



**ANALISI AMBIENTALE
TERRITORIALE**

Rapporto Finale

Roma, Marzo 2001

Carlo Sessa, Nicola Piccioni, Patrizia Fagiani



Istituto di Studi per l'Integrazione dei Sistemi
Via Flaminia, 21 - 00196 Roma
Tel.: 06 – 32 12 655 / 36 12 920
Fax: 06 – 3213049
WWW : <http://www.isis-it.com>
E-mail: isisrome@isis-it.com

SOMMARIO

<u>1. Introduzione</u>	3
<u>2. Obiettivo e metodologia dell'Analisi Ambientale Territoriale</u>	3
<u>3. La metodologia pratica per l'analisi dei cicli di riuso dei rifiuti nel sistema territoriale</u>	10
<u>3.1 Descrizione sintetica del software CLOSED</u>	10
<u>3.2 I dati delle dichiarazioni ambientali (MUD)</u>	15
<u>4. L'Analisi Ambientale Territoriale per i distretti di Prato, Lucca e Pistoia</u>	19
<u>5. Struttura Produttiva delle Province di Prato, Lucca e Pistoia</u>	21
<u>6. Analisi dei potenziali cicli di riuso di scarti tra i distretti di Prato, Lucca e Pistoia</u>	24
<u>6.1 Tipologia di cicli di riuso di rifiuti speciali e la pianificazione regionale</u>	24
<u>6.2 Applicazione del software CLOSED e assunzioni alla base dell'analisi dei cicli</u>	26
<u>7. Potenziale Riuso dei Rifiuti di Plastica per la Produzione di Vasi e Sottovasi</u>	33
<u>8. Riutilizzo delle Pelurie del Tessile e delle Fibre e Fanghi del Cartario come Ammendante nel settore ortovivaistico</u>	41
<u>9. Valutazione del Potenziale Energetico ricavabile dalle pelurie tessili e dal pulper cartario</u>	49
<u>10. BIBLIOGRAFIA</u>	54

APPENDICE: MANUALE D'USO DEL SOFTWARE CLOSED

1. INTRODUZIONE

Lo scopo dell'Analisi Ambientale Territoriale all'interno del progetto CLOSED è descrivere il potenziale di mercato per alcune materie seconde ottenibili dagli scarti dei processi produttivi dei settori tessile, cartario e ortovivaistico, nei distretti territoriali rispettivamente di Prato, Lucca e Pistoia.

Nel presente Rapporto vengono descritti nell'ordine:

- alcuni concetti fondamentali di teoria economica utilizzati per rappresentare costi e benefici della sostituzione di materie seconde a materie prime nei cicli produttivi;
- la metodologia pratica usata per l'analisi del potenziale di mercato di rifiuti riciclabili come materie seconde, illustrando sia il software realizzato che la fonte dei dati – i modelli di dichiarazione ambientale MUD – utilizzati per l'analisi dei sistemi territoriali di Prato, Lucca e Pistoia;
- i risultati dell'analisi ambientale territoriale effettuata con riferimento ai settori produttivi e ai distretti territoriali su menzionati, che evidenziano alcuni potenziali riutilizzi di rifiuti: i) rifiuti specifici del cartario (pulper) e del tessile (pelurie) sia come materie prime (concime organico nel settore ortovivaistico) che come materiali da cui recuperare energia, e ii) rifiuti aspecifici quali le plastiche per la produzione di vasi e sottovasi da utilizzare nel settore ortovivaistico.

2. OBIETTIVO E METODOLOGIA DELL'ANALISI AMBIENTALE TERRITORIALE

Dato un sistema territoriale di riferimento – nella fattispecie le province di Prato, Lucca e Pistoia – l'obiettivo dell'analisi ambientale territoriale è quantificare i potenziali volumi di rifiuti riutilizzabili come materie seconde nei cicli produttivi, individuando:

- ↳ **quali rifiuti** è possibile riutilizzare sotto il profilo tecnologico, passando da scarti di un ciclo produttivo a materie seconde utilizzate nello stesso o in un altro ciclo produttivo, con opportune trasformazioni;
- ↳ **quanti rifiuti** è opportuno riutilizzare sotto il profilo economico e ambientale nell'area territoriale di riferimento, considerando sia fattori di costo connessi alla movimentazione, trattamento dei rifiuti e trasformazione (alternativa) in materie seconde che fattori di domanda, quali la presenza nel territorio di un sufficiente numero di operatori potenzialmente interessati all'uso delle materie seconde.

Lo schema logico generale dell'analisi ambientale-territoriale si articola come segue:

1. si parte da una analisi schematica dei processi produttivi – nel nostro caso quelli caratteristici del tessile, cartario e ortovivaistico – individuando per ciascuno di essi le tipologie di rifiuti associati alla produzione;
2. per ciascuna tipologia di rifiuti si identificano i potenziali riutilizzi, identificando le materie prime che possono essere sostituite o i possibili recuperi energetici;
3. per i riutilizzi più interessanti – perché riferiti a quantità di rifiuti prodotti con relativa abbondanza nel territorio di riferimento e alla loro trasformazione in materie seconde

che ugualmente sono fortemente richieste nel territorio – si procede allo studio dell’attività di trasformazione necessaria, al fine di determinare quanta materia seconda può essere ottenuta dai rifiuti, di che qualità e con quale costo. Un esempio di tale studio, riferito a rifiuti inerti, è fornito in una scheda metodologica presentata più avanti;

4. si identificano le attività produttive consumatrici di materie prime sostituibili con le materie seconde prese in esame, analizzando la distribuzione delle unità locali nel sistema territoriale di riferimento (sulla base della classificazione e dei dati ISTAT concernenti le attività economiche);
5. si effettua infine l’Analisi Ambientale Territoriale vera e propria, calcolando e ponendo a confronto tre tipologie di costi: i) costi di trattamento e smaltimento finale dei rifiuti, ii) costi di trasformazione in materie seconde, iii) costo delle materie prime sostituite. Nel caso in cui il rifiuto viene utilizzato per recuperare energia, il confronto si instaura tra i costi di trattamento e smaltimento senza recupero di energia, il trattamento con recupero di energia e il costo delle fonti energetiche sostituite.

E’ importante sottolineare la logica sistemica che sottende l’Analisi Ambientale Territoriale, a tre livelli:

- ↳ innanzitutto, i costi vanno riferiti sia a costi interni aziendali che a costi esterni, relativi agli impatti sull’ambiente delle varie attività (movimentazione e smaltimento dei rifiuti, trasformazione in materie seconde, produzione evitata di materie prime);
- ↳ in secondo luogo, i costi possono incorrere sia all’interno del sistema territoriale di riferimento – come in gran parte avviene per il trattamento dei rifiuti – che al suo esterno, come in genere accade per i costi evitati di produzione delle materie prime o delle fonti energetiche;
- ↳ infine, le diverse tipologie di costi possono essere a carico di operatori diversi: in base alla normativa che regola lo smaltimento dei rifiuti speciali in Italia, i relativi costi sono a carico dei produttori di rifiuti, mentre i costi (evitati) delle materie prime sostituite sono ovviamente a carico delle imprese consumatrici di materie seconde; i costi di trasformazione da materia prima a materia seconda potrebbero infine essere a carico di operatori specializzati che fungono da intermediari¹.

L’Analisi Ambientale Territoriale si rende necessaria a livello strategico, e con un’ottica volta ad incrementare l’efficienza energetica e ambientale dei processi produttivi a livello di intero territorio. Essa infatti non può essere condotta da singole categorie di attori del sistema (i produttori dei rifiuti, o i consumatori delle materie seconde) sulla base dei soli dati relativi ai bilanci (o anche eco-bilanci) aziendali. Questi ultimi registrano fatti interni alle aziende, e potrebbero ad esempio servire – dal lato dei produttori di rifiuti - a confrontare i costi del semplice trattamento con il costo finale (al netto dei ricavi) della trasformazione in materia seconda, oppure – dal lato dei consumatori delle materie seconde – i costi di acquisto delle materie seconde con quelli delle materie prime. Così però non si ottiene la necessaria visione d’insieme dei costi e benefici totali derivanti dalla chiusura dei cicli a livello dell’intero sistema territoriale.

I costi delle tre componenti – smaltimento dei rifiuti, trasformazione in materie seconde, materie prime sostituite – sono elencati in tabella:

¹ Essi verrebbero comunque inclusi nei prezzi di acquisto delle materie seconde da parte delle imprese utilizzatrici

Smaltimento rifiuti	Trasformazione in materie seconde	Materie prime sostituite
<i>Costi aziendali</i>	<i>Costi aziendali</i>	<i>Costi aziendali</i>
<ul style="list-style-type: none"> - Costi di trasporto - Costi di trattamento e smaltimento finale 	<ul style="list-style-type: none"> - Costi di raccolta e trasformazione - Margine di intermediazione commerciale - Costi di trasporto 	<ul style="list-style-type: none"> - Prezzi ex-fabrica (e/o ex-dogana) - Margine di intermediazione commerciale - Costi di trasporto
<i>Costi ambientali</i>	<i>Costi ambientali</i>	<i>Costi ambientali</i>
Inquinamento di:	Inquinamento di:	Inquinamento di:
<ul style="list-style-type: none"> - acqua - aria - suolo - 	<ul style="list-style-type: none"> - acqua - aria - suolo - 	<ul style="list-style-type: none"> - acqua - aria - suolo -

Per comprendere i costi e i potenziali benefici conseguibili, almeno sotto il profilo teorico, con la realizzazione di cicli chiusi di riutilizzo di scarti delle produzioni, viene esaminato nei diagrammi alle pagine seguenti un caso ipotetico di sostituzione di materie prime con materie seconde nel ciclo produttivo.

Nel primo diagramma vengono considerati i soli costi aziendali, senza costi ambientali (caso 1). Si assumono, per semplicità, funzioni lineari di costo, per cui al crescere della quantità di rifiuti crescono proporzionalmente sia i costi totali di smaltimento dei rifiuti, che i costi totali di trasformazione in materia seconda. Si assume inoltre che i costi di trasformazione della materia seconda siano superiori ai costi di smaltimento dei rifiuti, con una differenza costante al crescere della quantità di rifiuti. Questa differenza è rappresentata nel diagramma dalla retta parallela all'asse delle ascisse, che passa nei punti F ed E.

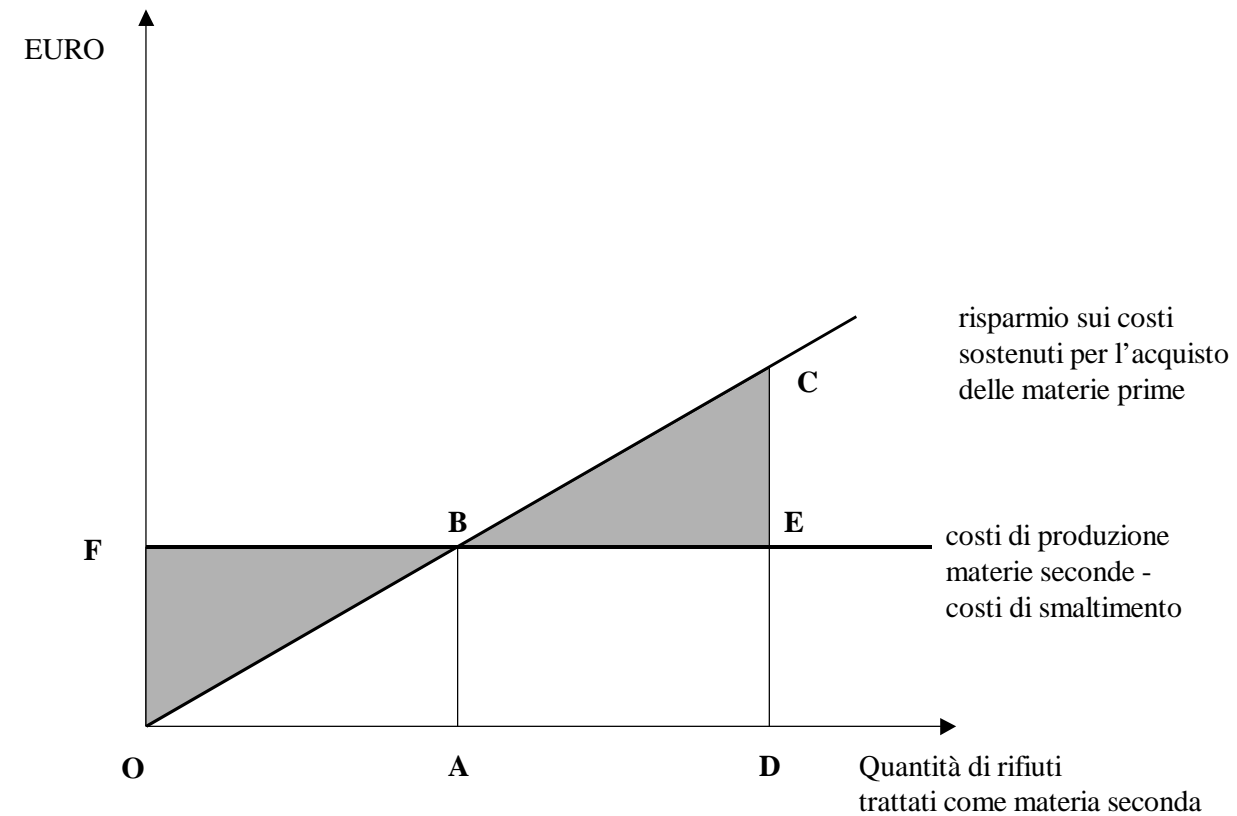
Le assunzioni fatte rappresentano ovviamente una semplificazione rispetto alla realtà, ma servono a rappresentare l'effetto in termini economici di una decisione di produrre materia seconda dai rifiuti anziché mandarli a smaltimento.

In tal caso si decide infatti di affrontare un costo di trasformazione in materia seconda in alternativa al costo di trattamento e smaltimento dei rifiuti. Che il primo costo sia superiore al secondo è un'assunzione realistica, mentre che la differenza tra i due si mantenga costante è meno plausibile². Se così non fosse, la retta FE non sarebbe più parallela all'asse delle ascisse, ma sarebbe crescente o decrescente a seconda che la differenza tra i due costi aumenti o diminuisca al crescere della quantità di rifiuti.³

² questa ipotesi equivale ad affermare che entrambe i processi – produzione di materie seconde e trattamento/smaltimento dei rifiuti – presentano gli stessi costi variabili per unità di prodotto (materia seconda o rifiuto smaltito), e la differenza è tutta da attribuire ai costi fissi.

³ Mantenendo sempre l'assunzione che le singole funzioni di costo sono lineari (non esistono cioè economie di scala), se il costo variabile della trasformazione in materia seconda è maggiore del costo variabile del trattamento/smaltimento la differenza tra i due costi totali aumenta al crescere della quantità di rifiuti, e il viceversa accade se esso è minore.

Costi e benefici della sostituzione di materie prime con materie seconde nel ciclo produttivo (caso 1: senza i costi ambientali)



BENEFICIO = Risparmio sui costi delle materie prime (OCD)

COSTO = Differenza costi di produzione materie seconde - costi di smaltimento (OFED)

Comunque sia, la retta FE rappresenta i costi totali di produzione delle materie seconde al netto dei costi evitati di trattamento e smaltimento dei rifiuti. In linea di massima, tali costi si può supporre siano affrontati dal produttore dei rifiuti (dal lato dell'offerta). Essi vanno confrontati con il risparmio sui costi sostenuti per l'acquisto delle materie prime dalle imprese consumatrici delle materie seconde (dal lato della domanda). Tale risparmio è rappresentato nel diagramma dalla retta OC, che parte dall'origine (nessuna sostituzione = nessun costo di materia prima evitato) e cresce proporzionalmente, con un rapporto determinato da quanta materia seconda può essere prodotta da ogni unità di rifiuto⁴.

Fino alla quantità di rifiuti A rappresentata nel diagramma la scelta di produrre dai rifiuti la materia seconda in alternativa al loro smaltimento non è conveniente: il costo totale della produzione di materia seconda al netto del costo evitato di smaltimento supera il risparmio conseguibile con il minor acquisto di materie prime.

⁴ E' ovvio che rifiuti tal quali non sono mai direttamente sostituibili alla materia prima. Questo significa che il rapporto tecnico di sostituzione materia prima/rifiuti – che influisce sul coefficiente angolare della retta OC – è diverso da 1. In pratica, il rendimento della trasformazione dei rifiuti in materie seconde sostituibili alla materia prima si considera sempre inferiore a 1 (nel software CLOSED presentato più avanti sono stati introdotti i “coefficienti di riuso” per rappresentare in modo semplificato tali rendimenti)

L'area tratteggiata OFB nel diagramma rappresenta la perdita netta accumulata fino alla quantità di rifiuti A. Fino a tale soglia non esiste quindi alcun reale potenziale di mercato per il riciclo dei rifiuti.

Ma oltre la soglia A, i risparmi conseguibili grazie ai minori acquisti di materie prime cominciano a superare i costi di produzione della materia seconda al netto dei costi evitati di smaltimento. Assumendo che la produzione di rifiuti nel sistema territoriale di riferimento raggiunga la quantità D, l'area tratteggiata BCE rappresenta il guadagno netto conseguibile: in altri termini, se la quantità di rifiuti da riciclare è elevata, esiste un reale potenziale di mercato.

Tutti i ragionamenti appena evidenziati dipendono ovviamente dalle assunzioni fatte. In particolare, a determinare la convenienza o meno al riciclo dei rifiuti nel caso ipotizzato di uguali costi variabili dei processi alternativi di produzione della materia seconda o trattamento/smaltimento dei rifiuti sono i soli costi fissi, che si suppongono più elevati per la produzione di materia seconda. Con tali assunzioni, è evidente che il punto di break-even, oltre il quale emerge una convenienza allo scambio di materie seconde, si verifica in corrispondenza di una quantità di rifiuti che sarà tanto più elevata quanto maggiore è la differenza nei costi fissi su menzionata.

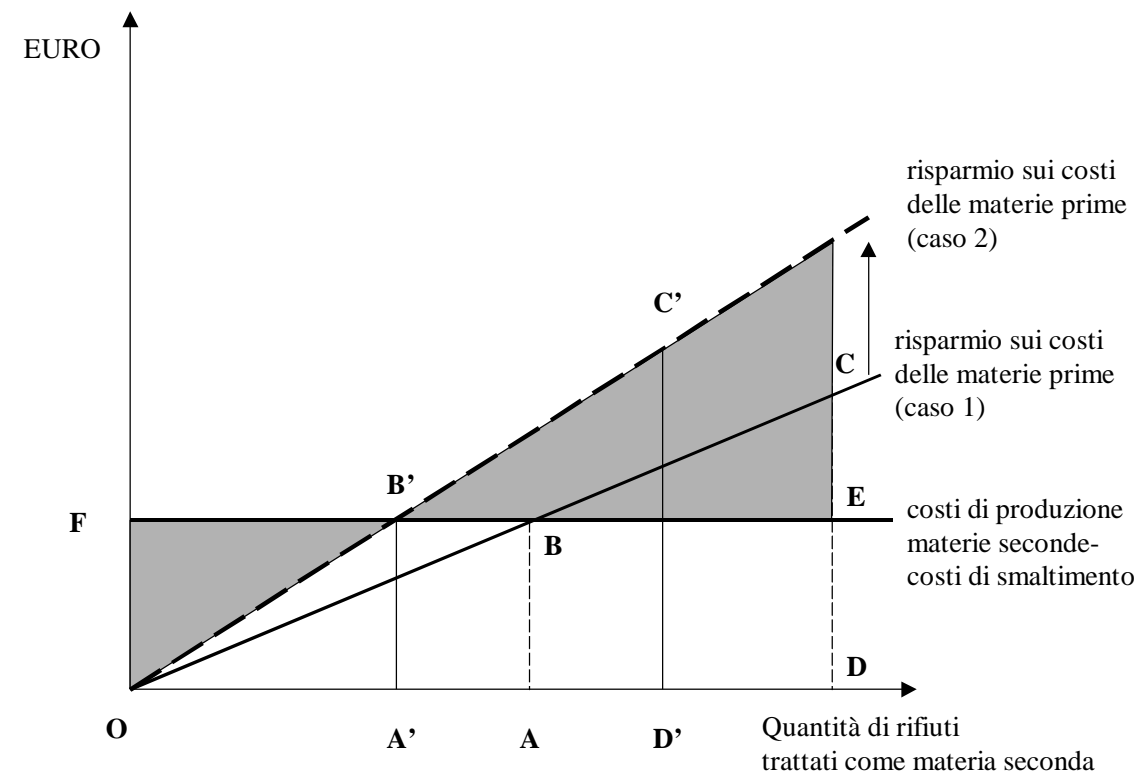
Se si esclude l'ipotesi troppo restrittiva di uguali costi variabili per unità di rifiuto trasformato in materia seconda o smaltito, la sostanza del ragionamento non cambia. Se oltre al costo fisso anche il costo variabile di ogni unità di rifiuto trasformato in materia seconda supera il costo variabile dello smaltimento, la retta FE sarà crescente. Il punto di break-even si sposterà a destra, e servirà una maggiore quantità di rifiuti perché i risparmi conseguibili nell'acquisto delle materie prime compensino i maggiori costi. Al contrario, il punto di break-even si sposterà a sinistra nel caso in cui la retta FE sia decrescente, per effetto di un costo variabile della trasformazione a materia seconda minore del costo variabile di smaltimento. In tal caso, il potenziale di mercato esiste, e si può assistere al crearsi spontaneo di un mercato di scambi delle materie seconde.

Applicazioni pratiche della teoria appena illustrata potrebbero portare a confrontare le funzioni reali di costo della produzione della materia seconda e dello smaltimento in alcuni casi in cui il riciclo dei materiali emerge spontaneamente, come ad esempio nel caso della carta straccia. L'aspetto potenzialmente più interessante della teoria non è però tanto spiegare i *trade-off* economici alla base di mercati delle materie seconde già esistenti, quanto valutare la possibilità di far emergere nuovi mercati modificando tali trade-off con strumenti di internalizzazione dei costi ambientali provocati dai cicli produttivi e dagli usi alternativi degli scarti.

Nel secondo diagramma (caso 2) – in cui si mantengono sempre le assunzioni di base sulla forma delle funzioni di costo sopra illustrate – viene mostrato l'effetto di una internalizzazione dei costi ambientali di produzione delle materie prime. L'ipotesi è che i costi di inquinamento dei vari recettori ambientali – aria, acqua, suolo etc. – che la produzione e il trasporto della materia prima comporta siano fatti pagare all'origine, applicando il principio “chi inquina paga”, e che i produttori trasferiscano questi costi aggiuntivi sul prezzo finale della materia prima. Il segmento OC nel diagramma ha una inclinazione maggiore che nel precedente caso 1 senza internalizzazione dei costi ambientali delle materie prime. Il risparmio conseguibile con la sostituzione della materia prima aumenta, e il punto di break-even oltre il quale la sostituzione diventa effettivamente

conveniente si sposta verso sinistra, da A ad A': è sufficiente una minore quantità di rifiuti prodotti nel sistema territoriale di riferimento perché vi sia un effettivo potenziale di mercato per le materie seconde.

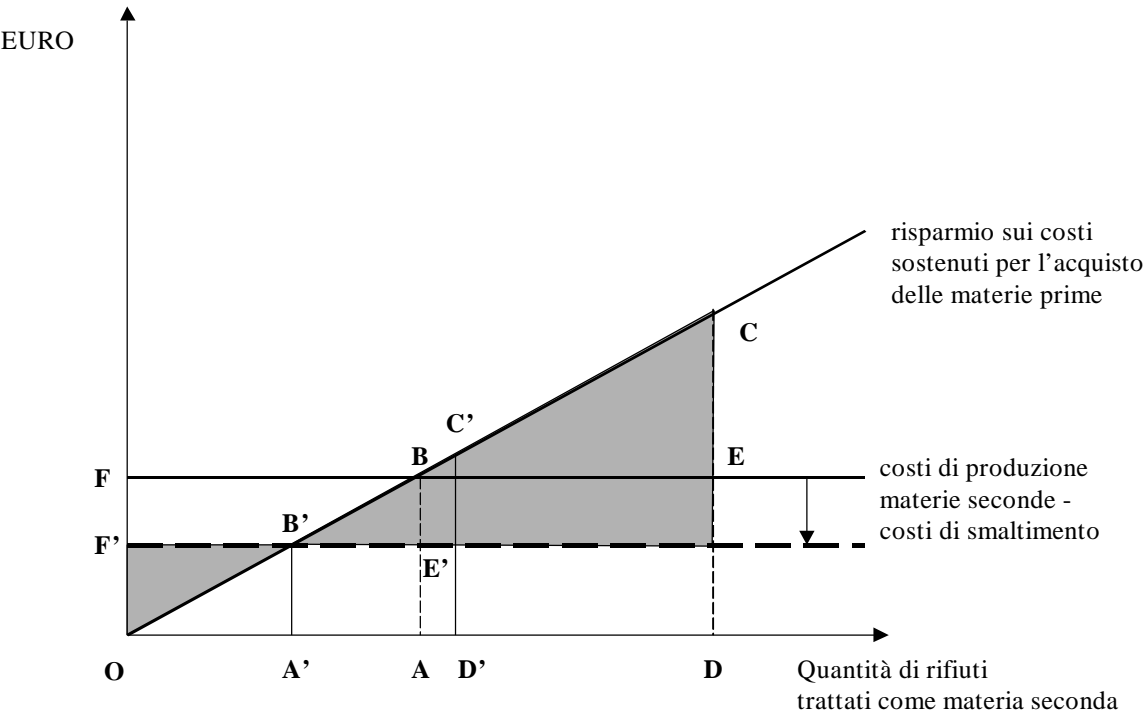
Costi e benefici della sostituzione di materie prime con materie seconde nel ciclo produttivo (caso 2: con aggiunta dei costi ambientali delle materie prime)



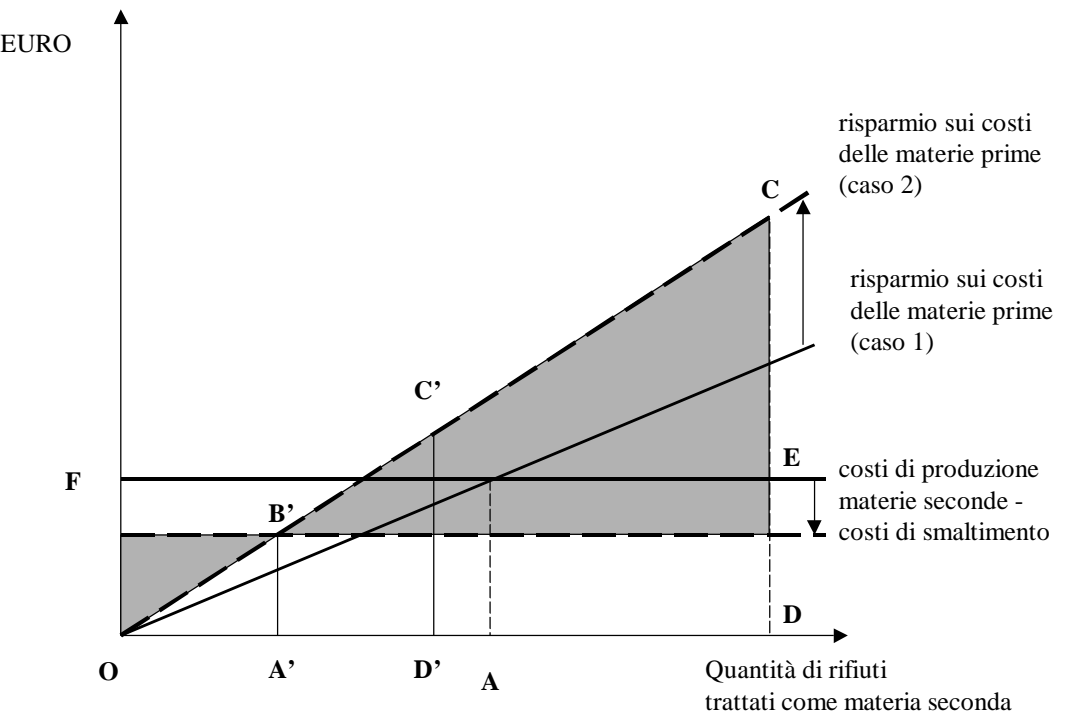
Nel terzo diagramma (caso 3), viene mostrato l'effetto di una internalizzazione dei costi ambientali sia della produzione della materia seconda che dell'alternativa costituita dal trattamento e smaltimento dei rifiuti. Si assume che il bilancio di tale operazione sia positivo, ipotizzando che il costo ambientale della produzione di materia seconda sia inferiore all'analogo costo associato al trattamento e smaltimento dei rifiuti. Se questa ipotesi – come sembra – è plausibile, l'effetto dell'applicazione del principio “chi inquina paga” sarà di far lievitare i costi di smaltimento dei rifiuti più di quanto non aumentino i costi di produzione della materia seconda. Il risultato finale è che la differenza tra i costi di produzione della materia seconda e i costi di smaltimento – rappresentati nel diagramma dalla retta FE – diminuisce. Di nuovo il punto di break-even oltre il quale la sostituzione diventa effettivamente conveniente si sposta verso sinistra, e la quantità di rifiuti necessaria nel sistema territoriale per far emergere un potenziale mercato di materia seconda è inferiore.

L'ultimo diagramma mostra infine l'effetto teorico complessivo sui costi e benefici del riciclo dei rifiuti provocati dalla somma degli effetti illustrati sopra dell'internalizzazione dei costi ambientali delle materie prime, della produzione di materie seconde e del trattamento/smaltimento dei rifiuti.

Costi e benefici della sostituzione di materie prime con materie seconde nel ciclo produttivo (caso 3: con aggiunta costi ambientali delle materie seconde e dello smaltimento)



Effetto complessivo su costi e risparmi della valutazione dei costi ambientali



3. LA METODOLOGIA PRATICA PER L'ANALISI DEI CICLI DI RIUSO DEI RIFIUTI NEL SISTEMA TERRITORIALE

I concetti teorici sopra esposti sono stati utilizzati per progettare e realizzare il software CLOSED. Tale software consente di effettuare – sulla base dei flussi di produzione dei rifiuti rilevati nei modelli MUD – una analisi delle quantità di rifiuti prodotti nel sistema territoriale di riferimento, del relativo costo di smaltimento, della quantità potenziale di materia seconda ricavabile dai rifiuti e del costo evitato di acquisto della materia prima, per un qualunque ciclo: attività economica di origine del rifiuto – trasformazione del rifiuto in materia seconda – attività economica di destinazione della materia seconda. Sia le attività economiche che i rifiuti sono codificate in base a classifiche standard: la classifica delle attività economiche ISTAT (codice NACE Rev. 1/ATECO 91) e la classifica europea CER dei rifiuti, la quale per ogni attività economica individua sia i rifiuti specifici che quelli aspecifici. Il software consente quindi di scegliere e configurare un qualunque ciclo di produzione e riutilizzo dei rifiuti. Esso è stato tuttavia applicato con riferimento alle attività e ai rifiuti del settore tessile, cartario e ortovivaistico, che rappresentano le attività economiche prevalenti nelle province di Prato, Lucca e Pistoia. Nei due paragrafi successivi viene prima illustrato sotto il profilo funzionale il software (il manuale d'uso del programma è fornito in appendice), e poi esaminata la fonte dei dati utilizzati – i MUD – e gli aggiustamenti che si sono resi necessari.

3.1 Descrizione sintetica del software CLOSED

Sotto il profilo funzionale il software CLOSED è costituito da una base dati e da procedure di accesso, verifica ed elaborazione dati.

La **base dati** contiene i dati della dichiarazione ambientale delle aziende contenuti nella sezione relativa ai rifiuti speciali (scheda RIF del modello MUD). Sono pertanto esclusi i rifiuti urbani e assimilati, raccolti e trattati dalle aziende municipali. I dati delle dichiarazioni ambientali si riferiscono a singole unità locali (stabilimenti). Nella base dati queste informazioni sono aggregate a livello comunale, per tipologia di attività economica e per tipologia di rifiuto, utilizzando i codici ISTAT di località e attività economica e i codici rifiuti CER riportati nei modelli MUD. In pratica le quantità di rifiuti relative ad uno stesso codice rifiuto e dichiarati dalle unità locali appartenenti alla stessa attività economica e nello stesso comune vengono sommate in unica occorrenza (record) della base dati.

In particolare i dati inclusi nella base dati sono:

- Codice ISTAT provincia dell'insediamento⁵;
- Descrizione ISTAT provincia dell'insediamento;
- Codice ISTAT comune dell'insediamento;
- Descrizione ISTAT comune dell'insediamento;
- Codice ISTAT attività svolta;
- Descrizione ISTAT attività svolta;
- Totale addetti nell'insediamento;
- Codice CER rifiuto (Catalogo Europeo dei Rifiuti);
- Descrizione CER rifiuto;
- Quantità di rifiuto prodotta, in kg;
- Quantità totale annua di rifiuto ricevuta da terzi, in kg;

⁵ Nel tracciato record dei modelli MUD si usa il termine insediamento per indicare l'unità locale.

- Quantità totale in giacenza al 31/12, in kg.;
- Quantità totale annua trattata, in kg;
- Quantità totale annua smaltita, in tonnellate;
- Capacità residua della discarica, in tonnellate;

Le **procedure di accesso e verifica dei dati** consentono interrogazioni di tipo standard dei dati, con diverse chiavi di lettura: territorio di produzione o smaltimento dei rifiuti (con dettaglio comunale), tipologia di rifiuti specifici per settore di attività economica e aspecifici. In particolare, è possibile con tali procedure scegliere:

- un codice rifiuto e più settori di attività economica
- più codici rifiuto e un settore di attività economica
- più codici rifiuto e più settori di attività economica

e ottenere i relativi totali per aggregati territoriali (singoli comuni o intere province).

La procedura di verifica dati consente di individuare eventuali dati anomali - ad esempio per errori presenti nell'unità di misura utilizzata - e modificarli.

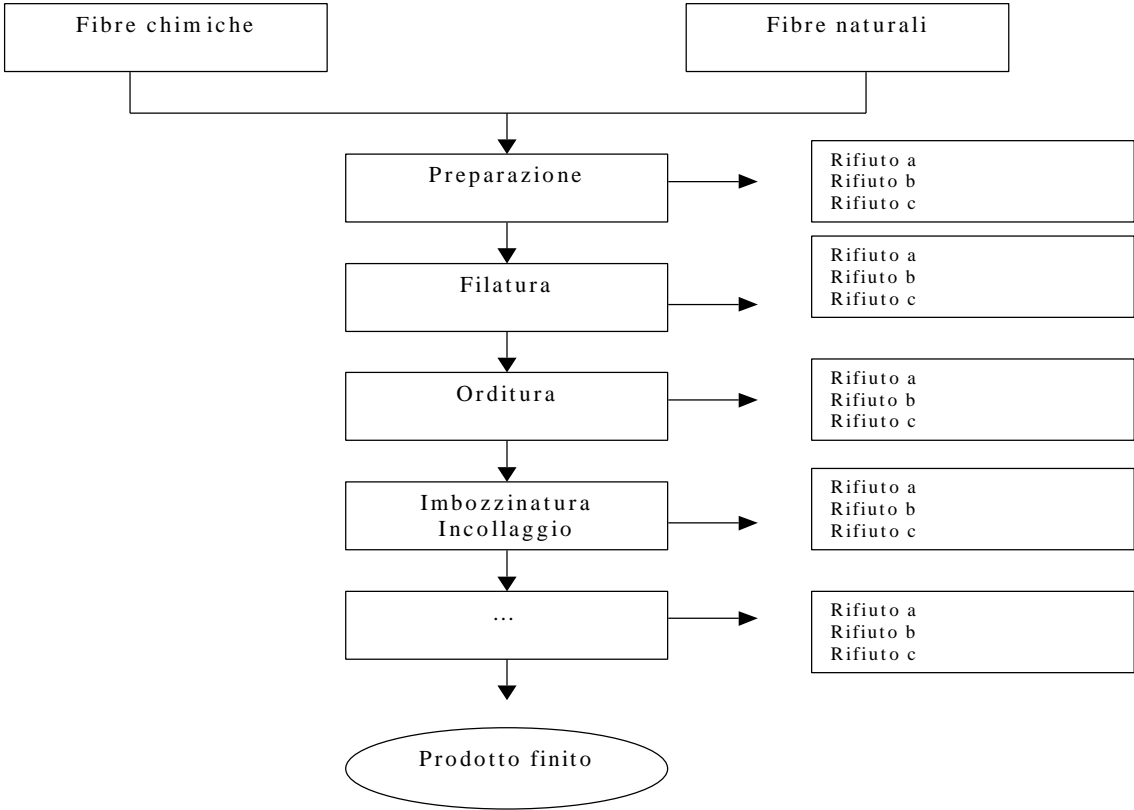
Le **procedure di elaborazione** dati rappresentano infine il cuore del software CLOSED. Esse si basano sulla configurazione iniziale dei settori di attività economica da analizzare. Partendo da uno schema semplificato dei processi produttivi, come quello esemplificato qui sotto per il settore tessile ⁶, si procede infatti ad accoppiare, per ogni fase del processo produttivo:

- i codici ISTAT (ATECO 91 - 4/5 cifre) delle attività economiche che svolgono la fase, e
- i codici CER dei rifiuti prodotti in quella fase.

Solo i rifiuti aspecifici non vengono accoppiati alle singole fasi del processo produttivo.

⁶ Lo schema è una riproduzione parziale dello schema semplificato di processo dell'industria tessile presentati in ANPA 1999

Schema semplificato della produzione tessile (parziale)



Sulla base della configurazione iniziale, il programma consente di elaborare – per il settore prescelto – la produzione di rifiuti e il relativo costo di smaltimento (analisi dal lato dell’offerta) e la quantità potenziale di rifiuti riciclabili come materia seconda (analisi dal lato della domanda).

L’output tipico dell’analisi dal lato dell’offerta è rappresentato qui sotto:

Entità territoriale	Nr. Unità locali ISTAT	Nr. Addetti ISTAT	Nr. Addetti MUD	Quantità rifiuti MUD	Quantità rifiuti stimata	Costo smaltimento	Impatti ambientali
Totale PRATO							
Comune 1							
.....							
Comune n							
Totale PISTOIA							
Comune 1							
.....							
Comune n							
Totale LUCCA							
Comune 1							
....							

Comune n							
Totale AREA							

I dati elaborati per aggregati territoriali (comuni e province) comprendono:

- numero di insediamenti produttivi (unità locali ISTAT - Censimento Intermedio dell’Industria 1996);
- addetti presenti negli insediamenti rilevati dall’ISTAT;
- addetti dichiarati nei MUD dalle aziende;
- **quantità di rifiuti prodotti**dichiarati nei MUD dalle aziende;
- **quantità di rifiuti stimata** questo dato è disponibile solo per rifiuti specifici dei processi produttivi. Per queste categorie è infatti possibile stimare la produzione totale di rifiuti a partire dalla produzione finale, o dai materiali impiegati in input, o anche in base agli addetti alla produzione, se si dispone di coefficienti specifici di produzione di rifiuti (per quantità di prodotto, per materiale impiegato o per addetto). La stima si rende necessaria perché il dato MUD è notoriamente incompleto, e presenta inoltre dati anomali che possono risultare evidenti dal confronto con i dati stimati. In pratica, in mancanza di indagini ad hoc nel sistema territoriale di riferimento, si usano coefficienti settoriali di produzione media nazionale di rifiuti per addetto. La stima si ottiene quindi moltiplicando tali coefficienti per il numero di addetti agli insediamenti del settore economico di interesse presenti nel sistema territoriale;
- **costi di smaltimento**, calcolati con riferimento alle quantità di rifiuti dichiarate nei MUD e alle quantità stimate. Il calcolo viene effettuato assumendo che le quantità di rifiuti prodotte in ciascun comune siano distribuite tra gli impianti di smaltimento o stoccaggio (i dati estratti dai MUD non consentono di distinguere lo smaltimento dallo stoccaggio come sarebbe opportuno) presenti nel territorio delle province di appartenenza. I costi vengono quindi calcolati sommando il costo di trasporto dal comune di origine agli impianti di smaltimento o stoccaggio al costo delle operazioni di smaltimento/stoccaggio. I parametri per detti calcoli sono forniti dall’utente al programma, e comprendono:
 - il costo del trasporto per tonn.km;
 - una stima della distanza dai comuni agli impianti di smaltimento o stoccaggio;
 - la tipologia degli impianti di smaltimento (discarica, inceneritore etc.) o di stoccaggio, e i relativi costi unitari per tonnellata di rifiuti trattata.
- **Impatti ambientali** misurati calcolando le emissioni nell’ambiente dei principali inquinanti derivanti dal trasporto dei rifiuti e dalle diverse attività di smaltimento. Il calcolo delle emissioni totali viene effettuato moltiplicando le quantità totali dei rifiuti conferiti agli impianti di smaltimento o stoccaggio per:
 - i coefficienti di emissione per tonnellata smaltita specifici delle diverse tipologie di impianti (emissioni dello smaltimento);
 - la stima delle distanze percorse e il coefficiente di emissione per tonn.km (emissioni del trasporto).

Questi parametri vengono forniti al programma dall'utente. In pratica, il calcolo delle emissioni viene limitato alla dispersione di inquinanti in atmosfera.

L'analisi dal lato della domanda elabora la quantità di rifiuti prodotti nel sistema territoriale di riferimento e potenzialmente riciclabili come materia seconda. L'elaborazione è effettuata sulla base di associazioni scelte dall'utente tra le tipologie di rifiuti specifici dei diversi settori di attività economica o di rifiuti aspecifici e i possibili reimpieghi come inputs in sostituzione di materie prime utilizzate in settori di potenziale destinazione.

In genere il reimpiego di rifiuti è soggetto ad una gamma di vincoli tecnico-economici che limitano:

- le tipologie di materie prime che possono essere sostituite dalle materie seconde;
- la quantità utile di materia seconda di qualità adatta a sostituire le materie prime, ottenibile con processi di trasformazione del rifiuto tal quale.

A titolo di esempio, si considerino le modalità di riutilizzo di rifiuti inerti (scarti del settore edile). In Italia sono state condotte varie sperimentazioni su materiali riciclati da utilizzare per la costruzione di infrastrutture lineari ed alcune di esse hanno evidenziato la possibilità di utilizzare i materiali provenienti dalle demolizioni per realizzare conglomerati cementizi a basso dosaggio di cemento (magroni). I valori di resistenza a compressione riportati in letteratura indicano la possibilità di poter utilizzare questi materiali in opere civili che non richiedono elevate capacità portanti. Altri studi hanno dimostrato che l'inerte naturale può essere sostituito fino al 30% senza che le caratteristiche del nuovo calcestruzzo subiscano particolari variazioni. Oltre tale valore, le prestazioni possono subire una riduzione, e questo rende necessario eseguire delle prove che garantiscano la qualità del calcestruzzo prodotto.

Pertanto, vincoli tecnologici portano a ritenere che solo il 30% della materia prima impiegata nel calcestruzzo può essere sostituita con materia seconda (i magroni provenienti dalle demolizioni) senza alterare la qualità del calcestruzzo stesso, oppure che tale percentuale può essere alzata, ma ottenendo calcestruzzo di qualità inferiore, non adatto per elevate capacità portanti.

Al fine di considerare simili vincoli tecnologici, nel software CLOSED l'utente può scegliere la materia prima da sostituire e determinare il coefficiente di riuso, che rappresenta il rendimento della trasformazione da rifiuto tal quale a materia seconda adatta a sostituire la materia prima selezionata. Tale coefficiente può assumere in pratica i seguenti valori:

- 1 se il rifiuto può essere riutilizzato integralmente, senza riduzioni di peso o volume (limite teorico)
- un numero compreso tra 0 e 1, nel caso in cui il rifiuto deve subire una trasformazione che ne riduce la quantità utile

Ad esempio, volendo analizzare un ciclo di riutilizzo di rifiuti inerti specifici (i magroni) con il software CLOSED, si potrebbe associare tali rifiuti alla materia prima utilizzata per la produzione di calcestruzzo di qualità normale - adatto a capacità portanti anche elevate - e stabilire un coefficiente di riuso pari a 0,3, oppure associarli ad un calcestruzzo di qualità inferiore, ed alzare il coefficiente di riuso (ad esempio a 0,8 o 0,9).

Una volta determinato il ciclo chiuso da analizzare – con l'accoppiamento rifiuto prodotto dall'attività economica di origine e materia prima da sostituire nell'attività economica di destinazione – e il relativo rendimento in termini aggregati – con il coefficiente di riuso che stabilisce quanta materia seconda utile (i.e. sostituibile alla materia prima senza alterazioni sostanziali della qualità) si può estrarre dai rifiuti di partenza, il programma calcola la **quantità di rifiuti potenzialmente riciclabile** presente nel sistema territoriale di riferimento.

Il calcolo viene effettuato moltiplicando la quantità di rifiuti prodotta nell'area, determinata con l'analisi dal lato dell'offerta, per il coefficiente specifico di riuso.

In conclusione, con riferimento ai concetti teorici introdotti nel cap. 2, il software CLOSED consente, per determinati cicli di sostituzione di materie prime con materie seconde derivati da rifiuti specifici delle attività produttive presenti nel sistema territoriale, di elaborare:

- il costo diretto e gli impatti ambientali delle attività di smaltimento dei rifiuti
- il potenziale risparmio di costi di materia prima conseguibile utilizzando la quantità di rifiuti riciclabile⁷

Non vi sono invece gli elementi necessari a calcolare il terzo elemento del confronto, il costo della trasformazione in materia seconda, e quindi non si può effettuare una analisi economica completa del processo. Tuttavia, è evidente che conoscere i costi totali di smaltimento dei rifiuti da un lato, e il potenziale risparmio di costi delle materie prime dall'altro permette di stabilire entro quali limiti deve oscillare il costo totale delle materie seconde producibili nel sistema territoriale per essere conveniente sotto il profilo economico. Esso infatti potrà essere anche superiore al costo alternativo di trattamento e smaltimento dei rifiuti, ma dovrà comunque mantenersi inferiore al risparmio totale di costi delle materie prime nel settore di utilizzazione, alla chiusura del ciclo.

3.2 I dati delle dichiarazioni ambientali (MUD)

L'analisi della produzione di rifiuti effettuabile con il software CLOSED si basa sui dati delle dichiarazioni ambientali delle aziende. E' importante riassumere il quadro normativo di riferimento che governa la produzione di questi dati, i loro pregi e i loro – purtroppo ancora numerosi – limiti.

La legge 70/94, che ha istituito il Modello Unico di Dichiarazione ambientale (MUD) ha visto la sua prima applicazione nel 1996 con riferimento alle dichiarazioni della produzione di rifiuti del 1995. Per l'anno 1998, riferita alle attività produttive 1997, è stata emanata una circolare esplicativa sulla compilazione della modulistica in coerenza ai dettami del D.Lgs. 22/97 (Decreto Ronchi). La modulistica è stata mantenuta analoga a quella del precedente anno, mentre è stato introdotto l'utilizzo della Codifica Europea dei Rifiuti (CER).

L'art. 7 del Decreto Ronchi ha introdotto una nuova classificazione dei rifiuti, conforme allo standard comunitario. I rifiuti sono classificati secondo l'origine in:

- **urbani**

⁷ il risparmio totale si ottiene moltiplicando la quantità di rifiuti potenzialmente riciclabile fornita dal software CLOSED, che equivale per definizione alla quantità di materia prima sostituibile, per il prezzo unitario della materia prima (stimato da fonti esogene).

- **speciali**

e secondo le caratteristiche di pericolosità in:

- **non pericolosi**
- **pericolosi**

In particolare, nel presente studio, come noto, ci si concentra sui rifiuti speciali. Questi sono classificati dal Decreto in:

- A. rifiuti derivanti da attività agricole e agroindustriali
- B. rifiuti derivanti da attività di demolizione e costruzione, i rifiuti pericolosi derivanti da attività di scavo (rifiuti inerti)
- C. i rifiuti derivanti da lavorazioni industriali
- D. i rifiuti derivanti da lavorazioni artigianali
- E. i rifiuti derivanti da attività commerciali
- F. i rifiuti derivanti da attività di servizio
- G. i rifiuti derivanti da attività di smaltimento e recupero di rifiuti
- H. i fanghi prodotti dalla potabilizzazione e da altri trattamenti delle acque, dalla depurazione delle acque reflue e da abbattimento di fumi
- I. i rifiuti derivanti da attività sanitarie
- J. i macchinari e le apparecchiature deteriorate e obsolete
- K. i veicoli a motore, i rimorchi e simili fuori uso e loro parti

In linea di principio la definizione dei rifiuti dichiarati nei MUD ha il merito di basarsi su criteri obiettivi e codificati. Nel descrivere i rifiuti chi compila la dichiarazione deve infatti fare riferimento all'elenco di tipologie di rifiuti individuati dal Catalogo Europeo dei Rifiuti (CER). I codici CER sono organizzati in una struttura gerarchica a tre livelli:

- il I livello individua interi settori o famiglie di provenienza dei rifiuti
- il II livello sotto-settori o sotto-famiglie di provenienza dei rifiuti
- il III livello individua le singole tipologie di rifiuti generati

Spesso però risulta difficile attribuire una codifica appropriata ai rifiuti, ed esistono intere categorie di rifiuti “trasversali”, definiti aspecifici, che sono caratteristici di diverse attività economiche. I rifiuti aspecifici includono codici di rifiuti importanti, quali:

- 13 00 00 oli esausti
- 14 00 00 rifiuti di sostanze organiche utilizzati come solventi
- 15 00 00 imballaggi, assorbenti, stracci, materiali filtranti ed indurenti protettivi
- 16 00 00 rifiuti non specificati altrimenti nel catalogo

E' tenuto all'obbligo di dichiarazione “*chiunque effettua a titolo professionale attività di raccolta e di trasporto dei rifiuti, compresi i commercianti e gli intermediari di rifiuti, ovvero chi svolge le operazioni di recupero e smaltimento dei rifiuti, nonché le imprese e gli enti che producono rifiuti pericolosi e le imprese e gli enti che producono rifiuti non pericolosi da lavorazioni industriali ed artigianali, da attività di recupero e smaltimento di rifiuti e fanghi prodotti dalla potabilizzazione e da altri trattamenti delle acque e dalla depurazione delle acque reflue e da abbattimento di fumi*” (art. 11 del D.Lgs 22/97).

Ciò pone in evidenza uno dei limiti più importanti dei dati MUD: essi riguardano infatti solo determinate tipologie di rifiuti speciali e non l'intera produzione. In aggiunta il Decreto introduce alcuni esoneri molto significativi: le imprese artigiane con meno di 3 dipendenti non devono comunicare i dati riferiti alla produzione di rifiuti speciali; per le

imprese agricole con un volume di affari annuo non superiore a 15 milioni annui, l'esonero riguarda sia i rifiuti speciali che pericolosi. Infine, la percentuale di evasione da parte di Soggetti tenuti alla dichiarazione a norma di legge è molto elevata. Ad esempio, nelle valutazioni a supporto del Piano della Regione Toscana di gestione dei rifiuti speciali (II° stralcio) effettuate dalla Agenzia Regionale Recupero Risorse (A.R.R.R.), si afferma che la percentuale dei soggetti che hanno presentato la dichiarazione MUD con riferimento alla produzione dei rifiuti 1996 è solo il 47% degli aventi obbligo, anche se rappresentano l'80% degli addetti.

Un ulteriore limite dei dati MUD, anche quando questi siano stati completamente e correttamente compilati, è che essi non consentono di ricostruire tutti i passaggi che uno stessa quantità di rifiuti fa dalla produzione allo smaltimento finale, e i relativi flussi di origine e destinazione sul territorio. Nelle dichiarazioni sono infatti rilevate le quantità annue prodotte, movimentate o smaltite da produttori, trasportatori, intermediari, impianti di stoccaggio provvisorio, impianti di trattamento, e smaltimento finale, ma non è possibile ricostruire il flusso di rifiuti che collega il produttore del rifiuto (il primo anello) all'impianto di trattamento e infine all'impianto di smaltimento finale (ultimo anello). Nel passaggio da un soggetto all'altro i rifiuti possono cambiare classificazione non solo per quanto riguarda la pericolosità o meno del rifiuto ma anche per ciò che riguarda lo stato fisico/chimico del rifiuto (e quindi del codice CER di identificazione). Un ulteriore problema è rappresentato dalla presenza di un numero considerevole di impianti di stoccaggio: i singoli flussi di rifiuti, prima di essere avviati ad operazioni di recupero e/o smaltimento, si disperdono attraverso una serie di passaggi intermedi, passando da un impianto di stoccaggio all'altro. Non si pone solo un problema di potenziali duplicazioni di dati, che in linea di principio può essere evitato escludendo i rifiuti inviati agli impianti intermedi di stoccaggio dal computo dei rifiuti totali. Il problema più serio è creato dal fatto che negli impianti di stoccaggio avvengono semplici operazioni di cernita che comportano una modifica del codice di rifiuto in uscita rispetto a quello in ingresso, e di conseguenza determinano l'impossibilità di seguirne il flusso.

I problemi sopra evidenziati sono strutturali, e possono risolversi solo con radicali modifiche degli obblighi di compilazione e delle modalità di rilevazione dei dati nei modelli MUD, modifiche che attualmente non sembrano essere in cantiere. Esistono però anche altri problemi di errori sistematici nella compilazione e registrazione dei dati delle dichiarazioni ambientali correnti, parzialmente risolvibili con procedure di bonifica dei dati.

Gli errori sistematici sono di solito generati da:

- errori o interpretazioni non conformi da parte di soggetti che hanno provveduto all'archiviazione in sistemi di gestione informatizzati;
- cattiva interpretazione dei codici (dei rifiuti, delle attività economiche di appartenenza, dei comuni di provenienza o destinazione dei rifiuti) da parte dei soggetti che hanno compilato la denuncia

Gli errori sistematici vengono individuati e corretti con procedure di rettifica attuate in genere in ciascuna Regione sotto la supervisione degli organismi collegati alle Camere di Commercio cui è affidata la gestione degli archivi delle dichiarazioni (in Toscana questo compito è affidato alla A.R.R.R.).

Si riscontrano infine errori non sistematici, casuali, di più incerta identificazione, perlopiù causati dall'uso di unità di misura erronee da parte di chi compila la dichiarazione (e.g. quintali anziché kg o tonnellate). La correzione di quest'ultimo tipo di errori può essere

effettuata solo con procedure ad hoc di analisi statistica dei dati anomali, miranti ad identificare e correggere scostamenti ingiustificati da dati medi di produzione di rifiuti pro capite, per addetto, o (più raramente) per kg di quantità prodotta. Come illustrato nel par. 3.1, una simile procedura di identificazione e modifica di dati anomali è stata inclusa anche nel software CLOSED.

Tutti i problemi sopra evidenziati insiti nei dati MUD ne riducono ovviamente l'affidabilità, e limitano grandemente le potenzialità concrete di un loro utilizzo estensivo a supporto delle politiche ambientali territoriali. Tuttavia, la situazione non può che migliorare, poiché vi è una forte spinta a sviluppare e rendere gradualmente più affidabili e aderenti alla realtà sia i dati raccolti che le procedure di gestione del Catasto dei Rifiuti. L'obiettivo è raggiungere nel campo dei rifiuti speciali un livello di conoscenze sistematiche e aggiornate analogo a quello ormai raggiunto nella contabilità dei rifiuti urbani e assimilati. L'ANPA ha da tempo avviato lo sviluppo del **Sistema di Osservazione e Informazione sui Rifiuti** elaborando il programma attuativo del progetto WIS (Waste Information System). Tale progetto prevede la costituzione di adeguate strutture di interfaccia da istituire tra la sezione nazionale del Catasto dei Rifiuti e le sezioni regionali. Il sistema è impostato con una architettura distribuita, caratterizzata da uno spazio comune per la comunicazione tra diversi soggetti e la condivisione di standard e criteri di gestione e trattamento dati, e spazi specifici, dove ogni soggetto gestisce e amministra in autonomia le informazioni necessarie a sostenere le funzioni del proprio sistema regionale.

La gestione della banca dati MUD è il primo banco di prova del progetto WIS. In anticipo sulla sua realizzazione – e anche al fine di comprendere meglio i problemi operativi e le potenzialità dei dati MUD – sono state effettuate di recente importanti indagini. A livello nazionale, l'ANPA ha infatti pubblicato il Primo Rapporto sui Rifiuti Speciali (ANPA 1999), imperniato sull'analisi dei dati MUD riferiti all'anno 1997. In detto Rapporto vengono analizzate sia la produzione di rifiuti speciali che la gestione, nelle varie forme rilevate nei modelli MUD: recupero di materia e di energia, compostaggio, selezione e cernita, altri trattamenti, incenerimento con e senza recupero di energia e smaltimento in discarica. I dati vengono elaborati ed evidenziati a livello regionale. Visti i limiti di attendibilità su menzionati, i dati dei MUD sono stati messi a confronto con i risultati di alcuni studi di settore – presentati nel medesimo Rapporto – relativi ai seguenti settori:

- agro-industriale
- tessile
- conciario
- chimico e petrolchimico
- metallurgia dei metalli ferrosi e non ferrosi
- energetico

Questi studi di settore hanno consentito di pervenire a stime consolidate delle produzioni di rifiuti basate sull'analisi dei cicli produttivi, evidenziando in alcuni casi in termini quantitativi più precisi la carenza dei dati MUD rispetto all'obiettivo di fornire un quadro esaustivo della produzione di rifiuti.

La differenza risulta particolarmente accentuata per alcune attività industriali, tra cui la produzione di acciaio (2,2 milioni di tonnellate dichiarate contro 9,5 milioni di tonnellate di produzione di rifiuti stimata – il 23%) e la produzione agro-alimentare (4 milioni di tonnellate dichiarate contro 12 milioni di tonnellate di scarti e rifiuti stimati – il 33%). Essa è invece meno drammatica in altri settori, tra cui il tessile, dove le tonnellate di rifiuti

dichiarate in tutta Italia ammontano a 0,34 milioni contro 0,42 milioni di rifiuti stimati (l'80%).

A livello regionale si possono citare la valutazione della produzione e gestione dei rifiuti nella Regione Abruzzo (Camera di Commercio L'Aquila, 1999) e, naturalmente, le valutazioni della produzione di rifiuti speciali e pericolosi in Toscana contenute nel Piano regionale per i rifiuti speciali, sintetizzate nella tabella seguente:

	Proiezione dati MUD 1996 (tonn/anno)	Integrazione da indagini sul campo (tonn/anno)	Quantità totale di rifiuti presa a base della pianificazione (tonn/anno)
Pericolosi	605.663	47.500	653.163
Non Pericolosi	4.165.951	1.418.000	5.583.951
Totale	4.771.614	1.465.500	6.237.114

Fonte: Regione Toscana, Piano Regionale di gestione dei rifiuti speciali e speciali pericolosi (II° stralcio)

La proiezione presentata nella prima colonna è stata ottenuta a partire dai risultati delle elaborazioni dei modelli MUD 1997, che riportavano le quantità di rifiuti dichiarati dalle aziende toscane per il 1996. I totali risultanti dalla somma dei valori dichiarati nei MUD ammontavano a: 381.663 tonnellate anno per i rifiuti speciali pericolosi e 2.382.582 tonnellate anno per i rifiuti speciali non pericolosi, per un totale complessivo di 2.764.245 tonnellate anno. Questi valori sono stati espansi fino ai valori presentati in tabella, utilizzando il numero di unità locali ISTAT come base per la correzione (si ricorda che solo le dichiarazioni ambientale per l'anno 1999 si riferivano solo al 47% delle unità locali della Toscana). E' stata poi effettuata un'ulteriore indagine su territorio che, grazie alla fattiva collaborazione dei soggetti produttori e delle rappresentanze, ha consentito l'acquisizione di informazioni e dati utili a completare il quadro dei flussi totali dei materiali di scarto nella regione. E' stata perciò aggiunta in tabella la seconda colonna con gli incrementi delle quantità di rifiuti speciali pericolosi e non pericolosi che, sommati alle proiezioni elaborate in base ai MUD, forniscono alla fine un totale assunto a base del Piano Regionale di 6.237.114 tonnellate anno di rifiuti speciali per l'intera Toscana. Si noti che il totale dei rifiuti dichiarati nei MUD per il 1996 – 2.764.245 tonnellate – rappresenta solo il 44% del quantitativo complessivo assunto a base del Piano Regionale.

4. L'ANALISI AMBIENTALE TERRITORIALE PER I DISTRETTI DI PRATO, LUCCA E PISTOIA

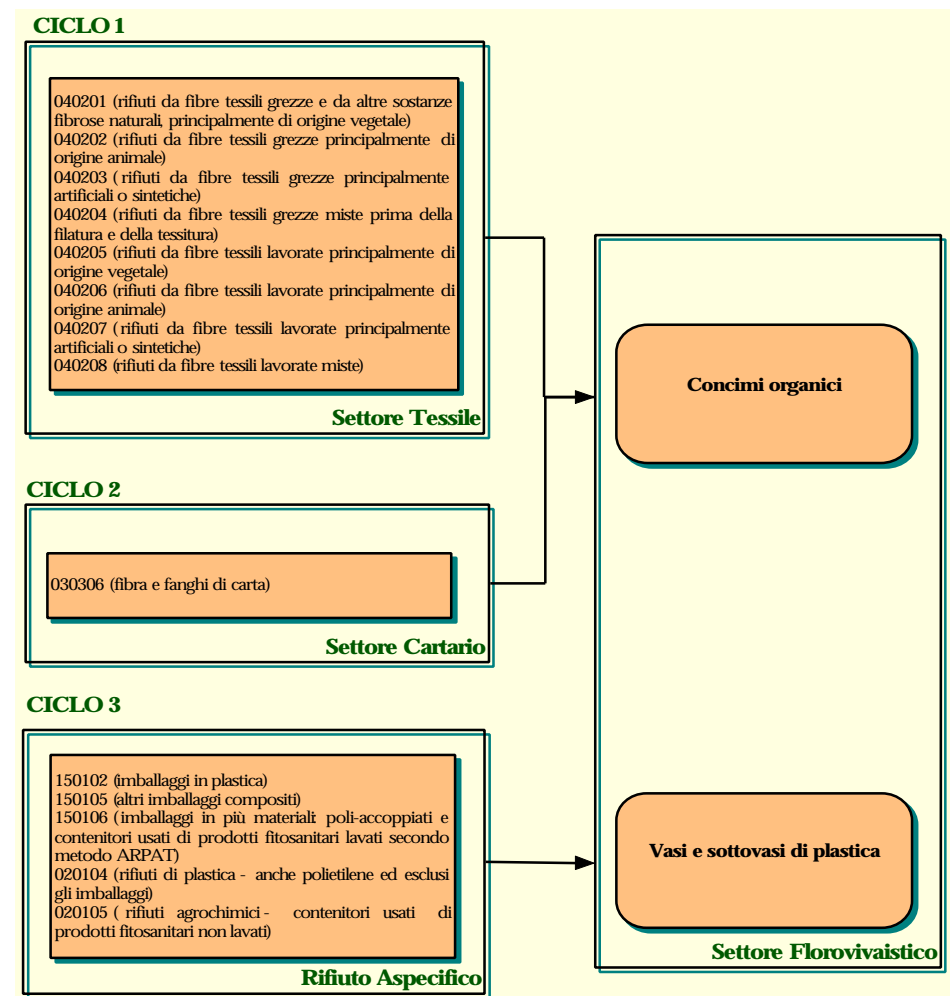
La scelta dei cicli analizzati in questo rapporto si basa su quanto emerso durante l'incontro di presentazione del software a Firenze (9 novembre 2000): in questa occasione i rappresentanti dei distretti produttivi e dei dipartimenti ARPAT di Lucca, Pistoia e Prato hanno suggerito le seguenti possibilità di riuso di rifiuti prodotti nell'area:

- ☞ Ciclo 1: Riutilizzazione delle pelurie del tessile per produrre fanghi da usare come ammendante per il settore ortovivaistico;
- ☞ Ciclo 2: Riutilizzazione dei fanghi della produzione cartaria (pulper) come ammendante nel settore ortovivaistico;
- ☞ Ciclo 3: Riutilizzazione delle plastiche per produrre vasi e sottovasi per il settore ortovivaistico.

E' stato inoltre suggerito di considerare una ipotesi alternativa di recupero energetico.

Ulteriori contatti con ARPAT – Dipartimenti di Lucca, Pistoia e Prato hanno permesso di individuare i codici CER relativi ai rifiuti considerati, come illustrato in Figura 4.1.

Figura 4.1 Possibilità di riuso dei rifiuti considerate nel rapporto



5. STRUTTURA PRODUTTIVA DELLE PROVINCE DI PRATO, LUCCA E PISTOIA

I Distretti Industriali sono caratterizzati da un'elevata concentrazione di imprese industriali (misurabile con il rapporto tra numero delle imprese e popolazione residente), prevalentemente di piccola e media dimensione, e da una elevata specializzazione produttiva. Il progetto CLOSED riguarda le imprese dei distretti toscani di Prato (tessile), Lucca (carta) e Pistoia (vivaismo), brevemente descritti qui di seguito.

- Il **distretto tessile di Prato** è costituito da un tessuto produttivo di circa 8000 imprese di dimensioni medio piccole. La popolazione coinvolta nelle attività del tessile è di 44.000 unità, equivalenti a: 15% della popolazione; 30% della forza lavoro totale; 60% degli addetti d'impresa. I principali settori di produzione sono: articoli di lana (27,1% della produzione totale), filati (18,6%) e tessuti in cotone e lino che costituiscono quasi il 16% della produzione totale. Recentemente, ha avuto un discreto sviluppo anche la produzione di tessuti sintetici (7,2% del mercato di produzione dell'area). La produzione di macchine per il settore tessile è la seconda attività cardine dell'area. Sono impiegate ben 200 aziende con un fatturato annuo pari a 210 milioni di dollari (il 40% della produzione viene esportato). Un ristretto numero di imprese è impiegato nella produzione del packaging e di prodotti ausiliari (oli, tinte, detergenti) per le aziende del tessile.
- Il **distretto della carta di Lucca** comprende produzioni perlopiù concentrate nei territori dei comuni di Porcari, Borgo a Mozano, Capannori, Villa Basilica, Castelnuovo di Garfagnana, Altopascio e Bagni di Lucca. Il settore cartario occupa oltre 5.000 unità di lavoro (pari a circa il 19,2% del totale degli occupati) con un fatturato di oltre 4.000 miliardi, pari al 32,2% del fatturato totale della provincia di Lucca. Nel distretto si producono: carta Tissue, carta da disegno o frisata e cartone ondulato.
- Il **distretto ortovivaistico di Pistoia** occupa circa 5.000 addetti per circa 1.000 imprese che fatturano 410 miliardi l'anno, pari all'80% del valore riferito al complesso dell'agricoltura. La superficie investita a vivai, in origine limitata alla piana dell'Ombrone ed oggi estesa nella Valdinievole, è stimata in 5.000 ettari. Oltre il 70% delle imprese ha una dimensione inferiore ai tre ettari e coltiva circa il 45% della superficie; le aziende superiori ai venti ettari sono circa il 5% e coprono il 30% della superficie.

Le tabelle 5.1 e 5.2 confrontano in particolare la consistenza delle unità locali e degli addetti nelle province di Prato e Lucca con i totali nazionali. Emerge chiaramente la rispettiva specializzazione nei settori tessile e cartario. Il quoziente di specializzazione⁸ calcolato per il totale delle industrie tessili nella provincia di Prato è infatti pari a 15,8%, anche se il distretto industriale tessile è più vasto della provincia stessa, comprendendo anche alcuni comuni della provincia di Firenze. Il quoziente di specializzazione della provincia di Lucca nel cartario è minore, ma pur sempre molto elevato (8,7%).

⁸ Il quoziente di specializzazione è dato dal rapporto tra la quota di addetti al settore provinciale e la quota di addetti al settore nazionale. Valori del rapporto uguali a 1 indicano che il settore è presente nella provincia nella stessa proporzione della media nazionale. Valori inferiori a 1 indicano una consistenza del settore minore della media nazionale (de-specializzazione). Valori superiori a 1 denotano infine una concentrazione relativa superiore alla media nazionale (specializzazione).

Tabella 5.1 Settore dell’industria e dei servizi nella provincia di Lucca (1996)

		Lucca				Totale Italia				
		Unità locali	Addetti	Unità locali %	Addetti %	Unità locali	Addetti	Unità locali %	Addetti %	Quoziente di specializzazione
INDUSTRIA	Fabbricazione della pasta-carta, della carta e dei prodotti di carta									
	21.11 Fabbricazione della pasta-carta	1	20	0,00	0,02	39	1.614	0,00	0,01	1,59
	21.12 Fabbricazione della carta e del	48	1499	0,15	1,40	353	18.628	0,01	0,14	10,35
	21.21 Fabbricazione di carta e cartoni ondulati e di imbal. di carta e cartone	64	2156	0,20	2,01	2.079	33.017	0,05	0,24	8,40
	21.22 Fabbricazione di prodotti di carta e cartone per uso domestico-igienico	48	1793	0,15	1,67	369	7.885	0,01	0,06	29,24
	21.23 Fabbricazione di prodotti	25	212	0,08	0,20	1.569	17.584	0,04	0,13	1,55
	21.25 Fabbricazione di altri articoli di carta e di cartone n.c.a.	31	122	0,10	0,11	841	6.089	0,02	0,04	2,58
	Totale Fabbricazione della pasta-carta, della carta e dei prodotti di carta	217	5802	0,69	5,41	5.268	85.424	0,14	0,62	8,74
	Altre industrie (incluse costruzioni)	9.639	45.135	30,45	42,09	1.066.267	6.314.275	28,10	45,78	0,92
	TOTALE INDUSTRIA	9.856	50.937	31,14	47,50	1.071.535	6.399.699	28,24	46,40	1,02
TOTALE SERVIZI		21.797	56.302	68,86	52,50	2.722.385	7.392.119	71,76	53,60	0,98
TOTALE GENERALE		31.653	107.239	100	100	3.793.920	13.791.818	100	100	1

Fonte: ISTAT 1996

Tabella 5.2 Settore dell’industria e dei servizi nella provincia di Prato (1996)

		Prato				Totale Italia				Quoziente di specializzazione (addetti)
		Unità locali	Addetti	Unità locali %	Addetti %	Unità locali	Addetti	Unità locali %	Addetti %	
INDUSTRIA	Industrie tessili									
	17.11 Preparazione e filatura di fibre tipo cotone	25	240	0,10	0,28	577	14.437	0,02	0,10	2,63
	17.12 Preparazione e filatura di fibre tipo lana cardata	895	6.137	3,69	7,03	1.539	14.887	0,04	0,11	65,15
	17.13 Preparazione e filatura di fibre tipo lana pettinata	138	1.112	0,57	1,27	708	13.344	0,02	0,10	13,17
	17.14 Preparazione e filatura di fibre tipo lino	-	-	0,00	0,00	10	1.025	0,00	0,01	0,00
	17.15 Torcitura e preparazione della seta, di filati sintetici o artificiali	377	1.599	1,55	1,83	786	9.782	0,02	0,07	25,84
	17.16 Preparazione di filati cucirini	13	70	0,05	0,08	186	2.387	0,00	0,02	4,63
	17.17 Attività' di preparazione e di filatura di altre fibre tessili	515	1.699	2,12	1,95	1.033	5.334	0,03	0,04	50,34
	17.21 Tessitura di filati tipo cotone	61	434	0,25	0,50	1.198	24.636	0,03	0,18	2,78
	17.22 Tessitura di filati tipo lana cardata	966	6.379	3,98	7,31	1.736	14.144	0,05	0,10	71,28
	17.23 Tessitura di filati tipo lana pettinata	957	2.649	3,94	3,04	1.417	12.825	0,04	0,09	32,64
	17.24 Tessitura di filati tipo seta	2	3	0,01	0,00	515	12.210	0,01	0,09	0,04
	17.25 Tessitura di altre materie tessili	182	653	0,75	0,75	692	8.087	0,02	0,06	12,76
	17.30 Finissaggio dei tessili	373	6.923	1,54	7,93	1.869	42.783	0,05	0,31	25,57
	17.40 Confezionamento di articoli in tessuto, esclusi gli articoli di vestiario	229	1.040	0,94	1,19	5.819	27.083	0,15	0,20	6,07
	17.51 Fabbricazione di tappeti e moquettes	15	89	0,06	0,10	236	2.387	0,01	0,02	5,89
	17.52 Fabbricazione di spago, corde, funi e reti	7	24	0,03	0,03	326	2.293	0,01	0,02	1,65
	17.53 Fabbricazione di tessuti non tessuti, esclusi gli articoli di vestiario	12	182	0,05	0,21	186	3.900	0,00	0,03	7,38
	17.54 Fabbricazione di altri tessili n.c.a.	230	1.715	0,95	1,97	3.489	27.289	0,09	0,20	9,93
	17.60 Fabbricazione di maglierie	333	1.504	1,37	1,72	4.021	20.999	0,11	0,15	11,32
	17.71 Fabbricazione di articoli di calzetteria a maglia	4	23	0,02	0,03	2.111	24.267	0,06	0,18	0,15
	17.72 Fabbricazione di pullover, cardigan ed altri articoli simili a maglia	409	1.844	1,69	2,11	5.745	46.757	0,15	0,34	6,23
	17.73 Fabbricazione di altra maglieria esterna	42	186	0,17	0,21	1.373	7.730	0,04	0,06	3,80
	17.74 Fabbricazione di maglieria intima	4	12	0,02	0,01	415	5.832	0,01	0,04	0,33
	17.75 Fabbricazione di altri articoli e accessori a maglia	13	35	0,05	0,04	230	920	0,01	0,01	6,01
	Totale Industrie tessili	5.802	34.552	23,91	39,60	36.217	345.338	0,95	2,50	15,81
	Altre industrie (incluse costruzioni)	5.504	19.108	22,68	21,90	1.035.318	6.054.361	27,29	43,90	0,50
	TOTALE INDUSTRIA	11.306	53.660	46,60	61,49	1.071.535	6.399.699	28,24	46,40	1,33
TOTALE SERVIZI		12.958	33.603	53,40	38,51	2.722.385	7.392.119	71,76	53,60	0,72
Totale generale		24.264	87.263	100	100	3.793.920	13.791.818	100	100	1

Fonte: ISTAT 1996

6. ANALISI DEI POTENZIALI CICLI DI RIUSO DI SCARTI TRA I DISTRETTI DI PRATO, LUCCA E PISTOIA

6.1 Tipologia di cicli di riuso di rifiuti speciali e la pianificazione regionale

I tre cicli di riutilizzo di rifiuti speciali presi in esame – impiego di fanghi prodotti dalle pelurie del tessile come ammendante nel settore ortovivaistico, analogo impiego come ammendante di fanghi prodotti dal pulper cartario, reimpiego delle plastiche nella produzione di vasi e sottovasi nel settore ortovivaistico – sono stati raggruppati in due casi di studio:

- **primo caso di studio:** impiego di plastiche per la produzione di vasi e sottovasi
- **secondo caso di studio:** impiego di pelurie tessili e pulper cartario per produrre fanghi utilizzati come ammendante

Ad essi si è aggiunto un:

- **terzo caso di studio:** valorizzazione energetica delle pelurie tessili e del pulper cartario.

Lo scopo delle elaborazioni presentate nel seguito del Rapporto era infatti fornire una esemplificazione pratica del metodo di analisi ambientale territoriale e del software CLOSED descritto nei capitoli precedenti, e al tempo stesso offrire indicazioni utili per la pianificazione regionale – pur negli inevitabili limiti di qualità dei risultati ottenibili da dati di partenza scarsamente attendibili, quali sono quelli correntemente forniti dalle dichiarazioni ambientali delle aziende.

Il Piano Regionale per la Gestione dei Rifiuti non definisce nel dettaglio le singole soluzioni tecnologiche necessarie che saranno invece definite dai piani provinciali e dai piani industriali redatti a livello di Ambito Territoriale Ottimale (ATO). Il Piano Regionale determina invece i criteri generali e fissa vincoli e standard tecnico-economici per i piani provinciali e industriali. Di norma gli ATO vengono fatti coincidere con i confini provinciali, e per ciascun ATO il piano provinciale e industriale deve di norma definire un sistema autosufficiente, cosicché tutti i flussi siano trattati all'interno dello stesso ambito. Ma a tale criterio fanno eccezione i materiali recuperati destinati al sistema industriale di riciclaggio, che possono essere ottimizzati grazie a scambi inter-provinciali come quelli potenziali tra i distretti di Lucca, Prato e Pistoia, analizzati appunto nel Progetto CLOSED. Gli scambi tra diversi ATO possono concernere sia il riciclaggio di materiali – come nel primo e secondo caso di studio – sia intese per cedere o acquisire flussi combustibili atti a concentrare potenzialità termiche superiori alla soglia delle 35.000.000 Kcal/h (equivalenti a circa 50.000 tonn./anno di rifiuti trattati) richieste dal Piano Regionale per autorizzare la costruzione di nuovi impianti di termoutilizzazione dei rifiuti, o l'adeguamento di quelli esistenti.

A puro titolo informativo rammentiamo che il Piano Regionale, già al I° stralcio concernente i rifiuti urbani e assimilati, ha fornito le seguenti indicazioni generali riguardanti i rifiuti speciali:

- al fine di assicurare lo smaltimento e il recupero dei rifiuti speciali non pericolosi è opportuno che le attività di quelli prodotti in Toscana siano realizzate nell’ambito del territorio regionale e consentano anche l’azzeramento delle esportazioni;
- i rifiuti speciali non pericolosi devono essere caratterizzati alla produzione anche in funzione della loro possibile destinazione evitando, nelle fasi di raccolta, di trasporto e di eventuale stoccaggio provvisorio, operazioni di miscelazione che compromettono il loro successivo utilizzo;
- in via subordinata al riutilizzo dei materiali, e qualora abbia una valenza combustibile, il rifiuto speciale non pericoloso deve essere destinato al recupero energetico previo condizionamento finalizzato all’utenza termica di destinazione.

Sempre nel I° stralcio del Piano Regionale di gestione dei rifiuti sono state fornite anche alcune indicazioni specifiche per le seguenti categorie di rifiuti speciali che raggiungono dimensioni significative nell’ambito regionale:

1. fanghi provenienti dai processi di depurazione del comprensorio conciario;
2. scarti dalle attività di lavorazione della carta da macero e delle attività tessili;
3. rifiuti inerti;
4. scarti dalle attività di lavorazione del marmo e di altri materiali lapidei ornamentali;
5. fanghi di risulta da processi di depurazione

Il I° stralcio del Piano Regionale si conclude con i criteri per la delimitazione degli ATO, con riferimento principalmente alle esigenze di smaltimento dei rifiuti urbani e assimilati, ai quali vanno aggiunti i rifiuti speciali. La soglia dimensionale minima consigliata per la delimitazione degli ATO comporta un bacino di riferimento ottimale caratterizzato da una produzione di rifiuti urbani superiore a 200.000 tonnellate/anno. In pratica solo l’ATO rappresentato dalla provincia di Firenze raggiunge tale soglia ambientale ottimale.

Il II° stralcio del Piano Regionale di gestione dei rifiuti è specificamente dedicato a quelli speciali, pericolosi e non pericolosi. Si riconosce innanzitutto che le dimensioni quantitative del problema “rifiuti speciali” sono tali da suggerire una strategia orientata verso la riduzione e il recupero di tutto ciò che è tecnicamente ed economicamente possibile ridurre e recuperare in altri cicli di produzione e trasformazione nonché indirizzata a realizzare una offerta impiantistica di trattamento e smaltimento adeguata alle necessità. Gli obiettivi del II° stralcio del Piano sono:

- ↳ la determinazione di un quadro conoscitivo adeguato della produzione di rifiuti speciali in Toscana⁹;
- ↳ l’indicazione di modalità e processi di riduzione alla fonte della produzione di rifiuti speciali;
- ↳ lo sviluppo di azioni di recupero-riutilizzo all’interno dei cicli di produzione;
- ↳ l’innesco di rapporti orizzontali fra industrie e attività economiche diverse, finalizzati a massimizzare le possibilità di recupero reciproco degli scarti prodotti all’interno di ogni ATO;

⁹ La base informativa fondamentale per tale quadro conoscitivo è costituita dai MUD. Si prevede di procedere ad aggiornamenti di norma quinquennali delle indicazioni di Piano anche sulla base dei dati, definiti a cura dell’ARPAT, che emergeranno dall’elaborazione dei dati MUD dei prossimi anni.

- ⇒ l'implementazione e/o realizzazione di una impiantistica di trattamento finalizzata alla riduzione della pericolosità dei rifiuti speciali;
- ⇒ implementazione, adeguamento e/o realizzazione di una adeguata impiantistica di smaltimento tesa a minimizzare il trasporto dei rifiuti, a ridurre gli impatti e a offrire servizi economicamente vantaggiosi all'apparato produttivo della regione.

Dopo l'elenco degli obiettivi, il Piano menziona apertamente la centralità del concetto di **gestione dei rifiuti prodotti sul territorio**. Tale concetto è assunto anche come riferimento principale per l'analisi ambientale territoriale svolta nell'ambito del Progetto CLOSED. Esso, pur comprendendo lo smaltimento, ne considera le relative operazioni e le medesime opzioni impiantistiche come forme residuali in una gerarchia di importanza che vede al primo posto la riduzione alla fonte, quindi il recupero all'interno del ciclo, il recupero esterno al ciclo (altre filiere) e il trattamento per la riduzione delle caratteristiche di pericolosità dei rifiuti destinati a smaltimento finale.

A differenza dei rifiuti urbani, il II° stralcio del Piano riconosce esplicitamente che per i rifiuti speciali non è prevista l'aderenza ad un sistema di ambiti territoriali ottimali all'interno del quale vincolare la possibilità dei rifiuti speciali ivi prodotti. Pertanto, per attuare concretamente il concetto di gestione sul territorio, la pianificazione prende a riferimento, per i rifiuti speciali, l'intero territorio regionale, ponendosi l'obiettivo di una gestione autosufficiente a tale scala – anche attraverso flussi inter-provinciali – e non all'interno delle singole province.

6.2 Applicazione del software CLOSED e assunzioni alla base dell'analisi dei cicli

L'analisi dei tre potenziali cicli chiusi considerati, che includono due categorie di rifiuti specifici (fibre e fanghi del cartario e pelurie del tessile) e una categoria di rifiuti aspecifici (imballaggi in plastica e plastiche in genere), è stata condotta applicando il software CLOSED, seguendo le modalità indicate nel Manuale d'Uso riprodotto in appendice. Si è provveduto quindi a:

- ⇒ **configurare l'applicazione** fornendo al software i parametri specifici per il sistema industriale-territoriale considerato (i distretti di Prato, Lucca e Pistoia);
- ⇒ **analizzare la produzione totale dei rifiuti** da immettere nei cicli di riuso, estraendo dalla banca dati delle dichiarazioni MUD le quantità di rifiuti prodotte per comune, e i relativi costi di smaltimento e impatti ambientali;
- ⇒ **analizzare le quantità di rifiuti potenzialmente riciclabili**, in sostituzione di materie prime correntemente utilizzate nei settori finali dei cicli, e i risparmi derivanti dal minore fabbisogno di materie prime.
- ⇒ **effettuare interrogazioni** sulla consistenza di alcuni rifiuti o attività economiche particolari, al fine di individuare in particolare la possibile provenienza di rifiuti aspecifici.

La configurazione del software che precede le analisi delle quantità di rifiuto comporta due operazioni:

- la configurazione qualitativa della struttura interna dei settori di produzione, individuando i sotto-settori in base allo schema semplificato dei processi produttivi, e l’identificazione della lista delle materie prime utilizzate in ciascun processo produttivo e delle possibili coppie rifiuto da riutilizzare-materia prima da sostituire, scelte in base a considerazioni di fattibilità tecnica ed economica;
- la configurazione quantitativa dei parametri di costo delle materie prime (stima dei prezzi correnti) e di costo unitario del trasporto, smaltimento e stoccaggio dei rifiuti, nonché la determinazione delle distanze fra i comuni per il calcolo dei costi totali di trasporto e i coefficienti di emissione di inquinanti nell’aria per le attività di trasporto e trattamento de rifiuti per il computo degli impatti ambientali.

Ai fini dell’analisi menzionati cicli chiusi riguardanti i distretti di Prato, Lucca e Pistoia, sono stati configurati in particolare gli elementi qui di seguito descritti.

Settori di produzione

La struttura del *settore tessile* riprende lo studio di settore ANPA contenuto nel Primo Rapporto sui Rifiuti Speciali (ANPA 1999), ed è la seguente:

1. Filatura (ATECO 17.1)
2. Tessitura (ATECO 17.2)
3. Finissaggio (ATECO 17.3)
4. Confezione (ATECO 17.4, 17.5 e 17.6)

La configurazione del *settore cartario* rispecchia la classificazione delle attività economiche ISTAT (ATECO 91), ed è la seguente:

1. Fabbricazione della pasta-carta, della carta e del cartone (ATECO 21.1)
2. Fabbricazione di articoli di carta e di cartone (ATECO 21.2)

Materie prime dei settori di riuso

La lista delle materie prime impiegate nei processi produttivi è stata costruita utilizzando i dati raccolti durante l’analisi del ciclo di vita condotta da Ecobilan nell’ambito del Progetto CLOSED.

Le materie prime sono elencate qui di seguito, per i tre settori produttivi considerati:

Lucca – settore cartario e cartotecnico	
Acqua	detergente
Acqua ossigenata	distaccante
aderente oleoso	etichette
Agenti flocculanti	materiale da imballo
Agenti per distacco monolucido	pancali
agenti per patina monolucido	policloruro di alluminio
anime di cartone	polietilene
antilimo	polimero anionico
antischiuma	polimero cationico
bobina carta riciclato WS	resine umido resistenti
bobina carta riciclato	ritentivi
bobine carta pura cellulosa	sapone
bobine carta pura cellulosa trattata WS	scatole

cellulosa	soda
colla	strisce cartone

Prato – Settore Tessile	
Acetato Di Sodio	Lavabile
Acidi	Lubrificanti Sintetici
Acidi Formico	Oleanti
Acido Acetico	Olio
Acido Cloridrico	Ossidanti
Acido Ossalico	Percloroetilene
Acido Solforico	Prodotti Antiprecipitanti (Cationici Ed Anionici)
Acqua Ossigenata	Prodotti Antiriducenti (Per Coloranti Reattivi)
Alcali	Prodotti Per Lavorabilità (Base Paraffina)
Ammoniaca	Prodotti Vari
Ammorbidenti	Prodotto Per Caldaia
Antibastonante	Prodotto Per Lucidatrice
Antipiega	Prodotto Per Osmosi
Antipilling	Prodotto Per Tintura
Antischiuma	Resina
Antistramante	Riducente
Ausiliare Tintoria	Rigonfiante
Ausiliari Per Follatura E Lavaggio / Follante	Ritardante
Bianchi Ottici (Per Lana / Acrilici)	Sale
Carbonato Di Sodio	Sapone Detergente
Catalizzatore	Sbiancante Lana
Cloruro Di Sodio	Sequestrante
Coloranti (Complessivi)	Sgommanete Per Seta
Decolorante	Soda Caustica
Detergente	Soda Solvay
Disperdente	Sodio Bicromato
Eguallizzanti Per Lana / Acrilico	Sodio Clorito
Eguallizzante	Sodio Ipoclorito
Fibre Sintetiche	Sodio Metabisolfito
Fibre Vegetali	Solfato Di Ammonio
<i>Filato Complessivo</i>	Solfato Di Sodio
Fissatore	Solfuro Di Sodio
Glicoli	Stabilizzante
Idrosolfito Di Sodio	Sviluppatori Di Acido
Idrossido Di Sodio	Teli In Plastica
Imballaggi In Plastica	Tensioattivi (Tessili)
Imbibenti Per Stampa	Viscosa (Lino + Poliestere)
Lana / Misto Lana	

Pistoia – settore ortovivaistico	
Agriperlite	filo di ferro / mat. Ferrosi
altri antiparassitari	Fungicidi
canne di altro materiale	Insetticidi
canne di bambù	Iuta
code in PVC	Pali di abete impregnato
concimi a lenta cessione	Pali di castagno
concimi chimici	piante giovani

concimi organici	Pomice
concimi per fertirrigazione	reti di nylon
corde in PP	reti di plastica
Corteccia	reti metalliche
Diserbanti	Stracci
fibra di cocco	teli per impermeabilizzazione
Film in PE per cultura in tunnel	Torba
Film in PE per pacciamatura	vasi di plastica

Coefficienti di riuso

I coefficienti di riuso ipotizzati sono i seguenti:

- **0,9** per la trasformazione delle pelurie del tessile come ammendante per la concimazione;
- **0,7** per la trasformazione delle fibre e fanghi del cartario come ammendante per la concimazione;
- **0,8** per il riutilizzo delle plastiche come materia seconda per la produzione di vasi e sottovasi.

Costo delle materie prime

Il costo in Lit/kg delle materie prime di cui viene considerata la potenziale sostituzione è di **500 Lit/kg per i concimi organici** e **1.500 Lit/kg per i vasi e sottovasi in plastica**; questi parametri sono stati calcolati consultando alcuni listini prezzi di aziende che commercializzano concimi organici e vasi in plastica.

Costo di trasporto, smaltimento e stoccaggio dei rifiuti

I parametri di costo di trasporto e smaltimento sono tratti dal Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti della Regione Toscana (I° stralcio, 1998). Il Piano indica infatti gli standard economici di riferimento cui deve conformarsi il servizio di trasporto e di trattamento/stoccaggio definitivo dei rifiuti. I parametri forniti si riferiscono a servizi erogati secondo gli standard tecnici di riferimento adottati nel Piano Regionale.

In particolare, il costo di trasporto indicato è **200 Lit/t.km** (il Piano indica un intervallo di variazione compreso **tra 170 e 200 Lit/t.km**). Il costo di smaltimento si riferisce ad un impianto di trattamento termico ed è uguale a **180 Lit/kg**, pari a **180.000 Lit/tonn**. Il costo di stoccaggio definitivo in discarica è **110 Lit/kg** comprensivo di oneri finanziari, utili e IVA, pari a **110.000 Lit/tonn** (il Piano indica un intervallo di variazione compreso **tra 50 e 110 Lit/kg**). Il parametro del costo di stoccaggio provvisorio è ipotizzato uguale a **300.000 Lit/tonn** (diverse fonti confermano che questo costo può essere considerato una buona approssimazione del costo medio di stoccaggio dei rifiuti). Nel caso in cui in uno stesso comune siano presenti sia un impianto di smaltimento che un impianto di stoccaggio provvisorio, il parametro di costo considerato è una media dei costi associati alle due attività.

Distanze comuni - località di smaltimento o stoccaggio

Se i comuni appartengono a zone diverse (in riferimento alla matrice delle distanze basata sull'autostrada A11 Firenze-Pisa) è stata inserita la distanza tra le rispettive zone di appartenenza. Se i comuni appartengono alla stessa zona è stata inserita una distanza media di **15 km**. Se il comune di produzione e di smaltimento coincidono, la distanza media considerata è **2 km**, tranne nel caso dei capoluoghi Pistoia, Prato e Lucca, nel qual caso la distanza considerata è maggiore a causa della maggiore estensione del territorio (**5 km**).

Nella formulazione dello scenario di recupero energetico dall’incenerimento degli scarti del tessile e delle fibre e fanghi da cartiera viene adottata l’ipotesi che l’unico centro di raccolta sia il comune di Prato, dove ha sede un inceneritore. In questo scenario sono state considerate le distanze autostradali tra i capoluoghi di provincia: nel dettaglio, la distanza Pistoia-Prato è **11 km**, mentre la distanza Lucca-Prato è **49 km**.

Emissioni del trasporto

I parametri di emissione del trasporto dei rifiuti agli impianti di smaltimento e stoccaggio sono tratti dalla banca dati I-LCA (ANPA, 2000) e si riferiscono alla fase d’uso di un camion rigido con portata compresa tra 3,5 e7,5 t, alimentato a motore diesel. La densità media della benzina con piombo è stata assunta pari a 0,77 kg/l, mentre quella del gasolio pari a 0,85 kg/l.

I valori di consumo energetico e di emissioni provengono da CORINAIR (versione 1997) e sono stati calcolati tenendo conto delle effettive condizioni di percorso per le quali erano noti i consumi specifici e le emissioni:

- 20% percorso urbano;
- 45% percorso extraurbano;
- 35% percorso autostradale.

La categoria scelta è la “conventional”, ovvero quella che fa riferimento ad una categoria di veicoli con caratteristiche tecniche simili, e cioè non catalizzati e di produzione antecedente il 1993.

I coefficienti di emissione utilizzati per il trasporto sono riprodotti nella tabella seguente.

Tabella 6.1 Coefficienti di emissione in aria per un camion rigido a motore diesel di portata massima di 7,5 t a pieno carico (in kg/tkm)

Inquinante	U. M.	Quantità
Biossido di carbonio – CO ₂ (a)	kg/tkm	0,0447
Monossido di carbonio – CO	kg/tkm	0,00033
Ossidi di azoto – NO _x	kg/tkm	0,00039
Ossidi di zolfo - SO ₂ ¹⁰	kg/tkm	0,000014
COV non metanici	kg/tkm	0,00170
Polveri	kg/tkm	0,000038

Fonte: I-Lca, ANPA (fonte Corinair)

Emissioni degli impianti di smaltimento e stoccaggio

I parametri di emissione degli impianti di smaltimento e stoccaggio sono tratti dalla banca dati I-LCA (ANPA, 2000) e si riferiscono ai seguenti cicli di fine vita dei prodotti:

1. Incenerimento a secco di RSU tal quale (per gli impianti di Castelnuovo di Garfagnana e di Prato);
2. Discarica controllata di RSU tal quale con captazione di biogas e trattamento del percolato (per tutti gli altri comuni di stoccaggio definitivo).

Nel primo caso, la scelta di un impianto di incenerimento secco di RSU tal quale è sembrata la più adeguata alle caratteristiche medie degli inceneritori italiani: infatti gli

¹⁰ La banca dati I-Lca non fornisce il dato di SO_x, che è richiesto dal software, ma quello di SO₂, che è stato dunque riportato in configurazione.

inceneritori ad abbattimento a umido con iniezione di acqua e idrossido di sodio (NaOH) per ridurre il carico di polveri e sostanze acide sono piuttosto diffusi in paesi come Germania, Danimarca e Svezia, mentre l'incenerimento ad abbattimento a secco con iniezione di carboni attivi e denitrificazione non catalitica è una caratteristica degli impianti di più nuova generazione (ANPA, 2000). La seguente tabella descrive le caratteristiche tecniche dell'impianto.

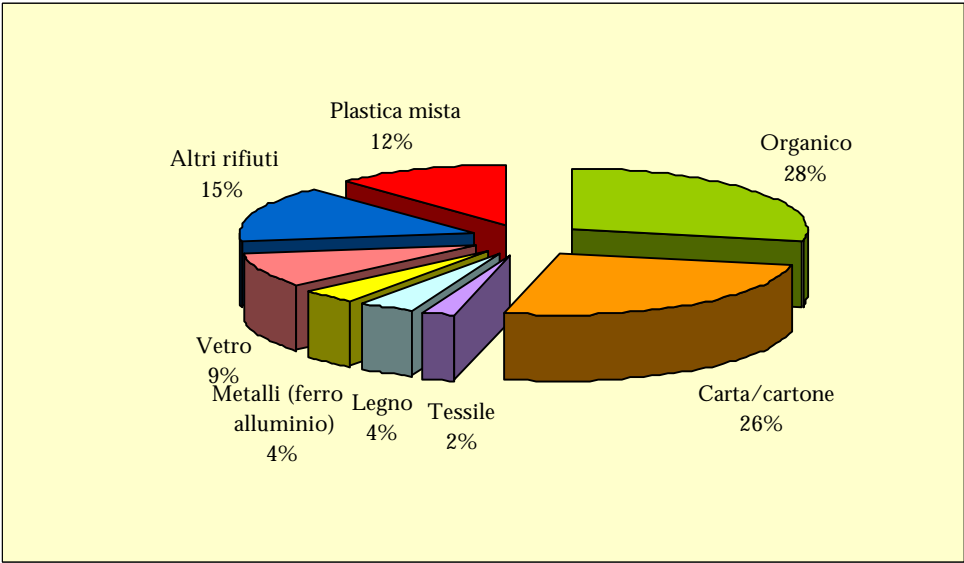
Tabella 6.2 Tipologia e caratteristiche tecniche dell'impianto di incenerimento

Trattamento: Incenerimento secco
Abbattimento a secco con iniezione di polvere di calce viva per l'assorbimento di sostanze acide (HCl, HF, H2SO4, etc.) combinato con un filtro a maniche. Questo sistema è rappresentativo per molti inceneritori esistenti in Italia ed altri paesi mediterranei.
Tecnologia
Inceneritore con combustione a griglia inclinata, temperatura di combustione: 1100°C, 11% O2, temperatura dei fumi: 900°C con una permanenza nella camera di combustione di oltre 2 secondi. Il sistema di abbattimento è composto da un sistema a secco con iniezione di Ca(OH)2 e filtro a maniche. Questa configurazione è rappresentativa per impianti costruiti in Italia prima del 1995.

Fonte: I-Lca, ANPA

La composizione merceologica tipica di rifiuti in ingresso nell'impianto di incenerimento preso a riferimento dalla banca dati I-LCA riguarda i rifiuti solidi urbani, ed è descritta nella figura seguente.

Figura 6.1 Composizione merceologica dei rifiuti solidi urbani tal quale (in percentuale del totale)



Fonte: I-Lca, ANPA

I coefficienti di emissione in aria dell'impianto di riferimento, tratti dalla banca dati I-Lca ed espressi in **kg/tonn** di rifiuto immesso, sono elencati nella tabella seguente.

Tabella 6.3 Coefficienti di emissione in aria per un impianto di incenerimento secco alimentato a RSU tal quale (in kg/tonnellata di rifiuto)

Inquinante	U. M.	Quantità
Biossido di carbonio – CO ₂ (a)	kg/tonn	885
Monossido di carbonio – CO	kg/tonn	0,247
Ossidi di azoto – NOx	kg/tonn	2,17
Ossidi di zolfo - SO ₂	kg/tonn	0,0566
COV non metanici	kg/tonn	0,0619
Polveri	kg/tonn	0,00619

Fonte: I-Lca, ANPA (fonte SMAR)

(a) La banca dati I-Lca fornisce il coefficiente di emissione di biossido di carbonio diviso per combustibile biologico e fossile. In questa sede è sembrato opportuno sommare i due dati, in quanto non si posseggono informazioni sulla reale composizione merceologica del rifiuto tal quale nelle province di Lucca, Pistoia e Prato.

I parametri di emissione del ciclo di incenerimento a secco di RSU tal quale sono stati utilizzati per calcolare sia gli impatti ambientali associati agli attuali quantitativi di rifiuti speciali inviati a trattamento termico (in particolare si è ipotizzato che gli scarti della provincia di Prato vengano ora conferiti all’inceneritore ivi operante), sia quelli derivanti dalla più massiccia ipotesi di invio a trattamento termico e recupero energetico degli scarti del tessile e del cartario.

Per rappresentare le emissioni dello smaltimento in tutti gli altri impianti si sono considerate le emissioni di una discarica controllata di RSU tal quale con captazione di biogas e trattamento del percolato; questa scelta discende soprattutto dalla difficoltà di reperire dati di emissione dettagliati per singola tipologia di smaltimento e dalla considerazione del fatto che per il momento una buona percentuale delle pelurie, delle fibre e fanghi del cartario e delle plastiche sono smaltite nel circuito dei rifiuti urbani (cfr. Regione Toscana, 1998).

La tabella seguente descrive le caratteristiche tecniche dell’impianto di discarica controllata prese a riferimento nella banca dati I-LCA.

Tabella 6.4 Tipologia e caratteristiche tecniche della discarica controllata

Trattamento: Discarica controllata
Abbattimento a secco con iniezione di polvere di calce viva per l’assorbimento di sostanze acide (HCl, HF, H2SO4, etc.) combinato con un filtro a maniche. Questo sistema è rappresentativo per molti inceneritori esistenti in Italia ed altri paesi mediterranei.
Tecnologia
Discarica a norma di legge con captazione del biogas e trattamento del percolato. Il rendimento del sistema di captazione è del 55%. Il gas captato viene bruciato al 60% in motori a gas, e al 40% in torcia a basse emissioni di NOx. Questa tecnologia è rappresentativa per le discariche di nuova costruzione.

Fonte: I-Lca, ANPA

La composizione merceologica dei rifiuti in ingresso nell’impianto di riferimento è quella già descritta in figura 6.1, mentre la tabella seguente fornisce il dettaglio dei coefficienti di emissione per i vari inquinanti.

Tabella 6.5 Coefficienti di emissione in aria per lo smaltimento di RSU in una discarica con captazione del biogas e trattamento del percolato (in kg/tonnellata di rifiuto)

Inquinante	U. M.	Quantità
Biossido di carbonio – CO ₂ (a)	kg/tonn	216
Monossido di carbonio – CO	kg/tonn	1,82
Ossidi di azoto – NOx	kg/tonn	0,563
Ossidi di zolfo - SO ₂	kg/tonn	0,0147
COV non metanici	kg/tonn	0,0416
Polveri	kg/tonn	0,00305

Fonte: I-Lca, ANPA

Le emissioni degli impianti di stoccaggio provvisorio sono considerate nulle.

Nel caso in cui in uno stesso comune siano presenti sia un impianto di smaltimento che un impianto di stoccaggio provvisorio, i parametri di emissione considerati sono quelli dell’impianto di smaltimento.

7. POTENZIALE RIUSO DEI RIFIUTI DI PLASTICA PER LA PRODUZIONE DI VASI E SOTTOVASI

Il primo caso di riuso di rifiuti prodotti nel territorio delle province di Lucca, Pistoia e Prato riguarda il reimpiego di rifiuti in plastica nella produzione di vasi e sottovasi da utilizzare nel settore ortovivaistico.

Diversamente dal caso dell’analisi di un rifiuto specifico, quella di un rifiuto aspecifico come le plastiche non necessita delle operazioni di configurazione dei settori di produzione e delle materie prime, visto che la categoria “rifiuti aspecifici” è costituita da tutti quei rifiuti non configurati come specifici di una attività economica. Occorre dunque passare direttamente alla configurazione dei coefficienti di riuso, indicando il settore economico di destinazione, la materia prima sostituibile e la percentuale di riutilizzo. L’analisi riguarda i codici CER indicati in Tabella 7.1.

Tabella 7.1 Codici CER relativi ai rifiuti in plastica

Codice CER	Descrizione rifiuto
020104	Rifiuti di plastica (esclusi imballaggi)
150102	Imballaggi in plastica
150105	Imballaggi compositi
150106	Imballaggi in più materiali

Nel caso di rifiuti aspecifici, la quantità stimata viene calcolata applicando agli addetti censiti in ogni settore di origine dei rifiuti il corrispondente coefficiente medio nazionale di produzione di rifiuto per addetto. I risultati delle stime per i comuni delle province di Lucca, Pistoia e Prato vengono riportati nella tabella seguente, e confrontati con le quantità

totali di rifiuti prodotti dichiarati nei MUD. L'ultima colonna riporta infine l'offerta potenziale di plastica riciclata in sostituzione delle materie prime per la produzione di vasi e sottovasi, ottenuta moltiplicando le quantità dichiarate nei MUD per il coefficiente di riuso specifico della plastica, pari a 0,8¹¹. L'anno di riferimento dei dati è il 1997.

La quantità totale di rifiuti in plastica dichiarati nelle tre province – 15.787 tonnellate – rappresenta il 30,7% della quantità totale stimata con il metodo indiretto, pari a 51.471 tonnellate. L'area di maggior produzione di scarti in plastica è Lucca, con il 48% delle quantità dichiarate e il 51% delle quantità stimate, seguita da Prato, con il 33% delle quantità dichiarate e il 28,8% delle quantità stimate. Le percentuali di provenienza degli scarti in plastica (riferite alle quantità dichiarate) sono rappresentate nella figura 7.1.

La composizione merceologica dei rifiuti in plastica (figura 7.2) evidenzia la quota preponderante (78%) degli imballaggi misti.

Tabella 7.2 Rifiuti in plastica dichiarati e stimati nelle province di Prato, Lucca e Pistoia – Anno 1997

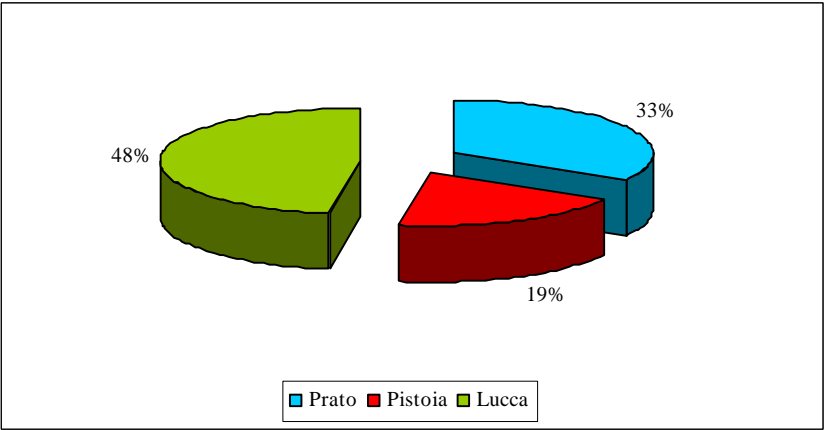
Entità territoriale	Kg rifiuti stimata (ISTAT)	Addetti MUD	Kg rifiuti MUD	Offerta potenziale MUD
Altopascio	2.616.184	1.176	240.593	192.474
Bagni di Lucca	135.701	151	48.036	38.429
Barga	661.476	985	540.289	432.231
Borgo a Mozzano	569.223	1.104	1.867.479	1.493.983
Camaiore	419.343	196	1.669	1.335
Camporgiano	51	1	11	9
Capannori	5.144.405	3.679	2.030.063	1.624.050
Castelnuovo di Garfagnana	378.231	252	34.310	27.448
Coreglia Antelminelli	149.834	201	79.283	63.426
Fabbrie di Vallico	102.074	19	86	69
Forte dei Marmi	7.521	5	244	195
Galliciano	343.962	152	274.080	219.264
Giuncugnano	18	4	30	24
Lucca	5.868.735	1.084	319.987	255.990
Massarosa	1.020.145	260	189.605	151.684
Minucciano	34	5	160	128
Montecarlo	68.507	153	24.149	19.319
Pescaglia	135.381	270	76.853	61.482
Piazza al Serchio	338	10	3.691	2.953
Pietrasanta	57.753	224	22.339	17.871
Pieve Fosciana	15.534	6	208	166
Porcari	2.820.481	1.341	588.029	470.423
Seravezza	78.583	281	690	552
Sillano	16.010	3	150	120
Stazzema	126	4	17	14

¹¹ Questo valore è stato scelto considerando che il rendimento medio delle operazioni di selezione delle plastiche miste raccolte separatamente, con estrazione di materiali impropri, è pari all'80% (fonte I-LCA, ANPA).

Vagli Sotto	218	7	2	2
Viareggio	5.586.141	1.049	1.142.068	913.654
Villa Basilica	96.758	40	19.279	15.423
Totale LUCCA	26.292.767	12.662	7.503.399	6.002.719
Agliaiana	743.145	257	141.967	113.574
Buggiano	101.129	8	86.209	68.967
Chiesina Uzzanese	115.055	107	318.382	254.706
Cutigliano	54	1	42	34
Lamporecchio	486.725	181	68.678	54.942
Larciano	497.288	183	276.298	221.038
Marliana	1.579	1	550	440
Massa e Cozzile	733.150	1.040	214.109	171.287
Monsummano Terme	1.860.926	458	58.362	46.690
Montale	522.183	402	242.875	194.300
Montecatini-Terre	87.637	282	16.908	13.526
Pescia	292.891	719	537.881	430.305
Pieve a Nievole	617.337	439	63.918	51.134
Pistoia	3.051.739	2.356	651.515	521.212
Piteglio	1.672	21	1.280	1.024
Ponte Buggianese	114.567	102	58.031	46.425
Quarrata	605.204	751	142.628	114.102
San Marcello Pistoiese	145.732	510	49.120	39.296
Serravalle Pistoiese	226.212	333	69.982	55.986
Uzzano	131.951	120	30.001	24.001
Totale PISTOIA	10.336.175	8.271	3.028.736	2.422.989
Cantagallo	52.632	256	76.464	61.171
Carmignano	354.371	269	454.481	363.585
Montemurlo	3.809.390	1.704	1.641.854	1.313.483
Poggio a Caiano	67.407	104	48.758	39.006
Prato	9.780.059	5.538	2.827.349	2.261.879
Vaiano	739.561	224	198.628	158.902
Vernio	38.774	38	7.501	6.001
Totale PRATO	14.842.194	8.133	5.255.034	4.204.027
Totale	51.471.135	29.066	15.787.170	12.629.736

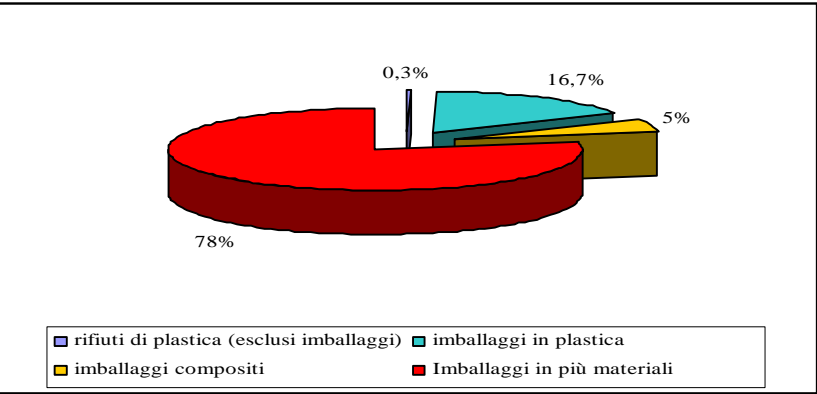
Fonte: elaborazione ISIS su dati MUD

Figura 7.1 Provenienza geografica delle plastiche (per provincia)



Fonte: elaborazione ISIS su dati MUD

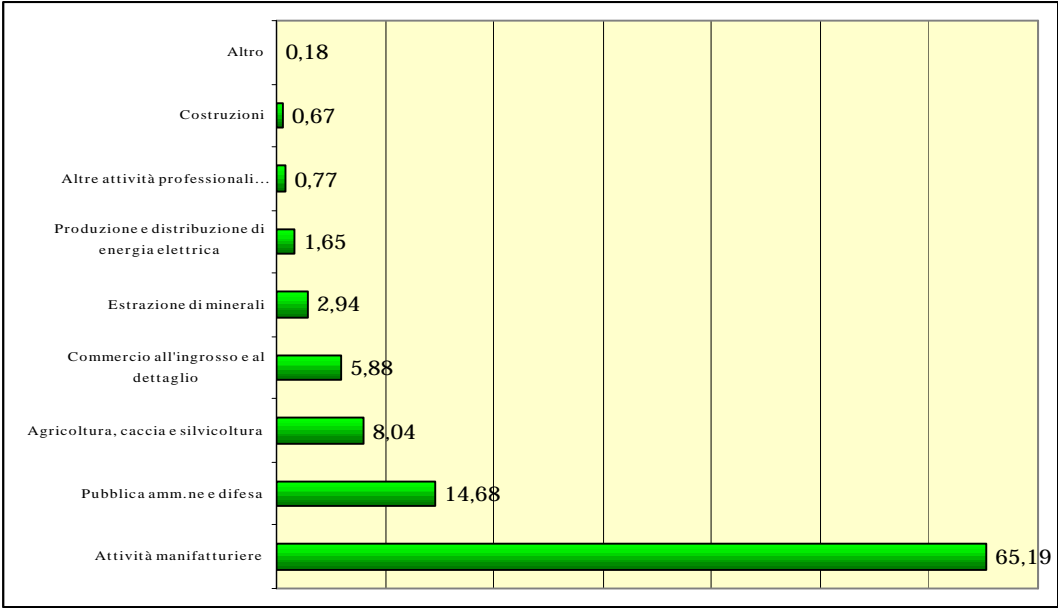
Figura 7.2 Composizione merceologica dei rifiuti in plastica



Fonte: elaborazione ISIS su dati MUD

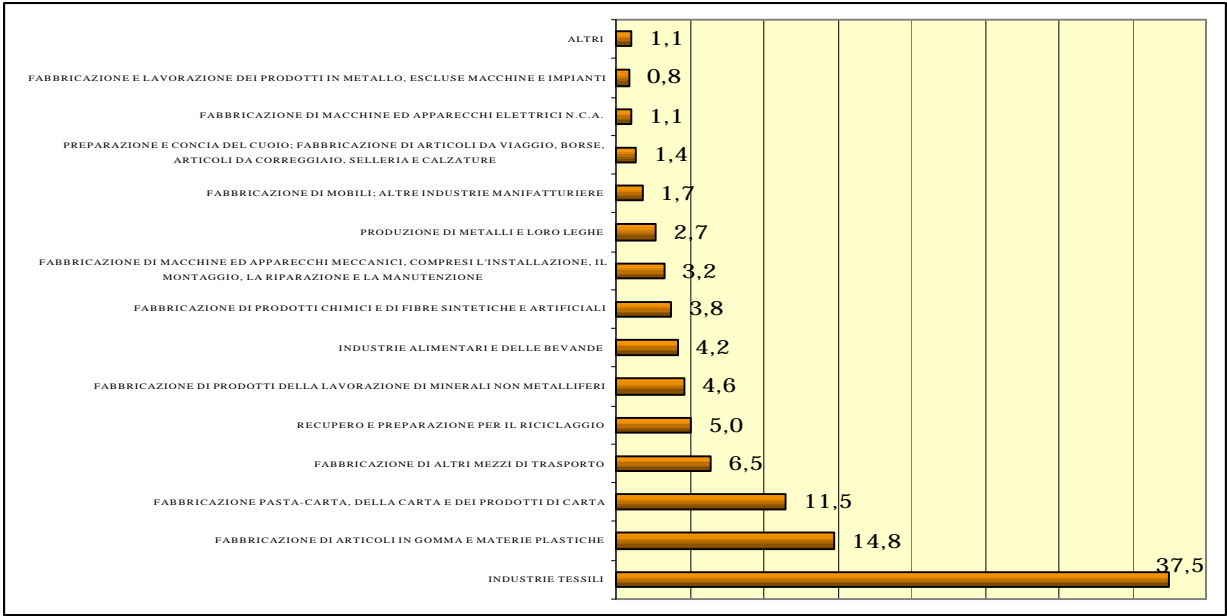
Per quanto concerne l’analisi dei settori di attività economica da cui provengono i rifiuti in plastica, l’interrogazione della base dati ha consentito di evidenziare come il settore economico che produce la maggior quantità di plastiche sia quello manifatturiero, con il 65% del totale degli scarti in plastica prodotto da tutte le attività economiche presenti nell’area di Lucca, Prato e Pistoia (Figura 6.3). All’interno del settore manifatturiero, le sole imprese del tessile producono circa un terzo del totale prodotto da tutte le imprese del settore manifatturiero (Figura 6.4).

Figura 7.3 Provenienza economica dei rifiuti in plastica (in percentuale sul totale)



Fonte: elaborazione ISIS su dati MUD

Figura 7.4 Provenienza economica dei rifiuti in plastica: il settore manifatturiero (in percentuale sul totale)



Fonte: elaborazione ISIS su dati MUD

Per quanto concerne il potenziale riuso, è stato ipotizzata la selezione dell’80% degli scarti in plastica come materia utile per sostituire la materia prima per la produzione di vasi e sottovasi da usare nel settore ortovivaistico.

Basandosi sui soli dati dichiarati nei MUD per l’anno 1997, questo significa che nel sistema territoriale di Prato, Lucca e Pistoia sono disponibili **12.629 tonnellate di plastica utile**. La successiva tabella 6.3 mostra il costo di trasporto e smaltimento di detta quantità a fronte del costo che gli operatori del settore ortovivaistico devono sostenere per l’acquisto di vasi e sottovasi in plastica.

In assenza del ciclo di riutilizzo, il costo del trasporto e smaltimento della quantità di plastica utile nel sistema territoriale in esame ammonta a circa 1,9 miliardi di lire. L’analisi del processo di trasformazione della plastica utile in vasi e sottovasi, che rappresentano l’input finale usato dal settore ortovivaistico, esula dai limiti del presente studio. Tuttavia, si è stimato un prezzo al kg. dei vasi e sottovasi di circa 1.500 lire, sulla base dei listini correnti di vendita, e si è ipotizzato – al solo fine di esemplificare il metodo – un rendimento complessivo della trasformazione da plastica utile a manufatti (vasi e sottovasi) del 50%.

Questo significa che 12.629 tonnellate di plastica utile possono essere trasformate in 6.314 tonnellate di vasi e sottovasi, e vendute sul mercato per un valore totale di 11,8 miliardi di lire. Se le assunzioni fatte, sia pur necessariamente approssimative e comunque migliorabili in base ad una più puntuale conoscenza del processo di produzione dei vasi e sottovasi, sono valide, l’uso della quantità di plastica utile presente nel sistema territoriale per produrre vasi e sottovasi sarà conveniente fintantoché il costo totale della raccolta separata, selezione e produzione di vasi e sottovasi non supera il valore di mercato di questi ultimi.

La realizzazione di un simile processo di riciclo della plastica utile comporterebbe inoltre il risparmio dei costi di trasporto e smaltimento – 1,9 miliardi di lire – attualmente accollati ai produttori dei rifiuti, nell’ipotesi che i produttori dei vasi e sottovasi provvedano al ritiro gratuito delle plastiche di scarto da riutilizzare. Infine, se i margini di guadagno sulle operazioni di produzione dei vasi e sottovasi da plastica riciclata fossero particolarmente favorevoli, si potrebbe ipotizzare la vendita della plastica utile, con introiti aggiuntivi per i settori produttori dei rifiuti, e non il solo risparmio dei costi di smaltimento.

L’analisi è stata completata calcolando le emissioni associate al trasporto e allo smaltimento dei rifiuti in plastica e relative ai principali inquinanti esaminati: biossido di carbonio, monossido di carbonio, ossidi di azoto, ossidi di zolfo, COV, polveri (PST). I risultati sono riportati nella tabella 7.4. Il calcolo tiene conto dei parametri di emissione da attività di trasporto e smaltimento dei rifiuti illustrati sopra, nel par. 6.2. Come per i costi di smaltimento, si è ipotizzato che i rifiuti prodotti fossero avviati agli impianti di smaltimento disponibili nelle province di appartenenza, in proporzione alle quantità smaltite in detti impianti risultanti dalle dichiarazioni ambientali.

Le emissioni da trasporto e smaltimento di rifiuti in plastica evitate sono nel complesso trascurabili. Non si dispone di una valutazione delle emissioni collegate al potenziale processo di riuso della plastica utile per produrre vasi e sottovasi.

Tabella 7.3 Costi del trasporto e smaltimento delle plastiche e dell’acquisto dei vasi e sottovasi in plastica

Rifiuto	Quantità materia seconda	Costo trasporto e smaltimento	Costo acquisto vasi e sottovasi
Imballaggi In Più Materiali	9.896.694	1.467.191.962	92.781.502.500
Imballaggi Compositi	602.945	89.387.087	5.652.612.900
Imballaggi In Plastica	2.094.545	310.517.823	19.636.360.425
Rifiuti Di Plastica (Esclusi Imballaggi)	35.552	5.270.550	333.296.250
Totale Rifiuti	12.629.736	1.872.367.422	118.403.772.075

Fonte: elaborazione ISIS su dati MUD

Tabella 7.4 Emissioni associate al trasporto e allo smaltimento delle plastiche

Entità Territoriale	CO2 Kg/Anno	NOx Kg/Anno	SOx Kg/Anno	CO Kg/Anno	COV Kg/Anno	PST Kg/Anno
Altopascio	67,47	0,22	2,1	0,32	0,31	0,01
Bagni di Lucca	9,12	0,03	0,51	0,07	0,06	0
Barga	365,76	1,01	0,03	0,22	0,69	0,02
Borgo a Mozzano	354,5	1,31	20	2,88	2,37	0,06
Camaiore	1,13	0	0	0	0	0
Camporgiano	0,01	0	0	0	0	0
Capannori	411,91	1,48	19,94	2,92	2,57	0,06
Castelnuovo di Garfagnana	23,23	0,06	0	0,01	0,04	0
Coreglia Antelminelli	53,67	0,15	0	0,03	0,1	0
Fabbriche di Vallico	0,06	0	0	0	0	0
Forte dei Marmi	0,17	0	0	0	0	0
Galliciano	185,54	0,51	0,01	0,11	0,35	0,01
Giuncugnano	0,02	0	0	0	0	0
Lucca	72,11	0,25	3,18	0,47	0,41	0,01
Massarosa	35,99	0,13	2,03	0,29	0,24	0,01
Minucciano	0,11	0	0	0	0	0
Montecarlo	4,58	0,02	0,26	0,04	0,03	0
Pescaglia	14,59	0,05	0,82	0,12	0,1	0
Piazza al Serchio	2,5	0,01	0	0	0	0
Pietrasanta	15,12	0,04	0	0,01	0,03	0
Pieve Fosciana	0,14	0	0	0	0	0
Porcari	110,33	0,41	6,21	0,9	0,75	0,02
Seravezza	0	0	0	0	0	0
Sillano	0,1	0	0	0	0	0
Stazzema	0,01	0	0	0	0	0
Vagli Sotto	0	0	0	0	0	0
Viareggio	773,14	2,14	0,06	0,45	1,47	0,04
Villa Basilica	3,66	0,01	0,21	0,03	0,02	0
Totale LUCCA	2.504,97	7,85	55,37	8,88	9,54	0,23
Agliana	4,62	0,04	0	0,03	0,18	0
Buggiano	58,36	0,16	0	0,03	0,11	0
Chiesina Uzzanese	215,53	0,6	0,02	0,13	0,41	0,01
Cutigliano	0	0	0	0	0	0
Lamporecchio	10,58	0,04	0,57	0,09	0,09	0
Larciano	8,99	0,08	0	0,06	0,34	0,01
Marliana	0,37	0	0	0	0	0
Massa e Cozzile	144,94	0,4	0,01	0,09	0,27	0,01
Monsummano Terme	39,51	0,11	0	0,02	0,07	0
Montale	44,76	0,17	2,51	0,36	0,31	0,01
Montecatini-Terre	11,45	0,03	0	0,01	0,02	0
Pescia	165,05	0,53	3,28	0,55	0,68	0,02
Pieve a Nievole	43,27	0,12	0	0,03	0,08	0
Pistoia	64,03	0,3	2,92	0,5	0,81	0,02
Piteglio	0,04	0	0	0	0	0
Ponte Buggianese	39,29	0,11	0	0,02	0,07	0

Quarrata	27,08	0,1	1,53	0,22	0,18	0
San Marcello Pistoiese	1,6	0,01	0	0,01	0,06	0
Serravalle Pistoiese	47,38	0,13	0	0,03	0,09	0
Uzzano	20,31	0,06	0	0,01	0,04	0
Totale PISTOIA	947,16	2,99	10,86	2,19	3,83	0,09
Cantagallo	51,76	0,14	0	0,03	0,1	0
Carmignano	307,67	0,85	0,02	0,18	0,58	0,01
Montemurlo	1.111,48	3,07	0,08	0,65	2,11	0,05
Poggio a Caiano	33,01	0,09	0	0,02	0,06	0
Prato	1.914,02	5,29	0,14	1,13	3,63	0,09
Vaiano	134,46	0,37	0,01	0,08	0,25	0,01
Vernio	5,08	0,01	0	0	0,01	0
Totale PRATO	3.557,49	9,83	0,25	2,09	6,74	0,17
Totale	7.009,62	20,67	66,48	13,16	20,11	0,49

Fonte: elaborazione ISIS su dati MUD

In conclusione, si rammenta che le quantità di rifiuti in plastica dichiarate nei MUD delle province di Prato, Lucca e Pistoia sono circa il 30% di quelle stimate per le stesse aree. Pertanto, i potenziali risparmi dei costi di smaltimento delle plastiche e i volumi di mercato di vasi e sottovasi ricavabili con il riuso della plastica utile prima stimati si possono moltiplicare per un fattore 3,3, ottenendo i valori stimati presentati nel prospetto seguente.

E’ importante sottolineare, tuttavia, che i dati del prospetto sono stati ottenuti con una ipotesi di rendimento della trasformazione complessiva da rifiuti in plastica a vasi e sottovasi utilizzabili nel settore ortovivaistico pari a: $0,8 \times 0,5 = 0,4$. Tale ipotesi resta da verificare con un esame più approfondito delle caratteristiche del processo di produzione di vasi da scarti di plastica.

Sistema territoriale Lucca – Pistoia – Prato	<i>In base ai dati dichiarati nei MUD</i>	<i>In base alle stime effettuate</i>
Quantità di rifiuti in plastica	15.787 tonn.	52.000 tonn.
Volumi di plastica utile	12.629 tonn.	42.000 tonn.
Costi di smaltimento evitati	L. 1.872.367.000	L. 6.178.111.000
Volumi potenziali di mercato della produzione di vasi e sottovasi dalla plastica utile	L. 11.840.377.000	L. 39.073.244.000

8. RIUTILIZZO DELLE PELURIE DEL TESSILE E DELLE FIBRE E FANGHI DEL CARTARIO COME AMMENDANTE NEL SETTORE ORTOVIVAISTICO

Il secondo caso di riuso di rifiuti prodotti nel territorio delle province di Lucca, Pistoia e Prato riguarda il reimpiego delle pelurie del tessile e delle fibre e fanghi del cartario (pulper) come ammendante del concime organico nel settore ortovivaistico.

I codici CER associati ai rifiuti coinvolti in questo secondo caso sono mostrati in tabella 8.1. Per quanto concerne in particolare le pelurie del tessile, la codifica CER non permette di isolare la categoria di rifiuti *pelurie del tessile* dal generico gruppo dei rifiuti da fibre tessili, che dunque è stato considerato integralmente; per questo motivo la produzione di rifiuti così come risulta dai dati MUD è da considerarsi in eccesso rispetto alla quantità disponibile delle sole pelurie (a prescindere comunque dagli altri problemi di affidabilità dei dati MUD evidenziati in precedenza).

Tabella 8.1 Codici CER relativi agli scarti del tessile e alle fibre e fanghi del cartario

Codice CER	Descrizione rifiuto
<i>Scarti del tessile</i>	
040201	rifiuti da fibre tessili grezze e da altre sostanze fibrose naturali, principalmente di origine vegetale
040202	rifiuti da fibre tessili grezze principalmente di origine animale
040204	rifiuti da fibre tessili grezze miste prima della filatura e della tessitura
040205	rifiuti da fibre tessili lavorate principalmente di origine vegetale
040206	rifiuti da fibre tessili lavorate principalmente di origine animale
040208	rifiuti da fibre tessili lavorate miste
<i>Fibre e fanghi del cartario</i>	
030306	fibra e fanghi di carta

Le tabelle 8.2 e 8.3 mostrano rispettivamente le quantità di scarti tessili e di fibre e fanghi del cartario dichiarati nei MUD, e quelle stimate con il software Closed; la stima è stata elaborata moltiplicando il numero degli addetti al settore economico di produzione per il coefficiente di produzione dei rifiuti medio per addetto del settore di produzione. I dati sono riferiti all’anno 1997.

Tabella 8.2 Scarti del tessile: tavola comparativa dei dati dichiarati e stimati

Entità Territoriale	Kg rifiuti stimata (ISTAT)	Addetti MUD	Kg rifiuti MUD	Offerta potenziale MUD
Bagni Di Lucca	469	10	15.500	13.950
Borgo A Mozzano	53.844	5	7.792	7.013
Capannori	990.576	60	26.586	23.927
Lucca	736.607	55	28.710	25.839
Porcari	239.693	53	6.836	6.152
Viareggio	98.370	29	3.890	3.501
Totale LUCCA	2.119.560	212	89.314	80.383
Agliana	2.232.776	201	332.153	298.938

Chiesina Uzzanese	23.413	24	200	180
Larciano	112.759	53	176.767	159.090
Massa E Cozzile	28.103	10	6.250	5.625
Monsummano Terme	386.314	16	30.760	27.684
Montale	2.078.805	365	456.934	411.241
Pieve A Nievole	217.916	190	22.130	19.917
Pistoia	3.771.063	344	319.835	287.852
Quarrata	1.376.585	190	387.785	349.007
Serravalle Pistoiese	206.760	170	65.222	58.700
Uzzano	21.249	73	37.520	33.768
Totale PISTOIA	10.455.743	1.636	1.835.556	1.652.000
Cantagallo	873.733	369	704.609	634.148
Carmignano	1.351.049	278	441.825	397.643
Montemurlo	18.676.055	2.468	6.345.494	5.710.945
Poggio A Caiano	1.004.415	120	225.153	202.638
Prato	55.890.970	7.051	72.825.615	65.543.054
Vaiano	3.979.506	803	2.248.380	2.023.542
Vernio	410.530	107	545.585	491.027
Totale PRATO	82.186.258	11.196	83.336.661	75.002.995
Totale	94.761.561	13.044	85.261.531	76.735.378

Fonte: elaborazione ISIS su dati MUD

La quantità dichiarate nei MUD di scarti provenienti dalla produzione di fibre tessili grezze e lavorate di origine naturale (animale e vegetale) e di fibre lavorate miste nel sistema territoriale in esame ammontano a circa 85.000 tonn./anno, in massima parte concentrate in provincia di Prato (83.000 tonnellate) e, all'interno di questa, nel territorio del comune di Prato (73.000 tonnellate).

Il confronto con la quantità stimata non evidenzia grandi discrepanze: di fatto la quantità totale dichiarata è pari al 90% della quantità totale stimata (circa 95.000 tonn./anno). La valutazione è piuttosto imprecisa per un altro motivo: le pelurie del tessile rappresentano infatti una sotto-categoria degli scarti tessili complessivamente evidenziati nella tabella 8.2.. Il Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti, al I° stralcio, quantificava infatti gli scarti delle lavorazioni tessili definiti comunemente “pelurie”, caratteristici della produzione dell'area pratese, in circa 30.000 tonn./anno, 20.000 delle quali, al netto dei recuperi, necessitano attualmente di essere smaltite. Con il successivo II° stralcio del Piano Regionale, relativo ai rifiuti speciali, la quantità totale da smaltire è stata definitivamente determinata, in base ai risultati di una indagine di campo condotta da A.R.R.R., in **25.000 tonn./anno di pelurie**.

Pertanto, se si vuole ottenere una stima più vicina alla realtà delle potenzialità di riutilizzo delle sole pelurie del tessile, la quantità totale di scarti tessili ottenuta con l'elaborazione dei dati MUD deve essere ridotta con un fattore: $25.000/85.000 = 0,29$.

Tabella 8.3 Fibre e fanghi del cartario: tavola comparativa dei dati dichiarati e stimati

Entità Territoriale	Kg rifiuti stimata (ISTAT)	Addetti MUD	Kg rifiuti MUD	Offerta potenziale MUD
Altopascio	2.548.081	155	111.270	77.889
Bagni Di Lucca	660.400	21	4.608.340	3.225.838
Borgo A Mozzano	4.150.239	87	1.744.000	1.220.800
Capannori	6.249.673	107	22.349.232	15.644.462
Fabbriche Di Vallico	884.598	11	910.150	637.105
Lucca	1.280.295	15	299.210	209.447
Porcari	6.779.763	27	1.195.610	836.927
Villa Basilica	1.699.794	22	122.470	85.729
Totale LUCCA	24.252.845	445	31.340.282	21.938.197
Pescia	8.108.476	101	604.020	422.814
Piteglio	231.484	21	105.250	73.675
Serravalle Pistoiese	133.747	0	161.200	112.840
Totale PISTOIA	8.473.707	122	870.470	609.329
Prato	10.373.864	74	5.070	3.549
Totale PRATO	10.373.864	74	5.070	3.549
Totale	43.100.417	641	32.215.822	22.551.075

Fonte: elaborazione ISIS su dati MUD

La quantità totale di fibre e fanghi di carta dichiarati nei MUD come scarti del cartario ammonta a circa 32.000 tonn./anno, ed è quasi tutta concentrata nel distretto di Lucca (31.000 tonn./anno). Detta quantità rappresenta circa il 75% della quantità stimata (43.000 tonn./anno)¹². Il dato dei MUD risulta tuttavia ancora più impreciso se confrontato con quello relativo al pulper prodotto dal distretto cartario di Lucca, valutato nel Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti (I° stralcio), in circa 60.000 tonn./anno, tutte destinate allo smaltimento finale in discarica. Detta cifra è stata ulteriormente aumentata a seguito di una indagine di campo svolta da A.R.R.R per la predisposizione del II° stralcio del Piano Regionale relativo ai rifiuti speciali, portandola a **110.000 tonn./anno di pulper**.

Pertanto, se si vuole ottenere una stima più vicina alla realtà delle potenzialità di riutilizzo per la totalità del pulper prodotto dal distretto cartario, la quantità totale di fibre e fanghi ottenuta con l’elaborazione dei dati MUD deve essere aumentata con un fattore: $110.000/32.000 = 3,4$.

L’analisi è quindi proseguita determinando le quantità utili di fanghi ricavabili dagli scarti del tessile e dalle fibre e fanghi del cartario da utilizzare con funzione di ammendante nel settore ortovivaistico. Si è ipotizzato in partenza che la trasformazione delle pelurie tessili tal quali in fanghi stabilizzati adatti come ammendante abbia un rendimento del 90% (coefficiente di riuso 0,9). Analogamente, si è assunto che la trasformazione del pulper cartario in fanghi adatti come ammendante abbia un rendimento del 70% (coefficiente di riuso 0,7).

¹² Si osservi come le quantità stimate nei singoli comuni consentono di evidenziare le anomalie dei dati dichiarati a Capannori (in eccesso) e Porcari (in difetto).

In tal modo si sono ottenute le quantità totali di materia seconda presenti nelle province di Lucca, Pistoia e Prato, riportate nelle seguenti tabelle 8.4 e 8.5, e calcolate sulla base delle quantità di rifiuti dichiarate nei MUD illustrate in precedenza. Si tratta, rispettivamente, di 76.586 tonnellate di fanghi utilizzabili come ammendante provenienti dal settore tessile, e 22.551 tonnellate di una simile qualità di fanghi provenienti dal settore cartario.

Nelle stesse tabelle sono evidenziati anche i costi di trasporto e smaltimento delle rispettive quantità di rifiuti (*ex-ante* l'applicazione dei coefficienti di riuso) da cui si ipotizza di produrre i fanghi: circa 15,4 miliardi per lo smaltimento degli scarti tessili e 6 miliardi per lo smaltimento delle fibre e fanghi di carta. Come di consueto, per determinare i costi di smaltimento si è assunto che i rifiuti prodotti fossero avviati agli impianti di smaltimento disponibili nelle province di appartenenza, in proporzione alle quantità smaltite in detti impianti risultanti dalle dichiarazioni ambientali.

Infine nell'ultima colonna delle tabelle 8.4 e 8.5 viene evidenziato il risparmio nei costi di acquisto delle materie prime conseguibile nel settore di destinazione finale, l'ortovivaistico. Ancora una volta lo studio approfondito dei rendimenti dell'uso dei fanghi come ammendante nei vivai, in termini di minore concime organico richiesto per ettaro di superficie, esula dai limiti del presente studio. A solo scopo esemplificativo del metodo, si è ipotizzato tuttavia un rendimento del 30%, per cui l'uso dei fanghi come ammendante viene fatto equivalere ad un risparmio del 30% di quantità equivalente di concime organico, valutato al prezzo corrente di 500 lire/kg.

In tal modo, si è ottenuta una stima del potenziale risparmio nel costo di acquisto di concimi organici da parte degli operatori del settore ortovivaistico pari a 12,7 miliardi nel caso si utilizzino interamente i fanghi provenienti dal settore tessile, più altri 4,8 miliardi nel caso si usino anche i fanghi provenienti dal settore cartario. Questi risultati sono sintetizzati nella tabella 8.6, dove i dati relativi ai settori tessile e cartario sono esposti insieme: la quantità totale di fanghi utilizzabili come ammendante ammonta a quasi 100.000 tonn./anno, il costo di smaltimento dei rifiuti da cui questi fanghi originano è pari a 21,4 miliardi, e il risparmio ottenibile, a parità di produzione finale del settore ortovivaistico, dal minore acquisto di concime organico (grazie ai migliori rendimenti ottenuti con l'ammendante) è quantificato in 17,5 miliardi di lire.

L'analisi è stata completata calcolando le emissioni associate al trasporto e allo smaltimento degli scarti tessili e delle fibre e fanghi del cartario, e relative ai principali inquinanti esaminati: biossido di carbonio, monossido di carbonio, ossidi di azoto, ossidi di zolfo, COV, polveri (PST). I risultati sono riportati nella tabella 8.7 per gli scarti del settore tessile e nella tabella 8.8 per gli scarti del settore cartario. Il calcolo tiene conto dei parametri di emissione da attività di trasporto e smaltimento dei rifiuti illustrati sopra, nel par. 6.2. Come per i costi di smaltimento, si è ipotizzato che i rifiuti prodotti fossero avviati agli impianti di smaltimento disponibili nelle province di appartenenza, in proporzione alle quantità smaltite in detti impianti risultanti dalle dichiarazioni ambientali.

Le emissioni da trasporto e smaltimento di rifiuti in plastica evitate sono nel complesso più significative di quelle riscontrate per il primo caso di ciclo di riuso, relativo al reimpiego delle plastiche nella produzione di vasi e sottovasi. Non si è ritenuto di dover calcolare le emissioni alternative dei processi di trasformazione dei rifiuti tal quali in fanghi stabilizzati utili come ammendante, poiché i valori disponibili dalla letteratura per processi similari di compostaggio mostrano oscillazioni molto elevate per quanto concerne le emissioni in aria, e comunque sempre al di sotto dei valori-limite di legge o addirittura inferiori o comparabili ai valori di qualità dell'aria (ANPA, 2000).

Tabella 8.4 Costi del trasporto e smaltimento degli scarti tessili e risparmio di materie prime derivanti dall’uso dei fanghi come ammendante nel settore ortovivaistico.

Rifiuto	Quantità materia seconda	Costo smaltimento	Risparmio materia prima
Rifiuti Da Fibre Tessili Lavorate Miste	73.656.793	14.830.666.600	12.276.132.156
Rifiuti Da Fibre Tessili Grezze Principalmente Di Origine Animale	1.644.459	331.109.008	274.076.550
Rifiuti Da Fibre Tessili Lavorate Principalmente Di Origine Animale	1.059.963	213.421.759	176.660.550
Rifiuti Da Fibre Tessili Lavorate Principalmente Di Origine Vegetale	123.012	24.768.251	20.502.000
Rifiuti Da Fibre Tessili Grezze Miste Prima Della Filatura E Della Tessitura	101.777	20.492.521	16.962.750
Totale Rifiuti	76.586.004	15.420.458.139	12.764.334.006

Fonte: elaborazione ISIS su dati MUD

Tabella 8.5 Costi del trasporto e smaltimento delle fibre e fanghi del cartario e risparmio di materie prime derivanti dall’uso dei fanghi come ammendante nel settore ortovivaistico

Rifiuto	Quantità materia seconda	Costo smaltimento	Costo materia prima
Fibra e fanghi di carta	22.551.075	5.965.038.363	4.832.373.228
Totale rifiuti	22.551.075	5.965.038.363	4.832.373.228

Fonte: elaborazione ISIS su dati MUD

Tabella 8.6 Totale dei costi del trasporto e smaltimento di scarti tessile e fibre e fanghi del cartario e del risparmio di concime organico conseguibili con l’uso dei fanghi come ammendante nel settore ortovivaistico

Rifiuto riutilizzato	Quantità materia seconda	Costo smaltimento	Costo materia prima
Pelurie del tessile	76.586.004	15.420.458.139	12.764.334.006
Fibre e fanghi del cartario	22.551.075	5.965.038.363	4.832.373.228
	99.137.079	21.385.496.502	17.596.707.234

Fonte: elaborazione ISIS su dati MUD

Tabella 8.7 Emissioni associate al trasporto e allo smaltimento delle pelurie del tessile

Entità Territoriale	CO2 Kg/Anno	NOx Kg/Anno	SO2 Kg/Anno	CO Kg/Anno	COV Kg/Anno	PST Kg/Anno
Bagni Di Lucca	4,04	0,01	0,23	0,03	0,03	0
Borgo A Mozzano	2,03	0,01	0,11	0,02	0,01	0
Capannori	7,41	0,03	0,36	0,05	0,05	0
Lucca	8,88	0,03	0,39	0,06	0,05	0
Porcari	1,76	0,01	0,1	0,01	0,01	0
Viareggio	3,62	0,01	0	0	0,01	0
Totale LUCCA	27,74	0,1	1,19	0,18	0,16	0
Agliana	14,85	0,13	0	0,1	0,56	0,01
Chiesina Uzzanese	0,19	0	0	0	0	0
Larciano	7,9	0,07	0	0,05	0,3	0,01
Massa E Cozzile	5,81	0,02	0	0	0,01	0
Monsummano Terme	28,6	0,08	0	0,02	0,05	0
Montale	115,65	0,43	6,48	0,94	0,8	0,02
Pieve A Nievole	20,57	0,06	0	0,01	0,04	0
Pistoia	43,17	0,2	1,97	0,34	0,55	0,01
Quarrata	101,10	0,37	5,7	0,82	0,68	0,02
Serravalle Pistoiese	60,64	0,17	0	0,04	0,11	0
Uzzano	34,88	0,1	0	0,02	0,07	0
Totale PISTOIA	433,35	1,63	14,17	2,34	3,17	0,07
Cantagallo	655,07	1,81	0,05	0,39	1,24	0,03
Carmignano	410,76	1,14	0,03	0,24	0,78	0,02
Montemurlo	5.899,41	16,31	0,42	3,47	11,18	0,28
Poggio A Caiano	209,32	0,58	0,01	0,12	0,4	0,01
Prato	67.705,98	187,16	4,85	39,84	128,31	3,22
Vaiano	2.090,32	5,78	0,15	1,23	3,96	0,1
Vernio	507,23	1,4	0,04	0,3	0,96	0,02
Totale PRATO	77.478,10	214,18	5,55	45,59	146,83	3,68
Totale	77.939,19	215,9	20,91	48,1	150,16	3,76

Fonte: elaborazione ISIS su dati MUD

Tabella 8.7 Emissioni associate al trasporto e allo smaltimento delle fibre e fanghi del cartario

Entità Territoriale	CO2 Kg/Anno	NOx Kg/Anno	SO2 Kg/Anno	CO Kg/Anno	COV Kg/Anno	PST Kg/Anno
Altopascio	42,85	0,14	1,33	0,2	0,19	0
Bagni Di Lucca	1.201,39	4,44	67,79	9,77	8,03	0,19
Borgo A Mozzano	454,66	1,68	25,65	3,7	3,04	0,07
Capannori	6.227,72	22,43	301,53	44,21	38,83	0,92
Fabbriche Di Vallico	846,17	2,34	0,06	0,5	1,6	0,04
Lucca	92,6	0,32	4,08	0,6	0,52	0,01
Porcari	308,07	1,14	17,34	2,5	2,08	0,05
Villa Basilica	31,93	0,12	1,8	0,26	0,21	0,01
Totale LUCCA	9.205,38	32,61	419,6	61,75	54,5	1,29
Pescia	254,54	0,81	5,07	0,85	1,05	0,03
Piteglio	4,7	0,04	0	0,03	0,18	0
Serravalle Pistoiese	149,87	0,41	0,01	0,09	0,28	0,01
Totale PISTOIA	409,11	1,27	5,08	0,97	1,51	0,04
Prato	4,71	0,01	0	0	0,01	0
Totale PRATO	4,71	0,01	0	0	0,01	0
Totale	9.619,21	33,89	424,67	62,72	56,03	1,32

Fonte: elaborazione ISIS su dati MUD

In conclusione, si rammenta che le stime più realistiche della produzione di rifiuti per le aree di Prato e Lucca – adottate a base del Piano Regionale di gestione dei rifiuti - ammontano rispettivamente a 25.000 tonn./anno di pelurie tessili e 110.000 tonn/anno di pulper cartario. In base a tali stime, a fianco dei valori determinati in base ai dati dei MUD illustrati in precedenza, si ottengono i valori stimati dei costi di smaltimento dei rifiuti, quantità utili di fanghi e risparmi nell'acquisto di concime organico presentati nel prospetto seguente.

E' importante sottolineare, tuttavia, che i dati del prospetto sono stati ottenuti con una ipotesi complessiva di minore utilizzo del concime organico nel settore ortovivaistico per una quantità pari a $0,9 \times 0,3 = 0,27$ volte la quantità originaria di pelurie del tessile, e per una quantità pari a $0,7 \times 0,3 = 0,21$ volte la quantità originaria di fibre e fanghi del cartario. Tale ipotesi resta da verificare con un esame più approfondito delle caratteristiche dei processi di concimazione nel settore ortovivaistico.

Sistema territoriale Lucca – Pistoia – Prato	<i>In base ai dati dichiarati nei MUD</i>	<i>In base alle stime effettuate</i>
Quantità di pelurie del tessile e fibre e fanghi del cartario	117.477 tonn./anno	135.000 tonn./anno
Volumi di fanghi utili come ammendante	99.137 tonn./anno	99.500 tonn./anno
Costi di smaltimento evitati	L. 21.385.496.000	L. 24.575.380.000
Potenziiale risparmio di concime organico nel settore ortovivaistico	L. 17.596.707.000	L. 17.661.139.000

Considerando entrambe le fonti di dati, si arriva alla stima di un potenziale risparmio di concime organico nel settore ortovivaistico di circa 17 miliardi, e ad un costo totale di smaltimento evitato che oscilla tra i 20 e i 25 miliardi per l'intero sistema territoriale costituito dalle province di Lucca, Pistoia e Prato.

Naturalmente non sono stati qui considerati i costi di trasformazione dei rifiuti in ammendante. Tuttavia, se tali costi di produzione della materia seconda possono essere mantenuti al di sotto dei costi complessivi evitati nel sistema l'operazione può risultare conveniente sotto il profilo economico (anche senza considerare il bilancio degli impatti ambientali). I costi evitati sono dati dalla somma dei costi di smaltimento delle imprese produttrici di pelurie nel settore tessile e di pulper nel settore cartario, a cui si somma l'ulteriore risparmio negli acquisti di concime organico delle imprese del settore ortovivaistico. In base alle stime sopra illustrate, essi ammontano a circa 55 – 60 miliardi di lire per l'intero sistema territoriale.

Infine, occorre considerare l'effettiva capacità di assorbimento di concime organico misto ad ammendante nei circa 5.000 ettari di superficie delle aziende ortovivaistiche del pistoiese, che ad una prima valutazione appare ben al di sotto di quella che servirebbe per un totale riutilizzo delle pelurie tessili e del pulper sotto forma di ammendante. Anche per questo motivo si è proceduto ad elaborare il terzo caso di studio, ipotizzando in alternativa la valorizzazione energetica delle pelurie del tessile e del pulper. I risultati di questo studio sono presentati nel seguente capitolo.

9. VALUTAZIONE DEL POTENZIALE ENERGETICO RICAVABILE DALLE PELURIE TESSILI E DAL PULPER CARTARIO

Il Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti della Toscana pone particolare attenzione ad alcuni flussi di rifiuti, significativi nella regione sia per quantità che per conseguente criticità ambientale: tra questi una grande rilevanza assumono le pelurie del tessile e il pulper del cartario, per i quali il Piano ipotizza uno scenario di raccolta differenziata dai RSU e di conferimento all’inceneritore di Prato per recupero energetico. A partire da questa informazione, il software CLOSED è stato configurato in modo da descrivere uno scenario di eventuale recupero energetico da incenerimento, e da confrontare costi ed emissioni con lo scenario corrente.

Il nuovo scenario è stato costruito ipotizzando che tutte le pelurie e tutti i fanghi, ovunque prodotti nelle province di Lucca, Pistoia e Prato, siano conferite all’inceneritore di Prato; le quantità in gioco sono quelle stimate nel Piano, in particolare 110.000 t/anno di pulper trattato e 25.000 t/anno di pelurie ed altri scarti tessili (si rammenta che le pelurie stimate nel Piano costituiscono il 30% dei rifiuti da fibre tessili dichiarati nei MUD e il pulper è circa 3,4 volte quello dichiarato nei MUD). La Tabella 9.1 mostra la distribuzione territoriale per provincia delle quantità da Piano, ottenuta sulla della distribuzione geografica delle quantità dichiarate nei MUD.

I parametri modificati rispetto alla configurazione originaria nella simulazione dello scenario di recupero energetico sono quelli relativi alle distanze e alle emissioni, come già spiegato nel paragrafo 6.2. Gli altri parametri (costo unitario di trasporto e smaltimento, coefficienti di emissione del trasporto) sono invece rimasti invariati.

La quantità di energia recuperabile è calcolata moltiplicando le quantità conferite all’inceneritore per un fattore di recupero energetico pari a **1,94 MJ/kg** di rifiuto trattato (fonte ANPA 2000). Questo fattore, relativo al processo di incenerimento secco di RSU tal quale, viene calcolato in base al potere calorifico dei rifiuti analizzati, assumendo un rendimento elettrico lordo dell’inceneritore pari al 25% se riferito al potere calorifico inferiore (21% se riferito al potere calorifico superiore). Da questo valore vengono sottratti gli autoconsumi di 0,42 MJ/kg rifiuto trattato. Il recupero di calore come vapore di processo o per il teleriscaldamento non viene considerato.

Tabella 9.1 Scenario attuale: quantità di rifiuto, costo di trasporto e smaltimento, emissioni per provincia

	Quantità di rifiuto (dati dichiarati MUD in kg)	Costo di trasporto e smaltimento sulla base dei dati MUD (Lire)	Emissioni dello smaltimento, trattamento o stoccaggio (sulla base dei dati dichiarati MUD in kg/anno)					
			CO2	Nox	SOx	CO	COV	PST
Pelurie del tessile								
Bagni Di Lucca	15.500	1.751.500	4,04	0,01	0,23	0,03	0,03	0
Borgo A Mozzano	7.792	886.997	2,03	0,01	0,11	0,02	0,01	0
Capannori	26.586	3.235.230	7,41	0,03	0,36	0,05	0,05	0
Lucca	28.710	3.371.722	8,88	0,03	0,39	0,06	0,05	0
Porcari	6.836	796.166	1,76	0,01	0,1	0,01	0,01	0

Viareggio	3.890	715.760	3,62	0,01	0	0	0,01	0
Totale LUCCA	89.314	10.757.376	27,74	0,1	1,19	0,18	0,16	0
Agliaia	332.153	100.642.359	14,85	0,13	0	0,1	0,56	0,01
Chiesina Uzzanese	200	36.320	0,19	0	0	0	0	0
Larciano	176.767	53.560.401	7,9	0,07	0	0,05	0,3	0,01
Massa E Cozzile	6.250	1.143.750	5,81	0,02	0	0	0,01	0
Monsummano Terme	30.760	5.629.080	28,6	0,08	0	0,02	0,05	0
Montale	456.934	54.479.634	115,65	0,43	6,48	0,94	0,8	0,02
Pieve A Nievole	22.130	4.036.512	20,57	0,06	0	0,01	0,04	0
Pistoia	319.835	71.553.138	43,17	0,2	1,97	0,34	0,55	0,01
Quarrata	387.785	43.819.649	101,10	0,37	5,7	0,82	0,68	0,02
Serravalle Pistoiese	65.222	11.935.652	60,64	0,17	0	0,04	0,11	0
Uzzano	37.520	6.813.632	34,88	0,1	0	0,02	0,07	0
Totale PISTOIA	1.835.556	353.650.126	433,35	1,63	14,17	2,34	3,17	0,07
Cantagallo	704.609	130.211.743	655,07	1,81	0,05	0,39	1,24	0,03
Carmignano	441.825	80.235.373	410,76	1,14	0,03	0,24	0,78	0,02
Montemurlo	6.345.494	1.144.727.197	5.899,41	16,31	0,42	3,47	11,18	0,28
Poggio A Caiano	225.153	40.887.785	209,32	0,58	0,01	0,12	0,4	0,01
Prato	72.825.615	13.181.467.089	67.705,98	187,16	4,85	39,84	128,31	3,22
Vaiano	2.248.380	408.755.484	2.090,32	5,78	0,15	1,23	3,96	0,1
Vernio	545.585	99.842.132	507,23	1,4	0,04	0,3	0,96	0,02
Totale PRATO	83.336.661	15.086.126.803	77.478,10	214,18	5,55	45,59	146,83	3,68
Totale	85.261.531	15.450.534.305	77.939,19	215,9	20,91	48,1	150,16	3,76
Pulper del Cartario								
Altopascio	111.270	20.527.864	42,85	0,14	1,33	0,2	0,19	0
Bagni Di Lucca	4.608.340	843.326.220	1.201,39	4,44	67,79	9,77	8,03	0,19
Borgo A Mozzano	1.744.000	320.607.100	454,66	1,68	25,65	3,7	3,04	0,07
Capannori	22.349.232	4.154.233.956	6.227,72	22,43	301,53	44,21	38,83	0,92
Fabbriche Di Vallico	910.150	166.557.450	846,17	2,34	0,06	0,5	1,6	0,04
Lucca	299.210	54.557.294	92,6	0,32	4,08	0,6	0,52	0,01
Porcari	1.195.610	221.765.960	308,07	1,14	17,34	2,5	2,08	0,05
Villa Basilica	122.470	22.534.480	31,93	0,12	1,8	0,26	0,21	0,01
Totale LUCCA	31.340.282	5.804.110.324	9.205,38	32,61	419,6	61,75	54,5	1,29
Pescia	604.020	110.723.856	254,54	0,81	5,07	0,85	1,05	0,03
Piteglio	105.250	19.787.000	4,7	0,04	0	0,03	0,18	0
Serravalle Pistoiese	161.200	29.499.600	149,87	0,41	0,01	0,09	0,28	0,01
Totale PISTOIA	870.470	160.010.456	409,11	1,27	5,08	0,97	1,51	0,04
Prato	5.070	917.672	4,71	0,01	0	0	0,01	0
Totale PRATO	5.070	917.672	4,71	0,01	0	0	0,01	0

Totale	32.215.822	5.965.038.452	9.619,21	33,89	424,67	62,72	56,03	1,32
Totale Tessile e Cartario	117.477.353	21.415.572.757	87.558,40	249,79	445,58	110,82	206,19	5,08

Tabella 9.2 Quantità, costo, emissioni ed energia recuperata nell’ipotesi di conferimento delle pelurie e delle fibre e fanghi di carta all’inceneritore di Prato per recupero energetico

	Quantità di rifiuto (stima basata sulle previsioni del PRGR Toscana, in kg)	Costo di smaltimento (stima basata sulle previsioni del PRGR Toscana, in Lire)	Emissioni dello smaltimento, trattamento o stoccaggio (in kg/anno)						Energia recuperata (MJ/anno)	Energia recuperata (kcal/anno)
			CO2	Nox	SOx	CO	COV	PST		
Pelurie del tessile										
Totale LUCCA	26.188	5.004.303	24,0	0,1	0,0	0,0	0,0	-	50.805	12.132.281
Totale PISTOIA	538.213	123.091.669	315,8	1,1	0,0	0,2	0,9	0,0	1.044.134	249.339.206
Totale PRATO	24.435.598	4.422.843.433	22.717,8	62,8	1,6	13,4	43,1	1,1	47.405.061	11.320.328.512
Totale	25.000.000	4.550.939.405	23.057,6	64,0	1,7	13,6	44,0	1,1	48.500.000	11.581.800.000
Pulper del cartario										
Totale LUCCA	107.010.494	620.398.934	96.568,9	267,8	6,9	57,7	188,1	4,7	207.600.358	49.574.965.478
Totale PISTOIA	2.972.195	3.133.358	2.181,6	7,6	0,2	1,5	5,2	0,1	5.766.058	1.376.934.649
Totale PRATO	17.311	3.133.358	16,1	0,0	-	-	0,0	-	33.584	8.019.873
Totale	110.000.000	21.280.814.524	98.766,7	275,5	7,1	59,1	193,3	4,8	213.400.000	50.959.920.000
Totale tessile e cartario	135.000.000	25.831.753.929	121.824,2	339,5	8,8	72,8	237,3	5,9	261.900.000,0	62.541.720.000,0

Fonte: elaborazione ISIS su dati MUD e ANPA

La quantità di energia recuperabile secondo i calcoli effettuati ammonta a 62.541.720.000 kcal/anno, ed è nettamente inferiore alla soglia minima di fattibilità tecnico-economica per gli impianti di incenerimento di RSU stabilita dalla DCRT n. 88/1998, che prevede una potenzialità termica minima di 35.000.000 Kcal/h.

Considerando 24 ore di funzionamento giornaliero per 312 giorni annui, la produzione termica minima annua è infatti di 262.080.000.000 Kcal/anno. Il contributo delle pelurie e delle fibre e fanghi di carta alla produzione energetica è dunque solo il 24% della produzione minima totale: questo conferma le considerazioni del Piano di gestione dei Rifiuti, secondo il quale è necessario integrare questi rifiuti con altro CdR reperibile nella zona.

Comunque sia, considerata la priorità da dare agli impianti di incenerimento esistenti, è importante notare che l'attuale impianto di incenerimento di Prato, perlomeno in base ai dati riportati nel Primo Rapporto sui Rifiuti Speciali (ANPA 1999) che danno una quantità trattata annua di 23.024 tonn./anno (dato riferito al 1997), corrispondente ad un ammontare di Kcal/h inferiore a 17.000.000 (equivalente a meno di 127.296.000.000 Kcal/anno), è sotto-utilizzato¹³, e sarebbe in grado di assorbire l'intera potenzialità termica delle pelurie tessili e del pulper cartario.

¹³ Il citato rapporto ANPA non fornisce informazioni sulla capacità e la corrispondente potenzialità termica totale dell'inceneritore di Prato. Tuttavia, se questa non rispetta lo standard tecnico fissato per i nuovi impianti dal Piano regionale della Toscana (35.000.000 Kcal/h corrispondenti a circa 50.000 tonnellate anno di rifiuti trattati), si ha un motivo in più per dare priorità all'espansione di capacità dell'inceneritore attuale.

10. BIBLIOGRAFIA

ANPA e Osservatorio nazionale sui Rifiuti, *Primo Rapporto sui Rifiuti Speciali*, 1999.
ANPA, *Banca dati I-LCA*, Versione 2.0, Edizione 2000
ISTAT, *Statistiche Ambientali*, 1991.
ISTAT, *Censimento Intermedio dell'Industria e dei Servizi*, 1996
Regione Toscana, *Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti – I° stralcio relativo ai Rifiuti Urbani e Assimilati*, Del. Consiglio Regionale 7 Aprile 1998, n. 88.
Regione Toscana, *Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti – II° stralcio relativo ai Rifiuti Speciali e Speciali Pericolosi*, Del. Giunta Regionale 29 Marzo 1999, n. 320.
Camera di Commercio L'Aquila, *Valutazione della Produzione e Gestione dei Rifiuti nella Regione Abruzzo*, 1999

INDICE DELLE TABELLE

[Tabella 5.1 Settore dell'industria e dei servizi nella provincia di Lucca \(1996\)](#).....22

[Tabella 5.2 Settore dell'industria e dei servizi nella provincia di Prato \(1996\)](#).....23

[Tabella 6.1 Coefficienti di emissione in aria per un camion rigido a motore diesel di portata massima di 7,5 t a pieno carico \(in kg/tkm\)](#).....30

[Tabella 6.2 Tipologia e caratteristiche tecniche dell'impianto di incenerimento](#).....31

[Tabella 6.3 Coefficienti di emissione in aria per un impianto di incenerimento secco alimentato a RSU tal quale \(in kg/tonnellata di rifiuto\)](#).....32

[Tabella 6.4 Tipologia e caratteristiche tecniche della discarica controllata](#).....32

[Tabella 6.5 Coefficienti di emissione in aria per lo smaltimento di RSU in una discarica con captazione del biogas e trattamento del percolato \(in kg/tonnellata di rifiuto\)](#).....33

[Tabella 7.1 Codici CER relativi ai rifiuti in plastica](#).....33

[Tabella 7.2 Rifiuti in plastica dichiarati e stimati nelle province di Prato, Lucca e Pistoia – Anno 1997](#).....34

[Tabella 7.3 Costi del trasporto e smaltimento delle plastiche e dell'acquisto dei vasi e sottovasi in plastica](#).....38

[Tabella 7.4 Emissioni associate al trasporto e allo smaltimento delle plastiche](#).....39

[Tabella 8.1 Codici CER relativi agli scarti del tessile e alle fibre e fanghi del cartario](#)....41

[Tabella 8.2 Scarti del tessile: tavola comparativa dei dati dichiarati e stimati](#).....41

[Tabella 8.3 Fibre e fanghi del cartario: tavola comparativa dei dati dichiarati e stimati](#)..43

[Tabella 8.4 Costi del trasporto e smaltimento degli scarti tessili e risparmio di materie prime derivanti dall'uso dei fanghi come ammendante nel settore ortovivaistico](#).....45

[Tabella 8.5 Costi del trasporto e smaltimento delle fibre e fanghi del cartario e risparmio di materie prime derivanti dall'uso dei fanghi come ammendante nel settore ortovivaistico](#).....45

[Tabella 8.6 Totale dei costi del trasporto e smaltimento di scarti tessile e fibre e fanghi del cartario e del risparmio di concime organico conseguibili con l'uso dei fanghi come ammendante nel settore ortovivaistico](#).....45

[Tabella 8.7 Emissioni associate al trasporto e allo smaltimento delle fibre e fanghi del cartario](#).....47

[Tabella 9.1 Scenario attuale: quantità di rifiuto, costo di trasporto e smaltimento, emissioni per provincia](#).....49

[Tabella 9.2 Quantità, costo, emissioni ed energia recuperata nell'ipotesi di conferimento delle pelurie e delle fibre e fanghi di carta all'inceneritore di Prato per recupero energetico](#).....52

INDICE DELLE FIGURE

[Figura 4.1 Possibilità di riuso dei rifiuti considerate nel rapporto](#).....20

[Figura 6.1 Composizione merceologica dei rifiuti solidi urbani tal quale \(in percentuale del totale\)](#).....31

[Figura 7.1 Provenienza geografica delle plastiche \(per provincia\)](#).....35

[Figura 7.2 Composizione merceologica dei rifiuti in plastica](#).....36

[Figura 7.3 Provenienza economica dei rifiuti in plastica \(in percentuale sul totale\)](#).....36

[Figura 7.4 Provenienza economica dei rifiuti in plastica: il settore manifatturiero \(in percentuale sul totale\)](#).....37