

8° Corso di Tecnologia per Tecnici Cartari
edizione 2000/2001



Ambiente e industria cartaria: verso la chiusura del ciclo idrico alla Cartiera Modesto Cardella

di Belli Gianluca

Scuola Interregionale di Tecnologia per Tecnici Cartari

Via Don G. Minzoni, 50 - 37138 Verona



Indice

Introduzione

Salvaguardia della risorsa idrica

1- La nuova normativa ambientale IPPC

2- Il concetto di BAT applicato al consumo di acqua

3- Simulazione della chiusura del circuito delle acque dalla situazione attuale alla Cartiera Cardella

3.1 - Comportamento dell'impianto di depurazione in funzione della chiusura del circuito

3.2 - Proiezione dell'aumento di concentrazione di COD nelle acque di processo diminuendo il consumo di acqua di pozzo

3.3 - 1a ipotesi: eliminazione del reintegro di acqua fresca alla vas master

3.4 - 2a ipotesi: eliminazione del reintegro del master e utilizzo di acqua di processo (previa filtrazione) per gli spruzzi

3.5 - Caratterizzazione delle acque che confluiscono nella vasca master

3.6 - Parti del processo attuali da modificare

3.7 - Considerazioni

3.8 - Proiezione della chiusura del circuito delle acque ($5 \text{ m}^3/\text{h}$) per la produzione attuale di 20 t/h di carta

4- Studio dell'effetto della chiusura del circuito sulle caratteristiche della carta prodotta e del processo nell'ambito del progetto CRAFT I

- 4.1 - Prima fase: analisi dei circuiti delle acque con bilancio di massa e analisi della qualità delle varie acque di processo
- 4.2 - Seconda fase: determinazione della qualità d'acqua necessaria a conservare le proprietà del prodotto finale
- 4.3 - Valutazione delle variazioni in ritenzione con il trattamento attuale
- 4.4 - Valutazione delle variazioni di drenaggio sulla tavola piana
- 4.5 - Valutazione delle variazioni nella qualità del prodotto finito
 - 4.5.1 - Porosità Gurley
 - 4.5.2 - SCT
 - 4.5.3 - CMT
- 4.6 - Conclusioni
- 4.7 - Terza fase: simulazione della chiusura del ciclo delle acque mediante il programma Wingems
- 4.8 - Conclusioni

Bibliografia

Introduzione

Salvaguardia della risorsa idrica

Perché oggi si affronta il problema di un'eventuale chiusura parziale o totale di un ciclo idrico industriale? Con questa domanda voglio iniziare questa trattazione che presenterà come la ricerca in campo cartario vuole limitare i consumi di acqua, bene preziosissimo per la sopravvivenza di tutti gli organismi viventi, e quindi ridurre al minimo le emissioni idriche in corsi d'acqua comuni.

Da sempre il mondo dell'industria cartaria si è trovato di fronte al problema dell'impatto ambientale, anche in maniera abbastanza dura. La sempre crescente richiesta di un prodotto esente da difetti da una parte (e quindi un maggior utilizzo di soluzioni chimiche), e il mondo delle teorie ambientaliste dall'altra (emissioni in atmosfera troppo alte, emissioni in corsi d'acqua troppo elevate) hanno spinto i grandi paesi durante l'incontro del 1999 (svoltosi a KIOTO) a far rientrare entro certi limiti le emissioni per l'anno 2007. Il percorso sarà comunque molto lungo e altrettanto difficile da attuare.

Ritornando al problema della salvaguardia della risorsa idrica possiamo dire che oggi il consumo d'acqua pro-capite si è sviluppato in maniera abbastanza proporzionale rispetto al progredire della civiltà e del benessere umano. Nel 1900 si calcolava che per gli usi domestici in una città di medie dimensioni si avesse un consumo di circa 60 l/per abitante: oggi in una città che conta circa 100.000 persone si calcola un consumo pari a 200 l/giorno, mentre sale a circa 300-320 l/giorno per città di maggiori dimensioni. Bisognerà quindi considerare oltre ai consumi cittadini, anche quelli industriali e quelli agricoli. Gli stessi consumi potranno variare a seconda delle stagioni e delle condizioni climatiche.

L'approvvigionamento idrico per uso potabile viene ottenuto grazie a prelievi di acqua sotterranea dalla falda freatica, da sorgenti naturali e da acque di superficie. Se il prelievo è fatto da corsi d'acqua alla loro origine, generalmente non occorrono trattamenti di depurazione; se il prelievo è fatto da laghi e fiumi in zone abitate, le acque sono potabili solo dopo un

adeguato trattamento. Gli impianti di potabilizzazione delle acque sono sempre più diffusi, sia perché è sempre più difficile avere acqua grezza di qualità potabile, sia perché gli impianti garantiscono una qualità di acqua sufficientemente costante anche nel caso di periodi di magra o di piena dei corsi d'acqua. Per l'approvvigionamento di acqua potabile in zone con limitate precipitazioni e prive di corsi d'acqua di sorgenti perenni, come alcune isole e zone costiere, si ricorre alla dissalazione di acqua ad alto contenuto salino o dell'acqua di mare. Per le acque industriali ugualmente si fa ricorso alle varie disponibilità, con preferenza alle acque sotterranee per il raffreddamento, ove possibile, data la più bassa temperatura di queste.

Per le acque industriali è possibile in taluni casi usare acque a purezza non elevata che non possono essere usate come potabili; si fa ricorso principalmente alle acque superficiali per le quali talvolta bastano trattamenti primari di depurazione.

Dati i forti consumi idrici domestici, urbani, agricoli e industriali, è sempre più necessario il riciclaggio delle acque; la legislazione di ogni paese tende a imporre questa tecnica, sia attraverso severe disposizioni per gli scarichi delle acque reflue, sia attraverso pesanti oneri sul prelievo delle acque.

Perciò il problema dell'approvvigionamento va considerato insieme a quello dell'inquinamento idrico e l'obiettivo da raggiungere è quello di un'utilizzazione del patrimonio idrico responsabile, che consideri l'acqua un bene indispensabile ma non infinito.

Quindi le industrie cartarie, si troveranno a dover affrontare costi molto alti derivati dai processi tecnologici per la riduzione dell'impatto ambientale. La tendenza sarà quella di recuperare parte delle spese sostenute nel trattamento dei reflui con il riutilizzo dei materiali riciclabili nel processo produttivo.

La tecnologia attualmente disponibile e che potrà essere nel futuro migliorata, permette da una parte di utilizzare per il primo impiego acque di ogni tipo e di restituire ai bacini idrici acque di scarico che non ne modificano le caratteristiche; un opportuno riciclaggio può altresì permettere un ripetuto impiego delle stesse acque, eliminando quegli sprechi che oggi si fanno, considerando l'acqua come un bene inesauribile e di basso costo.

1. La nuova normativa ambientale IPPC

Lo scopo del lavoro che ho svolto è focalizzato a comprendere quali problemi si presenteranno quando gli effluenti liquidi delle cartiere dovranno allinearsi, oltre che al D.L. **152/1999**, anche alle indicazioni del DRAFT IPPC (direttiva **96/61**), recepita parzialmente con il decreto legislativo 4 agosto 1999, numero **372**, che regola il rilascio, il rinnovo e il riesame dell'autorizzazione integrata ambientale (c.d. AIA) per gli impianti con produzione giornaliera superiore a 20 tonnellate di carta, cartone e pasta per carta.

Il decreto **372** si applica agli impianti esistenti, mentre è in fase di definizione la regolamentazione (al 1 settembre 2001) degli impianti nuovi o sottoposti a modifica sostanziale.

Per quanto riguarda gli impianti esistenti, nel decreto sopramenzionato è stato indicato un programma di applicazione della direttiva:

- entro il **30 giugno 2002** l'autorità competente dovrà stabilire il calendario delle scadenze per la presentazione delle domande di autorizzazione integrata ambientale;
- entro il **30 ottobre 2004** tutti i procedimenti dovranno essere conclusi;
- entro un termine che dovrà essere definito nel corso dell'iter autorizzativo stesso, e che comunque non potrà essere successivo al 30 ottobre 2007, l'azienda dovrà provvedere ad applicare le prescrizioni contenute nell'autorizzazione.

Gli obiettivi e i principi della politica ambientale comunitaria, mirano a prevenire, ridurre e per quanto possibile, eliminare l'inquinamento intervenendo innanzitutto alla fonte, nonché garantendo una gestione accorta delle risorse naturali, nel rispetto del principio *chi inquina paga* e del principio della prevenzione. La priorità comunque è assegnata alla riduzione integrata dell'inquinamento quale elemento fondamentale della tendenza verso un equilibrio più sostenibile tra attività umane e sviluppo socioeco-

nomico, da un lato, risorse e capacità rigenerative della natura dall'altro. Si è stabilito altresì che per ridurre l'inquinamento bisogna attuare un'azione a livello comunitario per modificare e completare l'attuale normativa comunitaria in materia di prevenzione e riduzione dell'inquinamento dovuto a impianti industriali. Si stabilisce così un quadro per attuare quanto sopra detto in maniera integrata, si prevedono cioè misure necessarie per assicurare l'attuazione della norma al fine di raggiungere un elevato livello di protezione dell'ambiente nel suo complesso. Lo sviluppo e lo scambio di informazioni, a livello comunitario, delle migliori tecniche disponibili (BAT, di cui tratteremo nel capitolo successivo) contribuiranno a correggere il differente grado di consapevolezza tecnologica esistente nella comunità, nonché a diffondere in tutto il mondo i valori limite stabiliti e le suddette tecniche per aiutare gli Stati membri ad attuare in modo efficiente la direttiva. In questo modo la Comunità Europea intende imporre lo sfruttamento delle massime potenzialità dell'impianto in termini di prevenzione o, dove ciò non sia possibile, di riduzione dell'inquinamento. Per ottenere il più alto grado di protezione dell'ambiente, l'azienda è tenuta perciò ad applicare le migliori tecniche disponibili, o altre tecniche equivalenti per efficacia.

Le migliori tecniche disponibili sono determinate secondo criteri di migliore efficienza ambientale, compatibilmente con le possibilità economiche dell'azienda e con la disponibilità delle stesse sul mercato europeo.

La direttiva impone, nella valutazione dei limiti alle emissioni e nell'applicazione delle BAT, che si valutino le prestazioni ambientali su tutti i settori (aria, acqua, suolo, ecc.) in maniera *integrata*, al fine di evitare il trasferimento di inquinamento da un settore all'altro. Ad esempio, l'applicazione di una tecnica di riduzione dell'inquinamento delle acque, non può portare a un incremento nella produzione di rifiuti solidi tale da rendere il sistema produttivo, nel suo complesso più inquinante.

In particolare, il coordinamento richiesto all'approccio integrato previsto dalla direttiva si applica alle emissioni in aria e acqua, alla gestione dei rifiuti, all'utilizzo dell'energia, alla gestione delle emergenze, alla dismissione dell'attività produttiva.

La direttiva richiede pertanto all'azienda di effettuare un'attenta analisi del processo produttivo, dell'impatto ambientale derivante e delle possibili vie di miglioramento, non più sulla base di limiti comuni prestabiliti,

ma nell'ottica dell'eccellenza e del miglioramento.

La direttiva IPPC richiede altresì che vengano redatti, con scadenze regolari, relazioni sull'attuazione e sull'efficacia della stessa direttiva. Bisogna considerare che la direttiva riguarda quegli impianti aventi un grande potenziale di inquinamento a livello locale. Tutte le domande inerenti alla costruzione di nuovi impianti e/o modifiche degli stessi, che possono avere un effetto negativo e rilevante bisognerà porle direttamente allo Stato membro che può essere coinvolto. Altresì, a livello comunitario, si potrà manifestare l'esigenza di intervenire per fissare i valori limite di emissione per talune categorie di impianti e di sostanze inquinanti considerate all'interno della direttiva; il consiglio quindi definirà tali valori limite di emissione secondo le disposizioni del trattato.

Di seguito si riporta la domanda di autorizzazione per procedere alla costruzione di nuovi impianti e/o per apportare nuove modifiche:

1. Gli stati membri prendono le disposizioni necessarie affinché una domanda di autorizzazione presentata all'autorità competente contenga la descrizione:

- dell'impianto, del tipo e della portata delle sue attività;
- delle materie prime e secondarie, delle sostanze e dell'energia usate o prodotte dall'impianto;
- delle fonti di emissione dell'impianto;
- dello stato del sito di ubicazione dell'impianto;
- del tipo e dell'entità delle prevedibili emissioni dell'impianto in ogni settore ambientale nonché un'identificazione degli effetti significativi delle emissioni sull'ambiente;
- della tecnologia prevista e delle altre tecniche per prevenire le emissioni dell'impianto oppure, qualora ciò non fosse possibile, per ridurle;
- ove necessario, della misura di prevenzione e di recupero dei rifiuti prodotti dall'impianto e delle altre misure previste per ottemperare agli obblighi fondamentali del gestore;
- delle misure previste per controllare le emissioni nell'ambiente.

Detta domanda di autorizzazione deve contenere anche una sintesi non tecnica dei dati di cui ai trattini precedenti.

2. Se i dati forniti secondo i requisiti previsti dalla direttiva **85/337** CEE oppure un rapporto di sicurezza elaborato secondo la direttiva **82/501** CEE del Consiglio, del 24 giugno 1982, sui rischi di incidenti rilevanti connessi con determinate informazioni fornite secondo qualunque altra normativa rispettano uno dei requisiti di cui al presente articolo, tali informazioni possono essere incluse nella domanda di autorizzazione o essere a essa allegate.

Come già precedentemente detto, uno Stato dopo aver verificato l'effettiva sicurezza dell'impianto si deve impegnare a riesaminare periodicamente e quindi ad aggiornare se necessario, le condizioni dell'autorizzazione. Così si potrà verificare:

- se il livello delle emissioni è alto;
- se le BAT hanno subito modifiche sostanziali che consentano una notevole riduzione delle emissioni senza imporre costi eccessivi;
- se la sicurezza di esercizio del processo o dell'attività richiede altre tecniche, cioè nuove disposizioni legislative comunitarie o dello Stato membro nel caso le esigano.

Da parte del gestore dell'impianto vi sono delle regole da rispettare affinché tutte le condizioni dell'autorizzazione siano rispettate:

- deve informare l'autorità competente sulle emissioni con scadenze ben precise;
- deve informare tempestivamente nel caso vi siano inconvenienti o incidenti che possano incidere in modo significativo sull'ambiente;
- deve dare la massima collaborazione durante i controlli, per il prelievo di campioni;
- raccogliere qualsiasi informazione necessaria allo svolgimento dei compiti ai fini della direttiva in oggetto.

La direttiva prevede altresì che il pubblico possa accedere all'informazione sulla procedura di autorizzazione, in maniera che si possano esprimere le proprie osservazioni, prima della decisione dell'autorità competente. Altresì l'ente di controllo si impegnerà a rendere pubblici i risultati dei controlli oltre ai vari aggiornamenti dell'impianto.

L'autorizzazione deve inoltre contenere i requisiti di controllo delle emissioni, la metodologia di misurazione e la frequenza. Devono infine essere tenute in considerazione le condizioni diverse da quelle di esercizio, quali le fasi di avviamento e di fermata dell'impianto, di manutenzione e di arresto definitivo.

Per l'ottenimento dell'autorizzazione finale, la possibilità di presentare della documentazione tecnica certificata da un soggetto terzo, quali, ad esempio, le procedure operative interne, la relazione di un istituto di ricerca o l'analisi di un laboratorio esterno, potrà essere di ausilio all'azienda per sostenere con maggiore credibilità le proprie posizioni. Il decreto legislativo **372/99** stesso consente di utilizzare, al fine dell'ottenimento dell'autorizzazione, la documentazione precedentemente presentata in ottemperanza di precedenti disposizioni o relative alla certificazione del sistema di gestione ambientale secondo il regolamento **EMAS** o la norma **ISO 14001**.

L'autorizzazione ha una validità di 5 anni, estesa a 8 nel caso in cui il sito sia registrato **EMAS**.

Con la direttiva IPPC, per la prima volta l'amministrazione si trova ad affrontare le problematiche ambientali di un singolo settore. La preparazione tecnica dell'autorità competente dovrà perciò essere tale da poter consentire una corretta valutazione della situazione e l'azienda dovrà valutare la competenza dell'interlocutore, al fine di rendere più efficace la propria comunicazione.

In conclusione si può dire che la nuova norma, che ha una valenza importante perché una volta a regime inciderà sul sistema delle autorizzazioni ambientali, introduce un approccio di tipo orizzontale ai problemi ambientali (sarà necessario considerare l'impatto complessivo degli impianti) e prevede l'obbligo per il gestore di adottare le migliori tecniche disponibili di prevenzione e controllo dell'inquinamento.

2. Il concetto di BAT applicato al consumo di acqua

BAT è l'acronimo di *Best Available Techniques*, ovvero le migliori tecniche disponibili. Secondo la definizione data dalla Comunità Europea, la BAT è 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 a evitare, oppure, ove ciò non si riveli possibile, a ridurre in modo generale le emissioni e l'impatto sull'ambiente nel suo complesso. Per **Tecniche** si intendono sia le tecniche impiegate sia le modalità di progettazione, costruzione, manutenzione, esercizio e chiusura dell'impianto. **Disponibili** qualifica le tecniche sviluppate su scala che ne consenta l'applicazione in condizioni economicamente e tecnicamente valide nell'ambito del pertinente comparto industriale, prendendo in considerazione i costi e i vantaggi, indipendentemente dal fatto che siano o meno applicate o prodotte nello Stato Membro di cui si tratta, purché il gestore possa avervi accesso a condizioni ragionevoli. **Migliori** qualifica le tecniche più efficaci per ottenere un elevato livello di protezione dell'ambiente nel suo complesso.

Dalla definizione si evince come nella valutazione delle varie tecniche, al fine di individuare le BAT, si debba tenere in considerazione la sostenibilità, sia da un punto di vista tecnico che economico, delle stesse. La valutazione finale sulla *disponibilità* di una tecnica può però essere compiuta solo a livello di singolo stabilimento.

E' da notare, inoltre, come con il termine tecnica si voglia intendere non solo le tecnologie e le soluzioni impiantistiche applicate presso lo stabilimento, ma anche le pratiche operative e gestionali, la manutenzione e il controllo.

Nella definizione dei limiti alle emissioni, e delle migliori tecniche disponibili attraverso cui raggiungere i limiti stessi, l'amministrazione pubblica si deve attenere secondo quanto riportato nell'allegato IV della direttiva IPPC, alle seguenti considerazioni:

- 1) impiego di tecniche a scarsa produzione di rifiuti;

- 2) impiego di sostanze meno pericolose;
- 3) sviluppo di tecniche per il recupero e il riciclo delle sostanze emesse e usate nel processo, e, ove opportuno, dei rifiuti, con riferimento anche al decreto legislativo 5 febbraio 1997, numero **22** e successive modificazioni e integrazioni (decreto Ronchi);
- 4) processi, sistemi o metodi operativi comparabili, sperimentati con successo su scala industriale;
- 5) progressi in campo tecnico ed evoluzione delle conoscenze in campo scientifico;
- 6) natura, effetti e volume delle emissioni in questione;
- 7) date di messa in funzione degli impianti nuovi o esistenti;
- 8) tempo necessario per utilizzare una migliore tecnica disponibile;
- 9) consumo e natura delle materie prime ivi compresa l'acqua usata nel processo ed efficienza energetica;
- 10) necessità di prevenire o di ridurre al minimo l'impatto globale sull'ambiente delle emissioni e dei rischi;
- 11) necessità di prevenire gli incidenti e di ridurre le conseguenze per l'ambiente;
- 12) informazioni pubblicate dalla Commissione Europea ai sensi dell'articolo **16**, paragrafo **2** (ovvero il BAT *Reference Report*) o da organizzazioni internazionali.

Da notare come nel testo della direttiva si faccia preciso riferimento alla necessità di tenere in considerazione i costi e i benefici che possono derivare dall'applicazione delle BAT. Fondamentale per l'azienda è preparare la documentazione tecnica necessaria volta a dimostrare l'efficacia delle tecniche adottate e delle scelte compiute. Un'accurata valutazione del rapporto *costi/benefici* è lo strumento primario per accertare la consistenza di una BAT, tutelando, al contempo, l'effettiva protezione dell'ambiente e l'interesse dell'azienda. Attraverso i suddetti strumenti l'azienda ha la possibilità di dimostrare la necessità di adottare determinate soluzioni e di giustificare le proprie scelte. Ad esempio i diversi livelli di costo delle materie prime, dell'energia o della manodopera possono determinare condizioni locali particolari che portano a scelte diverse anche a livello impiantistico, che non troverebbero altrimenti giustificazione.

Nasce con le BAT anche il BREF (acronimo di BAT Reference Report - Rapporto sulle migliori tecniche disponibili) ed è il risultato dello *scambio di informazioni* tra gli Stati membri previsto dall'art. 16 della direttiva. La Commissione Europea DG Ambiente, responsabile dell'applicazione del sopramenzionato articolo, ha incaricato l'IPTS, istituto di ricerca europeo di base a Siviglia, della stesura di un rapporto sulle migliori tecniche disponibili per i vari settori industriali, tra cui quello cartario. A questo lavoro hanno partecipato esperti in rappresentanza degli Stati Membri, dell'industria e di varie organizzazioni non governative.

Il documento non vuole essere esaustivo e dovrà essere periodicamente aggiornato, in base all'evoluzione tecnologica del settore. Esso dovrà contenere informazioni sui processi produttivi del settore industriale, gli impatti ambientali associati e le migliori tecniche disponibili per la prevenzione o la riduzione dell'inquinamento.

Il BREF Report per l'industria cartaria è composto da sette capitoli, a cui si aggiungono altre sezioni, quali gli allegati, il sommario, ecc.

Le informazioni di maggiore interesse per le aziende sono contenute nella parte compresa tra il capitolo 2 e il capitolo 6. Ognuno dei capitoli compresi in questa parte prende in esame un processo produttivo del settore, secondo il seguente schema:

- **Capitolo 2:** produzione di pasta chimica al solfato;
- **Capitolo 3:** produzione di pasta chimica al solfito;
- **Capitolo 4:** produzione di pasta meccanica e semi-chimica;
- **Capitolo 5:** produzione di carta a base macero;
- **Capitolo 6:** produzione di carta a base fibra vergine.

Questi cinque capitoli presentano una struttura interna tra loro simile, che può essere così rappresentata:

1. attuali tecniche e processi applicati;
2. attuali livelli di emissione e consumo;
3. tecniche che devono essere tenute in considerazione nella determinazione delle BAT;
4. migliori tecniche disponibili;
5. tecniche emergenti.

Nel **sottocapitolo 1** riguardante le attuali tecniche applicate nel settore vengono illustrate le principali fasi produttive, spesso accompagnate da schemi e diagrammi di flusso esemplificativi. Viene inoltre fornita una breve descrizione dei principali prodotti che possono rientrare nella definizione del processo in oggetto.

Nel **sottocapitolo 2** il processo viene scomposto nelle sue singole fasi e, per ognuna di esse, vengono divulgate informazioni relative agli impatti su aria, acqua, il consumo di materie prime ed energia, la produzione di rifiuti e il rumore. In molti casi vengono aggiunti esempi e comparazioni di impianti in esercizio in Europa.

Nel **sottocapitolo 3** si descrivono le tecniche atte a divenire BAT. Per ognuna di esse viene fornita una concisa descrizione, seguita da un'analisi dei vantaggi e degli svantaggi a esse correlati, i limiti nell'applicabilità e il contributo che viene dato alla prevenzione dell'inquinamento nei vari media. Poche sono invece le informazioni sugli aspetti economici a esse associate e sulla loro integrazione in impianti preesistenti. Le singole aziende, in funzione anche della loro realtà produttiva, dovranno perciò sviluppare autonomamente questi aspetti, per avere un quadro realmente completo dell'applicabilità di una data tecnica.

Il **sottocapitolo 4** presenta l'elenco delle tecniche che, per efficacia e applicabilità, rientrano nella definizione di BAT. Esse sono divise in:

- misure generali;
- misure per la riduzione delle emissioni in acqua;
- misure per la riduzione delle emissioni in aria;
- misure per la riduzione della produzione dei rifiuti solidi;
- misure per il risparmio energetico;
- misure per la riduzione delle emissioni sonore;
- misure per l'impiego di additivi chimici.

I livelli che interessano dal punto di vista delle emissioni in acqua sono i seguenti:

- Domanda biologica di ossigeno (BOD₅)
- Domanda chimica di ossigeno (COD)
- Solidi sospesi totali (TSS)
- Sostanze organiche alogenate adsorbibili (AOX)
- Fosforo totale (P)
- Azoto totale (N)
- Volume di acque di processo reflue

Va sottolineato il fatto che i valori a cui si farà riferimento, delle emissioni riportati nel BREF Report, associati all'applicazione delle BAT, non saranno dei limiti alle emissioni direttamente applicabili, ma piuttosto dei valori indicativi in grado di rappresentare un impianto *standard*, in particolare rispetto alla sua capacità produttiva e alla tipologia di prodotto. Nell'applicazione pratica, questi valori vanno pertanto interpretati sulla base delle caratteristiche del proprio impianto e della produzione. Ad esempio, non ci si potrà attendere le solite prestazioni da parte di due impianti che producono la stessa tipologia di prodotto, ma con diversi livelli di qualità. La ricerca di una migliore qualità comporterà, necessariamente, un maggior numero di scarti di lavorazione, con conseguente aumento del consumo idrico e delle emissioni a esso associate. Lo stesso concetto potrà essere applicato agli impianti di diversa età o capacità produttiva.

Sarà quindi necessario che le aziende effettuino un'attenta valutazione del proprio processo produttivo, cercando di confrontare la struttura impiantistica di cui si dispone con quanto confrontato nel BREF Report, integrandolo con i vincoli posti dalle condizioni locali particolari che non trovano posto in un documento generale quale è il BREF Report. In questo modo si potrà disporre delle informazioni necessarie per programmare le future attività e indirizzare la negoziazione con l'amministrazione pubblica.

Il BREF Report a oggi è il più completo e aggiornato documento di tecnica cartaria volto alle problematiche ambientali e nel tempo diverrà uno dei principali punti di riferimento dell'autorità competente per l'applicazione della direttiva IPPC.

Le maggiori problematiche che si incontreranno saranno:

- classificazione del proprio impianto (problematiche legate alla diversità di prodotti fabbricati in uno stesso stabilimento);
 - l'azienda deve *giustificare* il proprio prodotto per discostarlo dal prodotto *standard*. Questo per avere un raggio di azione più ampio dal punto di vista delle emissioni;
 - trovare il preciso posizionamento all'interno dello schema proposto dal BREF Report (necessario per potersi confrontare con informazioni derivanti da dati raccolti a livello nazionale ed europeo).
- Compilazione del *Registro Europeo delle Emissioni Inquinanti (EPER)*.

Al fine di mettere in rilievo l'eventuale specificità dell'impianto, e quindi individuarne gli elementi di differenziazione rispetto a quanto contenuto nel BREF Report, si devono tenere in considerazione tutti quei fattori che possono influire sulle prestazioni ambientali. Tra questi possiamo evidenziare:

la dimensione dell'impianto: la situazione italiana rientra negli impianti di piccole dimensioni e quindi mal si adatta alla calibrazione delle prestazioni dei grossi impianti europei, riportata dal BREF Report;

l'età dell'impianto: il BREF Report non fa distinzione tra impianti nuovi e già esistenti. Quindi ritiene applicabili le BAT su qualsiasi tipo di impianto. Sarà cura dell'azienda attraverso un'accurata valutazione stabilire la non applicabilità di una tecnica, con materiale tecnico ben documentato. Nel caso si incorresse nel problema suddetto, sarà compito dell'azienda ricercare la migliore tecnica per gestire al meglio quanto richiesto dal legislatore, in base alla direttiva IPPC e quindi perseguire il più alto grado di protezione dell'ambiente;

le materie prime impiegate: la scelta delle materie prime influenza le prestazioni ambientali del processo produttivo in ogni aspetto, dalla produzione di rifiuti, alle emissioni in acqua ecc. La direttiva IPPC non può condizionare le scelte degli operatori, (tipo di macero utilizzato, qualità dell'acqua di cui l'azienda è asservita) che sono spesso legate a fattori esterni, quali la disponibilità, a livello locale, di materie prime, l'andamento dei

prezzi e la qualità del prodotto finito voluta. Un'eccezione è prevista per quanto riguarda gli additivi chimici pericolosi per i quali il BREF Report, richiede, per quanto sia possibile tecnicamente, la sostituzione con analoghi prodotti ma con un minore impatto ambientale;

la qualità del prodotto finito: le prestazioni ambientali sono influenzate dal tipo di prodotto e dalla sua qualità. Il consumo idrico, è collegato sia a fattori accidentali come scarti di lavorazione, rotture ecc., sia alle normali attività lavorative che riguardano cambi di grammatura e colore;

il conferimento degli scarichi: i costi elevati e la richiesta di particolari competenze ha portato spesso le piccole aziende a conferire gli scarichi idrici in impianti consortili o pubblici. Il BREF Report ritiene che ci sia uguaglianza tra impianti di trattamento delle acque in sito e consortili, purché i risultati dell'abbattimento dell'inquinamento percentuale siano simili. La scelta però di affiancarsi a un impianto consortile, non dispensa l'azienda dall'adottare tutti i metodi necessari per l'abbattimento massimo del carico di inquinante. Sarà comunque importante, valutare le caratteristiche dell'ambiente circostante che potranno determinare scelte a livello locale differenti;

la chiusura dei cicli: il BREF Report pone particolare attenzione alla ricerca per la riduzione del consumo idrico. Questo è infatti un importante impatto del processo di produzione della carta. La ricerca di una maggiore chiusura dei cicli porta però in alcuni casi a conseguenze ben più negative per l'ambiente, che dovranno essere attentamente valutate a livello locale. Il maggiore utilizzo di additivi chimici, in particolare biocidi, l'aumento di scarti di produzione e i fenomeni di corrosione possono determinare impatti negativi sull'ambiente che, se superano un certo limite, possono superare i benefici dovuti alla riduzione del consumo idrico;

la legislazione nazionale e regionale: nella determinazione dei limiti alle emissioni per i singoli impianti si devono tenere in considerazione anche i vincoli pre-esistenti dovuti alla legislazione ambientale emanata dallo Stato o dalla Regione in cui l'impianto sussiste. L'autorizzazione ambientale integrata, determinata secondo i principi della direttiva IPPC

non può, infatti, porre limiti meno stringenti di quelli previsti dalla legislazione locale vigente. Così si arriva all'impossibilità di raggiungere alcuni traguardi fissati dal BREF Report;

check-list sull'applicazione delle migliori tecniche disponibili o di tecniche alternative: all'interno del BREF Report sono state analizzate molte soluzioni tecniche e gestionali, candidate a farle divenire BAT. Grazie a questi studi una parte di esse sono state scelte in base a considerazioni tecniche ed economiche. Esistono anche le *Tecniche emergenti*, non ancora applicate a livello industriale, per motivi economici o perché non è stata del tutto dimostrata la loro validità ambientale. Importante è sottolineare che le BAT sopraelencate non devono essere considerate obbligatorie. La scelta sia sul numero che sulla qualità, deve essere compiuta dall'azienda che dovrà garantire l'obiettivo finale di protezione dell'ambiente.

La reale applicabilità delle tecniche deve essere verificata direttamente sul singolo impianto, in quanto le condizioni locali possono influenzare in maniera determinante sia il profilo tecnico che gestionale.

Ecco qui di seguito elencate le migliori tecniche disponibili relative al processo di produzione di pasta a base macero e produzione integrata di carta, quelle che poi interesseranno la *Cartiera Modesto Cardella* presa in esame per la stesura di questa relazione.

Misure generali

- Addestramento, tirocinio e sensibilizzazione degli operatori;
- Ottimizzazione del controllo dei parametri di processo;
- Mantenimento dell'efficienza delle attrezzature e degli impianti;
- Applicazione dei principi e dei sistemi di gestione ambientale.

Misure per la riduzione delle emissioni in acqua

- separazione delle acque di processo a diverso contenuto di inquinanti e riciclo delle stesse;
- gestione ottimale delle acque, loro chiarificazione tramite filtrazione, sedimentazione o flottazione, e riutilizzo;
- riduzione dei consumi idrici attraverso la rigida separazione dei flussi e riciclo;
- impiego di acque chiarificate tramite flottazione per la disinchiostrazione;
- installazione di un bacino di equalizzazione e di un sistema di trattamento primario delle acque reflue;
- trattamento biologico anaerobico seguito da un trattamento aerobico delle acque reflue. Preferibile per impianti senza disinchiostrazione;
- parziale riutilizzo delle acque provenienti dalla depurazione biologica. L'applicabilità va valutata nei singoli casi e potrebbe richiedere anche trattamenti terziari aggiuntivi;
- trattamento in ciclo di specifiche acque di processo. La totale chiusura del ciclo non ha invece la necessaria efficienza.

Misure per la riduzione della produzione di rifiuti solidi

- minimizzare la produzione di rifiuti e loro recupero, riutilizzo o riciclo, per quanto possibile;
- separazione alla fonte dei rifiuti;
- ottimizzare il recupero di fibra dal macero;

- ottimizzazione delle fasi di selezione e pulizia dell'impasto;
- trattamento delle acque con flottatore per il recupero di fibra e cariche;
- pre-trattamento delle acque reflue in depuratore biologico anaerobico.

Per dovere di precisione vi sono altre due tipi di misure (riguardanti il consumo energetico e quindi sua riduzione e le emissioni in aria) che però non rientrano nella stesura-studio di questa relazione.

- *Check-list delle prestazioni ambientali*: quando si saranno identificati gli indicatori ambientali idonei per il settore e le relative migliori tecniche disponibili, sarà possibile determinare i livelli di emissione ottenibili. Il BREF Report in questo caso riporta dei valori di riferimento seguendo la stessa classificazione merceologica utilizzata per la presentazione delle BAT. Vi sono però forti disuguaglianze presentate a livello internazionale; i valori di riferimento non sono espressi da un singolo numero, ma da un campo compreso tra un minimo e un massimo.

Rimane la perplessità, espressa anche dal Ministero dell'Ambiente Italiano in una lettera inviata alla Commissione Europea in data 20 luglio 2000, che i valori di riferimento riportati nel BREF Report, siano concretamente raggiungibili contemporaneamente dall'industria (purché si sia dimostrato in esempi industriali europei), la problematica diventa l'insostenibile aggravio economico dal punto di vista delle tecniche e tecnologie realmente applicate. I valori del BREF Report vengono ricavati grazie a medie annuali, non vengono presi in considerazione casi sporadici, stagionali oppure causati da incidenti.

E' importante sottolineare la differenza nella concezione di questi valori, in riferimento particolare, all'attuale normativa italiana che, nel decreto legislativo **152** (ex Legge Merli) prevede dei limiti alle emissioni che si applicano al prelievo nell'arco di tre ore. Inoltre, il BREF misura le prestazioni ambientali delle aziende in funzione delle tonnellate di carta che l'impianto annualmente produce (carico specifico) mentre la legislazione italiana in materia di scarichi idrici contempla le emissioni in concentrazione).

Carta a base macero

Livelli di emissione in acqua, per impianti integrati che utilizzano più del 50% di pasta a base macero autoprodotta, associati all'applicazione di un'idonea combinazione di migliori tecniche disponibili, dopo il trattamento biologico.

Parametro (unità)	senza deink⁴	con deink¹	tissue a base macero
BOD (kg/t di carta)	< 0.05-0.15 ⁵	< 0.05-0.2 ⁵	< 0.05-0.15 ⁵
COD (kg/t di carta)	0.5-1.5	2-4	2-4
TSS (kg/t di carta)	0.05-0.15	0.1-0.3	0.1-0.4
AOX (kg/t di carta)	< 0.005	< 0.005	< 0.005
P totale (kg/t di carta)	0.002-0.005 ²	0.005-0.01 ²	0.005-0.015 ²
N totale (kg/t di carta)	0.02-0.05 ²	0.05-0.1 ²	0.05-0.25 ²
Acque di processo reflue (m³/t di carta)⁵	< 7	8-15	8-25 ³

Note:

- 1) valori sia per impianti integrati che impiegano fino al 30% di cellulosa acquistata;
- 2) le emissioni di azoto e fosforo dipendono dal dosaggio di nutrienti al depuratore;
- 3) numerosi fattori possono portare a consumi idrici superiori per il tissue (es. grammatura bassa, igiene, cambi macchina frequenti, basse velocità, maggiori lavaggi);
- 4) i cartoncini patinati richiedono maggiori consumi d'acqua ed emissioni relative, perciò si attestano sui valori più alti dell'intervallo;
- 5) il valore più basso si riferisce a una rimozione totale di BOD, sotto il limite rilevabile analiticamente.

3. Simulazione della chiusura del circuito delle acque dalla situazione attuale alla Cartiera Cardella

Lo scopo dello studio compiuto è quello di avere una panoramica dei consumi di acqua, sia fresca che di processo, per la produzione di carta nel nostro stabilimento. Il risultato finale che si vuole raggiungere è la raccolta di informazioni utili per ottenere una chiusura del circuito, tale da consumare 5 m³ di acqua di pozzo per tonnellata di carta prodotta.

A questo scopo si è analizzato:

- Il consumo di acqua di pozzo all'interno dello stabilimento;
- il comportamento dell'impianto di depurazione delle acque in funzione della chiusura del ciclo;
- una proiezione sulla crescita della concentrazione del COD nelle acque di processo a seguito della chiusura del ciclo;
- caratterizzazione dal punto di vista chimico delle componenti che vanno a formare l'acqua di processo;

CONSUMI DI ACQUA FRESCA

I principali impieghi di acqua fresca sono per:

- raffreddamenti della CTE e delle continue;
- lavaggi di tele e feltri;
- preparazione e diluizione dei prodotti chimici,

Acqua per i circuiti di raffreddamento

Nella tabella a pagina seguente sono elencate le utenze per i consumi di acque fresche per i circuiti di raffreddamento.

Tabella 1: Consumi di acqua di pozzo per i raffreddamenti

Utenza	Consumo, m ³ /h
CTE	50
Compressori	16
Lubrificazione MC4	20
Lubrificazione MC3	Si può stimare pari a quello della MC4
Ribobinatrici (motore e freno)	5
Totale	90

Lavaggio di tele e feltri

Considerando che la nuova sezione presse della MC3 abbia lo stesso numero di canne per gli spruzzi della MC4, si può stimare che il consumo totale per gli spruzzi sarà di 60m³/h.

Bisogna però considerare che al momento attuale gli spruzzi dei vagli rotanti sono alimentati con acqua di pozzo e questo incrementa la richiesta di acqua fresca di 18m³/h.

Prodotti chimici

Nella tabella 2 sono elencati i consumi di acqua per la preparazione e la diluizione dei prodotti chimici.

Tabella 2: Necessità di acqua per la preparazione degli additivi

Utenza	Consumo, m ³ /h
Amido cationico	24
Amido per Size press	10
Agenti di ritenzione	10
Totale	Da 20 a 35

- Al momento l'amido cationico è preparato con l'acqua del piezometro.

3.1 Comportamento dell'impianto di depurazione in funzione della chiusura del circuito

L'impianto di depurazione a fanghi attivi che la Cartiera possiede quando si trova in condizioni ottimali, dà un abbattimento pressoché totale del BOD₅ con cui è alimentato. Infatti dai dati ottenuti durante l'ultimo anno sulle concentrazioni di BOD₅ nelle acque di processo e di quelle depurate, si ottiene un abbattimento medio del 96%.

Tabella 3: Valori di BOD₅ in entrata e uscita dall'impianto di depurazione

Data analisi	BOD ₅ uscita flottatori, mg/l	BOD ₅ uscita sedimentatori, mg/l	% abbattimento
31/01/00	740	30	96
16/03/00	710	35	95
09/05/00	750	25	97
13/07/00	620	30	95
09/10/00	900	20	98
Media	744	28	96

Tabella 4: Valutazione della percentuale di BOD rispetto al COD del circuito

Data	BOD ₅ uscita flottatori, mg/l	COD uscita flottatori, mg/l	% BO ₅ /COD
31/01/00	740	1850	40
16/03/00	710	1770	40
09/05/00	750	1640	45,7
13/07/00	620	1370	45,3
09/10/00	900	1900	47,3
Media			44%

Con un abbattimento percentuale che supera il 95%, l'eliminazione di BOD₅ può essere considerata quantitativa. Per quanto riguarda il COD, dai dati analitici ottenuti durante l'ultimo anno, risulta un abbattimento medio del COD del 91.5%, come si può vedere dai dati medi mensili ottenuti dal gennaio al luglio del 2000.

Tabella 5: Abbattimento medio mensile del COD all'impianto di depurazione

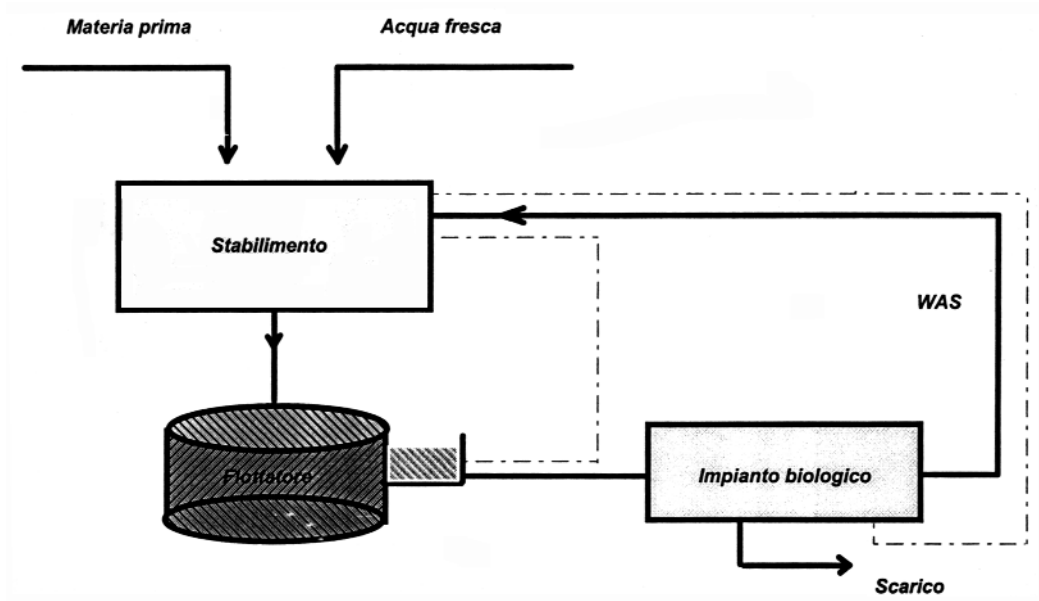
Mese del 2000	Abbattimento COD medio mensile, %
Gennaio	89,5
Febbraio	92,2
Marzo	91,3
Aprile	91,1
Maggio	92,2
Giugno	91,7
Luglio	92,2

Mantenendo stabile la condizione per cui l'impianto sia gestito in modo adeguato, l'abbattimento del COD è funzione del tempo di ritenzione del refluo all'interno della vasca di ossidazione e questo è a sua volta funzione della portata oraria di acqua da trattare. A parità di portata entrante, l'impianto continuerà a funzionare con la medesima resa ottenuta alle attuali condizioni. Naturalmente, se la concentrazione in ingresso di COD aumenterà dovremo considerare che la concentrazione del COD in uscita sarà sempre il 10% della concentrazione di entrata. Alle condizioni attuali, con una concentrazione di entrata intorno ai 1.500 mg/l, abbiamo una concentrazione di uscita di 150 mg/l, diminuendo il consumo di acqua fresca e lavorando con un COD del circuito ad esempio di 3.000 mg/l avremo una concentrazione di uscita di 300 mg/l. In questa eventualità occorrerà scaricare direttamente in fognatura.

L'altro motivo per il quale non è consigliabile aumentare la portata da trattare all'impianto di depurazione è la sedimentazione che avviene nell'ultima parte dell'impianto. Questa fase è sempre critica perché è in essa che si manifestano molti degli eventuali problemi (bulking dei fanghi) connessi alla depurazione biologica. Per avere una sedimentazione ottimale occorre che i sedimentatori lavorino sempre alla portata per cui sono stati progettati o addirittura con una portata inferiore. Naturalmente, la portata non deve essere troppo bassa per non avere tempi di ritenzione troppo alti, durante i quali si potrebbero innescare condizioni di anossia del fango e quindi la sua putrefazione.

3.2 Proiezione dell'aumento di concentrazione di COD nelle acque di processo diminuendo il consumo di acqua di pozzo

Schema a blocchi 1: Entrate e uscite di COD nello stabilimento



La situazione attuale prevede le seguenti condizioni:

- produzione di 20t/h di carta, ognuna di queste tonnellate introduce nel circuito 15 kg di COD (valore medio calcolato dai dati sperimentali a ns. disposizione);
- acqua fresca, che ha un COD inferiore a 10 mg/l e quindi il suo contributo sarà considerato trascurabile;
- fanghi di spurgo dell'impianto biologico denominati WAS. Poiché lo spurgo è necessario per mantenere costante l'età del fango, è necessario spurgare al minimo una quantità di fango che sia pari alla quantità di fango formato per digestione del COD introdotto.

Dalla letteratura si ricava che per ogni kg di BOD digerito, è prodotto $\frac{1}{2}$ kg di fango biologico. Quindi, il BOD in kg introdotto nel nostro Stabilimento è:

$$\text{BOD (kg/h)} = [\text{COD carta (kg/h)} * 0.44] = 132 \text{ kg/h}$$

Fango al secco (kg/h) = BOD/2 = 66kg/h

Fango al secco per tonn. di carta = 66/20 = 3.3 kg/t.

Se il fango di riciclo ha una concentrazione di 10 g/l, si ottiene che il volume da spurgare è:

Volume WAS (m³/h) = 66/10 = 6.6

Al momento attuale il nostro spurgo di fanghi biologici è di **12-15 m³/h**

La portata di acqua in uscita dai flottatori (DAF) è a oggi di circa **180 m³/h.**

Quindi detta ϑ la concentrazione di COD in mg/l dell'acqua all'uscita del DAF si può scrivere il seguente bilancio di kg di COD in entrata e in uscita:

Ingressi di COD

(20x15) + (20x3.3) dalla carta + dal riciclo dei fanghi

Uscite di COD

(20x1.2*x ϑ)/1.000 + 180 ϑ COD che rimane nella carta per l'evaporazione+COD che va all'impianto biologico.

*Per l'evaporazione si è considerato che per ogni tonnellata di carta prodotta sia evaporata 1.2 tonnellate di acqua.

Poiché gli ingressi devono essere pari alle uscite di COD, si ottiene che:

$\vartheta = 1.790$ mg/l

Il valore di COD così calcolato è una fotografia abbastanza fedele a quello che noi troviamo mediante rilevazioni analitiche, per le quali tale parametro oscilla tra 1.500 e 1.900 mg/l in funzione del tipo di produzione, delle t/h prodotte ed altro ancora.

3.3 1ª ipotesi: Eliminazione del reintegro di acqua fresca alla vasca master

E' stata fatta una stima della portata oraria di acqua che viene reintegrata alla vasca Master dei pozzi. Per fare questo, si è trovata (dalle caratteristiche della valvola LVY 333 asservita a tale utilizzo) la relazione tra apertura della valvola e portata. Si è poi registrata l'apertura della valvola per periodi di 12 ore e leggendola ogni 2 minuti si è convertita tale apertura in portata. Alla fine per ogni periodo si è ricavata la portata oraria, facendo la portata media temporale dell'intervallo considerato.

Si è così ricavato che il reintegro di acqua fresca al Master è variabile tra gli 80 e i 90 m³/h.

Se questa portata è sostituita da acqua in uscita dal depuratore biologico, il bilancio entrate/uscite di COD diventa:

Ingressi di COD

(20x15) COD dalla carta

(20x3.3) COD dal riciclo dei fanghi

(80x0.1x ϑ)/1.000 COD in ingresso con le acque riciclate del depuratore

Uscite di COD

(20x12x ϑ)/1.000 COD che rimane nella carta per l'evaporazione

180 ϑ /1.000 COD che va all'impianto biologico.

Risolvendo l'equazione si ottiene:

$$\vartheta = 1.870 \text{ mg/l}$$

Quindi eliminando il reintegro di acqua fresca alla vasca Master e rimpiazzandola con acqua del depuratore, si ottiene un aumento del COD del circuito del 5%.

3.4 2ª ipotesi: Eliminazione del reintegro del Master e utilizzo di acqua di processo (previa filtrazione) per gli spruzzi

Lasciando inalterate tutte le altre condizioni si utilizza parte dell'acqua che andrebbe all'impianto biologico e previa filtrazione la si reimmette nel circuito tramite le canne degli spruzzi.

Si tratta quindi di un ulteriore ingresso di COD nelle acque di processo, che deve essere considerato nel bilancio.

Ingressi di COD

(20×15) COD dalla carta

(20×3.3) COD dal riciclo dei fanghi

$(80 \times 0.1 \times \vartheta) / 1.000$ COD in ingresso con le acque riciclate del depuratore

$(60 \times \vartheta) / 1.000$ COD in ingresso acque degli spruzzi

In questo caso la portata di acqua che è inviata al depuratore è:

$$(180 - 60) = 120 \text{ m}^3/\text{h}$$

Uscite di COD

$(20 \times 1.2 \times \vartheta) / 1.000$ COD che rimane nella carta per l'evaporazione

$120 \vartheta / 1.000$ COD che va all'impianto biologico.

Risolvendo l'equazione si ottiene:

$$\vartheta = 4815 \text{ mg/l}$$

Considerando che una portata variabile tra gli 80 e i 100 m³/h dei 120 che escono dall'impianto di depurazione sono riciclati nel circuito, quelli effettivamente scaricati sarebbero da 20 a 40.

Questa portata avrebbe un COD intorno ai 500 mg/l. ma vista l'esiguità della portata si potrebbe pensare ad un ulteriore trattamento (ad esempio con un piccolo bioreattore a membrana) per poter scaricare nel canale ed evitare il costo del conferimento delle acque nella pubblica fognatura.

3.5 Caratterizzazione delle acque che confluiscono nella vasca Master

Sulle varie componenti che confluiscono alla vasca Master, sono state effettuate prove analitiche per la determinazione dei solidi sospesi, della conducibilità e del COD.

I risultati ottenuti sono elencati nella seguente tabella.

Tabella 6: Risultati analitici componenti acque di processo

24/10/00	Coclee PP	Coclee Scarti	Coclee FL	Vaschino MC3	Vaschino MC4	Tamburo add. MC4	Tamburo add. MC3
Consistenza, g/l	8.02	7	7.26	0.75	2.9	5.5	3.8
Conducibilità, $\mu\text{S}/\text{cm}$	1660	1560	1715	1730	1980	1700	1710
COD, mg/l	872	833	1460	1215	11202	900	
30/10/00							
Consistenza, g/l	6.3	4.9	7.29	0.91	3.2	2.74	151
Conducibilità, $\mu\text{S}/\text{cm}$	1760	1659	2240	2100	2280	1880	1900
COD, mg/l	1117	1040	2175	1945	2003	1670	1700
31/10/00							
Consistenza, g/l	7.9	3.8	6.8	0.93	3.6	4.54	0.71
Conducibilità, $\mu\text{S}/\text{cm}$	1970	2560	2770	2440	2710	2070	2100
COD, mg/l	656	1380	1856	1548	1578	1400	1510
8/11/00							
Consistenza, g/l	10.4	2.9	7.3	1.1	3.45	5.6	2.3
Conducibilità, $\mu\text{S}/\text{cm}$	1800	1960	2040	2090	2200	1850	1980
COD, mg/l	912	1270	1592	1312	1510	1294	1236
	Coclee PP	Coclee Scarti	Coclee FL	Vaschino MC3	Vaschino MC4	Tamburo add. MC4	Tamburo add. MC3
Consistenza, g/l	8.2	4.7	7.2	0.9	3.3	4.6	2.7
Conducibilità, $\mu\text{S}/\text{cm}$	1797.5	1934.8	2191.3	2090.0	2292.5	1875.0	1922.5
COD, mg/l	889.3	1130.8	1770.8	1505.0	1552.8	1311.5	1336.5

Grafico 1: contenuto di solidi sospesi nelle componenti acque Master

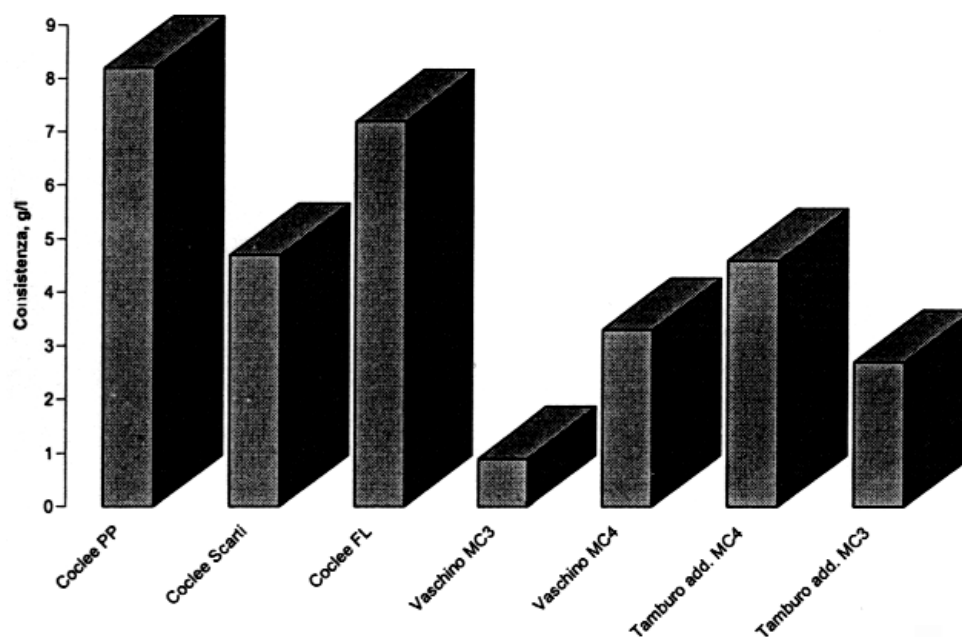


Grafico 2: Conducibilità nelle componenti acque Master

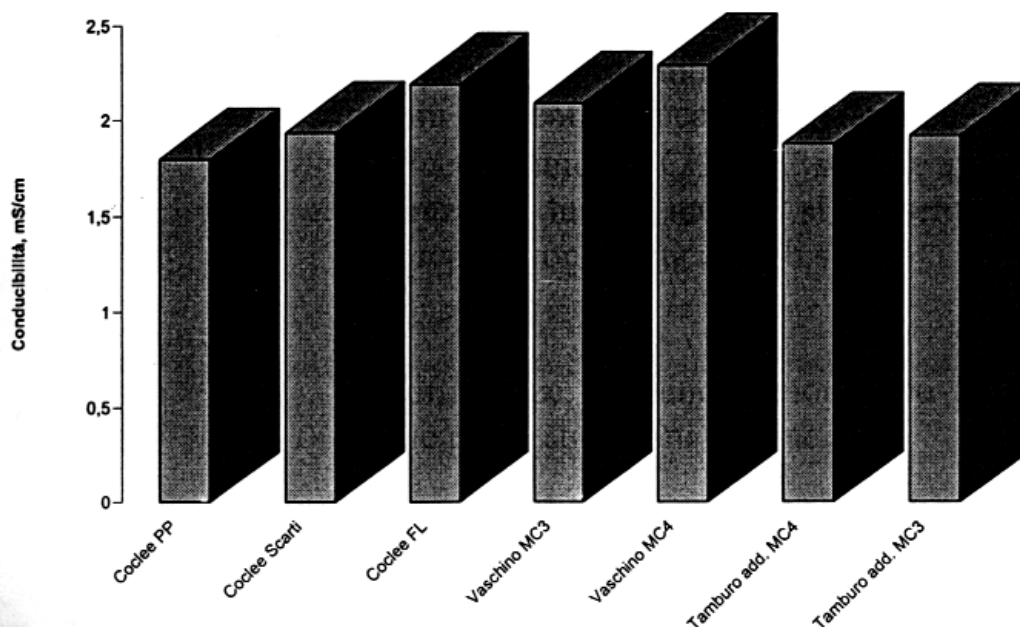
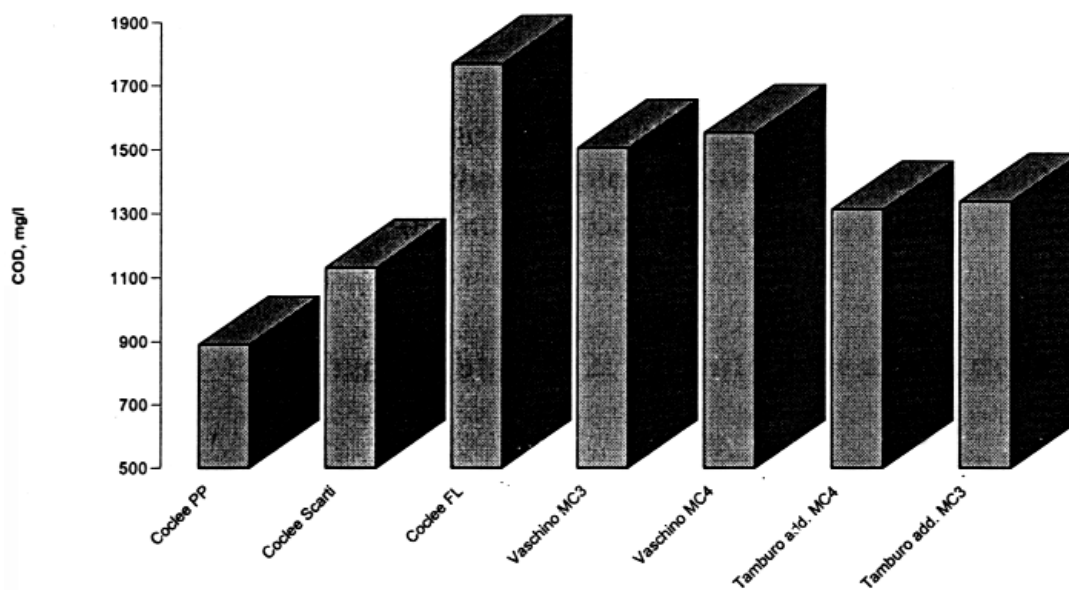


Grafico 3: Concentrazione di COD nelle componenti acque Master



Dalla tabella 6 e dai grafici degli andamenti medi, si può ricavare che:

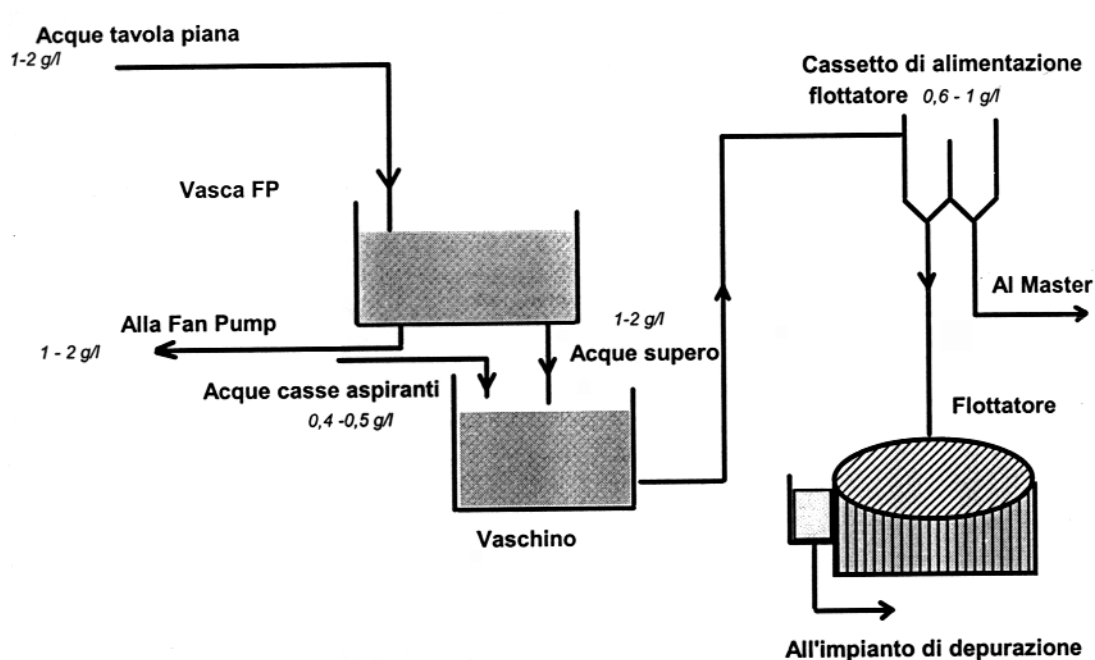
- tutte le componenti hanno una conducibilità paragonabile;
- il contenuto di fibra è maggiore per quello che riguarda le acque delle coclee della preparazione pasta e quelle della frazione lunga. La corrente più scarica in assoluto è l'acqua del vaschino della MC3, mentre quella del vaschino della MC4 è molto più concentrata a causa della presenza delle acque drenate dal Duoformer.
- Il contenuto di COD è sempre più elevato nelle acque di strizzamento della frazione lunga, mentre si presentano più pulite le acque delle coclee della preparazione pasta e degli scarti.

Le differenze, comunque, non sono tali da richiedere la suddivisione di queste acque per destinazioni diverse.

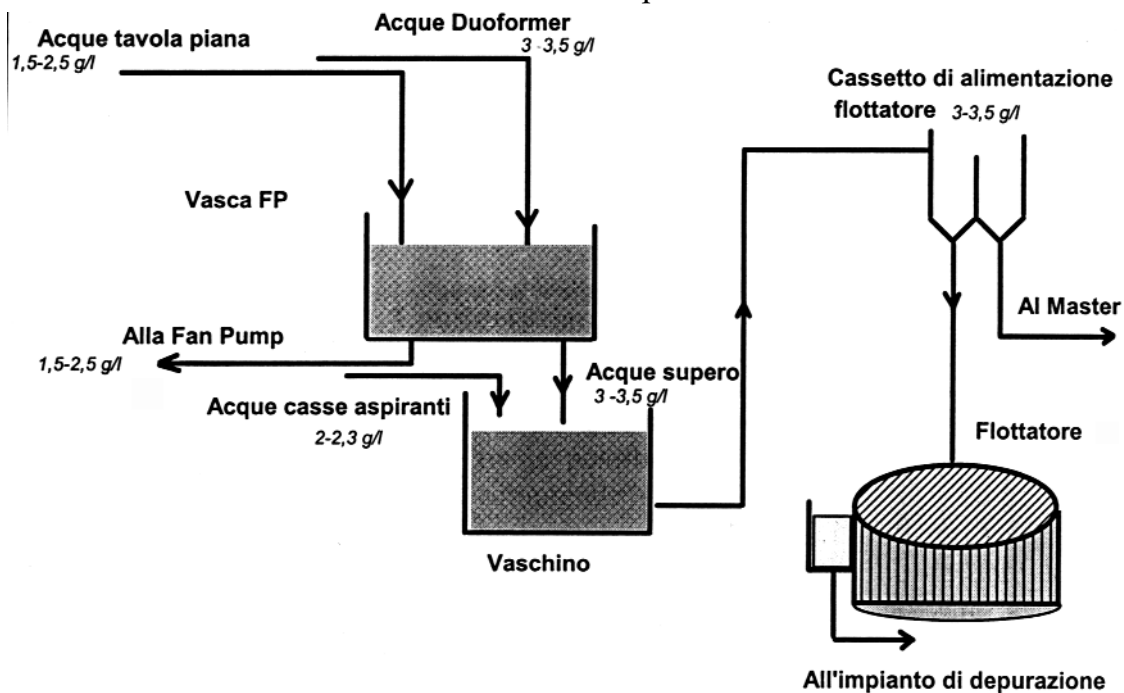
3.6 Parti del processo attuali da modificare

La revisione dei circuiti delle acque parte dall'attuale disposizione in cartiera. Nei seguenti schemi a blocchi sono riportati i circuiti delle acque generate dalle continue 3 e 4 durante il processo di fabbricazione

Schema a blocchi 2: Circuito delle acque della MC4



Schema a blocchi 3: Circuito delle acque della MC3



3.7 Considerazioni

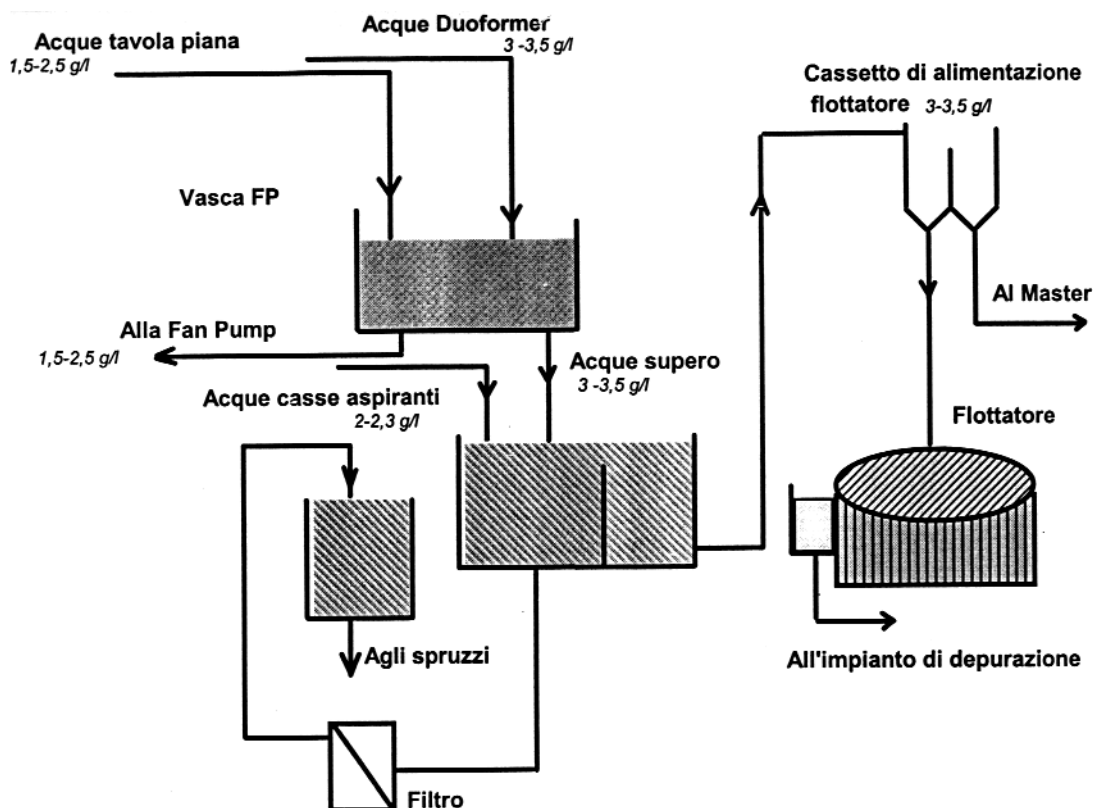
Nella situazione attuale, i cassettei di alimentazione dei due flottatori devono essere spostati a causa dei lavori dei nuovi fabbricati: questo spostamento rende possibile la revisione totale di quella parte di stabilimento che non comprende soltanto i cassettei ma anche le pompe di dosaggio dei fanghi biologici e dei fanghi dei flottatori. Vista la necessità di rivedere la zona suddetta, una delle operazioni da fare sarebbe quella di aggiungere un misuratore di portata per visualizzare la portata dei fanghi biologici che è dosata all'altra continua si può dedurre per differenza. L'alternativa è quella di spostare l'attuale misuratore di portata ad una delle due continue ed aggiungerne uno per l'altra. I misuratori di portata in questa parte dell'impianto sono strategici visto l'impatto che questi fanghi hanno sulla produttività delle continue.

I fanghi dei flottatori delle due macchine non possono subire lo stesso trattamento in quanto, essendo troppo ricchi di aria, i misuratori di portata non darebbero risultati affidabili.

Come già più volte detto, l'acqua che potrebbe essere adatta a soddisfare i consumi di acqua per gli spruzzi ad alta e bassa pressione delle tele di formazione e dei feltri è quella di processo, proveniente dai vaschini, opportunamente trattata tramite filtrazione. Come si può vedere dagli schemi a blocchi riportati, le acque che si mescolano nel vaschino della MC4 sono molto simili tra di loro per consistenza e questo rende inutile

separarle alla ricerca di una frazione più scarica da trattare. Quindi uno schema possibile per mettere in atto quanto descritto potrebbe essere quello rappresentato nel seguente schema a blocchi.

Schema a blocchi 4: Possibile soluzione per l'utilizzo di acqua di processo per gli spruzzi



Questa soluzione deve prevedere la posizione del filtro, il suo dimensionamento in funzione dell'acqua da trattare e lo studio delle tubazioni per i filtri e da i filtri agli spruzzi. Ogni macchina dovrebbe avere il suo filtro e per la MC3 si potrebbe prevedere uno schema come quello riportato nello schema a blocchi 4. L'acqua filtrata potrebbe essere impiegata anche per le pompe ad anello liquido. L'acqua delle cassette aspiranti dei feltri tornerebbe nel circuito in questione. Il troppo pieno delle acque di processo continuerebbe ad alimentare il flottatore di macchina.

L'opzione di filtrare acqua all'uscita dei flottatori è stata considerata e scartata perché ciò significherebbe trattare attraverso il flottatore una quantità di acqua maggiore di quella attuale, senza la certezza che il flottatore sia in grado di trattarla in modo adeguato per l'impianto di depurazione.

Poiché l'acqua fresca da introdurre nel circuito è di 5 m³/t di carta, per 30 t/h si ha una introduzione di 150 m³/h di cui 90 sono da impegnare per i raffreddamenti. Per l'evaporazione occorre considerare circa un fattore 1.3 rispetto alla produzione di carta e quindi 39 m³/h; quindi rimangono circa 20 m³/h da utilizzare per scopi più nobili. Nel piezometro esiste tra l'altro una zona non utilizzata di 60 m³ proprio a questo scopo. L'acqua dei raffreddamenti è comunque da riutilizzare nella preparazione e nella diluizione dei prodotti chimici.

Rimane da parlare della gestione delle acque di processo cioè di quelle acque che adesso confluiscono nella vasca Master. Le analisi compiute hanno mostrato che tra le varie componenti non ci sono differenze tali da giustificare che vi siano dei trattamenti differenziati tra di loro. Le acque di processo possono essere gestite in due modi diversi: in modo centralizzato ed in modo anulare.

Nel primo caso la gestione è molto più complicata sebbene offra dei vantaggi: la possibilità di effettuare trattamenti sul complesso delle acque ed il fatto che in questo avremo sempre a disposizione acqua di processo di qualità mediata. La modalità anulare è più semplice dal punto di vista impiantistico ma offre lo svantaggio di alimentare le utenze con acqua di qualità variabile.

L'acqua in uscita dal depuratore può essere utilizzata per molti scopi poiché è già stato fatto notare che la sua introduzione nel circuito ha un impatto molto basso sul COD delle acque di processo.

3.8 Proiezione della chiusura del circuito delle acque (5 m³/h) per la produzione attuale di 20 t/h di carta

Nella situazione odierna la produzione può essere considerata mediamente di 20 t/h distribuite nel modo seguente: 12 t/h per la MC4 e 8 t/h per la MC3.

Se si vuole conseguire un consumo di acqua fresca, al netto dell'evaporazione, di 5 m³/h, si ottiene di poter introdurre nel circuito 100 m³/h di acqua dei pozzi che aumentano a 126 se si considera che per ogni tonnellata di carta prodotta 1.3 m³ di acqua si perdono con l'evaporazione.

Nel totale, questo significa avere un'entrata di acqua nel circuito di circa 130 m³/h.

Valutiamo ora la quantità di acqua che deve essere riciclata dai vaschini, previa filtrazione, per soddisfare i consumi attuali degli spruzzi a bassa e alta pressione delle tele e dei feltri.

Consumo continuo di acqua per gli spruzzi della MC3

Posizione	Tavola piana	Sezione presse	Totale
Consumo (m ³ /h)	7,8	7,5	15,3

Consumo di acqua per gli spruzzi della MC4

Posizione	Tavola piana	Sezione presse	Totale
Consumo (m ³ /h)	13,4	14	27,4

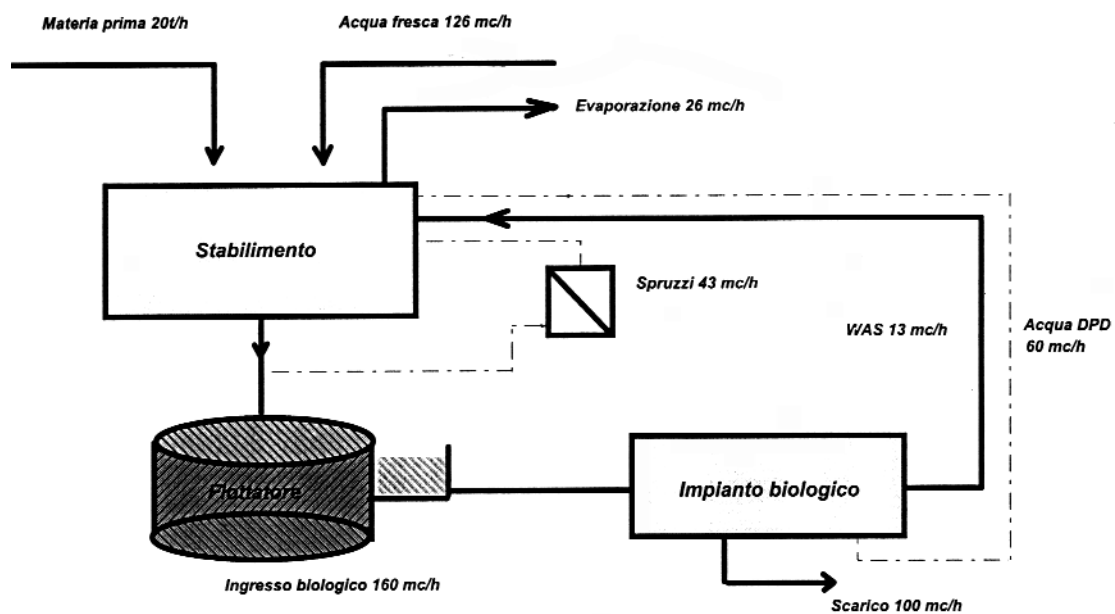
Questo significa dover riciclare dai vaschini circa 43 m³/h previa filtrazione.

I 126 m³/h introdotti verrebbero così utilizzati:

- 90 m³/h per i raffreddamenti della centrale termica e quindi la preparazione e la diluizione dei prodotti chimici;
- 26 m³/h se ne andrebbero con le fumane;
- rimarrebbero da impiegare circa 10 m³/h per i quali trovare un utilizzo nobile.

La portata di acqua fresca così introdotta non è sufficiente a soddisfare il fabbisogno di acqua di controlavaggio dei depuratori di pasta densi della preparazione pasta e delle continue, per i quali si può utilizzare acqua dall'uscita del depuratore biologico: la portata stimata di tale consumo è di 21 m³/h, più sono da considerare circa 18 m³/h per gli spruzzi dei vagli rotanti.

Calcolo del COD del circuito gestito come sopra descritto



Detta α il COD del ciclo, si ottiene:

Ingressi di COD

(20x15) COD dalla carta

(20x3,3) COD dal riciclo dei fanghi

(60x0,1x α)/1000 COD in ingresso con le acque riciclate del depuratore

(43x δ)/1000 COD in ingresso acque degli spruzzi

In questo caso la portata di acqua che è inviata al depuratore è **160 m³/h**

Uscite di COD

$(20 \times 1.3 \times \alpha) / 1000$ COD che rimane nella carta per l'evaporazione
 $160\alpha / 1000$ COD che va all'impianto biologico.

$\alpha = 2670$ mg/l COD del circuito

Dalle suddette considerazioni si ottiene una crescita del COD del circuito dell'80% rispetto ai valori attuali.

4. Studio dell'effetto della chiusura del circuito sulle caratteristiche della carta prodotta e del processo nell'ambito del progetto CRAFT I

Metodo utilizzato

Si tratta di un progetto che ha avuto inizio nel novembre del 1998 e ha visto la partecipazione, al fianco del personale tecnico della Cartiera Cardella, l'istituto olandese di tecnologia cartaria denominato TNO. Ha avuto lo scopo di individuare fino a quale percentuale di chiusura del ciclo delle acque sarebbe possibile arrivare (rispetto ai valori attuali) senza compromettere la qualità del prodotto finito.

Il progetto si è svolto in tre fasi principali:

- Analisi dei circuiti delle acque da parte del personale di laboratorio della cartiera, con compilazione di un questionario appositamente preparato dal TNO;
- Determinazione della qualità minima d'acqua di cui si ha bisogno per conservare la qualità del prodotto, mediante analisi in sito da parte del personale del TNO in collaborazione con il personale tecnico di cartiera;
- Simulazione della chiusura dei circuiti delle acque mediante il programma Wingems.

4.1 Prima Fase: analisi dei circuiti delle acque con bilancio di massa e analisi della qualità delle varie acque di processo

In questa fase, le acque sono state analizzate prendendo in considerazione i seguenti parametri: pH, conducibilità, temperatura, contenuto di ceneri, COD e contenuto di solidi sospesi. Le acque che sono state prese in considerazione sono state:

Acqua del master
Acqua del piezometro
Acque del sottotela per entrambe le macchine
Acque delle presse
Acque in ingresso e in uscita dal flottatore
Acque in uscita dal depuratore biologico

Queste analisi sono servite per ottenere una visione della situazione attuale dei nostri circuiti.

4.2 Seconda fase: Determinazione della qualità d'acqua necessaria a conservare le proprietà del prodotto finale

Le acque che sono state individuate per il loro riutilizzo sono state:

le acque in entrata ai flottatori;
l'acqua in uscita dal depuratore biologico.

Le acque del sottotela e l'acqua del depuratore sono state trattate con un impianto pilota ad osmosi inversa, in modo da ottenere un concentrato dei sali e dei colloidali. Questo concentrato è stato utilizzato per la diluizione dell'impasto impiegato nella fabbricazione dei foglietti da laboratorio mediante un formafoglio dinamico, chiamato FRET.

Infatti, miscelando l'acqua in uscita dall'osmosi inversa con l'acqua del sottotela, si è ottenuta una variazione della qualità dell'acqua di processo da quella attuale fino a quella peggiore, il concentrato dell'osmosi appunto.

La qualità di acqua che può essere ancora usata come acqua di diluizione alla fan pump senza causare significative variazioni nel processo e/o nella qualità del prodotto è definita Minima Qualità dell'Acqua.

Lo strumento utilizzato per questo scopo è un formafoglio dinamico (FRET) che consente la formazione di un foglietto simulando le forze di taglio, l'applicazione degli additivi della parte umida nell'esatta cronologia

con cui sono aggiunti in macchina e la raccolta delle acque del sottotela per la relativa analisi.

I parametri considerati per la caratterizzazione delle acque di processo che si ottengono di volta in volta sono stati: pH, conducibilità, torbidità, cloruri solfati e COD.

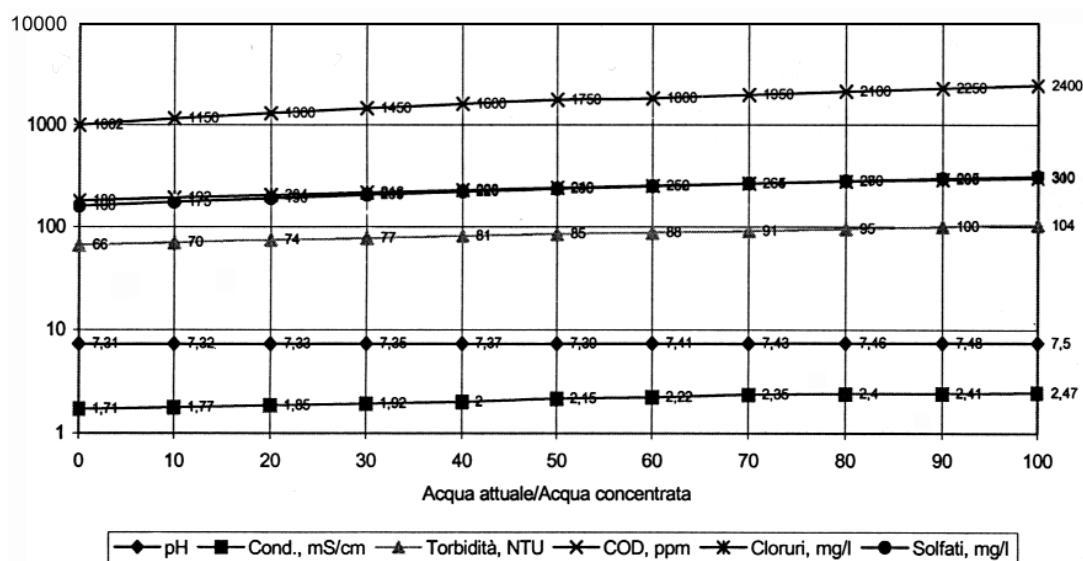
Le prove sono state eseguite utilizzando l'impasto della tina di macchina che abitualmente usiamo per la fabbricazione di carta Medium alla macchina continua 3.

Su richiesta del responsabile del laboratorio, l'aggiunta di amido cationico è stata fatta al momento della fabbricazione del foglietto. Questo per evitare che utilizzando un impasto già trattato con amido cationico, non si potessero notare differenze nel grado di fissaggio dell'amido all'aumentare della salinità dell'acqua utilizzata nella formazione.

Nel grafico 1 sono riportate le caratteristiche chimiche dell'acqua che si ottiene miscelando quella del sottotela con l'acqua ottenuta per trattamento con osmosi inversa dell'entrata al flottatore.

Purtroppo, le stesse prove condotte con l'acqua in uscita dai sedimentatori finali, non hanno avuto esito positivo perché non si è riusciti ad ottenere un permeato stabile nelle sue componenti chimiche.

Grafico 1: Andamento dei parametri chimici acque di processo all'aumentare della chiusura dei circuiti



Utilizzando di volta in volta le qualità di acqua rappresentate nel grafico 1 sono stati valutati i seguenti parametri:

per il processo

- ritenzione (sotto forma di consistenza delle acque del sottotela e contenuto di ceneri nel foglietto)
- drenaggio

per la qualità del prodotto

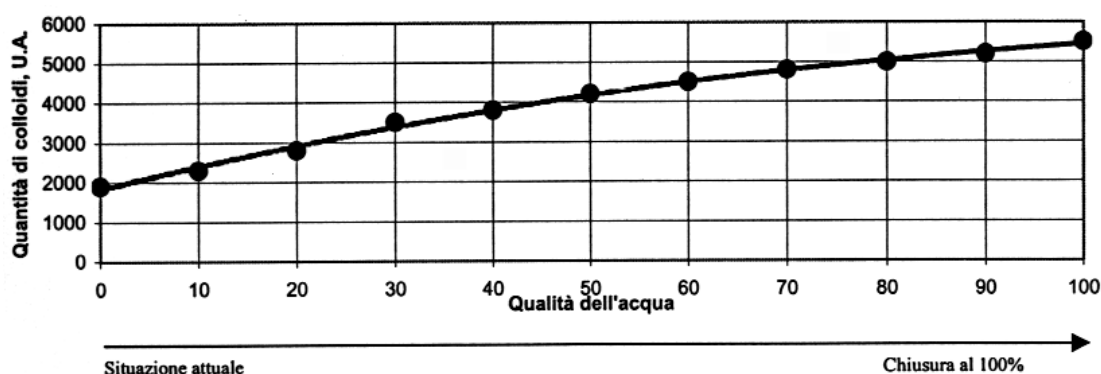
- Porosità Gurley
- CMT
- SCT

Nel seguito ci si riferirà alla quantità di concentrato presente nella miscela Acqua sottotela/Permeato osmosi come il livello di chiusura del circuito: la percentuale di permeato presente sarà il livello di chiusura del circuito. Quindi, la situazione attuale sarà identificata con la notazione livello di chiusura 0 e la situazione in cui si è utilizzato solo permeato con la notazione livello di chiusura 100%.

4.3 Valutazione delle variazioni in ritenzione con il trattamento attuale

Nel grafico 2 è riportata la quantità di particelle colloidali presenti nelle acque utilizzate per la formazione del foglietto.

Grafico 2: Quantità di colloidali nelle acque del sottotela all'aumentare

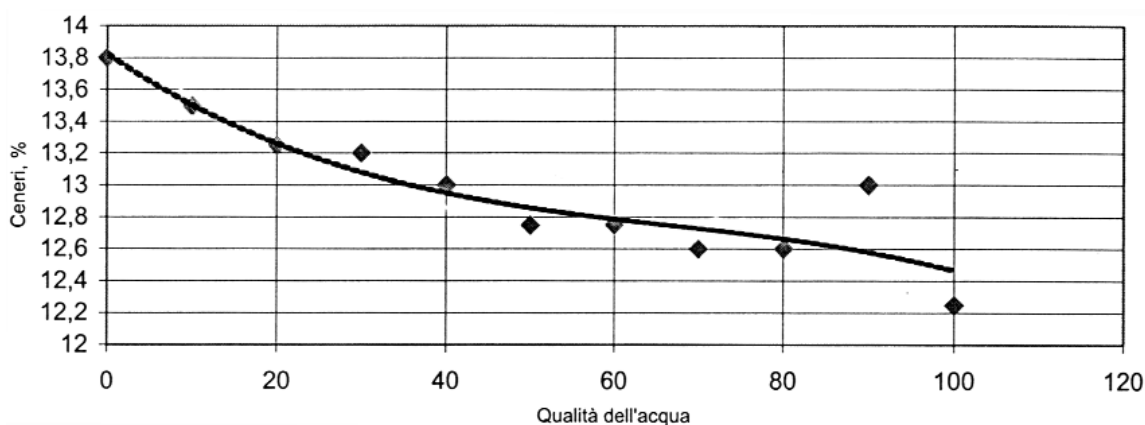


della chiusura dei circuiti

Come si può notare, la ritenzione andrà peggiorando all'aumentare della chiusura del circuito e il contenuto di ceneri nella carta andrà diminuendo: quindi la minore ritenzione comporta un minore trattenimento delle sostanze più difficili da trattenere sulla tela. Nel grafico 3 è riportato l'andamento del contenuto di ceneri nei foglietti da laboratorio al variare della qualità dell'acqua utilizzata per la loro formazione.

Dai grafici 2 e 3 si può dedurre che chiudendo il circuito e volendo mantenere gli attuali livelli di ritenzione sia di fibre che di ceneri, occorrerà modificare il trattamento di ritenzione attualmente in uso.

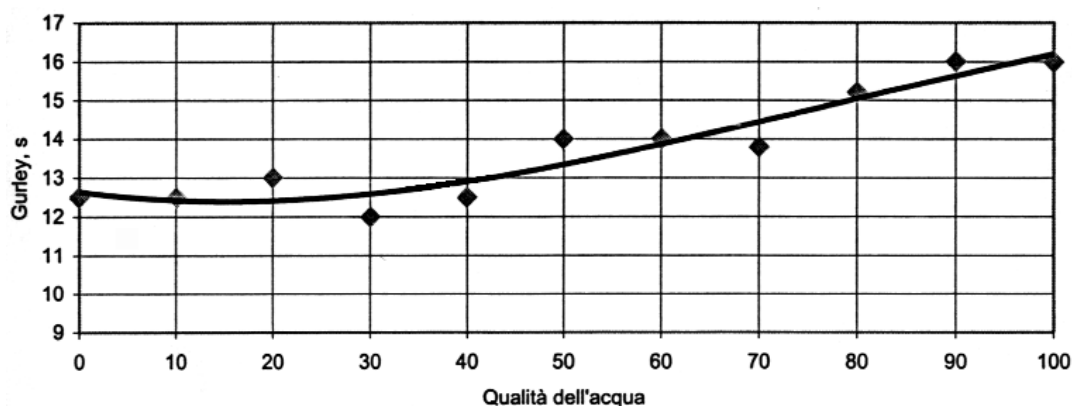
Grafico 3: Contenuto di ceneri dei foglietti all'aumentare della chiusura del ciclo



4.4 Valutazione delle variazioni di drenaggio sulla tavola piana

L'andamento del drenaggio è rappresentato nel grafico 4. Da questo grafico si evince che il tempo di drenaggio comincia ad aumentare con un livello di chiusura del circuito del 50%. In questa prova non è stata tenuta in considerazione l'aumento di temperatura che avremo nel circuito una volta instaurate le nuove condizioni (l'aumento di temperatura favorirà il drenaggio).

Grafico 4: Andamento del tempo di drenaggio all'aumentare della chiusura del circuito

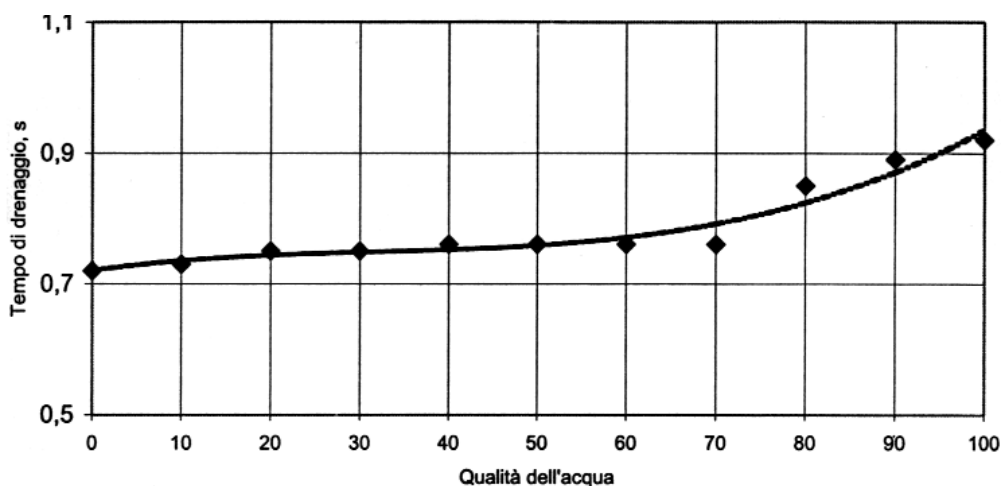


4.5 Valutazione nelle variazioni nella qualità del prodotto finito

4.5.1) Porosità Gurley

Nel grafico 5 è rappresentato l'andamento della porosità Gurley in funzione del livello di chiusura del circuito.

Grafico 5: Andamento della Porosità Gurley dei foglietti all'aumentare della chiusura del circuito



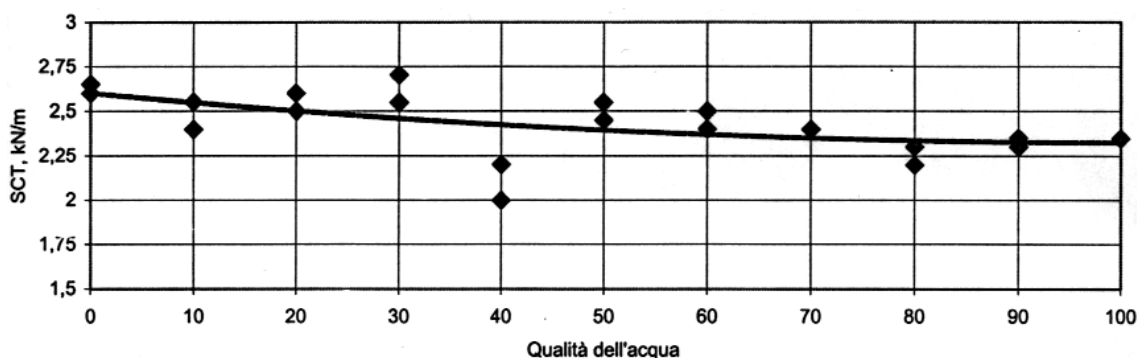
Il risultato ottenuto non è quello che ci saremmo aspettati dal fatto che il contenuto di ceneri diminuisce: quando una carta si impoverisce di cene-

ri, dovrebbe infatti diventare più porosa. Invece le prove di laboratorio hanno riscontrato la diminuzione di porosità all'aumentare del grado di chiusura del circuito delle acque: può darsi che ciò sia dovuto a una variazione della formazione del foglietto che rende la carta più chiusa.

4.5.2) SCT

Nel grafico 6 è rappresentato l'andamento di SCT dei foglietti in funzione del livello di chiusura del ciclo.

Grafico 6: Andamento di SCT nei foglietti in funzione del grado di chiusura del circuito

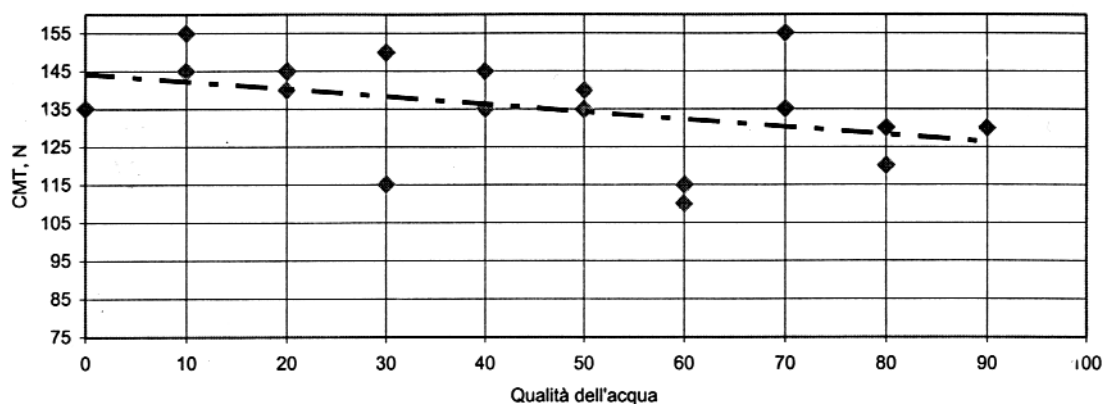


Come si può notare, il valore di SCT comincia a diminuire significativamente con un livello di chiusura del 40% rispetto alle condizioni attuali.

4.5.3) CMT

Nel grafico 7 è rappresentato l'andamento del CMT dei foglietti al variare del grado di chiusura del ciclo delle acque.

Grafico 7: Andamento del CMT all'aumentare della chiusura del circuito



I dati a disposizione sono molto dispersi (e questo può essere dovuto alla variabilità della prova stessa di CMT), ma si può notare una tendenza del CMT a diminuire all'aumentare della chiusura dei circuiti.

4.6) Conclusioni

Dai grafici riportati, si può dedurre che:

Il trattamento di ritenzione attualmente in uso andrà modificato per continuare ad ottenere i risultati attuali anche con piccole variazioni nei consumi di acqua fresca. In particolar modo, sarà necessario monitorare con attenzione la ritenzione delle ceneri per non incorrere in un loro eccessivo accumulo nelle acque di processo;

Dalle prove di drenaggio dinamico, si evince che il tempo di drenaggio comincia significativamente ad aumentare con una chiusura del ciclo superiore al 50%;

Per la qualità del prodotto finito, la variabile che ha mostrato maggiore sensibilità al peggioramento della qualità dell'acqua è stata la porosità che ha cominciato a diminuire sensibilmente quando il livello di chiusura supera il 50%.

Per quanto riportato, si può trarre la conclusione che la chiusura del circuito potrebbe portare ad acqua di processo che ha le caratteristiche riportate in tabella 1.

Tabella 1: Caratteristiche dell'acqua di processo a cui possiamo lavorare senza peggiorare la qualità del prodotto finito

Parametro chimico	Quantità	% rispetto alla situazione attuale
pH	7,39	-
Conducibilità, mS/cm	2,15	+25
Torbidità, NTU	85	+25
COD, mg/l	1750	+75
Cl ⁻ , mg/l	240	+33
SO ₄ ⁻	235	+45

4.7 Terza fase: Simulazione della chiusura del ciclo delle acque mediante il programma Wingems

Le parti preparazione pasta e circuiti di macchina 3 e macchina 4 furono modellate mediante il programma di simulazione Wingems. Per ogni corrente significativa del processo, sono stati ottenuti dati di consistenza, ceneri, pH, conducibilità e COD. Sono state quindi inserite delle modifiche impiantistiche e il programma è stato posto nella condizione di simulare cosa accadrebbe alle variabili chimiche rilevanti. La simulazione procede mediante interazioni successive fino a quando non raggiunge un risultato stabile, cioè non si ottengono più variazioni nel calcolo dei parametri fino alla seconda cifra decimale. La produzione presa in considerazione è stata quella di Medium.

Le possibilità che sono state esaminate mediante la simulazione sono le seguenti:

Situazione 0: è stata considerata come situazione 0 quella attuale

Situazione 1: riduzione del consumo di acqua fresca alle continue

1A: Parziale riutilizzo dell'acqua in entrata ai flottatori MC3/MC4 per gli spruzzi di tele e feltri. Questa opzione può essere realizzata mediante

l'impiego di un filtro o di un chiarificatore a sedimentazione;

1B: Parziale riutilizzo dell'acqua in uscita dai flottatori per gli spruzzi di tele o feltri dopo un trattamento con un filtro.

Situazione 2: Riduzione dei consumi di acqua fresca in preparazione pasta e utilizzo del principio di controcorrente

2A: Riutilizzo dell'acqua in uscita dal trattamento biologico, previa filtrazione, per il reintegro alla vasca master;

2B: Riutilizzo dell'acqua in uscita dall'impianto biologico, previa filtrazione, per il reintegro al master. Acqua delle coclee addensatrici all'impianto di depurazione mediante pretrattamento con un filtro a sedimentazione. Parziale riutilizzo dell'acqua in ingresso ai flottatori per la diluizione dopo le coclee della frazione lunga.

Situazione 3: Riduzione di acqua fresca alle continue e in preparazione pasta

3A: Trattamento dell'acqua in ingresso ai flottatori mediante filtrazione per utilizzarla agli spruzzi di tela e feltri. Riutilizzo dell'acqua in uscita dall'impianto biologico, previa filtrazione, per il reintegro alla vasca master;

3B: Riutilizzo dell'acqua in uscita dall'impianto biologico, previa filtrazione a membrana, per gli spruzzi di tele e feltri. La membrana è utilizzata per migliorare la qualità dell'acqua in uscita dall'impianto biologico. Riutilizzo dell'ingresso ai flottatori per il reintegro alla vasca master.

Per ciascuna di queste opzioni, sono state riportate le seguenti caratteristiche:

1. consumo di acqua fresca per le applicazioni che coinvolgono il processo;
2. la qualità delle acque del sottotela per la produzione di Medium (caratterizzate da conducibilità e COD);
3. capacità di trattamento per le tecnologie implementate;
4. predizione delle caratteristiche del prodotto e del drenaggio sulla continua 3.

Grafico 8: Consumo di acqua fresca in ciascuna delle opzioni presentate

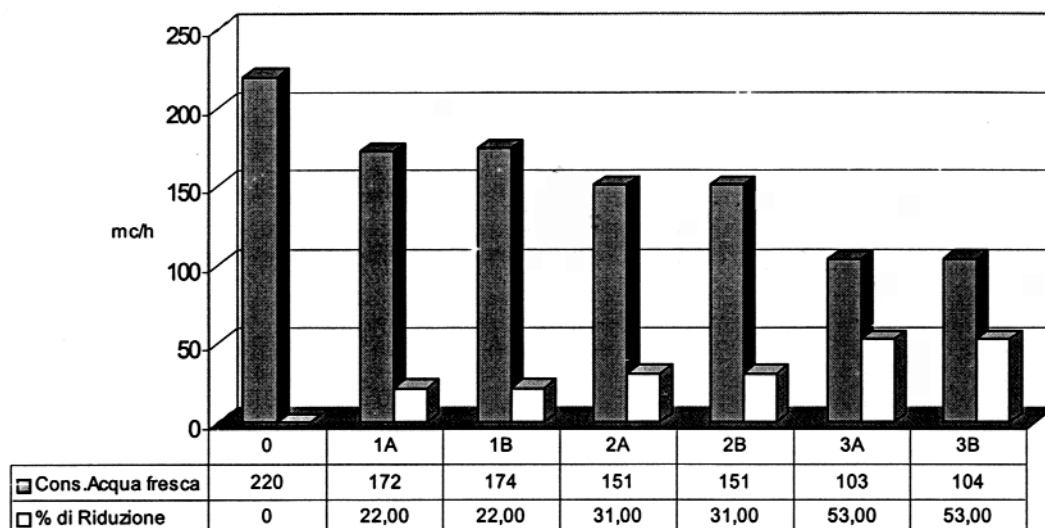


Grafico 9: Andamento del COD nelle acque del sottotela e delle presse nelle varie opzioni

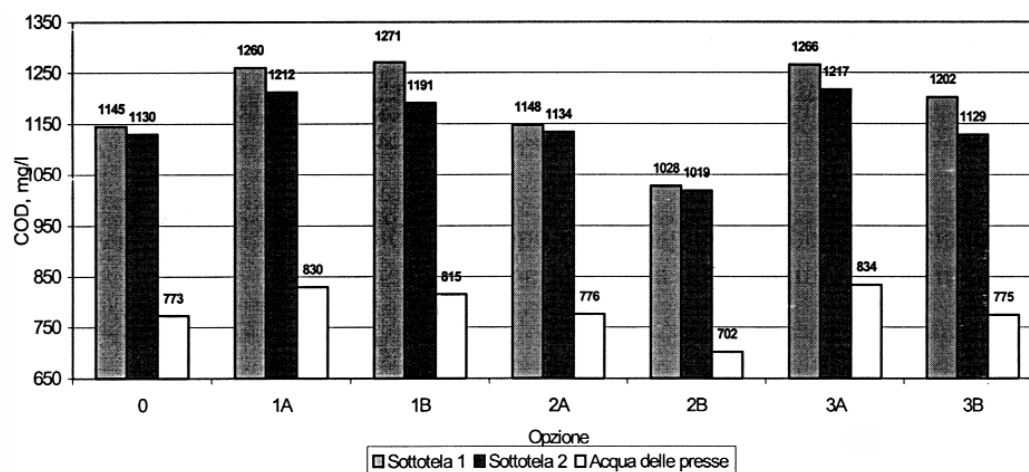


Grafico 10: Variazione della conducibilità in funzione delle opzioni

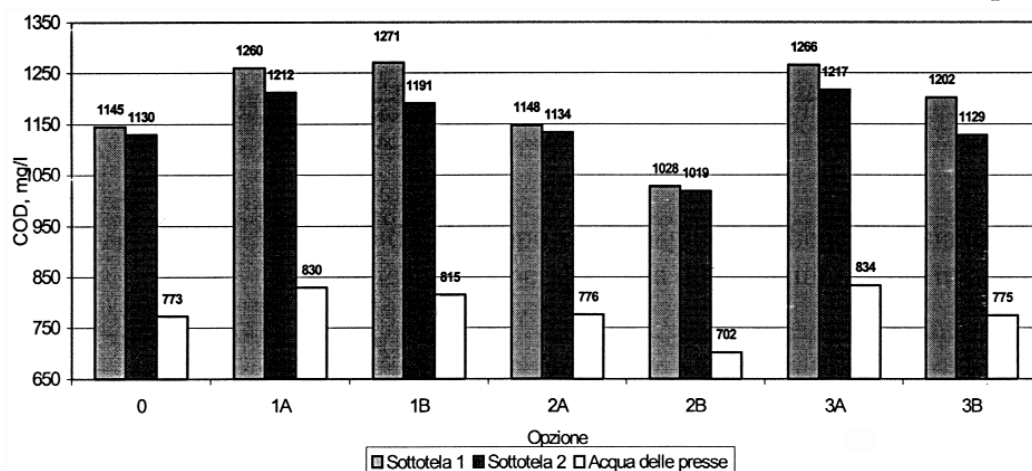
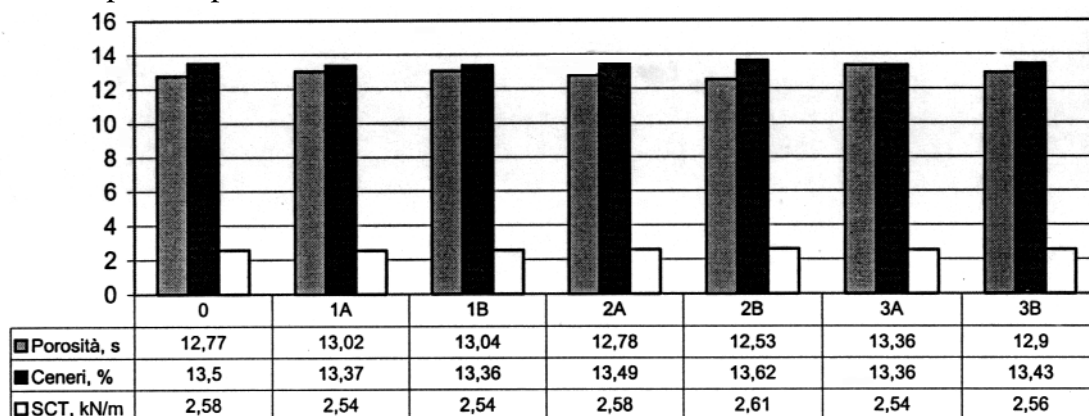


Grafico 11: Andamento delle caratteristiche del prodotto in funzione delle opzioni presentate



I dati del tempo di drenaggio, sebbene non siano stati riportati in grafico, indicano che per ciascuna delle opzioni, esso rimane pressoché costante.

4.8 Conclusioni

Dai dati ottenuti tramite la simulazione, si può dedurre che per ognuna delle opzioni previste, i parametri della qualità del prodotto rimangono costanti e quelli chimici entro quanto stabilito nella fase 2 del progetto, tabella 1.

Questo indica che ognuna delle opzioni può essere una strada praticabile nel percorso che ci porterà alla chiusura del circuito.