Esprime il contenuto totale di sali di calcio e di magnesio; essendo legata alla presenza di più composti può assumere solo un valore indicativo, comunque, per non creare problemi in fase di riutilizzo, non deve superare i 10° F .
- Alcalinità: Questo parametro, invece, è legato esclusivamente alla presenza di carbonati e bicarbonati. Il suo confronto con la durezza (o, meglio, con il contenuto di calcio e magnesio) è fondamentale per valutare il potere incrostante dell'acqua, soprattutto ai fini del recupero delle acque reflue.
- Ferro: La sua presenza (come pure quella di qualunque altro metallo pesante) è indesiderabile per le interferenze che dà nei processi tintoriali e pertanto va eliminato con opportuni trattamenti. Per acque con basso pH, bassi valori di alcalinità, salinità e durezza e alta presenza di anidride carbonica disciolta è quasi inevitabile il verificarsi di corrosioni lungo la rete di distribuzione, senza adeguati interventi correttivi su almeno uno dei parametri citati.
- Tensioattivi: Possono causare problemi di salita dei colori o precipitazioni dovute al sequestro dei disperdenti anionici utilizzati nel processo di tintura ad opera dei tensioattivi non-ionici.

Un'acqua per poter essere riciclata deve avere caratteristiche particolari, che dipendono dalle diverse fasi del ciclo produttivo in cui deve essere riutilizzata.

Esaminando i vari comparti di produzione più esigenti dal punto di vista della qualità dell'acqua si può focalizzare l'attenzione su: candeggio, purga e lavaggio, tintura ed alimentazione caldaie.

Soprattutto per la fase di *tintura* l'acqua ricircolata deve essere pura e dolce al fine di garantire la solidità e la brillantezza delle tinte. Eventuali impurezze possono provocare inconvenienti per il fatto che i processi di tintura possono essere condotti, a seconda della natura della fibra e della classe dei coloranti, in ambienti acidi, neutri o alcalini; il maggior pericolo che si corre deriva dalla formazione di precipitati dovuti a casuali combinazioni con i diversi ausiliari impiegati e tali precipitati possono depositarsi sul materiale da tingere durante la circolazione del bagno di tintura.

Anche il ferro provoca inconvenienti quando precipita in un bagno di tintura o forma con i coloranti sali complessi difficilmente solubili.

I sali di calcio e magnesio precipitano in ambiente alcalino e, sulle fibre, causano tinture poco solide allo sfregamento; un alto contenuto di bicarbonati produce, invece, dopo prolungata ebollizione, formazione di carbonato insolubile microcristallino che si deposita sul materiale tessile provocando ponderosità sul prodotto finito. In bagni acidi non si verifica, invece, la formazione di precipitati in quanto i bicarbonati di calcio e magnesio si trasformano nei rispettivi sali fortemente solubili.

Da queste ed altre informazioni si può ricavare una tabella, riportata di seguito, riassuntiva delle caratteristiche qualitative ritenute accettabili per il riutilizzo delle acque reflue in campo tessile.

PARAMETRI	UNITA' DI MISURA	LIMITI ACCETTABILI
pH		7-8
Durezza	°F	20-30
Conducibilità	µS/cm	1800
Colore		0.01
SST	mg/l	10
COD	Mg O ₂ /l	30
Tensioattivi anionici	mg/l	0.025
Tensioattivi non ionici	mg/l	0.5
Cloruri	mg Cl/l	500
Solfati	mg SO ₄ /l	500
Solfiti	mg SO ₃ /l	Assenza
Nitriti	mg/l	Assenza
Azoto totale	mg N/l	30
Fosforo totale	mg/l	<1
Fe	mg/l	<1
Ni	mg/l	<0.1
Cu	mg/l	<0.1
Zn	mg/l	<0.5
Pb	mg/l	<0.1
Cd	mg/l	<0.01
Cr VI	mg CrVI /l	<0.01
Cr III	mg CrIII /l	<0.1
Coliformi totali	MPN/100 mL	<2000
Coliformi fecali	MPN/100 mL	<150
Streptococchi fecali	MPN/100 mL	<150

Tabella 38: Limiti per gli inquinanti accettabili per le acque destinate al riciclo interno (F. Ferrero, G. Rovero)

Come ultimo spunto su quanto finora presentato segue una tabella in cui per ogni probabile componente di un reflu tessile si riporta la sua potenziale biodegradabilità e l'effetto che potrebbe derivare dalla sua persistente presenza in un'acqua destinata al riciclo.

PROPRIETA' DELL'EFFLUENTE	EFFETTO SUL TRATTAMENTO BIOLOGICO	EFFETTO SUL RICICLO
Temperatura > 35 °C	Riduzione attività biologica	+ possibilità recupero energetico
Fluttuazione del pH	Ottimale tra 6 e 9	*
Metalli pesanti	-	*
Coloranti residui	-	*
Elettroliti < 1500 ppm	-	* influenza sulla velocità di tintura
Sostanze cationiche	-	* possibilità di precipitazione con sostanze anioniche
Tensioattivi	Possono formare schiuma	* interferenza nel procedimento tintoriale
Riducenti	-	* riduzione sui coloranti
Solidi in sospensione	-	* difetti di tintura (barrature) specialmente per le rocche
Carico organico	-	* può creare condizioni riducenti nella tintura sotto pressione

* Effetto dannoso

- Nessun effetto

+ Effetto benefico

Tabella 39: biodegradabilità ed effetto sul riciclo di alcuni componenti di un reflu tessile (P. Zitella)

6 ASPETTI TECNICI E TECNOLOGICI : CONFRONTO CON LE BAT

6.1 Concetto generale di migliori tecniche e tecnologie

Nell'analisi degli aspetti tecnici e tecnologici del settore tessile si è analizzato e preso come riferimento il Bref Industria Tessile formalmente adottato nel luglio 2003, redatto in ambito comunitario dal Technical Working Group (TWG) presso l'Istituto IPTS di Siviglia nell'ambito dell'European IPPC Bureau, e la Bozza di linee guida italiane del settore tessile. Si sono poi confrontate le migliori tecniche disponibili (esprese come MTD o BAT - Best Available Technologies)¹⁶ previste dalle linee guida e la situazione riscontrata nelle ditte prese in esame nel campione.

6.2 Migliori tecniche e tecnologie del settore

Vengono riportate le principali BAT per aspetto/fase del ciclo produttivo e la situazione riscontrata nelle aziende campione. Nelle tabelle riassuntive viene schematizzata per ogni ditta l'applicazione delle BAT seguendo il criterio semaforico: con il verde viene indicata l'applicazione della BAT; con il rosso la non applicazione e con il giallo l'applicazione parziale. Le caselle lasciate bianche rappresentano BAT di cui non sono state reperite informazioni mentre quelle barrate si riferiscono a lavorazioni non effettuate nelle ditte campione.

Per le aziende n. 13, 14, 15, 16, 17 e 18 non sono pervenute informazioni relative all'applicazione di alcune BAT, per cui tali aziende sono state incluse solo parzialmente nelle tabelle riassuntive di cui sopra.

6.2.1 Aspetti gestionali

La tecnologia di per se stessa può non essere sufficiente a garantire la protezione dell'ambiente e necessita di essere affiancata a tecniche di gestione ambientale e di corretta manutenzione degli impianti.

Le principali pratiche generali di buona gestione comprendono:

- Implementazione di un sistema di gestione ambientale (SGA)
Dalle ditte autorizzate IPPC non sono pervenute informazioni specifiche relativamente all'adozione di un sistema di gestione ambientale; risulta comunque che più ditte tra quelle escluse dalla procedura IPPC abbiamo predisposto procedure gestionali sugli aspetti ambientali più significativi.
- Corsi di formazione specifici sui materiali pericolosi, sul loro impatto ambientale e sulle misure da adottare in caso di incidente
In alcune ditte sono stati programmati corsi sulle proprietà pericolose degli agenti chimici impiegati, in cui sono stati considerati principalmente gli aspetti della sicurezza e solo marginalmente gli aspetti ambientali.
- Sistema informatizzato di processo

¹⁶ Si riporta un estratto dall'art. 2 - "definizioni" del D.Lgs. 59/05 in merito al concetto di "migliore tecnica disponibile": Per "migliori tecniche disponibili" si intendono la più efficiente e avanzata fase di sviluppo di attività e relativi metodi di esercizio indicanti l'idoneità pratica di determinate tecniche a costituire, in linea di massima, la base dei valori limite di emissione intesi ad evitare o almeno a ridurre in modo generale le emissioni e l'impatto sull'ambiente nel suo complesso.

In particolare si intende per:

"tecniche", sia le tecniche impiegate sia le modalità di progettazione, costruzione, manutenzione, esercizio e chiusura dell'impianto;

"disponibili", le tecniche sviluppate su una scala che ne consenta l'applicazione in condizioni economicamente e tecnicamente valide nell'ambito del comparto industriale, prendendo in considerazione i costi e i vantaggi, indipendentemente dal fatto che siano o meno applicate o prodotte in ambito nazionale;

"migliori", le tecniche più efficaci per ottenere un elevato livello di protezione dell'ambiente nel suo complesso.

Quattro ditte hanno dichiarato di avere predisposto un sistema informatizzato di processo avanzato per le vasche di tintura in cui vengono controllati in continuo la temperatura, i volumi e la programmazione temporale, sulla base del tipo e della quantità di materiali in ingresso. Nel processo di tintura l'applicazione di questa BAT permette di ottenere una riduzione dei consumi sia idrici che energetici.

- Definizione di procedure documentate per la conservazione, il dosaggio e la distribuzione dei prodotti chimici

In 12 ditte sono presenti alcune procedure sulla gestione dei prodotti chimici, ma solo in 3 vengono dichiarate in modo dettagliato le operazioni di carico e scarico nell'area di travaso e quelle di dosaggio nel reparto tintoria.

6.2.2 Aspetti Gestionali sulla qualità dei flussi delle fibre in arrivo

L'informazione sulle materie prime tessili, con conseguente selezione delle fibre grezze in arrivo, è il primo passo per affrontare a monte i problemi di contaminazione che si verificano nei processi. Ad esempio è considerata una BAT la collaborazione con i fornitori per avere informazioni sulla presenza di sostanze pericolose, agenti antiparassitari e sulla quantità-qualità di agenti di imbozzimatura impiegati.

Lavorando per conto terzi è emersa la difficoltà per la maggior parte delle ditte di imporre limitazioni e controlli specifici sul materiale in ingresso. Solo nel caso di ditte con elevata capacità produttiva e che perseguono standard qualitativi molto elevati si è riscontrata l'applicazione di tale BAT, sia per ragioni qualitative del prodotto sia al fine di garantire il minor afflusso possibile di carico inquinante all'impianto di depurazione delle acque.

Anche per le Pettinature l'applicazione risulta difficile lavorando per conto terzi. Il fatto che l'85% della lana lavata arrivi da Australia e Nuova Zelanda viene indicato però come una buona garanzia, dato che in questa nazione molti antiparassitari sono al bando da numerosi anni.

6.2.3 Aspetti Gestionali sull'impiego di prodotti chimici

Le BAT previste sono:

- Sostituzione degli oli minerali con composti maggiormente biodegradabili

Attualmente sono disponibili sostituti degli oli minerali per la maggior parte delle applicazioni. I composti di sostituzione possiedono un alto grado di biodegradabilità o almeno di bioeliminazione e sono meno volatili e più termostabili degli oli minerali. Ciò fa diminuire i livelli di cattivi odori e di emissioni atmosferiche che si formano quando un substrato è sottoposto a trattamenti ad alta temperatura quali la termofissazione. Questa BAT è generalmente seguita da tutte le ditte del campione, che hanno da tempo sostituito i prodotti a base di oli minerali con prodotti più biodegradabili o bioeliminabili.

- Sostituzione di detersivi tossici e poco biodegradabili come gli APEO (alchilfenoli-etossilati) ed in particolare i nonilfenoli polietossilati (NPE) con tensioattivi bioeliminabili come alcoli grassi etossilati

I tensioattivi vengono usati per molti scopi nell'industria tessile (ad es. detersivi, lubrificanti ecc.) e dall'analisi effettuata risulta che i NPE siano stati completamente sostituiti da composti meno tossici e più degradabili. In molti casi il processo è stato ottimizzato in modo da ridurre l'impiego di tensioattivi, ad esempio in un caso viene sfruttata la saponificazione dei grassi aggiungendo Na_2CO_3 nel lavaggio.

- Se possibile evitare agenti complessanti, altrimenti adottare molecole senza P o N, più facilmente biodegradabili (policarbonati, poliacrilati, ecc.) e sostituire gli agenti schiumogeni a base di oli minerali con siliconi, esteri fosforici, alcoli ad alto p.m., fluoroderivati:

E' emerso che, nei casi in cui vengono utilizzati, la quantità impiegata è stata ridotta, anche per apportare il minor carico inquinante possibile all'impianto di depurazione.

- Adozione di misure per prevenire la dispersione accidentale di sostanze chimiche nel suolo e nell'acqua durante la movimentazione e lo stoccaggio

A tal fine sono indicate le seguenti misure da adottare considerate come BAT:

- Stoccaggio di prodotti chimici in locali appositi
- Movimentazione automatica dei contenitori
- Esistenza di bacini di contenimento
- Utilizzo di impianti automatici di miscelazione e dosaggio
- Adozione di misure di emergenza per la neutralizzazione e formazione addetti
- Etichettatura dei serbatoi e dei contenitori

Molte di queste BAT risultano generalmente applicate, in particolare per quanto riguarda lo stoccaggio di molti prodotti chimici in locali appositi, la presenza di bacini di contenimento e l'etichettatura delle sostanze. La situazione più comunemente riscontrata riguarda comunque la presenza di sistemi per il dosaggio automatico degli ausiliari di tintura e degli agenti chimici di base e per la distribuzione dei bagni di tintura alle vasche, mentre non risulta sempre applicabile il dosaggio automatico dei coloranti nei bagni di tintura a causa del numero elevato di prodotti in uso (soprattutto per le tintorie in conto terzi, che impiegano una vastissima gamma di miscele).

Due ditte hanno dichiarato inoltre la presenza di procedure ambientali relative alla fase di carico/scarico dei prodotti ed alle emergenze in caso di sversamenti accidentali e alla gestione degli stoccaggi e dei bacini di contenimento.

Nella tabella seguente viene illustrato il livello di applicazione delle BAT relative agli aspetti gestionali.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
SGA													😊	😊	😊	😊	😊	😊				
Formazione					😊	😊				😊	😊	😊		😊						😊	😊	
Sistema informatizzato di processo					😊	😊								😊						😊		
Procedure ambientali					😊	😊					😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	
Selezione fibre	😊				😊	😞	😊	😊	😞	😊	😊	😞								😊	😊	😊
Sostituzione agenti pericolosi	😊			😊	😊	😊	😊			😊	😊			😊						😊	😊	😊
Gestione stoccaggi	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊

Tabella 40: Applicazione delle BAT relative agli aspetti gestionali

Nelle aziende 1, 4, 5, 11 la sostituzione degli agenti pericolosi è parziale in quanto risulta solo minimizzato l'utilizzo di agenti complessanti e schiumogeni.

6.2.4 Aspetti generali sulla riduzione dei consumi idrici ed energetici

Le linee guida insistono non solo sulla riduzione degli impatti derivanti dalle emissioni ma anche quelli generati dai consumi di risorse.

Per quanto riguarda la riduzione dei consumi idrici le BAT previste per il processo in generale sono:

- Monitoraggio dei consumi idrici: nelle ditte che hanno presentato domanda per l'ottenimento dell'AIA si è assistito ad uno sforzo teso a calcolare o stimare i consumi idrici dell'attività, anche se in molti casi non è stato possibile riportare i dati dettagliati per fase produttiva, che consentirebbero di individuare i punti critici del processo ed effettuare interventi mirati;
- Ricircolo delle acque: in molte ditte le acque di raffreddamento delle vasche di tintura sono completamente riutilizzate nel ciclo produttivo, ad esempio mediante accumulo in serbatoio e successivo riutilizzo per le operazioni di tintura (a tal proposito si veda anche quanto scritto nel cap. 4). Come già evidenziato nei capitoli precedenti per i trattamenti di fiocco e tops il raffreddamento avviene per traboccamento e non risulta attualmente sostituibile.

Il parziale recupero delle acque di processo dopo la depurazione avviene in 6 aziende, 4 delle quali sono autorizzate AIA e sempre dopo un trattamento terziario consistente in filtrazione a sabbia o su carbone attivo, ozonizzazione e/o debatterizzazione con UV.

Nel caso delle Pettinature, come già descritto nel capitolo 4, sono stati adottati diversi sistemi di recupero delle acque come ad esempio il parziale riutilizzo delle acque depurate (30%) nella prima vasca di lavaggio, il trattamento dell'acqua di processo nel sistema di recupero delle terre e del grasso di lana e rialimentazione alla linea di lavaggio, il recupero di acqua degli impianti di climatizzazione per la solubilizzazione dei reagenti all'impianto di depurazione.

- Riduzione del rapporto di bagno: Il rapporto di bagno esprime il rapporto tra la quantità di merce presente nella macchina di tintura ed il rapporto di bagno in uso (1:20 significa che per ogni kg di merce da tingere si usano 20 litri di acqua nel bagno).

In generale la concentrazione del colorante (g/l) , il rapporto di bagno (R.B.) e l'intensità (%) sono legati da questa semplice formula: $g/l = (\% \times 10) / R.B.$ per cui la concentrazione di colorante diminuisce all'aumentare del rapporto di bagno tenendo fissa la percentuale di intensità.

La conversione ha il solo valore di calcolo teorico in quanto nella pratica ad ogni variazione del rapporto di bagno per una data quantità di colorante vi corrisponde anche una variazione dell'intensità di tinta.

Le vasche di tintura utilizzano, anche per fini qualitativi, rapporti di bagno corti per tops e rocche (1:8 - 1:10). La riduzione del rapporto di bagno non risulta, per motivi strettamente tecnologici, applicabile nella tintura matasse, che richiede rapporti bagno mediamente più elevati. Per motivi qualitativi si evidenziano valori spesso molto differenti tra il rapporto di bagno nominale, cioè quello indicato dai produttori di macchinari, e quelli realmente in uso nelle aziende: pertanto un'applicazione rigida della normativa che fissasse i rapporti di bagno minimi eguali o prossimi a quelli nominali porterebbe ad un reale stravolgimento delle modalità operative attualmente in uso, determinando un notevole peggioramento qualitativo della merce e, in alcuni casi particolari, l'impossibilità pratica a produrre un articolo.

I valori elevati dei rapporti bagno sono generalmente dovuti alla notevole frammentazione dei lotti in produzione e all'elevata qualità richiesta per il prodotto finale e non è possibile, se non con un

decadimento della qualità, operare con valori più contenuti. In linea generale si può assumere che per tessuti che non richiedono particolari cure (ad es. per tessuti pesanti di lana con un peso medio intorno a 400-500gr/m), è possibile operare con rapporti di bagno prossimi a quelli nominali mentre per tessuti delicati la differenza tra i due valori è più consistente.

Per quanto riguarda la riduzione dei consumi energetici le BAT previste per il processo in generale sono:

- Isolamento termico tubature, ad esempio tramite la coibentazione della rameuse
- Separazione flussi di acque calde e fredde, riutilizzando l'acqua di raffreddamento come acqua di processo
- Recupero energia da acque di raffreddamento
- Recupero energia dai fumi esausti

Il recupero energetico dai fumi esausti non è considerato applicabile nelle ditte campione avendo, secondo quanto dichiarato dalle ditte, un contenuto termico non adeguato a giustificarne il recupero. Per quanto riguarda il recupero energetico dalle acque di raffreddamento è frequentemente applicato ad esempio tramite scambiatori di calore a piastre operanti sulle correnti calde degli scarichi dei bagni di tintura o utilizzando direttamente le acque già calde per i successivi cicli di tintura. Nella tabella seguente viene illustrato il livello di applicazione delle BAT relative alla riduzione dei consumi idrici ed energetici.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Monitoraggio consumi idrici				😊	😊	😊	😊			😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊
Riciccolo interno acqua				😊	😊		😊	😊		😊	😊	😊	😊	😊						😊	😊
Recupero acque depurate				😊	😊					😊		😊	😊								😊
Riduzione rapporto bagno	😊		😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊		😊							
Isolamento termico tubature				😊			😊			😊	😊	😊									😊
Separazione flussi caldi/freddi				😊			😊			😊	😊	😊			😊			😊			
Recupero energia acque di raffredd.			😊	😊			😊				😊	😊			😊			😊			
Recupero energia dai fumi esausti							😡			😊	😡	😡			😬					😊	

Tabella 41: Applicazione delle BAT relative agli aspetti generali sulla riduzione dei consumi idrici ed energetici

Nello specifico bisogna sottolineare che l'azienda n. 10 recupera l'energia dai fumi esausti del bruciatore, l'azienda n. 19 recupera calore dal vapore della centrale termoelettrica mediante scambiatori a fascio tubero, impiegati per riscaldare le acque di lavaggio, l'aria degli impianti di essiccazione e, durante l'inverno, l'interno dei locali mentre nell'azienda 15 la BAT risulta parzialmente applicata in quanto l'aria calda prodotta dalle macchine pneumafil viene riutilizzata solo per riscaldare i locali nei mesi invernali.

6.2.5 Purga della lana

Le BAT prevedono l'attivazione di circuiti di recupero del grasso e della sporcizia.

Nel caso di purga della lana con acqua il consumo di acqua ottimale nell'ambito della BAT varia da 2 a 4 l/kg di lana sucida per gli impianti di medie-grandi dimensioni (15000 tonnellate di lana sucida all'anno) ed è pari a 6 l/kg per i piccoli impianti. I valori relativi al recupero del grasso variano tra il 25 e il 30%, quantità che si stima essere contenuta nella lana sgrassata. Analogamente, i valori associati alla BAT per il consumo di energia

sono 4-4,5MJ/kg di lana grassa lavorata, ivi compresi circa 3,5MJ/kg di energia termica e 1MJ/kg di energia elettrica. Purtroppo, la mancanza di dati non permette di definire se i valori sopra menzionati per il consumo d'acqua e di energia sono applicabili anche alla lana extrafine (diametro delle fibre dell'ordine di 20 µm o meno).

La purga con solvente organico è considerata una BAT solo se vengono prese tutte le misure necessarie per minimizzare le emissioni fuggitive e prevenire la contaminazione delle falde freatiche da inquinamento diffuso ed incidenti. Per evitare rischi di emissioni diffuse nel lavaggio con solventi organici il flusso d'acqua viene trattato in due fasi, che comprendono un'unità di stripping aria-solvente e un'unità di distruzione del solvente residuo. Questa tecnica ha il duplice vantaggio di rimuovere gli antiparassitari con il grasso poiché si ripartiscono fortemente nel solvente e di favorire i processi a valle del ciclo, come il finissaggio; un altro effetto positivo di questa tecnica è il minor consumo di energia a causa del basso calore latente di un solvente organico rispetto all'acqua.

Nelle tre pettinature analizzate la purga viene effettuata esclusivamente con acqua (e non con solvente) con un recupero del grasso, che avviene tramite centrifugazione delle acque delle prime vasche di lavaggio, pari al 35-40%, raggiungendo un'efficienza ben superiore a quella prevista dal Bref (25-30%).

6.2.6 Candeggio

Le BAT previste per la fase di candeggio sono:

- Uso come agente sbiancante preferenziale l'H₂O₂ e uso di ipoclorito di sodio limitato ai soli casi in cui bisogna ottenere un notevole effetto sbiancante in tessuti delicati, che altrimenti subirebbero una depolimerizzazione. In questi casi particolari, la formazione di AOX pericolosi dovrà essere ridotta mediante un processo in due fasi, in cui si utilizza acqua ossigenata nella prima fase e ipoclorito nella seconda. L'effluente derivante dal candeggio con ipoclorito è mantenuto separato dagli altri flussi ed effluenti misti onde ridurre la formazione di AOX pericolosi: nelle ditte in cui è presente, il candeggio delle fibre tessili è attuato prevalentemente a mezzo di sistemi basati sull'utilizzo di acqua ossigenata e idrosolfiti. E' da segnalare che la ditta n. 5 effettua anche il riutilizzo dei bagni per il candeggio dei tops.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Uso preferenziale di H ₂ O ₂	😊		😊	😊	😊		😊				😊		😊	😊	😊	😊	😊	😊				
Nel caso di impiego di ipoclorito adozione del processo a 2 fasi (H ₂ O ₂ +ipoclorito)	😊																					
Separazione effluente contenente ipoclorito																						
Riutilizzo bagni					😊																	

Nella tabella seguente viene illustrato il livello di applicazione delle BAT relative al candeggio.

Tabella 42: Applicazione delle BAT relative al candeggio

6.2.7 Dosaggio e distribuzione dei coloranti

Le BAT previste per tale fase sono:

- Ridurre il numero di tinte (ad esempio applicando sistemi tricromatici): tale BAT è generalmente applicata, anche se, in caso di particolari richieste di prodotto finito, essa non è applicabile;
- Utilizzare sistemi automatizzati per il dosaggio e la distribuzione dei coloranti, limitando le operazioni manuali solo ai colori che sono usati raramente: la situazione maggiormente riscontrata è rappresentata dall'impiego di sistemi di distribuzione automatica dei bagni di tintura nelle vasche. Non risulta attuabile per le ditte campione il dosaggio automatico dei coloranti in polvere nei bagni di tintura a causa del numero elevato di prodotti in uso richiesto dalla prevalente attività per conto terzi.
- Nelle linee continue lunghe, in cui il volume morto della linea di distribuzione è paragonabile al volume di foulardaggio, preferire stazioni automatizzate decentrate automatiche in cui i diversi prodotti chimici non sono premiscelati con i coloranti prima del processo, e che sono poi pulite del tutto automaticamente.

Nella tabella seguente viene illustrato il livello di applicazione delle BAT relative alla tintura (le ditte barrate

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Riduzione numero tinte	😊			😊	😊		😊			😊	😬	😊				/			/	/	/
Distribuzione automatica bagni di tintura alle vasche	😊			😊	😬		😊	😊	😬		😬	😊	😊	😊	😊	/		😊	😊	/	/
Dosaggio automatico coloranti	😬			😬	😬		😬	😊	😬		😬			😊		/		😊	😊	/	/
Stazione automatiche decentrate e lavaggio automatico tubazioni				😊			😊							😊		/			/	/	/

sono quelle che non effettuano tintura)

Tabella 43: Applicazione delle BAT relative alla tintura

6.2.8 Tintura discontinua

Le BAT previste per tale fase sono:

- Selezionare nuovi macchinari seguendo, per quanto è possibile, i seguenti requisiti:
 - rapporto di bagno basso o molto basso,
 - separazione del bagno dal substrato durante il processo,
 - separazione interna del bagno di processo dal bagno di lavaggio,
 - estrazione meccanica del bagno per ridurre il riporto e migliorare l'efficacia del lavaggio,
 - ridotta durata del ciclo;
- Usare macchinari dotati di: controlli automatici del volume di riempimento, della temperatura e di altri parametri del ciclo di tintura, sistemi indiretti di riscaldamento e raffreddamento, cappe aspiranti e porte per minimizzare le perdite di vapore;
- Scegliere i macchinari più adatti alle dimensioni del lotto da lavorare in modo da permettere che le relative operazioni avvengano nell'intervallo di rapporti di bagno nominali per i quali sono stati progettati. I moderni macchinari possono funzionare a un rapporto di bagno praticamente costante, mentre sono caricati ad appena il 60% della loro capacità nominale (o anche al 30% della capacità nominale per le macchine per la tintura del filo);
- Sostituire il metodo di traboccamento con il metodo di "scarico e riempimento" o con altri metodi (risciacquo intelligente per tessuti);

Le BAT per la tintura discontinua citate sono, ove possibile, generalmente applicate nelle ditte analizzate.

- Riutilizzare l'acqua di risciacquo per la successiva tintura o ricostituire e riutilizzare il bagno di tintura se le condizioni tecniche lo permettono. Questa tecnica è più facile da eseguire per tingere fibre sciolte quando si usano macchine a caricamento dall'alto. Il dispositivo di trasporto delle fibre può essere rimosso dalla macchina per tintura senza dover scaricare il bagno. Le moderne macchine per tintura discontinua sono fornite di vasche incorporate che permettono la separazione ininterrotta e automatica dei liquidi concentrati dalle acque di lavaggio, aventi:

1. Possibilità di avviare il ciclo di tintura a temperatura elevata.
2. Possibilità di predeterminare una sequenza operativa che consenta di porre in lavorazione successioni di bagni da tinte chiare a tinte scure.
3. Ricerca di livelli qualitativi non elevati.

Negli insediamenti in esame nessuna delle condizioni risulta operativamente attuabile e le ditte hanno giustificato l'inapplicabilità con le seguenti motivazioni:

- a. La tintura della lana (prodotto principale dell'impianto) richiede l'avvio del ciclo di tintura in un bagno a freddo.
- b. L'impianto opera per conto terzi e non gestisce pienamente la possibilità di programmare la sequenza delle lavorazioni.
- c. La tecnica è inapplicabile in particolare per i colori chiari.

Nella tabella seguente viene illustrato il livello di applicazione delle BAT relative alla tintura discontinua.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Selezione nuovi macchinari rispettando requisiti ambientali	😊		😡	😡		😊	😊	😊	😊	😊	😊		😊	😊		/		😊	/	/	/
Sostituzione metodo di traboccamento			😡		😬	😊	😬	😊	😊	😊	😊					/			/	/	/
Riutilizzo acqua di tintura	😡		😡	😡	😡	😡	😡	😡	😡	😡	😡					/			/	/	/

Tabella 44 Applicazione delle BAT relative alla tintura discontinua

6.2.9 Tintura PES

Pur non essendo un tipo di lavorazione utilizzato nel ciclo laniero, vengono riportate le BAT relative alla tintura PES, in quanto presente in alcune ditte analizzate.

I carrier per tintura PES possono essere evitati (eccetto per le miscele PES/lana ed elastane/lana) eseguendo la tintura ad alta temperatura. Un'altra interessante soluzione consiste nell'uso di fibre PES da tingere senza carrier, come le fibre in poliestere di politrimetilene tereftalato (PTT). Tuttavia, a causa delle differenze nelle caratteristiche fisiche e meccaniche, queste fibre non coprono esattamente lo stesso mercato e non possono essere considerate come "sostituti" di fibre in poliestere in PET. Se non si può fare a meno di carrier, le sostanze attive convenzionali basate su composti aromatici clorati, o-fenilfenolo, bifenile e altri idrocarburi aromatici, possono essere sostituite con composti meno pericolosi come il benzilbenzoato e l'N-alchilftalimide.

Per evitare l'impiego di idrosolfito di sodio in post-trattamenti del PES vengono proposti due approcci: l'uso di agenti riducenti basati su speciali derivati a catena corta dell'acido solforico oppure l'uso di coloranti dispersi, che possono essere eliminati in mezzo alcalino per solubilizzazione idrolitica invece che per riduzione. I

derivati a catena corta dell'acido solforico sono biodegradabili, non corrosivi, a tossicità molto bassa e, a differenza dell'idrosolfito acido, possono essere applicati in condizioni acide senza bisogno di ripetuti cambi di bagno e variazioni di pH (con risparmio di acqua e di energia). Con coloranti eliminabili mediante alcali si può evitare del tutto l'uso dell'idrosolfito o di altri agenti riducenti.

Gli agenti di dispersione di solito presenti nelle formulazioni disperse, in quelle al tino e nei coloranti allo zolfo, sono stati migliorati tramite: 1) la loro parziale sostituzione con prodotti ottimizzati a base di esteri di acidi grassi, oppure 2) l'impiego di miscele di acidi solfonici aromatici modificati. La prima opzione è applicabile solamente a formulazioni liquide di coloranti dispersi (ma la gamma di colori è attualmente limitata). Questi agenti di dispersione sono bioeliminabili e la loro quantità nella formulazione può essere notevolmente ridotta rispetto alle formulazioni tradizionali. Gli agenti di dispersione indicati nella seconda alternativa hanno un livello di bioeliminazione superiore a quello dei normali prodotti di condensazione dell'acido naftalensolfonico con formaldeide. Essi possono essere utilizzati sia con coloranti dispersi che al tino (formulazioni solide e liquide).

Le BAT previste sono:

- Evitare l'uso di carrier pericolosi mediante (in ordine di priorità):
 - l'uso di fibre in poliestere colorabili senza bisogno di carrier (PET modificato o tipo PTT), considerazioni di mercato permettendo;
 - tintura in condizioni HT (alta temperatura) senza uso di vettori o carrier. Questa tecnica non è applicabile alle miscele PES/lana ed elastane/lana;
 - sostituzione dei carrier tradizionali con composti a base di benzilbenzoato ed N-alchilftalimide per la tintura di fibre lana/PES.
- Sostituire il ditionito di sodio nel post-trattamento del PES, applicando una delle due tecniche qui proposte:
 - sostituire il ditionito di sodio con un agente riducente a base di derivati dell'acido solfinico; questa soluzione va abbinata a misure che assicurino che sia consumata solo la quantità esatta di agente riducente necessaria a ridurre il colorante (ad es. usando azoto per rimuovere l'ossigeno dal liquido e dall'aria nella macchina);
 - utilizzare coloranti dispersi che possono essere eliminati in mezzo alcalino per solubilizzazione idrolitica invece che per riduzione;
- Impiegare formulazioni ottimizzate contenenti agenti di dispersione ad alto grado di bioeliminabilità.

Nelle quattro ditte in cui oltre alla lana viene tinto il poliestere non vengono utilizzati carriers pericolosi; in due di esse il ditionito di sodio è stato sostituito in modo totale o parziale con agenti riducenti maggiormente bioeliminabili e vengono impiegati agenti di dispersione degradabili. Nella tabella seguente viene illustrato il

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Evitare carriers pericolosi	😊					😊	😊				😊											
Sostituzione del ditionito di sodio	😊										😞											
Agenti di dispersione bioeliminabili	😊										😊											

livello di applicazione delle BAT relative alla tintura PES.

Tabella 45 Applicazione delle BAT relative alla tintura PES

Nella ditta 11 l'applicazione della BAT relativa alla sostituzione del ditionito di sodio risulta parzialmente rispettata in quanto viene ancora utilizzato per le operazioni di stripping (saponatura).

6.2.10 Tintura in discontinuo con coloranti reattivi

Recentemente, sono apparsi sul mercato nuovi coloranti reattivi con un buon livello di solidità, equivalente a quella ottenuta con i coloranti al cromo, anche per le tinte scure. L'utilizzo dei coloranti reattivi aumenta, tuttavia, solo lentamente, e ciò per diverse ragioni, tra cui la difficoltà che hanno gli operatori ad accettare cambiamenti radicali in procedure altrimenti ben consolidate e la considerazione, da parte di alcuni operatori del fatto che i coloranti al cromo risultano gli unici in grado di garantire quel livello di solidità necessaria ad una sovratintura.

Una scarsa fissazione del colore è stata per molto tempo un problema con la tintura reattiva, specialmente nella tintura discontinua di fibre di cellulosa, in cui di solito si aggiunge una notevole quantità di sale per migliorare l'esaurimento del colore. Impiegando sofisticate tecniche di ingegneria molecolare è stato possibile produrre coloranti reattivi bifunzionali e a basso contenuto salino che possono raggiungere un tasso di fissazione > 95% anche per fibre cellulosiche, con rendimento notevolmente superiore (in termini di riproducibilità e omogeneità della tintura) a quello dei tradizionali coloranti reattivi. Il risciacquo a caldo evita l'uso di detergenti e di agenti complessanti nelle fasi di risciacquo e di neutralizzazione dopo la tintura. La sostituzione del risciacquo a freddo con quello a caldo comporta però un consumo energetico maggiore, a meno che non si recuperi l'energia termica dall'effluente di risciacquo.

Le BAT previste per questo tipo di tintura sono:

- Utilizzare coloranti reattivi a forte fissazione e basso contenuto di Sali: questa BAT è ormai consolidata, soprattutto per le fibre cellulosiche;
- Evitare l'uso di detergenti e agenti complessanti nelle fasi di risciacquo e neutralizzazione dopo la tintura, ricorrendo al risciacquo a caldo, associato al recupero di energia termica dall'effluente di risciacquo: in nessun caso il lavaggio risulta esente da detergenti ed è stato dichiarato dalle ditte che, contrariamente a quanto previsto dalle BAT l'operazione di lavaggio finale con detergente non risulta eliminabile in un contesto di elevata qualità del prodotto finito ottenuto

Nella tabella seguente viene illustrato il livello di applicazione delle BAT relative alla tintura in discontinuo con coloranti reattivi.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Basso contenuto sali	😊			😊	😊	😊	😊				😊					⚡				⚡	⚡
Evitare uso di detergenti e complessanti	😡			😡	😡	😡	😡				😡					⚡				⚡	⚡

Tabella 46 Applicazione delle BAT relative alla tintura in discontinuo con coloranti reattivi

6.2.11 Tintura della lana

Le BAT previste per questa fase sono:

- Sostituire i coloranti al cromo con coloranti reattivi oppure, se ciò non fosse possibile, usare metodi a bassissimo contenuto in cromo che rispondano a tutti i seguenti requisiti:

- fattore di emissione raggiunto di 50 mg di cromo per kg di lana trattata, il che corrisponde ad una concentrazione del metallo di 5 mg/l nel bagno di cromo esaurito usando un rapporto di bagno di 1:10;
- il cromo (VI) non deve essere rilevabile nell'acqua di scarico (usando un metodo standard capace di rilevare il Cr VI a concentrazioni < 0,1 mg/l).
- Garantire che lo scarico di metalli pesanti nelle acque reflue nella tintura della lana con coloranti metallo-complessi sia minimo. Nell'ambito della BAT, i fattori di emissione devono essere pari a 10-20 mg/kg di lana trattata, il che corrisponde a 1-2 mg/l di Cr nel bagno di tintura esaurito quando si usa un rapporto di bagno 1:10. Questi rendimenti possono essere raggiunti come segue:
 - usando ausiliari che intensificano l'assorbimento del colore per la lana sciolta e per i tops;
 - usando metodi di controllo del pH per massimizzare l'esaurimento del bagno finale per altri processi;
- Preferire un processo a pH controllato nei processi di tintura con coloranti a controllo di pH (acidi e basici) in modo che si ottenga una tinta uniforme con un massimo esaurimento dei coloranti e degli insetticidi e un minimo uso di agenti omogeneizzanti.

Tra le ditte campione che hanno fornito informazioni relative ai coloranti al cromo solo due tintorie non impiegano coloranti a base di cromo e in una di esse vengono impiegati processi a pH controllato con coloranti a controllo di pH (acidi e basici), in modo che si ottenga una tinta uniforme con un massimo esaurimento di coloranti e di insetticidi e un minimo uso di agenti omogeneizzanti. Per dieci ditte la tintura al cromo viene dichiarata insostituibile a parità di risultati qualitativi con tecniche alternative, in particolare in riferimento alle solidità di tintura. In tutte vengono però adottati processi per incrementare l'esaurimento dei bagni e mitigare l'impatto sulle acque di scarico, controllando il pH attraverso pH-metri installati sulle macchine per la tintura e/o impiegando ausiliari che intensificano l'assorbimento del colore. In circa la metà delle tintorie che effettuano tintura al cromo, tali coloranti vengono impiegati nel caso in cui sia necessaria un'elevata solidità di tintura, ad esempio per il nero, mentre per altri prodotti si utilizzano coloranti a controllo di pH.

Nella tabella seguente viene illustrato il livello di applicazione delle BAT relative alla tintura della lana.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Sostituzione cromo	😊			😞	😞	😞	😞	😊	😞	😞	😞	😞				/	😞	😞	/	/	/
Controllare il pH per massimizzare esaurimento bagni				😊	😊	😊	😊		😊	😊	😊	😊				/			/	/	/
Tintura a pH controllato con coloranti a controllo pH	😊				😊	😊	😊				😊					/			/	/	/

Tabella 47 Applicazione delle BAT relative alla tintura della lana

6.2.12 Stampa

Come detto in precedenza per le tre ditte che eseguono la stampa non sono state fornite le informazioni necessarie per effettuare un confronto con le BAT previste dalle linee guida italiane.

Per completezza si riportano comunque le tecnologie da considerarsi come BAT:

Processo generale

Le BAT previste sono:

- Ridurre le perdite di pasta da stampa nei processi di stampa rotativa nei seguenti modi:
 - minimizzando il volume dei sistemi di alimentazione della pasta da stampa;

- recuperando la pasta da stampa dal sistema di alimentazione alla fine di ogni ciclo;
- riciclando la pasta da stampa residua;
- Ridurre il consumo d'acqua nelle operazioni di pulizia mediante una combinazione di:
 - controllo avvio/arresto della pulizia del nastro stampante;
 - riutilizzo della parte più pulita dell'acqua di risciacquo della pulizia di racle, cilindri e secchi;
 - riutilizzo dell'acqua di risciacquo proveniente dalla pulizia del nastro stampante;
- Impiegare macchine per stampa digitali a getto d'inchiostro per pezze corte (meno di 100 m) di tessuti piani, se le considerazioni di mercato lo consentono. L'uso di solventi per evitare il bloccaggio mentre la macchina per stampa non è in uso non è considerato una BAT;
- Usare le macchine per stampa digitali a getto d'inchiostro per stampare tappeti e tessuti voluminosi, eccetto il caso della stampa per corrosione e a riserva e situazioni simili.

6.2.13 Stampa reattiva

BAT significa evitare l'uso di urea mediante uno dei seguenti metodi:

- Procedimento in fase unica con aggiunta controllata di umidità, in cui quest'ultima viene applicata come schiuma o per vaporizzazione di una quantità definita di acqua nebulizzata ;

OPPURE:

- metodo di stampa in due fasi.

Per seta e viscosa, nel processo a fase unica la tecnica di vaporizzazione non è affidabile a causa della bassa aggiunta di umidità necessaria per queste fibre. La tecnica a schiuma con completa eliminazione dell'urea è di provata utilità per la viscosa, ma non per la seta. L'investimento finanziario iniziale (piuttosto elevato) ammonta a circa 200.000 € per una macchina a produzione di schiuma con una capacità di produzione di circa 80.000 metri lineari al giorno. Questa tecnica è stata utilizzata in condizioni di buon rendimento economico in impianti con una capacità di circa 30.000, 50.000 e 140.000 metri lineari al giorno. La questione rimane però se questa tecnica sia economicamente accettabile per impianti più piccoli.

Se non viene applicata la tecnica a schiuma, la quantità di urea consumata può essere ridotta a circa 50 g/kg di pasta da stampa per la seta e a 80 g/kg per la viscosa.

6.2.14 Stampa a pigmento

BAT significa usare paste da stampa ottimizzate che rispondano ai seguenti requisiti:

- addensanti a bassa emissione di carbonio organico volatile (o completamente privi di solventi volatili) e leganti a basso tenore di formaldeide. La risultante emissione atmosferica è <0,4 C org./kg di tessuto (ipotizzando 20 m³ aria/kg di tessuto);
- assenza di APEO e alto livello di bioeliminabilità;
- basso contenuto di ammoniaca. L'emissione risultante è di 0,6 gNH₃/kg tessuto (ipotizzando 20 m³ aria/kg di tessuto).
-

6.2.15 Trattamento delle acque reflue

Il trattamento delle acque reflue segue almeno tre strategie differenti:

- Trattamento centralizzato in un impianto di trattamento biologico di acque reflue in loco;
- Trattamento centralizzato al di fuori del sito, in un impianto di trattamento delle acque reflue urbane;

- Trattamento decentralizzato nel sito (o al di fuori del sito) di singoli flussi separati di acque reflue.

Tutte queste tre strategie sono opzioni previste nell'ambito delle BAT se adeguatamente applicate alla situazione effettiva delle acque reflue. I principi generali riconosciuti per la gestione delle acque reflue comprendono:

- ✓ caratterizzazione dei differenti flussi di acque reflue derivanti dal processo;
- ✓ separazione degli effluenti alla fonte secondo il tipo di contaminanti e il loro carico, prima che si mescolino con altri effluenti. Ciò permette ad un impianto di trattamento di ricevere solo i contaminanti che può effettivamente trattare e consente di applicare soluzioni di riciclaggio o riutilizzo dell'effluente;
- ✓ assegnazione dei flussi contaminati di acque reflue ai tipi di trattamento più adeguati;

Secondo questo approccio, le seguenti tecniche sono considerate come BAT generali per il trattamento delle acque reflue :

- Pretrattamento di singoli flussi selezionati e separati di acque reflue a forte concentrazione (COD >5.000 mg/l) contenenti composti non biodegradabili per ossidazione chimica (ad es. la reazione di Fenton). Tra i flussi di acque reflue che rispondono a questa caratteristica figurano i bagni di foulardaggio derivanti dai processi di tintura e finissaggio di tipo semicontinuo o continuo, i bagni di sbazzimatura, le paste da stampa, i residui delle operazioni di rinforzo dei tappeti, i bagni esauriti di tintura e finissaggio.

Se flussi concentrati di acque contenenti composti non biodegradabili non possono essere trattati separatamente, ulteriori trattamenti di tipo fisico-chimico sono necessari per ottenere risultati generali equivalenti. Tali trattamenti includono:

- Trattamenti terziari successivi al trattamento biologico. Un esempio è l'adsorbimento su carbone attivo con riciclaggio di quest'ultimo nel sistema a fanghi attivi: segue la distruzione dei composti non biodegradabili adsorbiti mediante incenerimento o trattamento con radicali liberi (cioè un processo che genera OH⁻, O₂⁻, CO₂⁻) dei fanghi in eccesso (biomassa e carbone attivo esaurito). Tale BAT risultava molto utilizzata fino a una decina di anni fa; ora tale tecnica risulta generalmente sostituita dalla presenza di trattamenti terziari a valle della depurazione biologica, trattamenti che garantiscono sicuramente una miglior efficienza nell'abbattimento degli inquinanti ancora presenti nel refluo, ed è presente, saltuariamente solo nelle ditte sprovviste di trattamento terziario.
- Trattamenti biologici, fisici e chimici combinati con l'aggiunta di carbone attivo in polvere e sali di ferro al sistema a fanghi attivi, e riattivazione dei fanghi in eccesso per "ossidazione umida" o "perossidazione umida" (se si usa acqua ossigenata);
- Ozonizzazione di composti resistenti prima del passaggio al sistema a fanghi attivi.

Come principale BAT nella depurazione dei reflui produttivi viene individuata la separazione degli scarichi alla fonte secondo il tipo di contaminanti e il loro carico inquinante.

La separazione dei flussi è congrua a condizione che la stessa consenta di pervenire ad apprezzabili riduzioni del carico inquinante rilasciato nell'ambiente. Tale tecnica potrebbe produrre risultati ottimali solamente in contesti aziendali di nuova realizzazione ed appositamente progettati. In contesti impiantistici esistenti e non espressamente progettati l'implementazione di tale sistema di separazione dei reflui diventa estremamente onerosa e non giustificabile in funzione dei vantaggi ottenibili. Questa considerazione viene fatta alla luce della notevole efficienza raggiunta effettivamente nel trattamento aziendale o misto dei reflui di nobilitazione tessile.

Si evidenzia inoltre che nel settore della nobilitazione tessile laniera italiana non sono presenti singoli flussi di acque reflue ad alta concentrazione (COD > 5.000 mg/l) contenenti composti non biodegradabili tali da necessitare un pretrattamento specifico prima del congiungimento con gli altri reflui.

Si ritiene, sulla base dell'esperienza acquisita a livello nazionale, che il trattamento biologico aerobico a fanghi attivi eventualmente seguito da trattamento terziario di affinamento, costituisca soluzione ottimale alla problematica in questione.

6.2.16 Smaltimento dei fanghi

Per i fanghi provenienti dal trattamento delle acque reflue degli effluenti di sgrassatura della lana una BAT comporta:

- Uso dei fanghi nella fabbricazione di mattoni o l'adozione di un qualunque altro tipo appropriato di riciclaggio;
- Incenerimento dei fanghi con recupero di calore, purché si provveda a controllare le emissioni di SOx, NOx e polveri, e ad evitare emissioni di diossine e furani derivanti dal cloro presente con legame organico negli antiparassitari che possono essere contenuti nei fanghi.

Nella tabella seguente viene illustrato il livello di applicazione delle BAT relative al trattamento delle acque

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Trattamenti terziari	☹	😊	😊	☹	😊								😊				☹	😊			
Aggiunta carboni attivi al sistema fanghi attivi	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹	☹			😊	☹			
Ozonizzazione	☹	☹	😊	☹	☹		☹	☹	☹	☹	😊		😊	☹			☹	☹			
Recupero fanghi																					
Incenerimento fanghi																					

reflue e allo smaltimento dei fanghi.

Tabella 48: Applicazione delle BAT relative al trattamento delle acque reflue e allo smaltimento dei fanghi

La ditta 17, non dotata di sistema di trattamento terziario, è l'unica che saltuariamente applica la BAT relativa all'aggiunta di carboni attivi al sistema fanghi attivi.

6.2.17 Trattamento degli effluenti provenienti dalla sgrassatura della lana

Per le acque reflue della sgrassatura della lana vengono discusse alcune opzioni.

La prestazione in termini ambientali di un impianto di evaporazione è molto superiore a quella di un impianto di flocculazione. Tuttavia, il costo iniziale di un impianto di evaporazione è molto più elevato e l'ammortamento (rispetto allo scarico nelle fognature) richiede 4-5 anni per i piccoli impianti (3.500 t di lana all'anno); per gli impianti di media grandezza (15.000 t di lana all'anno) su un periodo di 10 anni, l'evaporazione risulta un po' meno costosa della flocculazione. L'impiego di un circuito di rimozione della sporcizia/recupero del grasso associato mediante evaporazione rende questa tecnica ancora più interessante poiché si può installare un piccolo evaporatore riducendo così l'investimento iniziale. L'impiego di un circuito di recupero permette anche la riduzione dei costi di esercizio grazie ai proventi della vendita del grasso (questo effetto è più visibile per gli impianti di sgrassatura di lane fini).

La combinazione di un sistema di rimozione della sporcizia/recupero del grasso con l'evaporazione dell'effluente e l'incenerimento dei fanghi e completo riciclaggio di acqua ed energia, è la soluzione migliore da un punto di vista ambientale.

Tale tecnica è però applicabile solamente in aziende di grandi dimensioni, come indicato anche nel testo originale del BREF di Siviglia nel capitolo 4.4.2 "Use of integrated dirt removal/grease recovery loops combined with evaporation of the effluent and incineration of the sludge":

*"[...] Applicability The availability of this "complete solution" to the problems of wool scour effluent and waste management is restricted, for existing installations, by a number of considerations [187, INTERLAINE, 1999]: the economics – the very high capital cost and high running cost – probably make the system **unaffordable for any but the largest scourer** (Mill N's throughput – 65000 t/yr – is almost double that of any other European scourer). [...]"*

L'impresa sopra considerata dal Bureau di Siviglia risulta avere un volume produttivo pari ad almeno tre volte quello delle aziende italiane; risulta quindi chiaro come non sia sostenibile l'implementazione generale di tale sistema di depurazione.

Inoltre non è affatto dimostrato che il trattamento per evaporazione sia ottimale anche sotto il profilo energetico in ogni condizione e per ogni dimensione di impianto.

Le complessità tecniche e il notevole investimento iniziale rendono questo approccio adatto per

- 1) impianti nuovi;
- 2) installazioni esistenti che non dispongono di un trattamento di effluenti in loco
- 3) installazioni che devono sostituire impianti per il trattamento di effluenti al termine della loro vita utile.

Nei casi di trattamento di effluenti mediante processi biologici, si conoscono impianti di sgrassatura in Europa (specialmente in Italia) che impiegano principalmente processi biologici per il trattamento degli effluenti.

L'esperienza acquisita in Italia sugli impianti aziendali biologici di trattamento dei reflui abbinati ad un successivo trattamento in impianto esterno consortile, consente di individuare tale soluzione tecnica come valida al pari della soluzione dell'evaporazione.

I fanghi derivanti dalla sgrassatura della lana possiedono eccellenti caratteristiche tecniche quando vengono mescolati con argilla nella fabbricazione di mattoni. I vantaggi economici dipendono evidentemente dagli accordi tra l'impianto di sgrassatura e la fabbrica di mattoni. Secondo le informazioni disponibili, questa tecnica dovrebbe essere più economica della messa in discarica, del compostaggio e dell'incenerimento. Il BREF non contiene informazioni su altre possibili opzioni di riciclaggio.

Nella tabella seguente viene illustrato il livello di applicazione delle BAT, relativamente alle sole pettinature relative al trattamento degli effluenti provenienti dalla sgrassatura della lana.
















	19	20	21
Impianto rimozione / recupero grasso			
Evaporazione effluenti			
Impianto recupero grasso + evaporazione			
Depurazione biologica			
Recupero fanghi			

Tabella 49: Applicazione delle BAT relative al trattamento degli effluenti provenienti dalla sgrassatura della lana

6.3 Indicatori di performance ambientale

6.3.1 Pettinature

Nella tabella seguente vengono riportati i dati di performance produttiva ed ambientale della fase di lavaggio della pettinatura, ottenuti dalla documentazione presentata dalle 3 ditte che svolgono tale attività, confrontati con i risultati ottenibili dall'applicazione delle BAT indicate dai BREF.

PETTINATURE		Aziende campione	Valori Bref	Valori BAT
CONSUMO ACQUA	mc / t sucido	8,5 – 16,5	0,5 - 15	2 - 6
CONSUMO E TERMICA	GJ / t sucido	6,9 – 7,3	-	3,5
CONSUMO E ELETTRICA	GJ / t sucido	0,5 (valore stimato)	-	1
CONSUMO E TOTALE	GJ / t sucido	7,4 – 7,8	4,5 - 20	4,5
COD	Kg / t sucido	6,7 - 16	2 - 75	-
RECUPERO GRASSO DI LANA	% grasso contenuto su lana sucida	35 – 40	25 - 30	25 - 30

Tabella 50 – Consumi pettinature

Si precisa che il consumo di energia elettrica realmente calcolato (2,8 – 3,7 GJ/ton) comprende le fasi di cardatura e pettinatura, maggiormente impattanti in termini di energia elettrica, ma escluse dalle indicazioni del bref di Siviglia, che si riferiscono solo al lavaggio del sucido. Da stime fornite dalle ditte, risulta che il consumo di energia elettrica, sgravato dalle fasi meccaniche, sia mediamente pari a 0,5 GJ/ton sucido.

Per quanto riguarda i consumi idrici, risulta che due ditte si collocano nell'intervallo di variabilità contenuto nelle Bref mentre la terza ha consumi che risultano superiori al valore massimo, in quanto in questo impianto vengono trattate lane extrafini di elevata qualità (14-18 micron), che richiedono quantitativi d'acqua per il risciacquo molto maggiori.

I consumi complessivi di energia termica compresi tra 7,4 e 7,8 GJ / ton sucido si collocano all' interno dell'intervallo indicato nelle Bref (4,5-20) ma al di sopra del valore delle BAT; tale discrepanza trae origine del maggior volume d'acqua da riscaldare nella fase di lavaggio.

In particolare si riscontra come i valori indicati come BAT vengono superati per i consumi idrici e di energia termica mentre risultano inferiori quelli di energia elettrica.

Un dato interessante è dato dalla percentuale di recupero del grasso di lana, che risulta compreso tra il 35 e il 40%, cioè superiore a quella riportata nelle BAT, compresa tra il 25-30%.

Per quanto riguarda gli aspetti qualitativi della risorsa idrica, che risulta quella maggiormente impattata dal processo, si rileva che l'intervallo dei valori rilevati per quanto riguarda il parametro COD risulta ampiamente compreso entro l'intervallo indicato nelle Bref, come riportato nella tabella n 50.

6.3.2 Tintoria e finissaggio

Il campione analizzato nel presente lavoro ricomprende lanifici, tintorie e finissaggi e filature. Il documento delle Bref di Siviglia fornisce indicazione prevalentemente per le fasi di lavorazione della lana ad umido, ovvero le fasi di tintoria e di finissaggio. Nella tabella seguente vengono confrontati i valori riscontrati nelle 7 tintorie e

finissaggi del campione¹⁷ con quanto indicato nel documento Bref e nel documento “Relazione tecnica di supporto alla redazione delle linee guida per l’individuazione e l’utilizzo delle migliori tecniche disponibili in materia di Tessile e Concia – Rev.6 del Gennaio 2004” a cura della Commissione ex art. 3, comma 2, del D.Lgs. 372/99 – GTR “Tessile e Concia” – sezione Tessile.

TINTORIE E FINISSAGGI		Aziende campione	Valori Bref	Comm. ex art. 3 D.Lgs. 372/99
CONSUMO ACQUA	mc / t materiale trattato	20 - 122	8 - 180	140
CONSUMO E TERMICA	GJ / t materiale trattato	8,9 – 24	4 - 28	
CONSUMO E ELETTRICA	MWh / t materiale trattato	0,6 – 4,4	0,1 - 1,1	1,16

Tabella 51 – Consumi tintorie e finissaggio

I range di valori Bref riportati, come quelli delle ditte campione, risultano molto ampi in relazione al fatto che sono comprese aziende che trattano diversi tipi di substrati quali tops, matasse, filato in genere, confezioni. L’estensione dell’intervallo di variazione delle aziende del campione è da ricondursi inoltre al fatto che all’interno di esse la fase di finissaggio può essere costituita da un numero molto variabile di trattamenti. Da segnalare che le ditte analizzate rientrano tutte negli intervalli previsti dal Bref per quanto concerne il consumo di acqua ed energia termica, mentre il superamento registrato per il consumo di energia elettrica è da ricondursi alla presenza di fasi di finissaggio particolarmente dispendiose in termini energetici quali decatissaggio, KD, cimatura, ecc.

Si riportano di seguito i consumi medi rilevati in 9 lanifici a ciclo integrale e 1 filatura del campione analizzato. In entrambe i casi, poiché nelle Bref non sono stati riscontrati termini di riferimento specifici per tali tipi di lavorazione, i valori rilevati sono raffrontati con le aziende analizzate nel Bref che svolgono prevalentemente attività di tintoria e finissaggio.

LANIFICI integrali		Aziende campione	Valori Bref	Comm. ex art. 3 D.Lgs. 372/99
CONSUMO ACQUA	mc / t materiale trattato	37 – 406	8 - 180	140
CONSUMO E TERMICA	GJ / t materiale trattato	16 - 155	4 - 28	
CONSUMO E ELETTRICA	MWh / t materiale trattato	2,4 – 17,5	0,1 - 1,1	1,16

Tabella 52 - Consumi lanifici

FILATURA		Azienda campione	Valori Bref	Comm. ex art. 3 D.Lgs. 372/99
CONSUMO ACQUA	mc / t materiale trattato	4,9	8 - 180	140
CONSUMO E TERMICA	GJ / t materiale trattato	0,3	4 - 28	
CONSUMO E ELETTRICA	MWh / t materiale trattato	2,5	0,1 - 1,1	1,16

Tabella 53 – Consumi filature

¹⁷ Una ditta del campione non è stata presa in considerazione in quanto i dati forniti non sono congruenti con quelli forniti dalle altre ditte.

Anche in questo caso, gli intervalli di variabilità dei consumi rilevati nei lanifici risultano molto ampi ed in media sensibilmente più alti rispetto a quelli riscontrati nelle tintorie e finissaggi. Le differenze maggiori riguardano i consumi di energia elettrica, in quanto i soli reparti meccanici di filatura-ritorcitura-tessitura assorbono mediamente i 2/3 dei consumi elettrici di stabilimento.

L'unica filatura del campione fornisce indicazioni emblematiche circa la ripartizione dei consumi in una lavorazione di tipo meccanico, in cui ha netta prevalenza il consumo di energia elettrica rispetto a quella termica mentre il consumo d'acqua risulta poco significativo.

6.3.3 Trattamento delle acque reflue

Sul BREF i valori di concentrazione allo scarico e di efficienza depurativa sono riportati in tab. 4.41, pag. 413.

I risultati riportati nel BREF derivano da impianti di trattamento in cui si ha commistione di reflu industriale con reflu civile, con conseguenti effetti di diluizione. Nella realtà italiana analizzata tale commistione non si verifica e i range di valori riportati nella tabella seguente derivano dai valori riscontrati nei campionamenti effettuati da ARPA Piemonte nelle ditte tessili presenti in Provincia di Biella negli ultimi dieci anni, derivanti dalla depurazione del solo reflu tessile. Inoltre nel BREF non è valutato l'impatto inquinante dei tensioattivi (in particolare non ionici), per il cui abbattimento i lanifici sono dotati dell'impianto di percolazione su carbone attivo.

PARAMETRI	UNITA' DI MISURA	LIMITI DI LEGGE*	RANGE AZIENDE TESSILI	VALORI BREF
pH		5,5 – 9,5	6,8 - 8,4	6,8 - 8,6
Solidi sospesi	mg/l	< 80	2,1 – 25,0	-
COD come O2	mg/l	< 160	16,8 - 86,7	9,7 - 110
BOD ₅	mg/l	< 40	4,3 – 35,0	2,3 - 40
N - NH ₄	mg/l	< 15	0,4 - 7,4	0,2 - 15
N - NO ₃	mg/l	< 20	0,5 – 17,7	1 - 10
SO ₄	mg/l	< 1000	32,1 – 754,0	-
P tot	mg/l	< 10	0,2 – 7,0	0,15 - 2,5
Tensioattivi anionici	mg/l		0,1 - 0,7	-
Tensioattivi non ionici	mg/l		0,1 - 0,7	-
Tensioattivi cationici	mg/l		0 - 0,1	-
Tensioattivi totali	mg/l	< 2	0,3 - 1,2	-
Cloruri	mg/l	< 1200	11,3 – 318,0	-
Cr VI	mg/l	< 0,2	0 - 0,1	-
Cr tot	mg/l	< 2	0 - 0,3	-
Grassi e oli animali/vegetali	mg/l	< 20	0,6 - 1,8	-

* limite di legge per lo scarico delle acque reflue industriali in acque superficiali: tab. 3, Allegato 5, Parte III, Dlgs 152/06

Tabella 54– range di riferimento dei valori degli inquinanti allo scarico

7 FATTORI DI RISCHIO

7.1 Rischio ambientale

L'industria tessile, caratterizzata da un'ampia gamma di prodotti chimici utilizzati nelle diverse fasi del ciclo produttivo, comporta particolari esposizioni e potenziali rischi per i lavoratori.

Nelle fasi di nobilitazione (tintura, stampa, finissaggio) vengono in particolare impiegati alcuni prodotti chimici potenzialmente nocivi per la salute dei lavoratori: tinture e colori, colle solventi ed anche polveri.

Nel presente capitolo vengono brevemente menzionate le sostanze utilizzate nell'intero ciclo di lavorazione classificabili come pericolose e il rischio professionale associate al loro utilizzo. Di seguito si riporta l'etichettatura delle sostanze pericolose come regolata dalla direttiva comunitaria 93/21/CEE, All.II.











	E Esplosivo Questo simbolo indica prodotti che possono esplodere in determinate condizioni.		T+ Molto tossico Sostanze molto pericolose per la salute per inalazione, ingestione o contatto con la pelle, che possono anche causare morte. Possibilità di effetti irreversibili da esposizioni occasionali, ripetute o prolungate.
	O Comburente Sostanze ossidanti che possono infiammare materiale combustibile o alimentare incendi già in atto rendendo più difficili le operazioni di spegnimento.		C Corrosivo Prodotti chimici che per contatto distruggono sia tessuti viventi che attrezzature.
	F Facilmente infiammabile Sostanze e autoinfiammabili. Prodotti chimici infiammabili all'aria.		X Nocivo Nocivo per inalazione, ingestione o contatto con la pelle. Possibilità di effetti irreversibili da esposizioni occasionali, ripetute o prolungate.
	F+ Estremamente infiammabile Liquidi con punto di infiammabilità inferiore a 0 °C e con punto di ebollizione/punto di inizio dell'ebollizione non superiore a 35 °C.		Xi Irritante Questo simbolo indica sostanze che possono avere effetto irritante per pelle, occhi ed apparato respiratorio.
	T Tossico Sostanze e preparati tossici che comportano un rischio per la salute anche in piccole quantità		N Pericoloso per l'ambiente Sostanze nocive per l'ambiente acquatico (organismi acquatici, acque) e per l'ambiente terrestre (fauna, flora, atmosfera) o che a lungo termine hanno effetto dannoso.

Figura 23: Etichettatura delle sostanze pericolose come regolata dalla direttiva comunitaria 93/21/CEE, allegato II.

Per una ditta tipo si sono prese in considerazione la tipologia e la quantità di sostanze pericolose impiegate nel ciclo produttivo. Come si può vedere dal grafico seguente, risulta che:

- Nei servizi tecnici vengono impiegati esclusivamente agenti chimici non pericolosi o corrosivi, come ad esempio il policloruro di alluminio nell'impianto di depurazione ;
- Nel finissaggio vengono invece impiegate sostanze pericolose per l'ambiente come il percloroetilene e diversi ausiliari, tra i quali agenti detergenti irritanti o tossici;
- Nella tintoria, tra gli ausiliari, spicca la presenza di agenti molto tossici e/o pericolosi per l'ambiente come il sodio bicromato, l'ammoniaca e l'acido maleico;
- Nella tintoria, tra i coloranti acidi vengono impiegati alcuni coloranti azoici etichettati come irritanti; in quelli premetallizzati e tra i reattivi compaiono diversi coloranti acidi metallocomplessi, cromo complessi e preparati di coloranti azoici, etichettati come N o Xn.

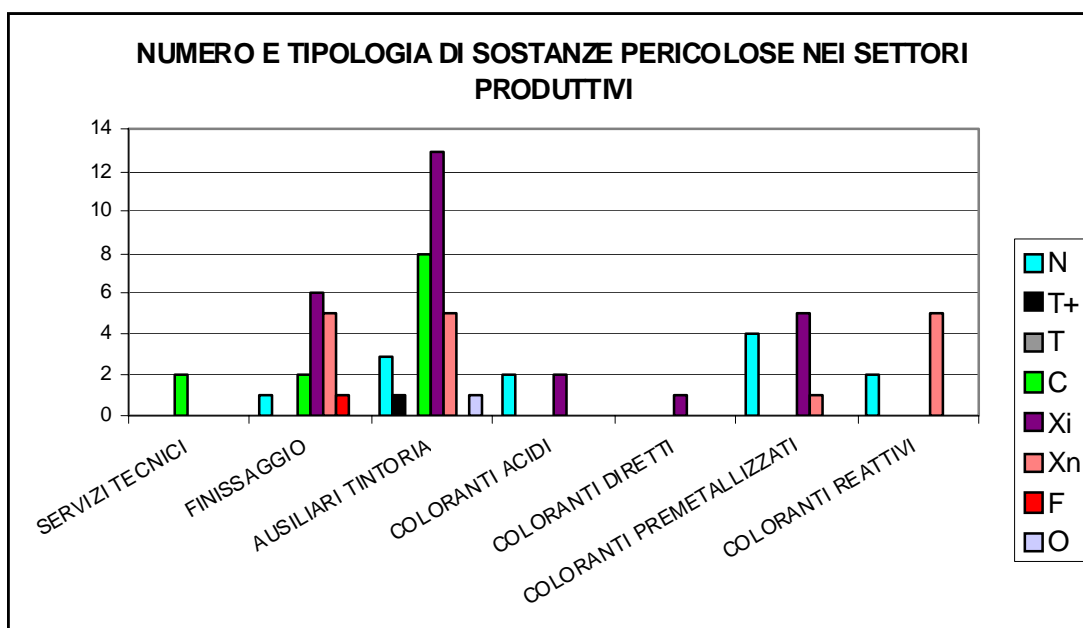


Gráfico 33: Distribuzione delle sostanze pericolose in un'azienda tipo

Nel seguito sono illustrate le principali caratteristiche e relative etichettature delle sostanze pericolose utilizzate con più frequenza nelle ditte prese in esame. Per questi prodotti vengono indicati i simboli di rischio riportati sulle confezioni o sulle schede di sicurezza ad essi allegati, i quali consentono di individuare immediatamente le tipologie di rischio, sia di tipo chimico che tossicologico, associate all'uso di quella sostanza in una particolare fase.

Dicloroisocianurato di sodio



Etichettatura			Fase di utilizzo
			TRATTAMENTO IRRESTRINGIBILE

Figura 24: Etichettatura del Dicloroisocianurato di sodio

Si tratta di un solido di colore bianco, che ad alta temperatura (oltre i 240°C) si decompone con sviluppo di cloro. E' classificato pericoloso per l'ambiente acquatico, ma solo la forma anidra risulta anche comburente. Viene impiegato nelle cinque ditte in cui viene effettuato il trattamento irrestringibile al Basolan finalizzato alla riduzione della feltratura che la lana subisce quando viene lavata.

Cloro



Etichettatura		Fase di utilizzo
		TRATTAMENTO IRRESTRINGIBILE

Figura 25: Etichettatura del Cloro

Il cloro è un gas dall'odore pungente di colore giallo/verdastro che può essere mantenuto liquido a temperatura ambiente a debole pressione. La soluzione in acqua è un acido forte, reagisce violentemente con le basi ed è corrosiva. Reagisce violentemente con molti composti organici, ammoniacca, idrogeno e metalli finemente suddivisi causando pericolo di incendio ed esplosione. In presenza di acqua attacca molti metalli. Attacca plastica, gomma e indumenti. Una ditta tra quelle del campione impiega cloro liquido per il trattamento irrestringibile (trattamento Kroy gas).

Bicromato di sodio e potassio




Etichettatura			Fase di utilizzo
			TINTORIA

Figura 26: Etichettatura del Bicromato di sodio e potassio

Il bicromato di sodio e il bicromato di sodio e potassio vengono impiegati nei cicli di tintura al cromo per formare un complesso metallorganico che aderisce saldamente alla fibra di lana conferendo solidità alla tintura. Il bicromato di sodio $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ si presenta con cristalli igroscopici rossi tendenti all'arancione. Essendo fortemente ossidante reagisce con materiali combustibili e riducenti. In soluzione acquosa risulta un acido debole e perde ovviamente la proprietà di comburente.

Nella tabella seguente vengono indicate le quantità di bicromato impiegato nelle aziende campione; non viene riportato il quantitativo relativo all'azienda n. 5 che ha fornito i dati in litri, anziché in chili come le altre aziende esaminate. La soluzione di bicromato viene stoccata in serbatoi o cisterne dotate di bacino di contenimento, che nella maggior parte delle aziende (6 su 9) risulta collegato all'impianto di depurazione.

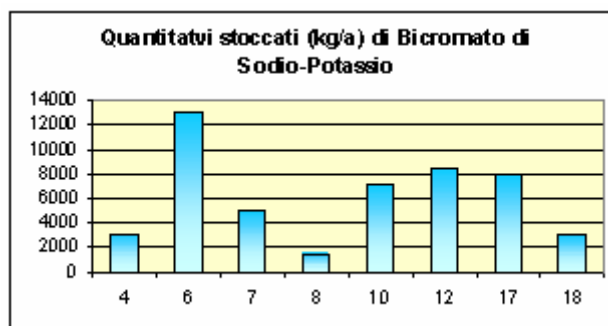


Grafico 34: quantitativi di Bicromato di sodio e potassio stoccati all'anno dalle ditte campione

Coloranti al cromo




Etichettatura			Fase di utilizzo
			TINTORIA

Figura 27: Etichettatura dei coloranti al cromo

Si tratta di coloranti di carattere anionico in grado di formare complessi di coordinazione con il cromo, alla cui insolubilità è dovuta la maggior solidità ai trattamenti umidi che essi sono in grado di offrire rispetto agli altri coloranti. In 9 aziende del campione vengono utilizzati coloranti al cromo.

Percloroetilene



Etichettatura		Fase di utilizzo
		LAVASECCO

Figura 28: Etichettatura del Percloroetilene

Il percloroetilene è un liquido chiaro, pesante, incolore, non infiammabile e volatile. Viene identificato come nocivo (Xn) e pericoloso per l'ambiente (N) e rientra tra le sostanze pericolose, così come definite dal D.Lgs. n. 52 del 3-02-1997.

Nell'industria laniera viene utilizzato nella fase di finissaggio come prodotto chimico di base per il lavasecco in sistemi chiusi o nei tribunali per la smacchiatura; nelle ditte campione risulta utilizzato da 5 aziende.

Negli scorsi anni i sistemi di pulizia a secco basati su percloroetilene sono stati notevolmente migliorati. Il confinamento integrale delle macchine per pulizia a secco ed il riciclaggio interno dei solventi permettono di utilizzare il percloroetilene con emissioni trascurabili.

La pulizia a secco è un'attività che rientra nell'ambito di validità della Direttiva sulle Emissioni di Solventi dell'UE (1999/13/CE), il cui completo adeguamento sarà richiesto entro il 2007.

7.1.1 Rischi dovuti ad aree di stoccaggio di prodotti chimici e aree travaso

Data l'elevata aggressività e instabilità di alcune sostanze impiegate nei cicli (ad esempio l'acqua ossigenata), ai fini della sicurezza risultano prioritarie le seguenti misure *preventive*:

- Progettazione di aree di carico/scarico e travaso adeguate
- Definizione di Procedure per l'approvvigionamento, il trasporto e la manipolazione dei prodotti chimici
- Idonea progettazione e messa in opera dei serbatoi (compartimentazione, doppia parete, valvole sicurezza, indicatori di livello, ecc.)

e le seguenti misure di *tipo protettivo/correttivo*, intese a limitare i danni per materiali e persone in caso di incidenti:

- Bacini di contenimento per i serbatoi
- Procedure di controllo per identificare e limitare eventuali perdite/sversamenti.

Un esempio di tali misure preventive e protettive è riportato nella tabella seguente.

FASE DEL CICLO	DENOMINAZIONE	PREVENZIONE	PROTEZIONE
Area di carico e stoccaggio in serbatoi	Perdite/ fuoriuscite e sversamenti	Controllo automatico del pH dei prodotti in fase di carico, al fine di riconoscere la natura, acida o basica, del prodotto pompato. Controllo di alto livello con blocco pompa di carico. Raggruppamento delle sezioni di carico e degli stoccaggi in funzione della compatibilità delle sostanze. Valvola di respirazione nei serbatoi soggetti a captazione degli sfiiati (es. acido formico, acetico, sodio bicromato, sodio bisolfito).	Bacini di contenimento. Compartimentazione serbatoi. Indicatore di livello che segnala la presenza di liquido nel bacino
Area di carico	Miscelazione di prodotti incompatibili	Sistemi di carico separati (ad es. per acqua ossigenata, acidi e basi). Bocchelli di forma diversa per tipologia di prodotto. Per sistemi di carico unici installazione di sistemi di consenso al caricamento (incrocio informazioni tra bocchello del banco interessato e pulsante del prodotto selezionato dall'operatore). Pompa di carico avviata tramite pulsanti specifici per prodotto. pH-metro per il rilevamento preliminare del pH del prodotto in via di carico. Immissione di acqua di lavaggio nella pompa e nella tubazione flessibile	
Tintoria	Perdite e sversamenti (Macchie di olio e di bagno di tintura)	Stesura procedura di intervento.	Disponibilità di materiale di assorbimento
Movimentazione carichi	Sversamento	Pavimentazione stabile, antiscivolo. Eliminazione di buche e sporgenze. Raccordo di pendenze e dislivelli. Procedura di intervento	Disponibilità di materiale di assorbimento

Tabella 55: Sintesi dei fattori di rischio, con le relative azioni correttive, di prevenzione o protezione per le differenti fasi produttive.

E' da evidenziare che una razionalizzazione degli stoccaggi in base alla compatibilità chimica, oltre a eliminare eventuali danni ai materiali di impianto, alle persone e all'ambiente, può determinare anche un risparmio sulla volumetria complessiva dei bacini di contenimento, sui dispositivi di drenaggio e di rilevamento della presenza di liquidi nel bacino stesso.

7.2 Rischio professionale

Nel presente paragrafo si illustrano alcuni dei rischi professionali associati all'utilizzo di prodotti chimici nell'industria tessile; non verranno invece affrontati i rischi derivanti dalle lavorazioni di tipo meccanico.

L'industria tessile, come ribadito più volte, consiste di un insieme di lavorazioni che vanno dalla produzione dei materiali, al finissaggio, alla colorazione, al confezionamento, ciascuno dei quali comprende una serie di fasi, con particolari esposizioni e potenziali rischi per i lavoratori legati alle sostanze utilizzate.

Le vie di esposizione principali risultano il contatto cutaneo e l'inalazione e gli effetti, sia a breve che a lungo termine, possono essere avvelenamenti, irritazione alla pelle, alle vie respiratorie, nausea, spossatezza, mal di testa ed altre patologie croniche. E' inoltre necessario considerare che non sono ben conosciuti sia gli effetti di singoli prodotti chimici che l'azione sinergica di più sostanze impiegate contemporaneamente.

Per quantificare il rischio chimico è necessario individuare le sostanze pericolose per la salute dei lavoratori all'interno dell'azienda e valutare la possibilità di una reale esposizione a tali sostanze, procedendo ad una

stima misurata del rischio, ad esempio tramite campionamenti ambientali delle sostanze per le quali sono previsti i TLV dall'ACGIH.

Infatti, come previsto dal DM 20/08/99 "In mancanza di riferimenti legislativi italiani, in valori limite di esposizione generalmente adottati per gli ambienti di lavoro sono in TLV (Threshold Limit Value = Valore limite di soglia)¹⁸ stabiliti annualmente dall'ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) ed editi in italiano dall'AIDII (Associazione italiana degli igienisti industriali)". Allo stato attuale i soli riferimenti legislativi italiani relativi ad inquinanti chimici negli ambienti di lavoro sono quelli per il piombo e per l'amianto contenuti nel decreto legislativo 15 agosto 1991, n. 277 e nella legge 27 marzo 1992, n. 257. Il primo passaggio è quindi quello di individuare le sostanze pericolose per la salute dei lavoratori in base alle proprietà tossicologiche degli agenti chimici.

7.2.1 Valutazioni tossicologiche del settore tessile

L'organismo di riferimento per le valutazioni del rischio cancerogeno associato a determinate esposizioni è costituito dall'International Agency for Research on Cancer (IARC). L'Agenzia di Lione ha inserito le attività tessili nel gruppo 2B, sulla base di una limitata evidenza di cancerogenicità, rilevata dagli studi sull'uomo disponibili (si vedano in proposito le tabelle sottostanti). La IARC ha, infatti, esaminato un poderoso insieme di studi epidemiologici, basati su statistiche nazionali di mortalità, condotti su base ospedaliera o ancora studi caso-controllo, nei quali sono analizzati gli incrementi di molti tipi di neoplasie, tra cui il cancro orofaringeo, laringeo, esofageo, dello stomaco, del colon-retto, della vescica, del polmone, del sistema emopoietico.

Non sono naturalmente disponibili studi sperimentali o informazioni d'altra natura. Bisogna anche rilevare che, da tale valutazione, sono escluse le attività che comportano esposizione ad amianto e ad oli minerali, noti cancerogeni per l'uomo.

La valutazione di sospetta cancerogenicità si basa, essenzialmente, sui risultati di aumento dell'incidenza di cancro vescicale tra i tintori ed i tessitori e di cancro dei seni paranasali tra i tessitori. Per quanto riguarda i primi, le esposizioni sospette sono quelle a coloranti azoici, per i secondi quelle a polveri provenienti da fibre e tessuti.

A livello nazionale, la valutazione del rischio cancerogeno è stata effettuata dalla Commissione Consultiva Tossicologica Nazionale (CCTN), che, partendo dall'analisi della IARC, ha preso in considerazione altri studi epidemiologici, confermando la valutazione di limitata evidenza di cancerogenicità per cancro della vescica per i tintori ed i tessitori e di cancro dei seni paranasali per i tessitori.

7.2.2 Studi epidemiologici recenti

Nell'ultimo decennio l'attenzione per le esposizioni nel settore tessile è diminuita, sia per il generale miglioramento delle condizioni di lavoro, sia per lo spostamento di gran parte delle mansioni in Paesi extraeuropei. Tuttavia, sono ancora in uso sostanze e preparati con potenzialità cancerogene, che devono essere tenute sotto controllo, soprattutto per quanto riguarda i nuovi cicli tecnologici.

Inoltre, il lungo periodo di latenza di alcune delle patologie correlate fa sì che ancora oggi, e probabilmente ancora per vari anni, si possa riscontrare un'associazione positiva tra esposizioni pregresse e aumento

¹⁸ I TLVs sono espressi come medie ponderate nel tempo (TLV-TWA) o come limiti di esposizione per breve tempo (TLV-STEL)

dell'incidenza di alcune forme tumorali. Tra gli studi più significativi si è ritenuto comunque interessante citare la segnalazione di un decesso per mesotelioma pleurico in un operaio di uno stabilimento di produzione laniera, in Biella, con 35 anni di servizio come addetto alla manutenzione delle macchine. Tale caso ha destato interesse poiché la produzione laniera non è considerata un'occupazione a rischio per insorgenza di mesotelioma.

7.2.3 Individuazione delle sostanze pericolose nel tessile

Una serie di studi ha cercato di correlare le sostanze chimiche utilizzate nel settore con i potenziali fattori di rischio cancerogeno. Di seguito si riporta una tabella con indicata la corrispondenza tra le categorie di cancerogenicità dei sistemi di classificazione considerati. La tabella successiva presenta invece una lista (non esaustiva) di 21 sostanze e gruppi di esse, con le relative allocazioni di cancerogenicità, scelte tra le più significative a livello nazionale ed internazionale. In particolare, sono riportate le valutazioni della IARC, dell'Unione Europea (UE), della CCTN e dell'Environmental Protection Agency (EPA) degli Stati Uniti.

Grado di evidenza di cancerogenicità	IARC	UE	CCTN	EPA
Sicuri cancerogeni	1	1	1	A
Probabili cancerogeni	2a	2	2	B1-b2
Sospetti cancerogeni	2b	3	3	C
Sostanze non valutabili	3	-	4	D
Non cancerogeni	4	-	5	E

Tabella 56: corrispondenza tra i diversi sistemi di valutazione dell'evidenza cancerogena

N.	Sostanza	IARC	UE	CCTN	EPA
1	Acido Nitrotriacetico	2B	-	3°	-
2	Acrilonitrile	2B	(2)	(2)	(B1)
3	Benzidina	(1)	(1)	(1)	(A)
4	Bicromato di Potassio	(1)	(2)	-	(A)
5	CI Acid Red 114	2B	-	-	-
6	CI Basic Red 9	2B	-	-	-
7	CI Basic Red 28	-	(2)	-	-
8	Coloranti a base di benzidina	(2A)	-	(2)	-
9	- Direct Black 38		(2)		-
10	- Direct Blue 6		(2)		-
11	- Direct Brown 95		(2)		-
12	4-Cl-o-Toluidina	(2A)		(2)	-
13	Diclorometano	2B	3	(2)	(B2)
14	Dietil Solfato	(2A)	-	(2)	-
15	Formaldeide	(2A)	3	(2)	(B1)
16	Percloroetilene	(2A)	-	3a	-
17	Policlorofenoli	2B	-	-	(B2)
18	2,4- e 2,6-Toluene Diisocianati	2B		(2)	-
19	o-Toluidina	(2A)	(2)	(2)	-
20	Tricloroetilene	(2A)	3	(2)	(In prep.)
21	Tris(2,3-dibpropil)Fosfato	(2A)	-	(2)	-

Tabella 57: valutazioni di cancerogenicità di alcune sostanze utilizzate nel tessile¹⁹

Nella tabella seguente sono riportate le sostanze per le quali è presente un TLV (ppm) di riferimento:

¹⁹ Le valutazioni di "sicuri cancerogeni" e "probabili cancerogeni" sono indicati tra parentesi

Sostanza	TLV (ppm)
Acido solforico	1
Metabisolfito	5
Ammoniaca	17
Acido formico	9,4
Acido acetico	40
Ipoclorito	1,5
Percloroetilene	170

Tabella 58: Sostanze per le quali è presente un TLV (ppm) di riferimento

Si osserva che le valutazioni sopra riportate sono relative a studi condotti sul comparto tessile in generale e non nella sola area biellese. Come si può leggere dalla tabella 57, sono presenti nei cicli produttivi sostanze, quali la benzidina e il bicromato di potassio, valutati come sicuri cancerogeni umani da tutte le organizzazioni considerate. Altre sostanze (o gruppi di esse), valutate come probabili cancerogeni, sono: coloranti a base di benzidina, 4-cloro-o-toluidina, dietil solfato, formaldeide, percloroetilene, o-toluidina, tricloroetilene, tris(2,3-dibromopropil) fosfato. Altre, infine, sono sospetti cancerogeni. Bisogna osservare che sono presenti delle discordanze, che riguardano l'acrilonitrile, il diclorometano, la formaldeide, il percloroetilene e il tricloroetilene. Le discordanze nelle allocazioni effettuate da istituzioni diverse sono relativamente frequenti e le ragioni possono essere trovate sia in differenti criteri di valutazione sia in tempi diversi in cui è stata effettuata la valutazione stessa. È importante ricordare che queste classificazioni sono meramente qualitative, ossia si basano sul peso dell'evidenza di cancerogenicità, così come si evince da tutte le informazioni disponibili sulla sostanza al momento della valutazione, e sono quindi passibili di continui aggiornamenti nel tempo.

I principali rischi cui sono esposti gli addetti alle mansioni specifiche derivano dal contatto cutaneo o dall'inalazione di prodotti nocivi che possono essere presenti sulle superfici dei locali di lavoro (pavimenti, pareti, banchi e scaffalature) oppure possono diffondersi nell'ambiente circostante sotto forma di polveri o di vapori.

Le aree coinvolte nella manipolazione delle sostanze in esame sono quindi principalmente le aree di tintura, stampa e stoccaggio degli agenti chimici.

Le operazioni a maggior rischio nella manipolazione dei coloranti sono le seguenti:

- pesatura su bilancia dei coloranti in polvere o liquidi, che viene effettuata in genere manualmente utilizzando attrezzi del tipo "a paletta"; nel corso dell'operazione spesso si diffondono nell'ambiente polveri oppure vapori che possono raggiungere le vie respiratorie degli addetti, anche se ormai la tendenza è di effettuare tali operazioni in aspirazione;
- dissoluzione del colorante per la preparazione del bagno di tintura, che può dar luogo ad esalazioni nocive;
- miscelazione del pigmento con altri ingredienti per la preparazione delle paste da stampa, con sviluppo, anche in questo caso, di inquinanti aerodispersi. In due aziende visionate le operazioni di dosaggio e di mescolamento dei preparati avvengono invece in impianto automatico e pertanto non è necessario l'intervento manuale dell'operatore: ne deriva che gli addetti hanno esclusivamente il compito di comandare gli impianti e non vengono in contatto diretto con i coloranti.

Nella tabella seguente vengono riportati i principali fattori di rischio delle fasi produttive e le relative misure di prevenzione e protezione

FASE DEL CICLO	DENOMINAZIONE	PREVENZIONE	PROTEZIONE
Cucina coloranti-stazioni di pesatura	Manipolazione ed esposizione ad agenti chimici/polveri. Altezza locali	Impiego di sistemi automatici di dosaggio e miscelazione	Installazioni di sistemi di aspirazione localizzata in corrispondenza di bilance e mescolatori (a cappa, bocchette aspiranti con tubi flessibili o snodabili, pareti aspiranti); pulizia periodica banchi di lavoro e piano bilance.
Cucina coloranti, tintoria, stamperia e aree stoccaggio	Esposizione ad agenti chimici/polveri	Adozione di superfici lavabili per pareti, banchi di lavoro e scaffalature; copertura pavimenti e pareti mediante piastrelle oppure materiali di rivestimento lavabili.	Potenziamento del ricambio dell'aria mediante nuove aperture o impianti di ventilazione forzata;
Stoccaggio coloranti e paste di stampa		Chiusura del coperchio dei contenitori originali secchi contenenti le paste di stampa	Armadio o box aspirato

Tabella 59: principali fattori di rischio e le relative misure di prevenzione e protezione per fase produttiva/area di lavoro

Gli studi effettuati sull'industria tessile nei decenni precedenti hanno rivelato la presenza di rischi cancerogeni rilevanti, che hanno portato alla valutazione delle esposizioni professionali in questo settore come sospette cancerogene. L'attenzione prestata, sia a livello scientifico sia istituzionale, ai problemi dell'industria tessile ha indotto un generale miglioramento del livello di sicurezza sul lavoro.

La scarsità di lavori scientifici che affrontano i rischi specifici derivanti da realtà particolari più caratterizzate da esposizioni multiple a bassi livelli di concentrazione non aiuta ad effettuare un processo di valutazione del rischio chimico in relazione alla quantificazione dell'esposizione, all'individuazione delle misure di protezione, sia individuale che collettiva e alla stesura di protocolli di sorveglianza sanitaria.

I principali rischi da ambiente di lavoro sono sintetizzati nella tabella seguente.

CUCINA COLORI	
Rischio infortuni	Ustioni da acqua a temperature vicine all'ebollizione, ulcerazioni da sostanze caustiche (spesso utilizzati acidi tipo l'acetico), schizzi delle stesse sostanze negli occhi.
Rischio chimico	Da inalazione o contatto con coloranti e ausiliari.
REPARTO DI TINTORIA	
Rischio infortuni	Rischio di ustioni da acqua bollente, da sostanze caustiche e da contatto con superfici surriscaldate.
	Rischio di cadute su pavimenti bagnati e scivolosi.
	Vicino agli apparecchi a pressione è ormai raro il rischio di esplosione dei recipienti mentre è più probabile l'investimento da vapore surriscaldato o da getti di acqua a temperatura superiore ai 100 °C in caso di errate manovre di apertura degli sportelli di carico e scarico o di campionamento.
	Importantissima in questo settore la formazione degli operatori.
Rischio chimico	Meno accentuato che in pesatura, può essere presente ove vi sia occasione di venire a contatto con i bagni di tintura o durante le fasi di aggiunta di prodotti chimici nei bagni.
	Il rischio aumenta se in sala tintura vengono tenute confezioni aperte di prodotti chimici, oppure se il sistema di trasporto dalla cucina alle vasche è effettuato in modo non idoneo, con secchi aperti, ecc.
Rischio rumore	Non egualmente diffuso in tutte le tintorie. È più presente nella tintura in fuoco per gli urti delle catene dei "cesti" e dei coperchi metallici degli apparecchi durante le fasi di carico e scarico.
	È presente anche quando vi sono apparecchi riscaldati a vapore diretto.
Microclima	Esposizione a calore e umidità molto elevata.
	Anche questi fattori sono variabili in funzione dell'affollamento e della coibentazione del macchinario, del fatto che si lavori con apparecchi aperti o chiusi, della presenza di aspiratori sulle macchine, di una buona ventilazione generale.
	Nei casi limite è tipica, durante i periodi dell'anno più freddi, la formazione delle "fumane": una nebbia diffusa in tutto l'ambiente di lavoro che rende difficile anche la visibilità.
RAMEUSE	
Rischio infortuni	In genere di gravità moderata ai lati dell'allarghezza, con gli aghi che vengono infissi sulle dimosse, oppure agli organi di trasmissione.
Rischio chimico	Per i vapori delle sostanze con cui è stato eventualmente trattato il tessuto specialmente se il sistema di aspirazione all'uscita della pezza non è del tutto efficiente. È facile notare degli strati di nebbie o fumi dovuti anche a particelle di fibre semicombuste.
CONTROLLO PRODOTTO FINITO	
Rischio chimico	Per inalazione o contatto dei prodotti usati per smacchiare solventi clorurati o alogenati.
Rischio ergonomico	Posizione fissa su sgabello o in piedi, affaticamento visivo, alto livello di attenzione continuata.

Tabella 60: sintesi dei principali rischi presenti nell'ambiente di lavoro, suddivisi per reparti o lavorazioni più critiche.

8. MONITORAGGIO E CONTROLLO

Il Piano di monitoraggio e controllo, come viene specificato nelle “Linee guida in materia di sistemi di monitoraggio”, viene realizzato per raccogliere informazioni da utilizzare allo scopo di:

- verificare la conformità alle prescrizioni dell’Autorizzazione Integrata Ambientale;
- valutare le prestazioni dei processi e delle tecniche adottate;
- valutare l’impatto ambientale dei processi;
- pianificare e gestire un aumento dell’efficienza dell’impianto;
- fornire elementi per meglio indirizzare le ispezioni e le azioni correttive da parte dell’autorità competente.

Tale fase si articola in due momenti, che, sebbene distinti, si integrano e influenzano a vicenda: il **monitoraggio**, effettuato dall’unità produttiva in esame in modo periodico e sistematico, e il **controllo**, effettuato dall’ente preposto a tale attività dalle normative vigenti, con lo scopo di verificare e validare i monitoraggi effettuati, verificare l’effettivo rispetto delle prescrizioni autorizzative e della normativa vigente e individuare ulteriori problematiche e/o soluzioni non previste nel piano di monitoraggio.

Le informazioni ed i dati ottenuti dal monitoraggio e dal controllo risultano pertanto utili non solo per valutare le prestazioni ambientali di un impianto e il soddisfacimento dei requisiti di qualità previsti dalle norme e dalle autorizzazioni, ma anche per definire oggettivamente una situazione ambientale, fissare soglie di emissione diverse a seconda delle classificazioni effettuate nei rapporti ambientali, individuare le azioni correttive e di risanamento più idonee rispetto alle situazioni esistenti, valutare a medio e lungo termine l’efficacia degli interventi di risanamento.

Le emissioni complessive o di un’unità produttiva sono costituite oltre che da quelle che normalmente fuoriescono da camini e condotte, anche da quelle diffuse, fuggitive ed eccezionali; è pertanto raccomandabile che le autorizzazioni includano prescrizioni atte a monitorare adeguatamente anche questo tipo di emissioni.

La **scelta dei parametri** da monitorare dipende dai processi di produzione, dalla materia prima in ingresso a tali processi, dalle sostanze che vengono adoperate e dalle tecnologie impiegate nell’impianto.

Esistono vari metodi che permettono di controllare la variazione di un parametro:

- Misure dirette: sono misure di concentrazione e/o volume effettuate su campioni rappresentativi prelevati nei flussi in uscita dall’impianto;
- Parametri sostitutivi: sono grandezze misurabili o calcolabili che possono essere strettamente connesse o correlate agli inquinanti emessi e che possono fornire un quadro affidabile della natura e dell’entità delle emissioni;
- Bilanci di massa: consistono nell’applicazione al sistema industriale o alla singola fase di processo dell’equazione del bilancio di materia (entrate, uscite, accumuli, generazione/scomparsa delle sostanze);
- Calcoli: sono applicazioni di equazioni teoriche o di modelli matematici ai processi industriali;
- Fattori di emissione: sono moltiplicatori numerici, associati ad un parametro caratteristico del processo industriale, che consentono, per similitudine con processi industriali analoghi, di stimare le emissioni.

La **frequenza** con la quale il parametro deve essere monitorato varia a seconda degli obblighi e dei rischi ambientali. Si possono individuare vari livelli di rischio potenziale del danno ambientale e ad ognuno di questi è possibile associare un regime di monitoraggio appropriato. I principali elementi che influenzano il rischio di avere un'emissione effettiva più elevata rispetto al Valore Limite di Emissione (VLE), e che quindi devono essere considerati per la determinazione del regime di monitoraggio e controllo, sono:

1. la probabilità di superare il VLE;
2. le conseguenze del superamento del VLE, ovvero il danno ambientale.

La probabilità di un superamento e le conseguenze di un superamento possono essere individuate in base a una serie di fattori che vengono elencati nella tabella 61.

Tali fattori possono essere classificati in diversi livelli di rischio. I fattori indicati sono di tipo generale ed esemplificativo e ogni situazione può essere valutata attraverso indicatori/fattori specifici, definiti in base a condizioni locali (ad esempio presenza di particolari vulnerabilità del sito o presenza nell'area circostante di ulteriori fattori di rischio) o a particolari scelte di tutela. A ciascun fattore è stato assegnato un peso: 0,5 oppure 3. Il peso 3 è stato assegnato a quei pochi fattori determinanti che si è ritenuto possano influenzare maggiormente la probabilità e le conseguenze di un superamento del VLE, mentre il peso 0,5 è stato assegnato a tutti gli altri fattori che possono influenzare solo parzialmente la frequenza di campionamento o che sono difficili da reperire come informazioni e, come tali, poco affidabili.

La valutazione complessiva effettuata attraverso la loro combinazione, riletta poi attraverso un semplice diagramma (figura 29), porterà alla scelta del miglior regime di monitoraggio.

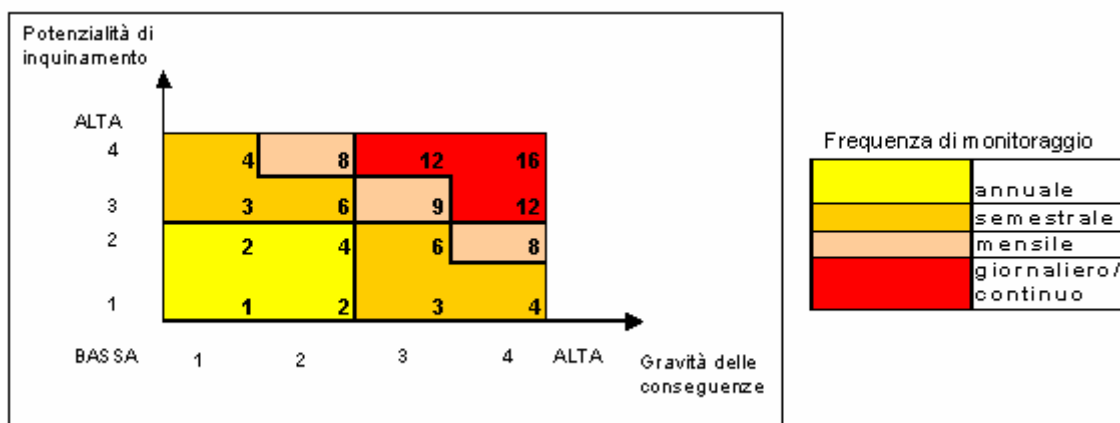


Figura 29 - Regimi di monitoraggio

	INCIDENZA RISCHIO FATTORI	LIVELLO BASSO 1	LIVELLO MEDIO 2-3	LIVELLO ALTO 4	PE SO
PROBABILITA' DI SUPERAMENTO del VLE	Età degli impianti produttivi	<5 anni	5<anno<15	>15	0,5
	Efficacia di abbattimento del depuratore	Sufficiente	Limitata	Nessuna	0,5
	Età del sistema di depurazione	< 5 anni	5<anno<15	>15	0,5
	Numero di sorgenti significative che producono emissioni	1	1<sorgenti<5	>5	0,5
	Quantità di inquinante emessa	Costante e continua	Variabile con fluttuazioni minime	Variabile con fluttuazioni elevate	0,5
	Durata dell'emissione	< 30 minuti	Tra 30 e 60 minuti	> 60 minuti	0,5
	Manutenzione ordinaria del sistema di depurazione	Periodica	Saltuaria	Nessuna	0,5
	Presenza di controlli sui parametri di processo	Sufficienti	Insufficienti	Nessuno	0,5
	Coerenza con le BAT	Nella maggior parte dei casi	In alcuni casi	Mai	3
	Superamento dei limiti di legge per parametri chimici	0	1-2	>2	0,5
	Superamento dei limiti di legge per parametri biotossicologici	0	1-2	>2	0,5
	Stabilità delle condizioni operative	Fisse e a condizioni di T e P standard o normali	Estreme per breve durata	Estreme continue	3
CONSEGUENZE DEL SUPERAMENTO del VLE	Pericolosità dell'inquinante (per monitoraggio acqua)	no		si da normativa (tab.1/A e 1/B DLgs152/06)	3
	Pericolosità dell'inquinante (per monitoraggio aria)	no	E, F, F+	T, T+, N, C, Xn, Xi	
	Ubicazione dell'impianto	Distante dai centri abitati	Area industriale	Prossima ad area residenziale e/o ad aree particolarmente vulnerabili	3
	Possibilità di fermata immediata dell'emissione	Istantanea	In pochi minuti	No	0,5
	Presenza di sistemi di allarme	Visivi, acustici, blocco impianto	Visivi e/o acustici	Nessuno	0,5
	Stato ambientale del corpo recettore*	Elevato	Sufficiente	Scadente	3
	Reattività chimica dell'inquinante	Bassa	Solo in certe condizioni	Alta	0,5
	Piani di gestione delle emergenze	Ben definiti	Poco definiti	Assenti	0,5
	Destino dello scarico idrico	Rete fognaria con impianto di depurazione finale	Corpo idrico superficiale	Corpo idrico superficiale destinato alla produzione di acqua potabile/irrigazione e/o sul suolo	0,5
	Tipologia produttiva	Senza tintoria	Senza tintoria	Con tintoria oppure con lavaggio del succido	0,5
Durata delle emissioni	< 60 minuti	Discontinua	Continua	0,5	

* Riferito alla classificazione della qualità dell'aria e alle caratteristiche del corpo idrico recettore

Tabella 61 - Livelli di rischio

8.1 Piano di monitoraggio a carico dell'attività produttiva

Vengono di seguito riportate alcune tabelle con evidenziate alcune indicazioni (parametri, metodi di misura, frequenza, ecc), talvolta specificate con esempi, per il monitoraggio (effettuato dall'azienda) delle varie componenti ambientali. Tali indicazioni sono generiche per il settore dell'industria tessile e dovranno essere

applicate in maniera specifica per ogni singola azienda; in particolare la frequenza di monitoraggio, quando riportata, ha valenza puramente indicativa, mentre negli altri casi non viene volutamente specificata in quanto dovrebbe essere calcolata attraverso l'applicazione del modello dei livelli di rischio relativi al caso specifico, tenendo anche in considerazione la vulnerabilità propria del sito e la pressione esercitata dall'azienda in esame.

8.1.1 Consumo di risorse ed energia

Consumo materie prime

Vanno specificati tutti i materiali in entrata e in uscita dal sito industriale, comprensivi delle materie prime, dei prodotti chimici, dei prodotti finiti e delle materie prime secondarie.

A titolo esemplificativo vengono riportate alcune delle informazioni necessarie per un'azienda tipo.

Denominaz. Codice (CAS, ecc.)	Fase di utilizzo	Etichettatura e frasi di rischio	Quantità massima stoccata	Unità di mis.	Metodo misura e frequenza	Modalità di registrazione dei controlli effettuati
Lana (sucida, fiocco, tops, matasse, rocche, pezze)	Ciclo completo			ton	In corrispondenza di ogni carico o perlomeno annuale	Cartacea, elettronica
Bicromato di sodio e/o potassio	Tintoria	O, T o T+ (in base a concentrazione), N R 8-25-26-37-38-41-43-46-49-50-53		kg	In corrispondenza di ogni carico o perlomeno annuale	Cartacea, elettronica
Soda caustica	Finissaggio	C R34		l	In corrispondenza di ogni carico o perlomeno annuale	Cartacea, elettronica
Sodio dicloroisocianurato	Trattamento irrestrictibile	N, O, Xn R 8-22-31-36 37-50-53		kg	In corrispondenza di ogni carico o perlomeno annuale	Cartacea, elettronica

Tabella 62 - Schema di monitoraggio per il consumo di materie prime

Consumo risorse idriche per uso industriale

Vanno specificati tutti i consumi relativi alla risorsa idrica specificando, quando possibile, le singole fasi di utilizzo.

Tipologia (Pozzo, acquedotto, ecc)	Punto di prelievo	Fase di utilizzo e punto di misura	Utilizzo (industr., civile, raffreddam., ecc.)	Metodo misura e frequenza	Unità di misura	Modalità di registrazione dei controlli effettuati
Pozzo 1	Esterno all'azienda	Lavaggio lana sucida Contatore volumetrico a ingresso reparto	Industriale	lettura contatore mensile	mc	Cartacea, elettronica
Derivazione 1	Esterna all'azienda	Finissaggio Contatore volumetrico a ingresso reparto	Industriale	lettura contatore mensile	mc	Cartacea, elettronica

Tabella 63 - Schema di monitoraggio per il consumo di risorse idriche

Qualità acque emunte

Punto di prelievo	Parametro	*Metodo di misura (incertezza)	Frequenza	Modalità di registrazione dei controlli effettuati
Pozzo 1	pH, durezza tot., NH ₃ , NO ₂ ⁻ , NO ₃ ⁻ , Cl ⁻ , SO ₄ ⁻ , conducibilità	Analisi chimica dell'acqua*	Annuale o in base alla situazione locale	Registro con data del campionamento e risultati valori analitici

* I metodi analitici sono riportati sulle linee guida per il monitoraggio.

Tabella 64- Schema di monitoraggio delle acque sotterranee

Le analisi delle acque sotterranee vengono richieste solo per specifici casi come ad esempio aree potenzialmente inquinate, vasche e serbatoi interrati, ecc.

Consumo combustibile/energia

Raccolta dei dati relativi ai consumi energetici suddivisi, quando possibile, per singoli fasi produttive.

Descrizione (forma di energia/combustibile)	Fase di utilizzo	Qualità (es. tenore zolfo)	Tipologia (elettrica, termica)	Metodo misura e frequenza	Unità di misura	Modalità di registrazione dei controlli effettuati
Olio diatermico	Lavaggio pettinatura	BTZ	Energia termica	lettura contatore mensile	Kwh/Nmc	Cartacea, elettronica
Olio diatermico	Filatura e tessitura	-	Energia elettrica	lettura contatore mensile	Kwh/Nmc	Cartacea, elettronica
Metano	Tintoria	-	Energia termica	lettura contatore mensile	Kwh/Nmc	Cartacea, elettronica
Metano	Finissaggio	-	Energia termica	lettura contatore mensile	Kwh/Nmc	Cartacea, elettronica

Tabella 65 - Schema di monitoraggio per il consumo di combustibile ed energia

Se si riterrà necessario, si potrà richiedere che il gestore provveda a sviluppare un programma di audit e fornisca in forma scritta all'Autorità Competente, con frequenza triennale, l'audit sull'efficienza energetica del sito. L'audit avrà lo scopo di identificare tutte le opportunità di riduzione del consumo energetico e di efficienza di utilizzo delle risorse.

8.1.2 Emissioni in atmosfera

Inquinanti monitorati

Punto emissione	Parametro	Unità di misura	Limite di emissione	Frequenza	Modalità di registrazione dei controlli effettuati
Centrali termiche	Polveri, SOx NOx	mg/m3 mg/m3 mg/m3		Mensile, semestrale o annuale	Cartacea, elettronica
Cucina colori	Polveri totali	mg/m3		Mensile, semestrale o annuale	Cartacea, elettronica
Lavasecco	Sost. organiche clorurate e non	g/h		Mensile, semestrale o annuale	Cartacea, elettronica
Bruciapelo	Polveri totali SOT	mg/m3 mg/m3		Mensile, semestrale o annuale	Cartacea, elettronica
Asciugatura ed essiccaz. (Ram)	Polveri totali SOT	mg/m3 mg/m3		Mensile, semestrale o annuale	Cartacea, elettronica
Trattamento irrestrictibile	Cloro e suoi composti	mg/m3		Mensile, semestrale o annuale	Cartacea, elettronica
Altro*					

* Andranno inserite le emissioni riferite a lavorazioni che in alcune ditte rappresentano fasi significative e che non rientrano nel regime autorizzatorio definito dalla normativa di settore.

Tabella 66 - Schema di monitoraggio per gli inquinanti emessi in atmosfera

Emissioni diffuse e fuggitive

Premesso che nelle aziende del campione analizzato non si sono riscontrate fasi produttive che possono provocare emissioni diffuse/fuggitive, è comunque doveroso evidenziare che nell'ambito del settore tessile è possibile riscontrare problemi di emissioni diffuse/fuggitive nei seguenti casi:

- *L'utilizzo di solventi organici alogenati (tricloroetilene o trielina) per il lavaggio a secco* può dare origine a emissioni diffuse che portano all'inquinamento di suolo e acque sotterranee e può anche avere effetti negativi nelle emissioni in atmosfera a causa di processi a valle ad alte temperature.

La purga con solvente organico è considerata una BAT se vengono prese tutte le misure necessarie per minimizzare le emissioni fuggitive e prevenire la contaminazione delle falde freatiche da inquinamento diffuso e incidenti.

Il lavaggio della lana con solventi organici può non richiedere in processi attuali l'uso di acqua nel processo di pulizia vero e proprio. Le uniche fonti di acqua sono l'umidità introdotta con la lana, il vapore usato negli estrattori e l'umidità recuperata dall'aria introdotta nei macchinari. Quest'acqua è contaminata da percloroetilene (PCE). Per evitare rischi di emissioni diffuse il flusso d'acqua viene trattato in due fasi, che comprendono un'unità di stripping aria-solvente e un'unità di distruzione del solvente residuo.

- Nella tintoria le emissioni fuggitive si possono avere nell'ambiente di lavoro dovuto al *dosaggio e alla dissoluzione dei coloranti e delle sostanze chimiche in macchine "aperte"*.
- *Nell'applicazione di insetticidi/antitarpe* si potrebbero avere emissioni fuggitive.

Si riporta a titolo di esempio una tabella da compilare all'occorrenza, nel caso in cui tali emissioni siano presenti e ritenute significative.

Descrizione	Origine (punto di emissione)	Modalità di prevenzione e controllo	Frequenza di controllo	Modalità di registrazione dei controlli effettuati
Lavaggi con solventi organici alogenati				Cartacea, elettronica
Applicazione di antitarre/insetticidi				Cartacea, elettronica
Tintura in macchine "aperte"				Cartacea, elettronica

Tabella 67- Schema di monitoraggio per le emissioni diffuse e fuggitive

Sistemi di trattamento fumi

Punto emissione (fase produttiva e sigla del camino)	Sistema di abbattimento	Parti soggette a manutenzione (periodicità)	Modalità di controllo (frequenza)	Modalità di registrazione dei controlli effettuati
Brucciapelo	Scrubber a umido con ipoclorito	Secondo necessità (si vedano indicazioni del costruttore)	Frequenza e modalità da definire in base a impatto locale	Cartacea, elettronica
Rameose	A umido con elettrofiltri	Secondo necessità	Frequenza e modalità da definire in base a impatto locale	Cartacea, elettronica
Smacchiatura	Carboni attivi	Secondo necessità	Frequenza e modalità da definire in base a impatto locale	Cartacea, elettronica
Cucina colori	Filtri a tessuto	Secondo necessità	Frequenza e modalità da definire in base a impatto locale	Cartacea, elettronica
Trattamento irrestingibile	Scrubber a umido con soda	Secondo necessità	Frequenza e modalità da definire in base a impatto locale	Cartacea, elettronica

Tabella 68 - Schema di monitoraggio per i sistemi di trattamento dei fumi

8.1.3 Emissioni in acqua

Inquinanti monitorati in uscita all'impianto di depurazione

Punto emissione	Parametro	*Metodo di misura (incertezza)	Frequenza	Modalità di registrazione dei controlli effettuati
Scarico	Portata		Mensile, quadrimestrale	
Punto di scarico	pH		Mensile, quadrim.	Rapporto di prova
Punto di scarico	Solidi sospesi		Mensile, quadrim	Rapporto di prova
Punto di scarico	COD come O2		Mensile, quadrim	Rapporto di prova
Punto di scarico	BOD5		Mensile, quadrim	Rapporto di prova
Punto di scarico	N - NH4		Mensile, quadrim	Rapporto di prova
Punto di scarico	N - NO3		Mensile, quadrim	Rapporto di prova
Punto di scarico	SO4		Mensile, quadrim	Rapporto di prova
Punto di scarico	P tot		Mensile, quadrim	Rapporto di prova
Punto di scarico	Tensioattivi anionici		Mensile, quadrim	Rapporto di prova
Punto di scarico	Tensioattivi non ionici		Mensile, quadrim	Rapporto di prova
Punto di scarico	Tensioattivi cationici		Mensile, quadrim	Rapporto di prova
Punto di scarico	Tensioattivi totali		Mensile, quadrim	Rapporto di prova
Punto di scarico	Cloruri		Mensile, quadrim	Rapporto di prova
Punto di scarico	Cr VI		Mensile, quadrim	Rapporto di prova
Punto di scarico	Cr tot		Mensile, quadrim	Rapporto di prova
Punto di scarico	Grassi e oli animali/vegetali		Mensile, quadrim	Rapporto di prova

* I metodi analitici sono riportati sulle linee guida per il monitoraggio.

Tabella 69- Schema di monitoraggio inquinanti immessi nell'impianto di depurazione

Impianto di depurazione

Sistema di trattamento (stadio di trattamento)	Elementi caratteristici di ciascuno stadio	Dispositivi di controllo	Punti di controllo del corretto funzionamento	Modalità di controllo (frequenza)	Modalità di registrazione dei controlli effettuati
sgrigliatura	Eliminazione parti grossolane	Ispezione visiva	Pozzetto di grigliatura	Ispezione visiva giornaliera	Cartacea, elettron.
omogenizzazione	Presenza di agitatori	Isp. visiva		Isp. visiva giorn.	Cartacea, elettron.
neutralizzazione		Isp. visiva		Isp. visiva giorn	Cartacea, elettron.
Reazione di Fenton		Isp. visiva		Isp. visiva giorn	Cartacea, elettron.
precipitazione		Isp. visiva		Isp. visiva giorn	Cartacea, elettron.
denitrificazione		Isp. visiva		Isp. visiva giorn	Cartacea, elettron.
ossidazione		Isp. visiva		Isp. visiva giorn	Cartacea, elettron.
iperossigenazione		Isp. visiva		Isp. visiva giorn	Cartacea, elettron.
sedimentazione/flocculazione		Isp. visiva		Isp. visiva giorn	Cartacea, elettron.
adsorbimento su carbone attivo		Isp. visiva		Isp. visiva giorn	Cartacea, elettron.
filtrazione		Isp. visiva		Isp. visiva giorn	Cartacea, elettron.
ozonizzazione		Isp. visiva		Isp. visiva giorn	Cartacea, elettron.
UV		Isp. visiva		Isp. visiva giorn	Cartacea, elettron.
trattamento dei fanghi		Isp. visiva		Isp. visiva giorn	Cartacea, elettron.

Tabella 70- Schema di monitoraggio dell'impianto di depurazione

8.1.4 Rifiuti

Controllo rifiuti prodotti

Attività	Rifiuti prodotti (Codice CER)	Metodo di smaltimento/recupero	Modalità di controllo e di analisi	Punto di misura e frequenza	Modalità di registrazione dei controlli effettuati
Pettinatura	CER 040221, Rifiuti da fibre tessili grezze		Pesatura; Controllo visivo integrità sistemi di stoccaggio; Controllo separazione dei rifiuti per tipologia; Verifica rispetto di quantità e tempi di stoccaggio	Per ogni carico di rifiuti in uscita, secondo quanto previsto da normativa	Cartacea su Registro di Carico e Scarico Rifiuti e su MUD; Elettronica su software gestione rifiuti; Registrazione di sostituzione contenitore
Filatura	CER 040215, Rifiuti da operazioni di finitura		Vedi sopra	Vedi sopra	Vedi sopra
Dipanatura e ritorcitura	CER 040210, Materiale organico proveniente da prodotti naturali		Vedi sopra	Vedi sopra	Vedi sopra
Finissaggio	CER 040214*, Rifiuti provenienti da operazioni di finitura con solventi organici		Vedi sopra	Vedi sopra	Vedi sopra
Intero stabilimento	Imballaggi		Vedi sopra	Vedi sopra	Vedi sopra
Trattamento in loco di effluenti	CER 040220 e 070312, Fanghi, prodotti da trattamento in loco degli effluenti		Vedi sopra	Vedi sopra	Vedi sopra

Tabella 71- Schema di monitoraggio dei rifiuti in uscita

8.1.5 Rumore

Deve essere presentata la valutazione di impatto acustico; in caso di rispetto dei limiti, si ripeterà tale valutazione solo in caso di modifiche che incidano sull'impatto acustico.

8.1.6 Gestione dell'impianto

Sistemi di controllo delle fasi critiche del processo

Attività	Macchina	Parametri	Frequenza dei controlli	Fase	Modalità di controllo	Modalità di registrazione dei controlli effettuati

Tabella 72- Schema di monitoraggio dei sistemi di controllo delle fasi critiche del processo

Per compilare questa tabella è necessario che il Gestore individui i parametri critici dal punto di vista ambientale per ogni unità tipica nelle diverse fasi del processo (produttivo e/o di trattamento).

Interventi di manutenzione ordinaria sui macchinari

Macchinario	Tipo di intervento	Frequenza	Modalità di registrazione dei controlli effettuati

Tabella 73- Schema di monitoraggio degli interventi di manutenzione ordinaria sui macchinari

L'elenco delle apparecchiature e della strumentazione da sottoporre a manutenzione periodica dovrà essere definita sulla base dei parametri critici del processo identificati dal Gestore al punto precedente.

La periodicità del controllo dovrà essere definita in base al livello di criticità individuato e sulla base di statistiche di "life time"

Aree di stoccaggio (vasche, serbatoi, bacini di contenimento etc.)

Struttura di contenim.	Contenitore			Bacino di contenimento			Accessori (pompe, valvole, ...)		
	Tipo di controllo	Freq.	Modalità di registrazione	Tipo di controllo	Freq.	Modalità di registrazione	Tipo di controllo	Freq.	Modalità di registrazione
serbatoio interrato di gasolio per autotrazione	Prove di tenuta	Annuale	Cartacea e sistema di gestione						

Tabella 74- Schema di monitoraggio delle aree di stoccaggio

Qualora all'interno dell'impianto siano presenti delle strutture adibite allo stoccaggio e sottoposte a controllo periodico (anche strutturale), indicare la metodologia e la frequenza delle prove di tenuta programmate.

La periodicità del controllo dovrà essere definita in base al livello di criticità individuato e sulla base di statistiche di "life time"

8.2 Attività a carico dell'ente di controllo

Nell'ambito delle attività di controllo previste dal presente Piano, e pertanto nell'ambito temporale di validità dell'Autorizzazione Integrata Ambientale di cui il presente Piano è parte integrante, l'ente di controllo svolge una serie di attività di verifica, definite di volta in volta in sede di Autorizzazione sulla base di considerazioni di impatto ambientale dell'attività in oggetto e della vulnerabilità del sito. Nella tabella seguente viene proposto un esempio di tale attività.

Attività a carico dell'ente di controllo

Tipologia di intervento	Frequenza	Componente ambientale interessata e numero di interventi	Totale interventi nel periodo di validità del piano
Monitoraggio adeguamenti dell'impianto	Frequenza da definire in base a impatto locale	Verifica avanzamento del piano di adeguamento dell'impianto, ecc	
Visita di controllo in esercizio	Frequenza da definire in base a impatto locale	Verifica rispetto prescrizioni dell'autorizzazione su tutte le matrici	
Audit energetico e consumi idrici	Frequenza da definire in base a impatto locale	Valutazione di uso efficiente energia e di consumi risorse	
Misure di rumore	Frequenza da definire in base a impatto locale	Misure di rumore su macchinari	
Campionamenti	Frequenza da definire in base a impatto locale	Campionamento emissioni in atmosfera per emissioni significative	
	Frequenza da definire in base a impatto locale	Campionamenti acqua di scarico	

Tabella 75- Schema di attività di controllo a carico dell'ente preposto

Desideriamo ringraziare tutte le persone che hanno contribuito alla realizzazione di questo progetto: Ing. Vallivero (Pettinatura Italiana); Ing. Chimetto (Pettinatura di Verrone); Ing. Mirra; Sig. Bagnara; Sig. Angelico (ITT), Dott. Masso (Tintoria e Finissaggio 2000); sig. Tonella, Ing. Carrera (Lanificio Luigi Botto); sig. Piana (Lanificio Luigi Botto); sig. Dariani (Lanificio Cerruti); dott.ssa Berra (UIB di Biella); dott.ssa Calvi (Camera di Commercio di Biella); sig. Viana (Tintoria Monte Mucrone); Dott. S. Inzaghi (Unione Industriale Vercelli Valsesia); geom. S. Pisciotta (Loro Piana S.p.a.). Un particolare e sentito ringraziamento va infine al collega Federico Bonati, senza il quale questo lavoro non sarebbe stato realizzato.

BIBLIOGRAFIA

1. Metodologie per l'analisi ambientale dei cicli produttivi; Documento APAT n. 36/2006

Capitolo 1

2. Camera di Commercio e Unione Industriale Biellese, Economia biellese 2004, Biella 2005

Capitolo 2

3. AAVV, Manuale di tecnologia tessile, Roma, Zanichelli / Esac, 1981
4. Burkhard Wulfhorst, Processi di lavorazione dei prodotti tessili, Milano, Tecniche nuove, 2001
5. Quaderni di tecnologia tessile, www.achitex.com
6. L. Masotti, Depurazione delle acque, Ed. Calderini, Bologna, 1996

Capitolo 3

7. APAT- Centro Tematico Nazionale Atmosfera Clima ed Emissioni in Aria, "Manuale dei fattori di emissione nazionali" (gennaio 2002)
8. Environment Agency, Environmental Assessment and Appraisal of BAT – Horizontal Guidance Note IPPC H1 (versione 6 luglio 2003)
9. APAT-ONR, Rapporto Rifiuti 2004

Capitolo 4

10. P. Zitella, Riciclo delle acque nell'industria tessile, Tesi di laurea Politecnico di Torino, 1999
11. R. Spagnolo, Manuale di acustica, UTET, 2001

Capitolo 5

12. R. Vismara, Ecologia applicata, Milano, Hoepli, 1992
13. L. Masotti, Depurazione delle acque, Ed. Calderini, Bologna, 1996
14. Prof. V. Filipello Marchisio e Collaboratori, Mycotheca Universitatis Taurinensis, Dipartimento di Biologia Vegetale, Università degli Studi di Torino - micoteca.dbv@unito.it
15. Aksu, Z. 2005. Application of biosorption for the removal of organic pollutants: A review. *Process Biochemistry* 40:997-1026
16. Banat, I. M., Nigam, P., Singh, D., and Marchant, R. 1996. Microbial decolorization of textile-dye containing effluents: A review. *Bioresource Technology* 58:217-227.
17. Chu, H. C. and Chen K. M. 2002. Reuse of activated sludge biomass: II. The rate processes for the adsorption of basic dyes on biomass. *Process Biochemistry* 37:1129-1134.
18. Forgacs, E., Cserhati, T. and Oros, G. 2004. Removal of synthetic dyes from wastewaters: a review. *Environment International* 30:953-971.
19. Fu, Y. Z. and Viraraghavan, T. 2001. Fungal decolorization of dye wastewaters: a review. *Bioresource Technology* 79:251-262.

20. Wesenberg, D., Kyriakides, I., and Agathos, S. N. 2003. White-rot fungi and their enzymes for the treatment of industrial dye effluents. *Biotechnology Advances* 22:161-187.
21. Yesilada, O., Asma D., and Cing S. 2003. Decolorization of textile dyes by fungal pellets. *Process Biochemistry* 38:933-938.

Capitolo 6

22. European Commission, Reference Document on the General Principles of Monitoring (luglio 2003)
23. Commissione ex art. 3, comma 2, del D.Lgs. 372/99 – GTR “Tessile e Concia”, “Relazione tecnica di supporto alla redazione delle linee guida per l’individuazione e l’utilizzo delle migliori tecniche disponibili in materia di Tessile e Concia – Rev.6 del Gennaio 2004” a cura della – sezione Tessile.

Capitolo 7

24. F.Ferraris, M. Ruggieri, A. Marciandi, G. Smecca, M. Zettel, Valutazione del rischio chimico in una azienda tessile laniera piemontese
25. N. Mucci, Esposizioni professionali nel settore tessile, ISPESL

Capitolo 8

26. European Commission, Reference Document on the General Principles of Monitoring (luglio 2003)
27. LG MTD sistemi di monitoraggio – 12 gennaio 2004

ALLEGATI

ALLEGATO I: RIFERIMENTI NORMATIVI

RIFERIMENTI DI NORMATIVA AMBIENTALE

Il **Dlgs 3 aprile 2006, n. 152 - Norme in materia ambientale**, ha recentemente riformulato il diritto ambientale. Si tratta del decreto legislativo che, in via generale, sostituisce - con decorrenza 29 aprile 2006 (data della sua entrata in vigore) - la maggior parte delle preesistenti norme in materia ambientale, mediante la loro espressa abrogazione. Parte della legislazione precedente risulta ancora in vigore fino all'emanazione degli specifici decreti attuativi, ma considerando la sostanziale rivoluzione in atto nella normativa ambientale, non verranno riportate la legislazione relativa alle materie trattate dal Decreto in oggetto.

Le materie interessate dal Testo Unico sono:

- *valutazione di impatto ambientale, valutazione ambientale strategica; IPPC*
- *difesa del suolo e tutela delle acque;*
- *gestione dei rifiuti e bonifica dei siti inquinati;*
- *tutela dell'aria e riduzione delle emissioni in atmosfera;*
- *risarcimento del danno ambientale.*

Di seguito si riportano alcuni riferimenti normativi relativi ad argomenti non espressamente riportati nel D.lgs 152/06

Sostanze chimiche

- **D.P.R. n.175 del 17/5/1988 - Attuazione della direttiva 82/501/CE relativa ai rischi di incidenti rilevanti connessi con determinate attività industriali, ai sensi della Legge 16 aprile 1987, n.183.** Il decreto detta norme relativamente alla prevenzione di incidenti connessi con alcune tipologie di attività industriali (allegato I) e con alcune sostanze chimiche (allegato II)
- **D.Lgs. n.334 del 17 agosto 1999 - Attuazione della direttiva 96/82/CE relativa al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose.**

Elementi principali della norma: obbligo di relazione, notifica, politica di prevenzione degli incidenti rilevanti, sistema di gestione della sicurezza, rapporto di sicurezza

- **Legge del 29/5/1974 n.256 - Classificazione e disciplina dell'imballaggio e dell'etichettatura delle sostanze e dei preparati pericolosi**, in recepimento di direttive comunitarie sono dettate norme specifiche per la classificazione, l'etichettatura e l'imballaggio di sostanze pericolose
- **D.Lgs. del Governo n.52 del 3/2/1997 - Attuazione della direttiva 92/32/CEE concernente classificazione, imballaggio ed etichettatura delle sostanze pericolose**
Decreto Ministero della Sanità 4 aprile 1997 - Attuazione dell'art.25, commi 1 e 2, del D.Lgs. n.52/97, relativamente alla scheda informativa in materia di sicurezza
Decreto Ministero della Sanità 28 aprile 1997 - Attuazione art.37, commi 1 e 2, del D.Lgs. n.52/97
Con tali decreti si stabilisce che il fabbricante, l'importatore ed il distributore che immette sul mercato una sostanza pericolosa deve fornire gratuitamente al destinatario della sostanza stessa, una scheda informativa di sicurezza in occasione o anteriormente alla prima fornitura. La medesima deve essere aggiornata ogniqualvolta il fabbricante, l'importatore o il distributore sia venuto a conoscenza di nuove e rilevanti informazioni sulla sicurezza e la tutela della salute e dell'ambiente
- **D.Lgs. 25 del 2 febbraio 2002 - Attuazione della direttiva 98/24/CE sulla protezione della salute e della sicurezza dei lavoratori contro i rischi derivanti da agenti chimici.** Modifica il D.Lgs. 626/94 introducendo il Titolo VII bis "protezione da agenti chimici"; determina i requisiti minimi per la protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza che derivano o possono derivare dagli effetti di agenti chimici pericolosi presenti sul luogo o come risultato di ogni attività

lavorativa che comporti la presenza di agenti chimici pericolosi (esclusi gli agenti chimici per i quali valgono i provvedimenti di protezione radiologica)

- **DM 7 settembre 2002 - Attuazione della direttiva 2001/58/CE riguardante le modalità dell'informazione su sostanze e preparati pericolosi immessi in commercio.** Prevede la fornitura della scheda informativa in materia di sicurezza anche per i preparati non classificati come pericolosi
- **Direttiva 2000/39/CE dell'8 giugno 2000 relativa alla messa a punto di un primo elenco di valori limite indicativi in applicazione della direttiva 98/24/CE del Consiglio sulla protezione dei lavoratori contro i rischi derivati dall'esposizione ad agenti chimici sul luogo di lavoro.** Costituisce per ora un primo elenco comunitario di valori limite indicativi in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti dall'esposizione ad agenti chimici
- **Direttiva CEE/CEE/CE n.769 del 27 settembre 1976, recepita dal DPR n.904 del 10 settembre 1982 e aggiornata alla 19 modifica (decreto 12/3/2003) e al 6 adeguamento (1999/77/CE).** Individua le restrizioni e/o i divieti di utilizzo per determinate sostanze/preparati

Energia

- **Legge 10 del 9/1/91 - Norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia:** essa prevede la definizione di criteri gestionali e tecnico-costruttivi per la progettazione, l'installazione, esercizio
- **D.P.R. n.412 del 26/8/1993 - Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della L.n.10/91.** Tale norma stabilisce le disposizioni tecniche e di

gestione degli impianti termici di climatizzazione degli ambienti finalizzate al risparmio energetico

Sostanze lesive dello strato di ozono

- **Regolamento CEE/EU 3093/1994 del consiglio del 15/12/94 sulle sostanze che riducono lo strato di ozono:** definisce il programma di eliminazione progressiva delle sostanze lesive dell'ozono. Il regolamento non impone la sostituzione delle sostanze controllate se utilizzate da apparecchiature già esistenti ma richiede l'adozione di procedimenti:
 - 1) per il controllo delle emissioni (recupero temporaneo del gas) durante le operazioni di manutenzione o smantellamento di apparecchiature contenenti sostanze lesive dell'ozono;
 - 2) per la prevenzione di fughe in atmosfera durante il normale funzionamento degli impianti
- **Legge n.549 del 28 dicembre 1993 - Misure a tutela dell'ozono stratosferico e dell'ambiente:** introduce limitazioni alla norma quadro costituita dal regolamento CE 3093/94
- **Regolamento CE n. 2037/2000 del parlamento Europeo e del Consiglio del 29/6/2000 sulle sostanze che riducono lo strato di ozono:** si applica a produzione, utilizzo, importazione, esportazione, immissione sul mercato, recupero e riciclo di alcune sostanze lesive nei confronti dell'ozono atmosferico

Rumore

- **DPCM 1 marzo 1991 Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno:** stabilisce i limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno, richiedendone il rispetto anche agli insediamenti industriali
- **Legge 447/95 - Legge quadro sull'inquinamento acustico:** rivede le disposizioni per la classificazione del territorio secondo le destinazioni d'uso

- **DM 11/12/96 Applicazioni del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo**
 - **DPCM del 14/11/97 - Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore:** vengono definiti e determinati i “valori limite di emissione” (massima emissione consentita misurata in prossimità della sorgente), i “valori limite assoluti di immissione” (massimo livello di rumore immesso da una o più sorgenti, misurato in prossimità dei ricettori), nonché i “valori di attenzione” (presenza di rischio) ed i “valori di qualità” (livelli di rumore da conseguire con i piani di risanamento)
 - **DPCM 5/12/97 - Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici:** determina i valori limite dei requisiti acustici delle sorgenti sonore interne agli edifici ed i requisiti acustici passivi degli edifici
- RIFERIMENTI NORMATIVI DI SETTORE**
- **Direttiva 72/276/CEE del Consiglio del 17/7/1972 - Ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri concernenti taluni metodi di analisi quantitativa di mischie binarie di fibre tessili** (G.U. 173 del 31/7/1972)
 - **Direttiva 73/44/CEE del Consiglio del 26/2/1973 - Ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri concernenti l'analisi quantitativa di mischie ternarie di fibre tessili** (G.U. L83 del 30/3/1973)
 - **Legge n. 883 del 26/11/1973 - “Disciplina delle denominazioni e della etichettatura dei prodotti tessili”** (G.U. 8/1/1974 n. 7)
 - **Decreto Ministro Industria del 31/1/1974 - “Metodi di analisi quantitativa di mischie binarie di fibre tessili”** (G.U. 22/2/1974 n. 51)
 - **Decreto Ministro Industria del 12/08/1974 - “Metodi di analisi quantitativa di mischie ternarie di fibre tessili”** (G.U. 13/09/1974 n. 239)
 - **Decreto del Presidente della Repubblica 30/4/1976 n. 515 - “Regolamento di esecuzione della legge 26/11/1973 n. 883 sulla etichettatura dei prodotti tessili** (G.U. 29/7/1976 n. 199 – S.O.)
 - **Legge 8 agosto 1977, n. 632, recante modifiche ed integrazioni alla legge 26/11/1973, n. 883 - Disciplina delle denominazioni e della etichettatura dei prodotti tessili** (G.U. 31/8/1977 n. 236)
 - **Legge 24 novembre 1981, n. 689 - modifiche al sistema penale e, in particolare, art. 17** (G.U. 30 novembre 1981, n. 329, S.O.)
 - **Decreto del Presidente della Repubblica 29 luglio 1982, n. 571 - Norme per l'attuazione degli articoli 15 e 17 della legge 24/11/1981, n. 689** (G.U. 19/8/1982, n. 228)
 - **Legge n. 669 del 4/10/1986 - modifiche ed integrazioni alla legge n. 883 del 26/11/1973** (G.U. 18/10/1986 n. 243)
 - **Raccomandazione della Commissione 87/142/CEE - metodi per l'eliminazione delle materie non fibrose prima dell'analisi quantitativa della composizione delle mischie di fibre tessili** (G.U. L57 del 27/2/1987)
 - **Raccomandazione della Commissione del 6/2/1987 - metodi di analisi quantitativi per l'identificazione delle fibre acriliche, modacriliche, delle clorofibre e delle triviniliche** (87/185/CEE);
 - **Decreto Ministro Industria del 12/10/1987, n. 482 - modificazioni all'allegato B della legge 26/11/1973, n. 883 sulla disciplina delle denominazioni e dell'etichettatura dei prodotti tessili”** (G.U. 27/11/1987, n. 27)
 - **Decreto Ministro Industria del 4/3/1991 - recepimento della direttiva della Commissione delle Comunità Economiche Europee del 6/2/1987 (n. 87/184/CEE), concernente metodi di analisi quantitative di alcune mischie binarie di fibre tessili”** (G.U. 27/3/1991, n. 73)
 - **Legge n. 126 del 10/4/1991 - norme per l'informazione del consumatore come modificata dall'art. 22 della legge 22/2/1994 n. 146 – legge comunitaria 1993** (G.U. 16/4/1991 n. 89)
 - **Legge n. 52 del 6/2/1996 – legge comunitaria 1994 - e, in particolare, l'art. 42 recante modifiche alla legge n. 883 del 26/11/1973** (G.U. 10/2/1996, n. 34 S.O.)

- **Direttiva 96/73/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16/12/1996 - Metodi di analisi quantitativa di mischie binarie di fibre tessili** (G.U. L32 del 3/2/1997)
- **Direttiva 96/74/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16/12/1996 - denominazioni del settore tessile** (G.U. L32 del 3/2/1997)
- **Decreto Ministro Industria dell'8/2/1997 n. 101 - Regolamento di attuazione della legge 10/4/1991 n. 126 recante norme per l'informazione del consumatore** (G.U. 19/4/1997 n. 91)
- **Direttiva 97/37/Ce del 19/6/1997 della Commissione - adattamenti al progresso tecnico degli allegati I e II della Direttiva 96/74/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16/12/1996 sulle denominazione del settore tessile** (G.U. L169 del 27/6/1997)
- **Decreto legislativo 3 marzo 1998, n. 112 art. 20 - trasferimento delle funzioni degli uffici provinciali per l'industria, il commercio e l'artigianato alle camere di commercio** (G.U. 21 aprile 1998, n. 92 S.O.)
- **Legge n. 128 del 24/4/1998 - legge comunitaria 1995-1997 - e, in particolare, l'art. 45 - modifiche alla legge n. 883 del 26/11/1973** (G.U. del 7/5/1998 n. 104 S.O.)
- **Decreto legislativo n. 194 del 22/5/1999 - "Attuazione della direttiva 96/74/CE relativa alle denominazione del settore tessile "** (G.U. 24/6/1999 n. 146)
- **Decreto Ministro Industria del 19/10/1999 di attuazione della Direttiva 97/37/CE della Commissione del 19/6/1997 - modifica gli allegati I e II del decreto legislativo 22/5/1999 n. 194** (G.U. 3/11/1999 n. 258)
- **Circolare del Ministero dell'Industria n. 1251027 del 7 febbraio 2001 - etichettatura di manutenzione sui capi di abbigliamento.**

ALLEGATO II: CLASSIFICAZIONE E DENOMINAZIONE DELLE FIBRE TESSILI

Le fibre tessili naturali, quali seta, lino, lana, cotone, sono utilizzate da millenni. Le fibre tessili chimiche, sviluppatesi dall'inizio del secolo XX ai giorni nostri, si sono evolute partendo dalle **fibre chimiche "artificiali"**, ottenute da prodotti naturali con processi di rigenerazione delle materie prime o processi di modificazione delle sostanze di base, per arrivare alle **fibre chimiche "sintetiche"** ottenute per reazione di polimerizzazione dell'elemento di base detto "monomero", costituendo così un prodotto non esistente in natura, ma derivante da sintesi chimica.

DEFINIZIONE DI FIBRA TESSILE E SUA NATURA POLIMERICA

La definizione riportata nel testo della Norma UNI 5955/86 e nel D.L. 22/05/99 n. 194, (attuazione della direttiva 95/74/CE), indica che: "una fibra tessile è un elemento caratterizzato da flessibilità, finezza ed elevato rapporto tra lunghezza e dimensioni trasversali e da un orientamento preferenziale delle molecole in direzione longitudinale".

Tutte le fibre tessili sia naturali sia chimiche hanno come caratteristica comune la struttura chimica basata sul "sistema polimerico". Un polimero è una grossa molecola formata da una catena i cui anelli sono i "monomeri" o elementi di base della fibra stessa. Il numero di monomeri che costituiscono il polimero è detto "grado di polimerizzazione".

Il sistema polimerico di una fibra tessile prevede:

- peso molecolare elevato,
- linearità delle macromolecole,
- orientamento delle macromolecole,
- punto di fusione alto,
- presenza di zone cristalline e zone amorfe.

CLASSIFICAZIONE DELLE FIBRE TESSILI

Le fibre tessili si possono classificare in:

- **Naturali:** Vegetali, Animali, Minerali
- **Chimiche:** Inorganiche (vetro, ceramica, metallo) e Organiche. Queste ultime possono derivare da polimeri naturali (fibre artificiali), da polimeri sintetici (fibre sintetiche) o da carta.

Le fibre naturali e artificiali hanno caratteristiche diverse, che permettono di ottenere risultati e vantaggi di tipo diverso. Nella tabella di seguito si riportano gli aspetti tecnici più rilevanti delle due famiglie di fibre a confronto.

Fibre naturali	Fibre artificiali e sintetiche
Tatto caldo	Resistenza alla rottura
Mano morbida	Resistenza all'abrasione
Bassa carica elettrostatica	Resistenza alle intemperie
Facilità di assorbimento dell'umidità	Asciugamento rapido
Buon potere coibente	Facilità di manutenzione
Ottime caratteristiche fisiologiche	Basso peso specifico
	Elasticità dei fili elastici
	Scarsa pelosità
	Possibilità di fissare le pieghe per alcuni aspetti di confezione
	Capacità elevata di traspirazione per le microfibre

Ogni classe è composta da diverse fibre: per ciascuna di esse nella tabella seguente viene indicata la denominazione e la fonte di provenienza.

Tipo	Denominazione / Composizione	Provenienza	
NATURALI			
Vegetali	Cotone	Frutto a capsula del cotone	
	Lino	Stelo del lino	
	Juta	Fusto della juta	
	Canapa	Fusto della canapa	
	Agave (fibra)	Foglia di agave	
	Kapok	Peluria dei semi di kapok	
	Ramié	Erba della Cina	
	Cocco (fibra)	Guscio della noce di cocco	
	Pina	Foglia di ananas	
	Animali	Lana	Vello di pecora, vello di alcune capre
Seta		Baco da seta	
Peli		Pelame animale	
Minerali	Amianto	Varietà di rocce	
ARTIFICIALI			
Cellulosiche	Cupro	Cascame di cotone	
	Viscosa	Pasta di legno	
	Modal	Linters di cellulosa	
	Lyocell		
	Acetato		
Proteiche		Mais, soia, caseina	
	Gomma	Gomma naturale	
SINTETICHE			
Organiche	Poliammidiche	Poliamide alifatica	
	Aramidiche	Poliamide aromatica	
	Poliestere	Diolo e acido tereftalico	
	Acrilica	Acilonitrile (almeno 85%)	
	Modacrilica	Acilonitrile (da 35 a 84%)	
	Elastam	Poliuretano (almeno 85%)	
	Olefinica	Poli(etil)enica (almeno 85%)	
	Clorofibra	Polipropilenica (almeno 85%)	
	Fluorocarbonica		Cloruro di vinile (almeno 85%)
			Cloruro di vinilidene (almeno 85%)
		Tetrafluoroetilene	
Carta	Carta tessile	Cellulosa	
	Vetro tessile	Sabbia silicea, calcare e vari	
Inorganiche	Grafite	Carbone	
	Ceramiche	Argilla e silice	
		Oro, argento, alluminio, acciaio	
	Metallo		

L'utilizzo delle fibre chimiche da sole o in mista con le fibre naturali, ha consentito di raggiungere gli alti livelli di qualità e performance nella confezione di manufatti

tessili tali da soddisfare le più sofisticate e specifiche esigenze di comfort di tutti i capi di abbigliamento, sportivo, casual e classico.

DENOMINAZIONE E SIGLE DELLE FIBRE TESSILI

I codici e le abbreviazioni delle denominazioni delle fibre tessili sono riportate in diversi documenti e sono ancora oggetto di definizione a livello internazionale.

La tabella riportata di seguito mostra l'elenco delle fibre tessili in base all'attuazione delle direttiva 96/74/CE relativa alle denominazioni del settore tessile.

Altre normative relative alle "abbreviazioni" della denominazione delle fibre tessili sono le seguenti:

- Normativa ISO 2076.1988-E, riferita unicamente alle fibre chimiche,
- Norma UNI 9983, giugno 92
- Norma DIN 60 001-4

Nel dicembre 1999, Euratex (European Apparel and Textile Organisation) ha emesso un documento in cui viene proposto un sistema di abbreviazioni basato su codici numerici, con l'intento di armonizzare le varie normative di riferimento.

Denominazione	SIGLA
lana (f) (1)	WO
alpaca (m), ,	WP
lama (m)	WL
cammello (m),	WK
kashmir (m),	WS
mohair (m),	WM
angora (m),	WA
vigogna (f),	WG
Altri: yak (m), guanaco (m), castoro (m), lontra (f), (1)	
pelo (m) o crine (m) con o senza indicazione della specie animale (Es. pelo bovino, pelo di capra, crine di cavallo...)	HA
seta (f)	SE
cotone (m)	CO
kapok (m)	
lino (m)	LI
canapa (f)	CA
juta (f)	JU
abaca (f)	
alfa (f)	
cocco (m)	CC
ginestra (f)	GI
ramié (m)	RA
sisal (m)	
Sunn	
Henequen	
Maguey	
acetato (m)	AC
alginica (f)	AG
cupro (m)	CU
modal (m)	MD
proteica	PR
triacetato (m)	TA
viscosa (f)	VI
acrilica	PC
clorofibra (f)	CL
fluorofibra (f)	FL
modacrilica	MA
poliammidica o Nylon	PA
poliestere (m)	PL
polietilenica	PE
polipropilenica	PP
poliureica	PB
poliuretanic	PU
vinilal (m)	VY
trivinilica	TV
gomma	EL
elastan (m)	EA
vetro tessile (m)	GL

- (1) la denominazione "lana", può essere usata anche per indicare una miscchia di fibre provenienti dal vello della pecora e dai peli di altri animali.

ALLEGATO III: GLOSSARIO TECNICO DEL SETTORE TESSILE

AMMORBIDENTE: prodotto, sciolto nel bagno di tintura, che rende più morbido il filato e il tessuto.

ANELLI: sottoprodotto costituito dagli scarti finali delle bobine caricate a filatoio provenienti dai finitori di preparazione.

ANTIPIEGA: trattamento fisico-chimico che viene utilizzato sui tessuti per renderli ingualcibili; nome della sostanza chimica usata per tale operazione.

APPRETTO : resina che si applica sul filato dopo l'orditura e prima della tessitura per migliorare la resistenza dell'ordito.

ARMATURA: struttura del tessuto, con effetti di intreccio o disegno, che può essere in tela, saia, satino, raso, ecc.

ASPATURA: operazione in cui il filato viene passato dalla rocca alla matassa per essere tinto, oppure, nel caso del cotone, mercerizzato.

AUSILIARI: sostanze chimiche che, in fase di tintura, migliorano la distribuzione, la penetrazione e la solidità dei colori sulle fibre.

BLOUSSE e LAPPOLE: sottoprodotti dello scarto delle pettinatrici, costituite da fibre corte e deboli e da parti vegetali

BOTTONI: grovigli di fibre di varie dimensioni

CALANDRATURA: compressione di un tessuto contro una superficie liscia e calda, per migliorarne l'aspetto.

CASCAME: sottoprodotto delle lavorazioni tessili principali, quali la filatura

CACHEMIRE: fibra ottenuta dalla lana delle capre allevate nelle zone del Tibet, sugli altipiani della Mongolia (le più pregiate), e in Iran (le meno pregiate). Nei Paesi d'origine i pastori procedono alla raccolta delle fibre fini, staccandole dall'animale vivo per mezzo di rudimentali pettini; con questa operazione si staccano anche molte fibre ordinarie (dette jarres), che devono essere eliminate con la ejaratura, onde ottenere una massa di fibre fini pregiate. Il colore è generalmente bianco, ma vi sono soggetti marroni, tendenti al grigio, al bruno e al rossiccio .

DEMINERALIZZAZIONE: trattamento dell'acqua per toglierne la durezza totale e renderla idonea a produrre vapore.

DIPANATURA: riavvolgimento finale delle matasse in rocche dopo la mercerizzazione e/o la tintura.

EASY CARE: trattamento che assicura ingualcibilità e possibilità di lavaggio in lavatrice.

EMULSIONANTE: prodotto capace di mantenere in dispersione sostanze normalmente non solubili in acqua.

ESTRUSIONE: per fibre artificiali e sintetiche, passaggio attraverso i fori della filiera per formare filamenti continui.

FIBRE CHIMICHE ARTIFICIALI: fibre ricavate dalla cellulosa di diverse piante (la stessa che costituisce le fibre vegetali), opportunamente trasformata e sciolta con solventi, e successivamente filata sotto forma di fibra tessile in filo continuo oppure in fiocco (fibra discontinua).

FIBRE CHIMICHE SINTETICHE: fibre derivate da sostanze organiche di sintesi che vengono polimerizzate

ottenendo lunghe catene molecolari (macromolecole) filabili sottoforma di filo continuo o di fiocco (fibra discontinua).

FIBRE NATURALI: fibre tratte da materiali esistenti in natura e utilizzate mediante lavorazioni meccaniche, ma senza modificarne la struttura. Sono di origine vegetale (cotone, canapa, juta, ramiè, sisal, cocco, ginestra, ibisco), animale (lana, angora, alpaca, cachemire, cammello, mohair, lama, vicuna, ecc.) o minerale (amianto vetro tessile, fili metallici).

FILANDRE: sottoprodotti costituiti da fili

FILATOIO (RING): macchina tradizionale ad anello che trasforma lo stoppino in filato mediante applicazione di stiro e torsione.

FILATOIO OPEN END: macchina per produrre filato direttamente da nastro, mediante turbina e confezione diretta della rocca.

FINEZZA (GAUGE): termine che indica la dimensione del punto maglia (più è grande il valore minore è la dimensione della maglia). Questo valore viene determinato dal numero di aghi presenti in un certo "campo": nella maglieria circolare è il numero degli aghi in 1 pollice (1 inch = 2,54 cm).

FINISSAGGIO: operazioni di nobilitazione del tessuto dopo la tintoria. Il finissaggio può essere svolto con molte diverse operazioni a seconda del tessuto e del risultato che si vuole ottenere.

FIOCCO: insieme di fibre naturali, artificiali e sintetiche discontinue (tagliate o strappate).

FUSO: Supporto appuntito e rotante sul quale si avvolge il filo durante il procedimento di filatura; la rotazione del fuso conferisce al filo stesso la torsione.

GREGGIO o GREZZO: Materiale tessile non lavorato o non rifinito.

IMBOZZIMATURA: copertura con resina eliminabile al lavaggio dei fili di ordito prima della tessitura per renderli più lisci e resistenti.

IMPERMEABILIZZAZIONE : trattamento di resinatura che impedisce il passaggio dell'acqua e dell'aria su una superficie tessile.

INFELTRIMENTO: tendenza ad impaccarsi dei capi in lana.

IRRESTRINGIBILE: trattamento della lana con cloro o resine per evitare l'infeltrimento

LANA: fibra animale che costituisce il vello di varie razze ovine. Grazie alla sua particolare struttura e alla fitta ondulatione delle fibre, possiede eccellenti qualità e proprietà, come: igroscopicità (assorbe umidità in peso sino al 30%), forte protezione termica (coibenza), elasticità, resistenza all'usura ed alla fiamma. La fibra è composta da tre strati concentrici. Quello esterno (cuticola) è costituito dalla cheratina, sostanza proteica composta da minutissime scaglie collegate tra loro; lo strato intermedio è formato da cellule fusiformi; lo strato interno (midollo) è composto da cellule contenenti aria; nelle lane fini o medio spesse questo strato manca. Il diametro del filamento è misurato in micron mentre la lunghezza lo è in millimetri e

dipende dalla razza dell'ovino, dalla sua età, dall'alimentazione e dalle condizioni di allevamento. La lana di tosa si ricava dalla tosatura dell'animale vivo, quella di concia dalla concia dell'animale morto. Le caratteristiche che distinguono una lana dall'altra sono la lucentezza, la finezza, l'ondulazione, l'arricciatura, la morbidezza, la sofficietà, l'elasticità. Le ondulazioni sono più fitte quando la lana è più fine. La lana delle pecore merinos è molto arricciata e fine risultando così pregiata ed utilizzata quasi esclusivamente per l'abbigliamento. Il marchio PURA LANA VERGINE indica che non è stata rigenerata, ovvero che non è stata ottenuta dalla sfibratura meccanica di capi di lana usati (questa operazione tende ad accorciare, tagliandole, le fibre e quindi produce un filato meno resistente).

LANA SUCIDA: lana appena tosata dalla pecora.

LAPS: sottoprodotto costituito da nastro di tops

MERINO: pregiata razza ovina sviluppatasi nel tempo dall'Oriente Asiatico in Europa, in Australia e praticamente in tutto il mondo. Le pecore Merino producono una lana finissima e pregiata, assai richiesta dall'industria tessile di altissima qualità.

MATASSA: filato disposto ordinatamente in più giri incrociati.

MELANGE: sfumature cromatiche ottenute in un filato utilizzando fibre tinte in diversi colori.

MERCERIZZAZIONE: trattamento del filato e del tessuto di cotone che consiste in un bagno con soda caustica sotto trazione. La mercerizzazione stabilizza il cotone al momento del successivo lavaggio dei manufatti ed inoltre conferisce lucentezza al prodotto.

MICRON: unità di misura per la determinazione del diametro [finezza] delle fibre. Corrisponde a 1/1000 di millimetro.

MISCHIA: fibre di cotone di diversa provenienza mescolate insieme.

MISTA: fibre di lana di diversa provenienza e finezza mescolate insieme.

MOHAIR: pelo soffice, lungo, lucente di capra d'angora, allevata un tempo soprattutto al centro dell'Anatolia, mentre oggi gli allevamenti migliori sono in Sud Africa, Texas e in Turchia, classificato per la sua morbidezza e proprietà come lana. Il tipo più pregiato ha un mantello color latte, ma ne esistono anche varietà nere, marroni e rosate. Il suo pelame è molto meno arricciato di quello della lana della

TORSIONE: avvolgimento a spirale delle fibre che costituiscono un filato, nel caso in cui esso sia a capo singolo, oppure degli elementi componenti se è ritorto.

TRAMA: filo che costituisce la parte trasversale del tessuto a navetta.

pecora, quindi è più lucido; inoltre è molto leggero e resistente all'usura.

NOBILITAZIONE: il termine indica tutte le operazioni e i trattamenti eseguiti su tessuti e filati per migliorarne, o semplicemente modificarne, l'aspetto e la qualità.

ORDITO: l'insieme dei fili che formano la parte longitudinale del tessuto (detto anche catena).

PNEUMAFIL: sottoprodotto derivante dai filatoi, costituito da fili rotti

PURGA: operazione di sgrassaggio dei filati, prima della tintura.

RAMMENDO: operazione accurata con la quale vengono rammendati a mano i tessuti che presentano un difetto d'intreccio o di filato. Il rammendo si esegue in due fasi: in greggio, prima del finissaggio, e in finito, dopo il finissaggio. Questo finissaggio, seguito dalla follatura e dalla cimatura, è detto anche Beaver ed è caratteristico di tessuti tipo loden o cammello.

RAPPORTO DI BAGNO:, esprime il rapporto tra la quantità di merce presente nella macchina di tintura espressa in kg ed il volume del bagno, espresso in litri (1:20 significa che per ogni kg di merce da tingere si usano 20 litri di acqua nel bagno).

RITORCITURA: si esegue dopo la filatura, con lo scopo di ritorcere insieme due o più filati. A seconda del numero dei fili utilizzati, il filato si definisce a uno o più capi. L'operazione è compiuta da due macchine, la binatrice, che unisce due o più filati, e il ritorcitoio, che torce i fili una volta che siano stati uniti. Un filato ritorto è più robusto di un altro unico e i tessuti che ne derivano sono quindi più resistenti.

SUCIDO: aggettivo riferito alla lana grezza prima del lavaggio.

ROCCA: confezione finale del filato di forma conica o cilindrica.

SBOZZIMATURA: preparazione del tessuto alla tintura, avente lo scopo di togliere completamente i prodotti collanti, normalmente utilizzati in fase di orditura.

TERMOFISSAZIONE: operazione di finissaggio effettuata su tessuti sintetici ed elasticizzati per migliorarne la stabilità.

TITOLO: numero che rappresenta il rapporto fra la lunghezza e il peso di un filato.

TOP: nastro di lana ottenuto dalla pettinatura.

UGUALIZZAZIONE: stabilizzazione del tessuto durante la fase finale di lavorazione.

ALLEGATO IV: MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI DEL SETTORE TESSILE

SETTORE	BAT	APPLICATA	
		SI	NO
GESTIONALI	Implementazione di elementi di SGA		
	Presenza di attività destinate a ridurre i consumi		
	Sistema informatizzato di processo		
	Addestramento, tirocinio e sensibilizzazione degli operatori attraverso: 1) Corsi di formazione specifici	1)	1)
	2) Informazioni su materiali pericolosi, sul loro impatto ambientale e sulle misure da adottare in caso di incidente 3) Presenza di strumenti di informazione in materia ambientale (rapporti specifici, bilanci ambientali) e loro diffusione (bollettini, posta elettronica, bacheche aziendali)	2) 3)	2) 3)
	Definizione di procedure documentate per la manutenzione dei macchinari (manutenzione programmata con cadenza settimanale o quindicinale regolarmente riportata sui registri di manutenzione dei macchinari)		
	Definizione di procedure documentate per la conservazione, dosaggio e distribuzione dei prodotti chimici		
GENERALI	Selezione fibre grezze in arrivo attraverso la collaborazione con i fornitori per avere informazioni sulla presenza di sostanze pericolose (come il pentacloro fenolo nel cotone), agenti antiparassitari e sulla quantità-qualità di agenti di imbozzimatura impiegati		
	In particolare, per le fibre chimiche: Selezionare materiale trattato con agenti di preparazione a basse emissioni e che siano biodegradabili o bioeliminabili		
	In particolare, per il cotone: Selezione del materiale imbozzimato con tecniche a bassa aggiunta di sostanze pericolose e agenti d'imbozzimatura ad alta efficienza e bioeliminabili. Il problema maggiore è infatti la presenza di sostanze pericolose come il pentaclorofenolo (PCP) e la qualità e quantità di agenti d'imbozzimatura impiegati. Se le condizioni del mercato lo permettono, va preferito il cotone coltivato con metodi biologici		
	In particolare, per la lana: 1) Scambio di informazioni e collaborazione tra istituzioni competenti per evitare di lavorare lana contaminata con antiparassitari organoclorati e minimizzare alla fonte gli ectoparassitici per ovini consentiti. 2) La selezione di filo di lana filato con agenti di filatura biodegradabili invece delle formulazioni basate su oli minerali e/o contenenti APEO rientra anch'essa nelle BAT.	1) 2)	1) 2)
PRODOTTI CHIMICI	Applicazione principio di sostituzione di prodotti più pericolosi con analoghi preparati a minore pericolosità attraverso: 1) Sostituzione di detergenti tossici e poco biodegradabili (alchilfenoli-etossilati) con tensioattivi bioeliminabili nell'impianto di depurazione delle acque	1)	1)
	2) Se possibile evitare agenti complessanti, altrimenti adottare molecole senza P o N, più facilmente biodegradabili (policarbonati, poliacrilati, ecc.)	2)	2)
	3) Sostituire gli agenti schiumogeni a base di oli minerali con siliconi, esteri fosforici, alcoli ad alto p.m., fluoroderivati	3)	3)

	<p>Adozione di misure per prevenire la dispersione accidentale di sostanze chimiche nel suolo e nell'acqua durante la movimentazione e lo stoccaggio:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Stoccaggio di prodotti chimici in locali appositi 2) Movimentazione automatica dei contenitori 3) Esistenza di bacini di contenimento 4) Utilizzo di impianti automatici di miscelazione e dosaggio 5) Adozione di misure di emergenza per la neutralizzazione e formazione addetti 6) Etichettatura dei serbatoi e dei contenitori 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 2) 3) 4) 5) 6) 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 2) 3) 4) 5) 6)
CICLO DELL'ACQUA	<p>Studio sui consumi idrici</p> <p>Riduzione del rapporto di bagno</p>		
ENERGIA	<p>Isolamento termico tubature con coibentazione anche delle rameuse</p> <p>Separazione flussi di acque calde e fredde con acqua di raffreddamento interamente recuperata e utilizzata come acqua di processo</p> <p>Recupero di calore dai flussi caldi attraverso:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Recupero energia da acque di raffreddamento 2)) Recupero calore da fumi esausti 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 2) 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 2)
PURGA DELLA LANA CON ACQUA	<p>Presenza di circuiti di recupero per il grasso e la sporcizia.</p> <p>N.B. Il consumo di acqua ottimale nell'ambito della BAT varia da 2 a 4 l/kg di lana grassa per gli impianti di medie-grandi dimensioni (15 000 tonnellate di lana grassa l'anno) ed è pari a 6 l/kg per i piccoli impianti. I valori relativi al recupero del grasso variano tra il 25 e il 30% del grasso che si stima essere contenuto nella lana sgrassata. Analogamente, i valori associati alla BAT per il consumo di energia sono 4-4,5MJ/kg di lana grassa lavorata, ivi compresi circa 3,5 MJ/kg di energia termica e 1 MJ/kg di energia elettrica. Purtroppo, la mancanza di dati non permette di definire se i valori sopra menzionati per il consumo d'acqua e di energia sono applicabili anche alla lana extrafine (diametro delle fibre dell'ordine di 20 µm o meno).</p>		
PURGA DELLA LANA CON SOLVENTE	<p>Uso di purga con solvente organico con adozione del trattamento in due fasi del flusso d'acqua</p> <p>N.B. La purga con solvente organico è considerata una BAT se vengono prese tutte le misure necessarie per minimizzare le emissioni fuggitive e prevenire la contaminazione delle falde freatiche da inquinamento diffuso e incidenti. Per evitare rischi di emissioni diffuse nel lavaggio con solventi organici il flusso d'acqua viene trattato in due fasi, che comprendono un'unità di stripping aria-solvente e un'unità di distruzione del solvente residuo. Questa tecnica ha il duplice vantaggio di rimuovere gli antiparassitari con il grasso poiché si ripartiscono fortemente nel solvente e di favorire i processi a valle del ciclo, come il finissaggio. Un altro effetto positivo di questa tecnica è il minor consumo di energia a causa del basso calore latente di un solvente organico rispetto all'acqua.</p>		
PRETRATTAM.	<p>Rimozione dei lubrificanti per maglieria dai tessuti tramite le seguenti tecniche:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) selezionare tessuti di maglia trattati con lubrificanti idrosolubili e biodegradabili invece dei convenzionali lubrificanti a base di oli minerali; rimuoverli con acqua. 2) eseguire la termofissazione prima del lavaggio e trattare le emissioni atmosferiche generate dalle rameuse mediante sistemi di elettrofiltrazione a secco che permettono il recupero di energia e la raccolta separata dell'olio; in questo modo si riduce la contaminazione dell'effluente; 3) rimuovere gli oli insolubili in acqua lavando con solventi organici. Verranno in seguito presi i provvedimenti che assicurino la distruzione nel circuito stesso dei contaminanti persistenti (ad es. mediante ossidazione avanzata). Ciò eviterà ogni possibile contaminazione delle falde acquifere dovuta a inquinamento diffuso e incidenti. Questa tecnica è utile quando altri agenti di preparazione non idrosolubili, quali gli oli al silicone, siano presenti nel tessuto. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 2) 3) 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 2) 3)

SBOZZIMATURA	selezionare la materia prima trattata con le tecniche a minima aggiunta (ad es. preumidificazione dell'ordito) e con agenti d'imbozzimatura più efficaci e bioeliminabili in associazione con un efficiente lavaggio per desimbozzimare e tecniche di trattamento delle acque di scarico a basso rapporto F/M per migliorare la bioeliminabilità degli agenti d'imbozzimatura;		
	se non è possibile controllare l'origine delle materie prime, occorre allora adottare la tecnica dell'ossidazione;		
	combinare la sbazzimatura/sgrassatura e il candeggio in una sola fase;		
	recuperare per ultrafiltrazione e riutilizzare gli agenti d'imbozzimatura		
CANDEGGIO	candeggio con acqua ossigenata come agente preferenziale in combinazione con tecniche per minimizzare l'impiego di stabilizzatori dell'acqua ossigenata, oppure impiego di agenti complessanti biodegradabili/bioeliminabili;		
	uso di sodio clorito per le fibre liberiane o di lino che non possono essere sbiancate con sola acqua ossigenata. L'opzione preferita è quindi il candeggio in due fasi con acqua ossigenata e biossido di cloro. Occorre accertarsi che venga usato biossido di cloro privo di cloro elementare. Il biossido di cloro privo di cloro elementare viene prodotto usando acqua ossigenata come agente riducente del clorato di sodio;		
	uso di ipoclorito di sodio limitato ai soli casi in cui bisogna ottenere un notevole effetto sbiancante in tessuti delicati che altrimenti subirebbero una depolimerizzazione. In questi casi particolari, la formazione di pericolosi AOX sarà ridotta mediante un processo in due fasi, in cui si utilizza acqua ossigenata nella prima fase e ipoclorito nella seconda. L'effluente derivante dal candeggio con ipoclorito è mantenuto separato dagli altri flussi ed effluenti misti onde ridurre la formazione di AOX pericolosi.		
MERCERIZZAZ.	recupero e riutilizzo di alcali dall'acqua di risciacquo della mercerizzazione oppure riutilizzo dell'effluente alcalino proveniente da altri trattamenti di preparazione.		
FINISSAGGIO	minimizzare il bagno residuo:		
	1) usando tecniche ad applicazione minima (ad es. applicazione di schiuma, nebulizzazione, nuove tecniche come il rullo a sfioramento ("kiss-roll") o riducendo il volume dei dispositivi di foulardaggio;	1)	1)
	2) riutilizzando i bagni di foulardaggio se la qualità non è alterata;	2)	2)
	minimizzare il consumo energetico nelle rameuse:		
1) usando apparecchiature di eliminazione meccanica dell'acqua per ridurre il contenuto d'acqua del tessuto in arrivo;	1)	1)	
2) ottimizzando il flusso dell'aria di scarico dal forno, mantenendo automaticamente l'umidità del flusso evacuato tra 0,1 e 0,15 kg acqua/kg di aria secca e considerando il tempo impiegato a raggiungere le condizioni di equilibrio;	2)	2)	
3) installando sistemi di recupero di calore;	3)	3)	
4) installando sistemi d'isolamento;	4)	4)	
5) assicurando una manutenzione ottimale dei bruciatori nelle rameuse a riscaldamento diretto;	5)	5)	
impiegare ricette ottimizzate a basse emissioni in atmosfera. Un esempio di classificazione/selezione di ricette di finissaggio è il "Concetto di fattore d'emissione".			

	<p>Aggiungere <u>sostanze ammorbidenti</u> nel foulardaggio su rullo o mediante nebulizzazione o applicazione di schiuma in quanto dà migliori risultati a livello ambientale che non un ammorbidimento discontinuo applicato direttamente nella macchina per tintura dopo la tintura stessa. L'uso di agenti ammorbidenti cationici può essere evitato e le perdite di sostanze chimiche possono essere ridotte ad una percentuale minima..</p>		
TINTURA: DOSAGGIO E DISTRIBUZIONE DI COLORANTI	<p>ridurre il numero di tinte (ad esempio applicando sistemi tricromatici);</p>		
	<p>utilizzare sistemi automatizzati per il dosaggio e la distribuzione dei coloranti, limitando le operazioni manuali solo ai colori che sono usati raramente;</p>		
	<p>nelle linee continue lunghe, in cui il volume morto della linea di distribuzione è paragonabile al volume di foulardaggio, preferire stazioni automatizzate decentrate automatiche in cui i diversi prodotti chimici non sono premiscelati con i coloranti prima del processo, e che sono poi pulite del tutto automaticamente.</p>		
TINTURA DISCONTINUA	<p>selezionare nuovi macchinari seguendo, per quanto è possibile, i requisiti:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) rapporto di bagno basso o molto basso, 2) separazione del bagno dal substrato durante il processo, 3) separazione interna del bagno di processo dal bagno di lavaggio, 4) estrazione meccanica del bagno per ridurre il riporto e migliorare l'efficacia del lavaggio, 5) ridotta durata del ciclo 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 2) 3) 4) 5) 	<ol style="list-style-type: none"> 1) 2) 3) 4) 5)
	<p>riutilizzare l'acqua di risciacquo per la successiva tintura o ricostituire e riutilizzare il bagno di tintura se le condizioni tecniche lo permettono.</p> <p>N.B. Questa tecnica è più facile da eseguire per tingere fibre sciolte quando si usano macchine a caricamento dall'alto. Il dispositivo di trasporto delle fibre può essere rimosso dalla macchina per tintura senza dover scaricare il bagno. Le moderne macchine per tintura discontinua sono fornite di vasche incorporate che permettono la separazione ininterrotta e automatica dei liquidi concentrati dalle acque di lavaggio.</p>		
TINTURA IN CONTINUO	<p>I processi continui e semicontinui di tintura consumano meno acqua che i processi discontinui, ma producono residui altamente concentrati applicando le seguenti BAT</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) usando uno dei seguenti sistemi per dosare il bagno di foulardaggio sulla base della misurazione del pick-up: <ul style="list-style-type: none"> o misurare la quantità di liquido colorante consumato rispetto alla quantità di tessuto trattato (lunghezza del tessuto moltiplicata per il suo peso specifico); i valori risultanti vengono automaticamente calcolati e utilizzati per la preparazione della successiva partita analoga; o usare la tecnica rapida di tintura in discontinuo in cui, invece di essere preparata per l'intera partita prima di cominciarne la tintura, la soluzione colorante viene preparata al momento dell'uso, in diverse fasi, sulla base di misure dirette del pick-up. Questa seconda tecnica è da preferire se le considerazioni economiche lo permettono; 2) usando sistemi di applicazione di liquidi a bassa aggiunta e minimizzando la capacità del volume della vasca d'immersione quando si usano tecniche di tintura a foulardaggio; 3) adottando sistemi di distribuzione in cui i prodotti chimici vengono distribuiti direttamente in linea in flussi separati e sono mescolati solo immediatamente prima di essere alimentati nel dispositivo di applicazione; 4) aumentare l'efficacia del lavaggio applicando i principi del lavaggio in controcorrente e della riduzione del residuo. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) - - 2) 3) 4) 	<ol style="list-style-type: none"> 1) - - 2) 3) 4)

TINTURA CON COLORANTI ALLO ZOLFO	sostituire i tradizionali coloranti allo zolfo, in polvere o liquidi, con coloranti privi di zolfo stabilizzati e non preridotti, oppure con formulazioni coloranti liquide preridotte con un tenore di zolfo < 1%;		
	sostituire il solfuro di sodio con agenti riducenti privi di zolfo oppure con ditionito di sodio, in quest'ordine di precedenza		
	adottare misure che assicurino che sia consumata solo la quantità esatta di agente riducente necessaria a ridurre il colorante (ad es. usando azoto per rimuovere ossigeno dal liquido e dall'aria nella macchina);		
	usare acqua ossigenata come ossidante preferenziale		

TINTURA PES	Evitare impiego di carriers eseguendo tintura ad alta temperatura o utilizzando fibre pes da tingere senza carrier (fibre in poliestere)		
	Sostituzione di idrosolfito di sodio con agenti riducenti basati su derivati a catena corta dell'acido solforico o l'uso di coloranti dispersi eliminabili in mezzo alcalino per solubilizzazione idrolitica invece che per riduzione		
	Utilizzo di agenti di dispersione in formulazione dispersa bioeliminabili		
TINTURA IN DISCONT. CON COLORANTI REATTIVI	utilizzare coloranti reattivi a forte fissazione e basso contenuto di sali; evitare l'uso di detergenti e agenti complessanti nelle fasi di risciacquo e neutralizzazione dopo la tintura, ricorrendo al risciacquo a caldo associato al recupero di energia termica dall'effluente di risciacquo.		
TINTURA PER FOULARDAGGIO CON COLORANTI REATTIVI	E' possibile sostituire l'impiego di silicato di sodio <u>nella tintura in foulard di tessuti in cellulosa</u> con soluzioni acquose ad alta concentrazione prive di silicati, che sono prodotti di pronto uso facilmente applicabili con i moderni sistemi di dosaggio. La tecnica più recente impiega coloranti reattivi e la tintura presenta un livello di solidità paragonabile alla tintura al cromo.		
TINTURA DELLA LANA	sostituire i coloranti al cromo con coloranti reattivi oppure, se ciò non fosse possibile, usare metodi a bassissimo contenuto in cromo che rispondano a tutti i seguenti requisiti: 1) fattore di emissione raggiunto di 50 mg di cromo per kg di lana trattata, il che corrisponde ad una concentrazione del metallo di 5 mg/l nel bagno di cromo esaurito usando un rapporto di bagno di 1:10; 2) il cromo (VI) non deve essere rilevabile nell'acqua di scarico (usando un metodo standard capace di rilevare il Cr VI a concentrazioni < 0,1 mg/l);	1) 2)	1) 2)
	garantire che lo scarico di metalli pesanti nelle acque reflue nella tintura della lana con coloranti metallo-complessi sia minimo. Nell'ambito della BAT, i fattori di emissione devono essere pari a 10-20 mg/kg di lana trattata, il che corrisponde a 1-2 mg/l di Cr nel bagno di tintura esaurito quando si usa un rapporto di bagno 1:10. Questi rendimenti possono essere raggiunti come segue: 1) usando metodi di controllo del pH per massimizzare l'esaurimento del bagno finale per altri processi; 2) usando ausiliari che intensificano l'assorbimento del colore per la lana sciolta e per i tops;	1) 2)	1) 2)
	preferire un processo a pH controllato nei processi di tintura con coloranti a controllo di pH (acidi e basici) in modo che si ottenga una tinta uniforme con un massimo esaurimento dei coloranti e degli insetticidi e un minimo uso di agenti omogeneizzanti.		
STAMPA IN GENERALE	ridurre le perdite di pasta da stampa nei processi di stampa rotativa nei seguenti modi: 1) minimizzando il volume dei sistemi di alimentazione della pasta da stampa; 2) recuperando la pasta da stampa dal sistema di alimentazione alla fine di ogni ciclo; 3) riciclando la pasta da stampa residua;	1) 2) 3)	1) 2) 3)
	ridurre il consumo d'acqua nelle operazioni di pulizia mediante una combinazione di: 1) controllo avvio/arresto della pulizia del nastro stampante; 2) riutilizzo della parte più pulita dell'acqua di risciacquo proveniente dalla pulizia di racle, cilindri e secchi; 3) riutilizzo dell'acqua di risciacquo proveniente dalla pulizia del nastro stampante	1) 2) 3)	1) 2) 3)
	impiegare macchine per stampa digitali a getto d'inchiostro per pezze corte (meno di 100 m) di tessuti piani, se le considerazioni di mercato lo consentono. L'uso di solventi per evitare il bloccaggio mentre la macchina per stampa è ferma, non è considerato una BAT;		

	usare le macchine per stampa digitali a getto d'inchiostro per stampare tappeti e tessuti voluminosi, eccetto il caso della stampa per corrosione e a riserva e situazioni simili.		
STAMPA REATTIVA	BAT significa evitare l'uso di urea mediante uno dei seguenti metodi: 1) procedimento in fase unica con aggiunta controllata di umidità, in cui quest'ultima viene applicata sia come schiuma o per vaporizzazione di una quantità definita di acqua nebulizzata; N.B. Per seta e viscosa, nel processo a fase unica la tecnica di vaporizzazione non è affidabile a causa della bassa aggiunta di umidità necessaria per queste fibre. La tecnica a schiuma con completa eliminazione dell'urea è di provata utilità per la viscosa, ma non per la seta. L'investimento economico è inoltre molto oneroso.	1)	1)
	2) metodo di stampa in due fasi	2)	2)
STAMPA A PIGMENTO	Impiego di paste da stampa ottimizzate che rispondano ai seguenti requisiti: 1) addensanti a bassa emissione di carbonio organico volatile (o completamente privi di solventi volatili) e leganti a basso tenore di formaldeide. La risultante emissione atmosferica è < 0,4 C org./kg di tessuto (ipotizzando 20 m3 aria/kg di tessuto); 2) assenza di APEO e alto livello di bioeliminabilità; 3) basso contenuto di ammoniaca. L'emissione risultante è di 0,6 g NH3/kg tessuto (ipotizzando 20 m3 aria/kg di tessuto).	1) 2) 3)	1) 2) 3)
TRATTAMENTO "EASY CARE"	Impiego di reticolanti privi di formaldeide per il settore dei tappeti e agenti a basso contenuto (< 0,1% nella formulazione) o privi di formaldeide per il settore dei tessuti.		
TRATTAMENTO ANTITARME (PROCESSO GENERALE)	adottare misure appropriate per la manipolazione del materiale;		
	cercare di ottenere un'efficienza del 98% (trasferimento dell'insettifugo nelle fibre);		
	adottare le seguenti misure aggiuntive quando l'insettifugo viene applicato da un bagno di tintura: 1) assicurarsi di ottenere un pH < 4,5 alla fine del processo; se non è possibile, applicare l'insettifugo in una fase separata con riutilizzo del bagno; 2) aggiungere l'insettifugo dopo l'espansione del bagno di tintura in modo da evitare perdite da traboccamento; 3) selezionare ausiliari che non esercitino un'azione ritardante sull'assorbimento (esaurimento) dell'insettifugo durante il processo di tintura.	1) 2) 3)	1) 2) 3)
TRATTAMENTO ANTITARME DEL FILATO OTTENUTO CON FILATURA A SECCO	combinare un post-trattamento acido (per aumentare l'assorbimento del principio attivo dell'antitarmino) con il riutilizzo dell'acqua di risciacquo per la fase di tintura successiva;		
	applicare un iper-trattamento proporzionale del 5% del misto fibre complessivo in combinazione con speciali macchine da tintura e sistemi di riciclaggio delle acque reflue per minimizzare l'emissione di principio attivo nell'acqua		
TRATTAMENTO ANTITARME DEI PRODOTTI TINTI IN FIBRE SCIOLTE	utilizzare specifici sistemi d'applicazione a basso volume situati alla fine della macchina per la sgrassatura del filo,		
	riciclare il bagno del processo a basso volume tra un'operazione e l'altra e usare processi specificamente ideati per rimuovere i principi attivi dal bagno esaurito del processo stesso. Queste tecniche possono includere trattamenti d'adsorbimento o di degradazione,		
	applicare il prodotto antitarmino al pelo del tappeto (se si esegue un trattamento antitarmino durante la manifattura del tappeto) usando una tecnica d'applicazione di schiuma.		
TRATTAMENTO ANTITARME DEI PRODOTTI TINTI IN FILO	utilizzare un processo di post-trattamento separato per ridurre al minimo le emissioni dei processi di tintura effettuati in condizioni non ottimali per l'assorbimento del tarmicida;		
	utilizzare macchine per applicazioni semicontinue di volumi ridotti o centrifughe modificate;		

	riciclare il bagno dei processi a basso volume tra un'operazione e l'altra e processi specifici per eliminare il principio attivo dal bagno esaurito; queste tecniche possono comprendere trattamenti di adsorbimento o degradazione;		
	applicare il tarmicida direttamente al pelo del tappeto (se si effettua il trattamento antitarma durante la fabbricazione del tappeto) con la schiuma.		
APPLICAZIONE DI AMMORBIDENTE	applicazione di ammorbidenti da foulardaggio o, meglio, con sistemi di nebulizzazione o d'applicazione di schiuma, invece di eseguire questo trattamento per esaurimento direttamente nella macchina per tintura in discontinuo		
LAVAGGIO	sostituire il lavaggio/risciacquo per traboccamento con i metodi di "scarico/riempimento" o le tecniche di "risciacquo intelligente";		
	<p>misure per la distruzione all'interno del ciclo (ad es. ossidazione avanzata) degli inquinanti persistenti per evitare la contaminazione delle falde acquifere;</p> <p>Evitare uso di solventi alogenati</p>		
TRATTAMENTO ACQUE REFLUE	pretrattamento di singoli flussi selezionati e separati di acque reflue a forte concentrazione (COD > 5 000 mg/l) contenenti composti non biodegradabili per ossidazione chimica (ad es. la reazione di Fenton). Tra i flussi di acque reflue che rispondono a questa caratteristica figurano i bagni di foulardaggio derivanti dai processi di tintura e finissaggio di tipo semicontinuo o continuo, i bagni di sbazzatura, le paste da stampa, i residui delle operazioni di rinforzo dei tappeti, i bagni esauriti di tintura e finissaggio		
	<p>Se flussi concentrati di acque contenenti composti non biodegradabili non possono essere trattati separatamente, ulteriori trattamenti di tipo fisico-chimico sono necessari per ottenere risultati generali equivalenti. Tali trattamenti includono:</p> <p>1) trattamenti terziari successivi al trattamento biologico. Un esempio è l'adsorbimento su carbone attivo con riciclaggio di quest'ultimo nel sistema a fanghi attivi: segue la distruzione dei composti non biodegradabili adsorbiti mediante incenerimento o trattamento con radicali liberi (cioè un processo che genera OH*, O2*, CO2*) dei fanghi in eccesso (biomassa e carbone attivo esaurito);</p> <p>2) trattamenti biologici, fisici e chimici combinati con l'aggiunta di carbone attivo in polvere e sali di ferro al sistema a fanghi attivi, e riattivazione dei fanghi in eccesso per "ossidazione umida" o "perossidazione umida" (se si usa acqua ossigenata);</p> <p>3) ozonizzazione di composti resistenti prima del passaggio al sistema a fanghi attivi</p>	1) 2) 3)	1) 2) 3)
	Trattamento anaerobico dei bagni di foulardaggio e delle paste di stampa per rimuovere coloranti azoici		
TRATTAMENTO DEGLI EFFLUENTI PROVENIENTI DALLA SGRASSATURA DELLA LANA (PROCESSO A BASE DI ACQUA)	combinare l'uso di cicli di rimozione di sporcizia/recupero del grasso con trattamenti per evaporazione degli effluenti, seguiti da incenerimento integrato dei fanghi risultanti e riciclaggio totale dell'acqua e dell'energia per: 1) impianti nuovi; 2) impianti esistenti che non dispongono di trattamento degli effluenti nel sito; 3) impianti in cui le apparecchiature per il trattamento degli effluenti sono arrivate al termine della vita utile e vanno sostituite. Questa tecnica è descritta al paragrafo 4.4.2;		
	usare un trattamento di coagulazione/flocculazione in stabilimenti esistenti che già lo usano, con scarico nelle fognature cui vengono applicati trattamenti biologici aerobici.		

	<p>Per i fanghi provenienti dal trattamento delle acque reflue degli effluenti di sgrossatura è previsto:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) l'uso dei fanghi nella fabbricazione di mattoni o l'adozione di un qualunque altro tipo appropriato di riciclaggio; 2) l'incenerimento dei fanghi con recupero di calore, purché si provveda a controllare le emissioni di SO_x, NO_x e polveri, e ad evitare emissioni di diossine e furani derivanti dal cloro in legame organico degli antiparassitari che possono essere contenuti nei fanghi. 	<p>1) 2)</p>	<p>1) 2)</p>
--	--	------------------	------------------



SCHEDA TECNICA
Sopralluogo in azienda
per progetto tessile

ALLEGATO V: SCHEDA TECNICA DI SOPRALLUOGO IN AZIENDA

SEZIONE 1

NOTIZIE GENERALI

Azienda: _____

Indirizzo sede operativa: _____

Attività svolta: _____

Codice ISTAT : _____ Partita IVA: _____

Numero di dipendenti: totali _____ in produzione _____

Referente aziendale: Sig. _____ tel. _____

Qualifica: _____

Orario di lavoro giorni/sett. . diurno notturno turni n° _____

Certificazione ambientale: EMAS ISO 14000

Altre certificazioni: ISO 9000 IPPC SGA

È soggetto a D.Lgs 334/99 (Incidenti rilevanti) Sì No

se sì: notifica relazione art. 5 Rapp.di Sicur.

Legale rappresentante dell'azienda Sig. _____

Nato a _____ il _____

Residente a _____ via _____

L'azienda ha nominato un delegato responsabile per le questioni ambientali Sì No

Sig. _____ indirizzo _____

_____ estremi delega _____

Sede legale della ditta: _____



SCHEDA TECNICA
**Sopralluogo in azienda
per progetto tessile**

SEZIONE 2

DESCRIZIONE SINTETICA DEL CICLO PRODUTTIVO:

(Individuare le varie fasi, spiegando la connessione funzionale tra di esse e specificando le principali materie in ingresso, intermedie e in uscita al ciclo. Questa descrizione deve essere di supporto alla comprensione del successivo schema a blocchi e viceversa)

DESCRIZIONE DEL CICLO PRODUTTIVO: **SCHEMA A BLOCCHI**

nella forma:

"MATERIE IN INGRESSO - FASE DEL CICLO PRODUTTIVO - MATERIE IN USCITA "

	SCHEDA TECNICA Sopralluogo in azienda per progetto tessile	
---	---	--

SEZIONE 2.1

ELENCO MATERIE PRIME e PRODOTTI AUSILIARI* (ANNO _____)

Sostanze/preparati nome commerciale **	Composizione	CAS	Frase di rischio	Flusso massimo entrante (t/a)***	Quantità massima stoccabile (t/a)****	Stato fisico	Fase di utilizzo	Modalità di stoccaggio*****

* additivi, flocculanti, reagenti utilizzati per depurazione emissioni ecc

** acquisire scheda di sicurezza (oppure altri documenti contenenti tali informazioni)

*** indicare a quale anno fa riferimento il quantitativo specificando se è riferito a informazioni acquisite da autorizzazione oppure a giacenze

**** indicare, se il materiale è stoccato in serbatoi, il volume stoccabile, se no riportare il quantitativo stoccabile ricavato da atti autorizzativi specifici

***** indicare se in serbatoio, in fusti, sacchi o altro

	SCHEDA TECNICA Sopralluogo in azienda per progetto tessile	
---	---	--

ELENCO PRODOTTI FINITI (ANNO _____)

Sostanze/preparati ** nome commerciale	Composizione	CAS	Frase di rischio	Flusso massimo uscente (t/a)***	Quantità massima stoccabile (t)****	Stato fisico	Fase di utilizzo	Modalità di stoccaggio*****

** acquisire scheda di sicurezza (oppure altri documenti contenenti tali informazioni)

*** indicare a quale anno fa riferimento il quantitativo specificando se è riferito a informazioni acquisite da autorizzazione oppure a giacenze

**** indicare, se il materiale è stoccato in serbatoi, il volume stoccabile, se no riportare il quantitativo stoccabile ricavato da atti autorizzativi specifici

***** indicare se in serbatoio, in fusti, sacchi o altro

SEZIONE 2.1

CAPACITA' PRODUTTIVA DELL'IMPIANTO

Attività produttiva unitaria / Reparto	Numero impianti – Numero linee	Potenzialità nominale complessiva Kg / giorno
Lavaggi / carbonizzo / fissa		
Rameose / termofissaggio		
Decatissaggi		
Smerigliatrici		
Cimatrice		
Centrifughe		
Essiccatoi		
Vasche tinture pezze		
Vasche tintura top		
Vasche tintura fiocco		
Vasche tintura rocche		
Vasche tintura matasse		
Passaggi		
Vuotatasi		
Ring		
Pettinatrici		
Filatoi		
Binatrici		
Ritorcitori		
Orditoi		
Telai		

SEZIONE 3

PCB

Presenza di apparecchiature (trasformatori) contenenti PCB : Si No
 Comunicazione ex art..3 D.Lgs. 209/99 al Catasto rifiuti (prima volta entro 31/12/00): Si No
 Comunicazione biennale di aggiornamento: Si No
 Identificazione degli apparecchi comunicati al Catasto Rifiuti: _____
 L'etichettatura degli apparecchi è secondo quanto previsto dal D.Lgs. 209/99?: _____
 Verificare presenza documentazione di cui all'art. 1 – comma 1 – lettera b) del DM 11/10/2001 _____
 Esistono procedure per gli interventi in caso di avaria/malfunzionamento: Si No
 (Se si acquisire copia oppure riassumerle a grandi linee – norma tecnica di riferimento: Guida tecnica CEI 10-38)



SCHEDA TECNICA
**Sopralluogo in azienda
per controllo integrato**

Verifiche per la valutazione del buono stato funzionale dei trasformatori:

- | | | |
|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| • Ispezioni periodiche | Si <input type="checkbox"/> | No <input type="checkbox"/> |
| • Esiste registro manutenzione | Si <input type="checkbox"/> | No <input type="checkbox"/> |
| • Controlli analitici | Si <input type="checkbox"/> | No <input type="checkbox"/> |

Definizione apparecchi che contengono PCB:

1. contiene liquidi isolanti a base PCB
2. è servito a contenere liquidi isolanti a base di PCB e non ha subito decontaminazione

Un'apparecchiatura non contiene PCB se:

1. costruita dopo 1990
2. è munita di certificato del costruttore che garantisce assenza di PCB
3. vi sono determinazioni analitiche che attestino che la concentrazione di PCB è inferiore a 50 mg/Kg

ENERGIA

Indicare le fonti di **Energia elettrica**:

- esterna produttore : _____
- interna combustibile utilizzato _____

Indicare le fonti di **Energia termica**:

- interna esterna proveniente da _____
- centrale termica combustibile :potenzialità : MW/h.....
- cogenerazione combustibile :potenzialità:MW/h.....
- termovalorizzatore combustibile :potenzialità : MW/h.....

	SCHEDA TECNICA Sopralluogo in azienda per progetto tessile	
---	---	--

Impianti di generazione energia termica	Numero generatori installati
--	---------------------------------

Generatore n.	Marca / Modello	
	Tipo	
Punto di emissione	Numero Camino	
Anno di messa in esercizio		
Combustibile	Tipo	
Combustibile	Consumo	
Potenzialità	MW	
	Kcal/h	

Generatore n.	Marca / Modello	
	Tipo	
Punto di emissione	Numero Camino	
Anno di messa in esercizio		
Combustibile	Tipo	
Combustibile	Consumo	
Potenzialità	MW	
	Kcal/h	

	SCHEDA TECNICA Sopralluogo in azienda per progetto tessile	
---	---	--

PROSPETTO DEI CONSUMI PER FASE DI LAVORAZIONE

Indicare le fonti di **Energia elettrica**:

Indicare le fonti di **Energia termica**:

(se provenienza esterna, interna o mista)

(indicare il tipo di combustibile o fluido utilizzati)

Fase di lavorazione	EN TERMICA		EN ELETTRICA	
	Energia prodotta	Energia acquisita dall'esterno	Energia prodotta	Energia acquisita dall'esterno
	cons anno (Mwh)	cons anno (Mwh)	cons anno (Mwh)	cons anno (Mwh)
<i>Fase 1</i>				
<i>Fase 2</i>				
Totale				

BILANCIO ENERGETICO DI SINTESI

			ENERGIA TERMICA		ENERGIA ELETTRICA	
			MWh/a	MWh/t	MWh/a	MWh/t
INGRESSO AL SISTEMA	+	Energia prodotta				
		Energia acquisita dall'esterno				
USCITA DAL SISTEMA	-	Energia utilizzata				
		Energia ceduta all'esterno				

	SCHEDA TECNICA Sopralluogo in azienda per progetto tessile	
---	---	--

SEZIONE 4

RIFIUTI

Tab 1 (compresi eventuali fanghi): le informazioni su trasportatore, destinatario ed estremi autorizzativi possono essere acquisite come allegato)

CER	Descrizione rifiuto*	Stato fisico ♦	P NP	Quantità (Kg/a)	Fase	Modalità di stoccaggio	Destinatario	Smaltimento Recupero **

* utilizzare la descrizione della ditta
 ** **DT** (Deposito tempor.), **S** (Stoccaggio, D15), **MR** (Messa in Riserva, R13), **A** (Autosmaltim.), **R** (Rec. in sito) **RE** (Rec. Energ. in sito);
 *** **SI** (serbatoi interrati) **S** (serbatoi fuori terra) **F** (fusti) **C** (cumuli) **T** (tettoia) **L** (locale chiuso) **CO** (cordoli) **B** (bacino/i contenimento) **SA** (sistemi antitraboccamento); **SC** (cassoni scarrabili) **PI** (pavimentazione impermeabile), **Big bags**
 ****utilizzare la nomenclatura aziendale
 ♦S (solido), L (liquido), F (fangoso), P (polverulento)



SCHEDA TECNICA
**Sopralluogo in azienda
per controllo integrato**

Verifiche amministrative

I registri di carico/scarico sono presenti e tenuti correttamente	SI .	NO .
I formulari di identificazione sono presenti e correttamente compilati	SI .	NO .
E' stata presentata denuncia annuale al catasto rifiuti	SI .	NO .
Le tipologie di rifiuti depositati sono etichettate e dotate di cartellonistica	SI	NO
I rifiuti sono depositati per tipologie omogenee	SI	NO
Tempistica di smaltimento _____		
Sono rispettate le condizioni del deposito temporaneo (art. 183 D.Lgs. 152/06)	SI .	NO .
Osservazioni: _____		

AUTORIZZAZIONI

Stoccaggio (D15)

Estremi dell'autorizzazione _____

Estremi dell'autorizzazione per impianti di riutilizzo rifiuti con recupero energetico _____

Verificare se le modalità di **stoccaggio** rispettano le prescrizioni autorizzative e/o le specifiche tecniche _____

Osservazioni: _____

Recupero

Messa in riserva (R13)

Estremi della comunicazione per rifiuti non pericolosi _____

Estremi della comunicazione per rifiuti pericolosi _____

Verificare se le modalità di **messa in riserva** rispettano le specifiche tecniche riportate nella comunicazione _____

Osservazioni: _____

Le operazioni di **recupero** generano :

- Emissioni in atmosfera	SI	NO
- Acque reflue	SI	NO
- Rifiuti	SI	NO

Verificare se le modalità di **recupero** rispettano le specifiche tecniche riportate nella comunicazione

Osservazioni: _____

SEZIONE 5

EMISSIONI IN ATMOSFERA SIGNIFICATIVE

Tab. 1 (da compilarsi in ufficio e verificare in sopralluogo) (utilizzare il quadro riassuntivo delle emissioni e le planimetrie)

Fase di lavorazione	N° camino/i (come da Det.Aut. o dichiaraz. art.12)	Provenienza	Autorizzazione	Comunicaz. messa in esercizio	Data comunicaz. di effettuazione degli autocontrolli ²⁰	Data effettuat. autocontrolli ¹	Frequenza autocontrolli come da prescr. autor	Data comunicazi. di effettuazione degli ultimi autocontrolli ²¹	Data effettuat. ultimi autocontrolli ²	Data trasm. relazione annuale ²²
				SI NO Se sì: data messa in esercizio						

²⁰ autocontrolli in fase di messa a regime

²¹ autocontrolli successivi a messa a regime per impianti soggetti ad effettuarli con frequenza variabile come da prescrizione autorizzativa

²² entro il 31 marzo dell'anno successivo per impianti autorizzati in via generale per la verniciatura

	SCHEDA TECNICA Sopralluogo in azienda per controllo integrato	
---	--	--

Tab. 2 (da compilarsi in sopralluogo)

N° camini	V (verticale) O (orizzontale)	Targhetta per riconoscimento camino in rel. a det.autor.	Durata emissione (h/gg)	Frequenza Emissione in 24h	Temperatura °C	Inquinanti peculiari*	Portate ***	Concentrazione mg/m ³ ***	Flusso di massa (portata x concentr.	Altezza punto di emissione (m)	Diametro allo sbocco (mm)	Direzione del flusso allo sbocco	Impianti di abbattimento**	Presenza per campionamento SI/NO	Modalità di accesso in sicurezza	MANUTENZIONE *** Registro: SI/NO Addeito: nome Modalità Frequenza

* Inquinanti peculiari: verificare corrispondenza con sezione 4 – Quadro Riassuntivo Emissioni
 ** C=ciclone e mc, FT=filtri a tessuto e mq, FE=filtro elettrostatico, DV=depolveratore venturi, S=scrubber, I=idrofiltri, T=torre a riempimento e mq, CP=colonna a piatti, FC=filtri a carboni attivi e kg, PT=post-combustore termico, PC=post-combustore catalitico
 *** se presente, acquisire copia registro manutenzione

	SCHEDA TECNICA Sopralluogo in azienda per controllo integrato	
---	--	--

Tab. 1 (da compilarsi in ufficio e verificare in sopralluogo) (utilizzare il quadro riassuntivo delle emissioni e le planimetrie)

Fase di lavorazione	N° camino/i *	N° Autorizzazioni D.P.R. 203/88 ex art. (12, 6, 15, 17, via generale)	Inquinanti peculiari**	Portate ***	Concentrazione mg/m ³ ***	Flusso di massa (portata x concentraz.)	Impianti di abbattimento****	Data effettuaz. ultimi autocontrolli	MANUTENZIONE # 1. Registro: SI/NO 2. Addetto: nome 3. Modalità Frequenza

* indicare eventualmente i camini appartenenti alla stessa Autorizzazione
 ** Inquinati peculiari: indicare un inquinante ritenuto significativo per il settore preso in considerazione (es: Cov, Sox, Nox, polveri....)
 *** indicare i dati rilevati da ARPA se disponibili in alternativa i dati indicati dagli autocontrolli , in mancanza indicare direttamente quelli recepiti nel provvedimento autorizzativo
 **** C=ciclone e mc, FT=filtri a tessuto e mq, FE=filtro elettrostatico, DV=depolveratore venturi, S=scrubber, I=idrofiltri, T=torre a riempimento e mq, CP=colonna a piatti, FCA=filtri a carboni attivi e kg, PT=post-combustore termico, PC=post-combustore catalitico riportare nella pag. seguente le modalità di manutenzione degli impianti di abbattimento

	SCHEDA TECNICA Sopralluogo in azienda per controllo integrato	
---	--	--

Punto di emissione	Provenienza	Impianto di abbattimento	Portata	Inquinante	Limite autorizzato	Altezza punto di emissione m	Diametro allo sbocco mm	Direzione del flusso allo sbocco
			Nm ³ /h		mg/Nm ³			

VERIFICHE AMMINISTRATIVE

Verificare le prescrizioni riportate sui singoli atti autorizzativi

Osservazioni: _____



SCHEDA TECNICA
Sopralluogo in azienda
per controllo integrato

L'attività rientra nell'all.to III alla parte V - DLgs152/2006/art 275 "emissioni di Cov" ? SI . NO .

Attività (codifica riportata sul DM 44/04)	
consumo solvente in ton/anno	
presentazione relazione tecnica in data (entro il 12/03/2005)	
Eventuale presentazione progetto di adeguamento in data	

Vi sono impianti per la rigenerazione dei carboni attivi? SI . NO .

SEZIONE 6

CICLO DELL'ACQUA

APPROVIGIONAMENTO IDRICO

◆ **Da corsi d'acqua superficiali :** SI . NO .

Nome corpo idrico _____

Portata autorizzata: moduli o m³ : _____ Estremi autorizzazione _____

Quantità prelevata: m³/anno: _____

è definito un Deflusso Minimo Vitale SI . di _____ m³/sec NO . .

è presente un deflusso a valle dell'opera di presa anche nei periodi di secca SI . NO .

è presente un misuratore di portata SI . NO .

vi è un trattamento primario dell'acqua prelevata SI . NO .

tipologia trattamento _____

(riportare nella sezione rifiuti, eventuali residui derivanti dal trattamento)

◆ **Da pozzi:** SI NO

Pozzo n°	Profondità	Autorizzazione	Portata autor.	Misuratore Si/no	Mc/anno prelevati
				TOTALE	

vi è un trattamento primario dell'acqua prelevata SI . NO .

tipologia trattamento _____

(riportare nella sezione rifiuti, eventuali residui derivanti dal trattamento)



SCHEDA TECNICA
Sopralluogo in azienda
per controllo integrato

◆ **Da acquedotto:**

SI . NO .

acqua utilizzata (da contatore o da denuncia annuale scarichi) _____ m³/anno _____ (anno di rif.) _ _

vi è un trattamento primario dell'acqua prelevata SI . NO .

tipologia trattamento _____

(riportare nella sezione rifiuti, eventuali residui derivanti dal trattamento)

Osservazioni _____

◆ **Da recupero acqua:**

SI . NO .

acqua riutilizzata _____ m³/anno _____ (anno di rif.) _ _ _ _ _

% acqua riutilizzata rispetto ad acqua scaricata: _____

presenza di ulteriore trattamento dopo impianto di depurazione SI . NO .

tipologia trattamento _____

(riportare nella sezione rifiuti, eventuali residui derivanti dal trattamento)

Osservazioni _____

 SEZIONE 6.1

TABELLA RIEPILOGATIVA ACQUE DI PROCESSO E DI RAFFREDDAMENTO

Fasi di lavorazione	Approvvigionamento	m ³ /anno prelevati/utilizzati	m ³ /anno riutilizzati	Trattamento *	m ³ /anno Scaricati	recettore	Parametri controllati dal SCC in trattamento/scarico	Gestione e manutenzione imp. Trattamento	Tipologia delle acque **

* F=fisico;C=chimico;B=biologico
 **P=processo;R=raffreddamento;T=tecnologiche (lavaggi,ecc.); D=dilavamento



SCHEDA TECNICA
Sopralluogo in azienda
per controllo integrato

SEZIONE 6.2

AUTORIZZAZIONI ALLO SCARICO

<i>tipologia*</i>	<i>Ente autorizz.</i>	<i>N° provvedimento</i>	<i>del</i>	<i>scadenza</i>

*domestico, processo, raffreddamento, dilavamento, altro

La situazione riscontrata corrisponde alla documentazione allegata all'autorizzazione SI . NO .
Nell'atto autorizzativo sono previste specifiche prescrizioni SI . NO .

Quali? _____

Osservazioni _____

SEZIONE 6.3

IMPIANTO DI DEPURAZIONE E TRATTAMENTO REFLUI

Tipo: fisico chimico biologico

Potenzialità depurativa mc/h:

sezioni componenti l'impianto: _____

grigliatura manuale/automatica dissabbiatura ossidazione primaria

ossidazione secondarie sedimentazione _____

Riportare lo schema a blocchi (o descrizione dell'impianto di depurazione):

Anno di costruzione impianto di trattamento reflui industriali _____

eventuali modifiche _____

vi è personale addetto all'impianto di trattamento reflui industriali SI . NO

Osservazioni: _____



SCHEDA TECNICA
Sopralluogo in azienda
per controllo integrato

Produzione fanghi

Sistema di stoccaggio/ispessimento fanghi _____

Esiste sistema di disidratazione dei fanghi ? SI NO

quale ? _____ Filtropressa nastropressa centrifuga altro

Recapito finale fanghi:

agricoltura: Provvedimento autorizzativo N° _____

Ente _____

*(riportare i quantitativi nella scheda rifiuti)

Osservazioni: _____

Rete fognaria interna

Sono disponibili planimetrie aggiornate SI . NO . (anno _____)

Sono individuabili le reti delle diverse acque utilizzate (civili, di raffreddamento e di processo) SI . NO .

Osservazioni _____

Tipo di scarico (totale o dei reflui industriali):

periodico orario scarico _____

continuo _____

discontinuo _____

Punti di scarico:

esiste un solo punto di scarico con convogliamento di tutte le acque SI . NO

il punto di scarico/i è accessibile SI . NO

è presente un manufatto adeguato per la formazione del campione SI . NO

Osservazioni _____

SEZIONE 6.4

CARATTERISTICHE DEL CORPO IDRICO RICETTORE

Indicare se vi è presenza d'acqua : costante < 120gg

Indicare la portata: mc/sec o mc/h

qualità dell'acqua a monte dello scarico* :

qualità dell'acqua a valle dello scarico* :

*solo se ritiene necessaria tale valutazione



SCHEDA TECNICA
**Sopralluogo in azienda
per controllo integrato**

SEZIONE 7

RUMORE

Piano di zonizzazione acustica SI . NO .

E' stata presentata la valutazione di impatto acustico ambientale ex art. L. 447/1995? SI . NO .

Osservazioni _____

Sorgenti di rumore che sono poste all'esterno dei reparti aziendali:

Sorgente	SI/NO	N° apparecchi
forni		
motori elettrici		
imp. di condizionamento/refrigerazione		
imp. di depurazione		
imp. di stoccaggio		
imp. di frantumazione		
imp. di movimentazione merci interno azienda		
altro (specificare).....		

Ricettori sensibili	SI/NO	Distanza
Casa civile abitazione		
Scuola		
ospedale		
altro (specificare).....		

Osservazioni _____

	SCHEDA TECNICA Sopralluogo in azienda per controllo integrato	
---	--	--

SEZIONE 8

AREA DI STOCCAGGIO

(Localizzare su una planimetria di stabilimento, da acquisire in copia, serbatoi, magazzini ed aree travaso con i corrispondenti n. identificativi)

N° del punto di stocc.	Prodotti stoccati	Stato fisico	Frase di rischio	Quantità massime stoccate (capacità mc)	Dispositivi di sicurezza	Serbatoio interrato / poggiato al suolo	Pavimentazione e sistemi di contenimento	Destinazione	Manutenzione	Stato

* **C**= cordoli, **P**= pozzetti stagni, **A**= antitraboccamento, **D**= doppia parete, **D1**= doppia parete con sistema rilevamento perdite nell'intercapedine **B**= bacino di contenimento, **B1**=bacino di contenimento impermeabilizzato, **I**=indicatori (specificare 1=di livello, 2=di pressione, 3=di temperatura, 4=altro), **S**= sfiati, **AI**= protezione antincendio (1=idranti, 2=lance, 3=anello di raffreddamento, 4=altro), **X**= altro (specificare).

** 1= in uso, 2= da bonificare, 3= bonificato

MAGAZZINI MATERIE PRIME E/O PRODOTTI FINITI

N.	Caratteristiche strutturali	Dotazioni di sicurezza	Note
	Area (m ²) _____ Altezza complessiva (m) _____ N. piani _____ N. compartimenti _____ <input type="checkbox"/> Aperto _____ <input type="checkbox"/> Chiuso _____	<input type="checkbox"/> Rilevatori* _____ _____ <input type="checkbox"/> Protezioni antincendio ** _____ _____ <input type="checkbox"/> Ventilazione forzata _____ _____	
	Area (m ²) _____ Altezza complessiva (m) _____ N. piani _____ N. compartimenti _____ <input type="checkbox"/> Aperto _____ <input type="checkbox"/> Chiuso _____	<input type="checkbox"/> Rilevatori* _____ _____ <input type="checkbox"/> Protezioni antincendio ** _____ _____ <input type="checkbox"/> Ventilazione forzata _____ _____	
	Area (m ²) _____ Altezza complessiva (m) _____ N. piani _____ N. compartimenti _____ <input type="checkbox"/> Aperto _____ <input type="checkbox"/> Chiuso _____	<input type="checkbox"/> Rilevatori* _____ _____ <input type="checkbox"/> Protezioni antincendio ** _____ _____ <input type="checkbox"/> Ventilazione forzata _____ _____	

* specificare il tipo di rilevatori ed il relativo numero (incendio, fumo, gas, ecc)

** specificare il tipo di protezione antincendio ed il relativo numero (estintori fissi e carrellati, impianto fisso, ecc.)

AREE TRAVASO

N.	Sostanze movimentate	Caratteristiche operazioni di travaso	Dotazioni di sicurezza	Note
	_____ _____ _____ _____	<input type="checkbox"/> Con manichette <input type="checkbox"/> Con bracci di carico <input type="checkbox"/> Operazione presidiata <input type="checkbox"/> A ciclo chiuso <input type="checkbox"/> Con inertizzazione	<input type="checkbox"/> Pavimentazione <input type="checkbox"/> Cordolatura <input type="checkbox"/> Rilevatori* _____ _____ <input type="checkbox"/> Protezioni antincendio** _____	
	_____ _____ _____ _____	<input type="checkbox"/> Con manichette <input type="checkbox"/> Con bracci di carico <input type="checkbox"/> Operazione presidiata <input type="checkbox"/> A ciclo chiuso <input type="checkbox"/> Con inertizzazione	<input type="checkbox"/> Pavimentazione <input type="checkbox"/> Cordolatura <input type="checkbox"/> Rilevatori* _____ _____ <input type="checkbox"/> Protezioni antincendio** _____	
	_____ _____ _____ _____	<input type="checkbox"/> Con manichette <input type="checkbox"/> Con bracci di carico <input type="checkbox"/> Operazione presidiata <input type="checkbox"/> A ciclo chiuso <input type="checkbox"/> Con inertizzazione	<input type="checkbox"/> Pavimentazione <input type="checkbox"/> Cordolatura <input type="checkbox"/> Rilevatori* _____ _____ <input type="checkbox"/> Protezioni antincendio** _____	

* specificare il tipo di rilevatori ed il relativo numero (gas, incendio, ecc.)

** specificare il tipo di protezione antincendio ed il relativo numero (estintori fissi e carrellati, lance, idranti, impianto sprinkler, ecc.)



**SCHEDA TECNICA
Sopralluogo in azienda
per controllo integrato**

L'azienda ha la seguente autorizzazione:	SI	NO	NON NECESSITA
Detenzione di oli minerali (D.P.R. n. 420 del 18 aprile 1994)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Detenzione di gas tossici (R.D. n. 147 del 9 gennaio 1927)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Detenzione di GPL (D.P.R. n. 420 del 18 aprile 1994)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Detenzione di esplosivi (Regio Decreto n° 773 del 18/06/1931)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Certificato di prevenzione incendi (DPR 37/98)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
L'azienda ha elaborato la valutazione dei rischi associati alle attività attraverso :			
La valutazione dei rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori ex art. 4 del D.Lgs 626/94 Data __/__/__	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
La valutazione sul rischio incendio ex art. 2 del DM 10 marzo 1998 (integrazione della valutazione ex D.Lgs 626/94) Data __/__/__	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
La valutazione sul rischio chimico ex D.Lgs 25/2002 (integrazione della valutazione ex D.Lgs 626/94) Data __/__/__	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
La valutazione sui rischi di incidenti rilevanti ex art. 5 c. 2 del D.Lgs 334/99 (integrazione della valutazione ex D.Lgs 626/94) Data __/__/__	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Osservazioni:

	SCHEDA TECNICA Sopralluogo in azienda per controllo integrato	
---	--	--

SEZIONE 9

EMERGENZE AMBIENTALI

TIPOLOGIA	n. EVENTI	CONSEGUENZE	INTERVENTI DI PREVENZIONE	SISTEMI DI GESTIONE
TOTALE				

SEZIONE 10

ELETTROMAGNETISMO

Presenza di sottostazioni di trasformazione elettrica AT/BT a servizio dell'azienda: SI . NO .

Presenza di elettrodotti che alimentano l'azienda SI . NO .

Presenza di impianto utilizzatore in Radio Frequenza (apparecchi ricetrasmittenti) SI . NO .

Altro _____

SEZIONE 11

RADIAZIONI IONIZZANTI

Presenza sorgenti radiogene SI . NO . Se si quali _____

Indicare le linee su cui sono installate e qual è l'elemento radiogeno: _____

Esempi di sostanze radiogene: dispositivi per il controllo della grammatura della carta, controlli non distruttivi su saldature; rivelatori di fumo; apparecchi radiogeni per radiografia industriale (raggi X); apparecchi per



SCHEDA TECNICA
Sopralluogo in azienda
per controllo integrato

gammagrafie industriali (portatili, contenenti sorgenti radioattive); indicatori di livello presso fonderie

SEZIONE 12

VIABILITÀ

Sostanza trasportata*	Mezzo di trasporto utilizzato**	N mezzi/anno

* Es. prodotto, materia prima ** Es. gomma, ferrovia, ecc. *** Utilizzare l'unità di misura disponibile

SEZIONE 13

AMIANTO

Presenza di coperture in cemento-amianto	SI .	NO .
- Giudizio sullo stato di conservazione dei materiali	Buono	Obsoleto
Presenza di rivestimenti isolanti di tubi e caldaie e guarnizioni in amianto	SI .	NO .
- Giudizio sullo stato di conservazione dei materiali	Buono	Obsoleto
Presenza di materiali che rivestono superfici applicati a spruzzo utilizzati quali materiali fonoassorbenti, termoisolanti e/o di resistenza al fuoco	SI .	NO .
- Giudizio sullo stato di conservazione dei materiali	Buono	Obsoleto



**SCHEDA TECNICA
Sopralluogo in azienda
per controllo integrato**

SEZIONE 14

VERIFICA QUALITATIVA DELL'IMPATTO DEL CICLO (da compilare al termine del sopralluogo)

FASE	CONSUMI - INPUT			SCARICHI - OUTPUT			
	ACQUA	EN. TER	EN.EL	EM.GAS	REFLUI	RIFIUTI	RUMORE

- + = trascurabile
- ++ = poco significativo
- +++ = significativo
- ++++ = prioritario

SEZIONE 15

SCHEDA REGISTRAZIONE ATTIVITA' (Data ultimo aggiornamento delle Sezioni)



**SCHEDA TECNICA
Sopralluogo in azienda
per controllo integrato**

Data	Operatore	Sezione	Argomenti trattati	Ore impiegate