



Centro studi MatER

Materia & Energia da Rifiuti

Il ruolo del Trattamento Meccanico Biologico nel panorama di gestione dei rifiuti solidi urbani in Italia

SINTESI

Laura Biganzoli, Mario Grosso

Marzo 2015

INDICE

1. INTRODUZIONE	3
2. PARTE I: STATO DELL'ARTE	3
2.1 Classificazione degli impianti TMB	3
2.2 Esempi di impianti TMB e bilanci di materia	4
3. PARTE II: CASO DI STUDIO	7
3.1 CARATTERIZZAZIONE DEL RUR.....	7
3.2 SCENARI DI GESTIONE DEL RUR: IMPIANTI TMB.....	7
4. CONCLUSIONI E PROSPETTIVE.....	9
5. BIBLIOGRAFIA	10

1. INTRODUZIONE

Il termine *impianto di trattamento meccanico o meccanico-biologico* (TM/TMB) fa riferimento a tutti quegli impianti che effettuano un trattamento meccanico del rifiuto urbano residuo (RUR), eventualmente combinato con un trattamento biologico di bioessiccazione o biostabilizzazione. Per comodità, nel presente studio si farà sempre riferimento a questi impianti indicandoli con il termine generale di TMB.

La configurazione impiantistica può presentare diversi gradi di complessità a seconda dello scopo primario del trattamento. Si distingue in genere tra:

- impianti di semplice pretrattamento del rifiuto;
- impianti finalizzati alla produzione di Combustibile Solido Secondario (CSS);
- impianti finalizzati al recupero di materiali (i cosiddetti Material Recovery Facility – MRF), il cui scopo primario è il recupero di materiali da avviare a riciclo (metalli, plastiche e carta), piuttosto che la produzione di CSS da avviare a recupero energetico.

Il presente studio si articola in due parti. La prima parte prevede un'indagine bibliografica dello stato dell'arte dell'impiantistica TMB, con particolare riferimento alla sezione di raffinazione meccanica per il recupero di materiali, e mostrando diversi layout di impianti. La seconda parte prevede l'analisi di un caso di studio consistente nella definizione di diversi scenari impiantistici per una generica realtà italiana caratterizzata da elevati livelli di raccolta differenziata a monte.

2. PARTE I: STATO DELL'ARTE

2.1 Classificazione degli impianti TMB

Gli impianti TMB possono essere classificati in tre grandi categorie in base allo schema impiantistico:

- Impianti TMB a flusso separato: prevedono la separazione della frazione organica, che viene stabilizzata (mediante compostaggio o digestione anaerobica) prima del suo smaltimento in discarica, dal resto del rifiuto, che viene sottoposto a trattamenti meccanici finalizzati al recupero di materiali da avviare a riciclo e di una frazione combustibile da avviare a recupero energetico;
- Impianti TMB a flusso unico: il RUR nella sua totalità viene sottoposto a bioessiccazione, per ridurre l'umidità e la presenza di sostanza organica, e successivamente a trattamenti meccanici finalizzati al recupero di materiali da avviare a riciclo e di una frazione combustibile da avviare a recupero energetico;
- Impianti di trattamento meccanico: prevedono solamente il trattamento meccanico del rifiuto. Tipicamente si utilizzano per trattare i rifiuti raccolti per via differenziata (impianti di selezione delle plastiche o della raccolta multi materiale)

ma possono essere utilizzati anche per il RUR qualora sia prevista la raccolta differenziata spinta del rifiuto organico. Quando l'obiettivo di tali impianti è orientato principalmente al recupero dei materiali da avviare a riciclo, essi prendono il nome di Material Recovery Facilities (MRF).

2.2 Esempi di impianti TMB e bilanci di materia

Negli impianti TMB tradizionali orientati al recupero di una frazione combustibile (bioessiccato o CSS), il layout dell'impianto è definito in modo da migliorare le qualità energetiche del rifiuto, ossia incrementarne il PCI e ridurre il contenuto di ceneri e l'umidità (in caso di produzione di CSS, si richiede anche un controllo del contenuto di Cl e Hg). Lo schema di Figura 1 (Grosso et al., 2013) rappresenta un ipotetico impianto TMB finalizzato al trattamento di un RUR prodotto in un contesto con raccolta differenziata molto elevata (73%), con PCI pari a circa 9 MJ/kg.

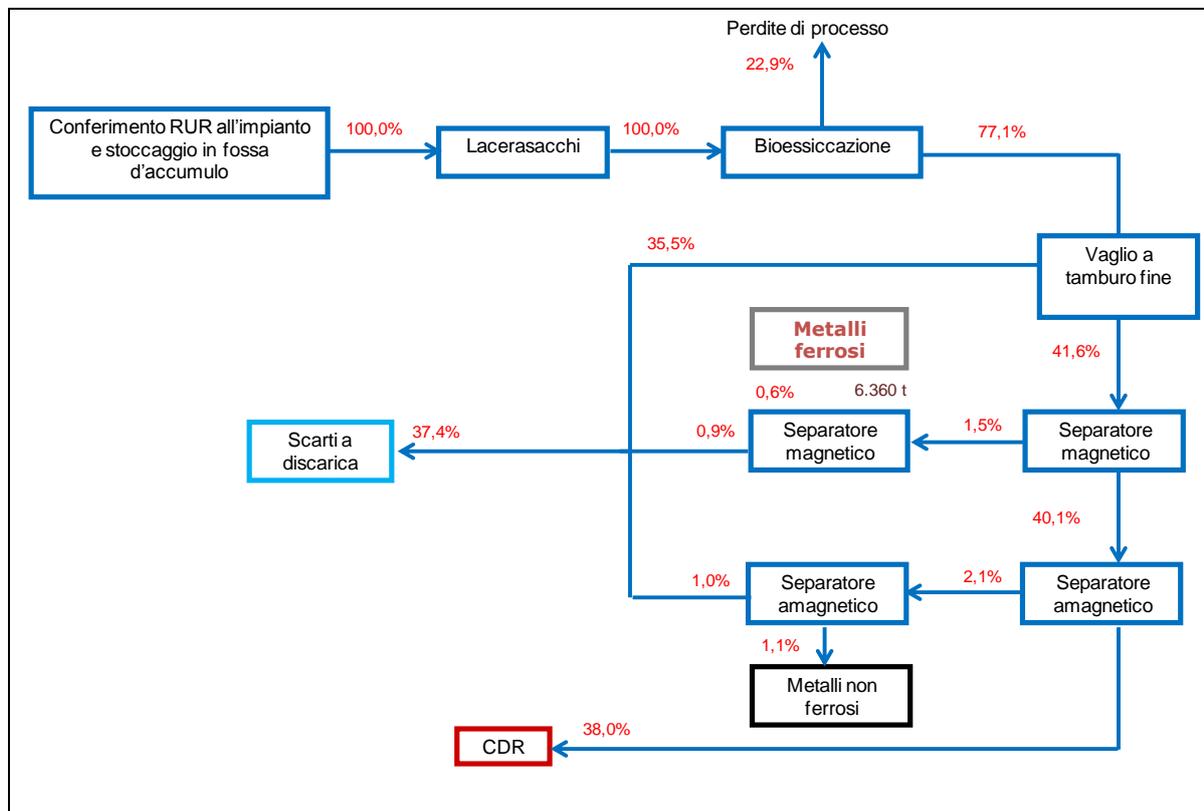
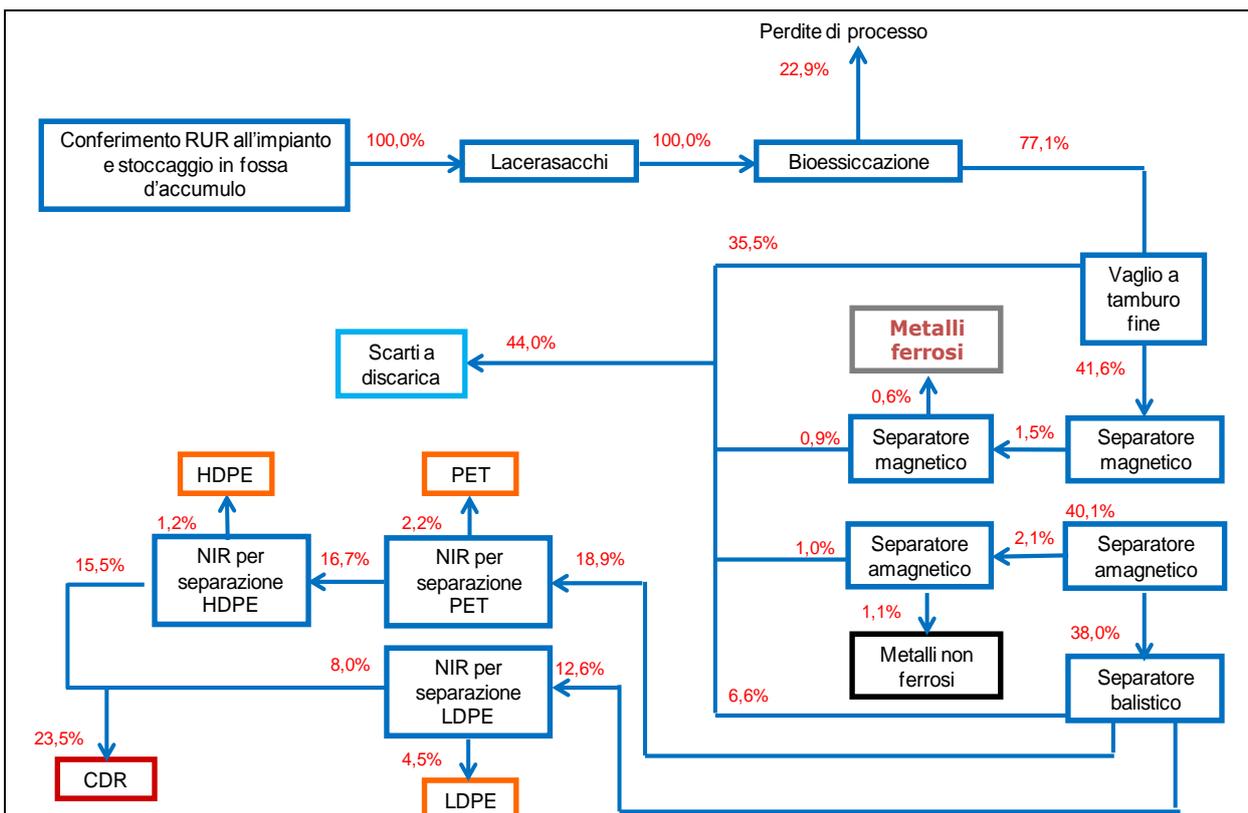


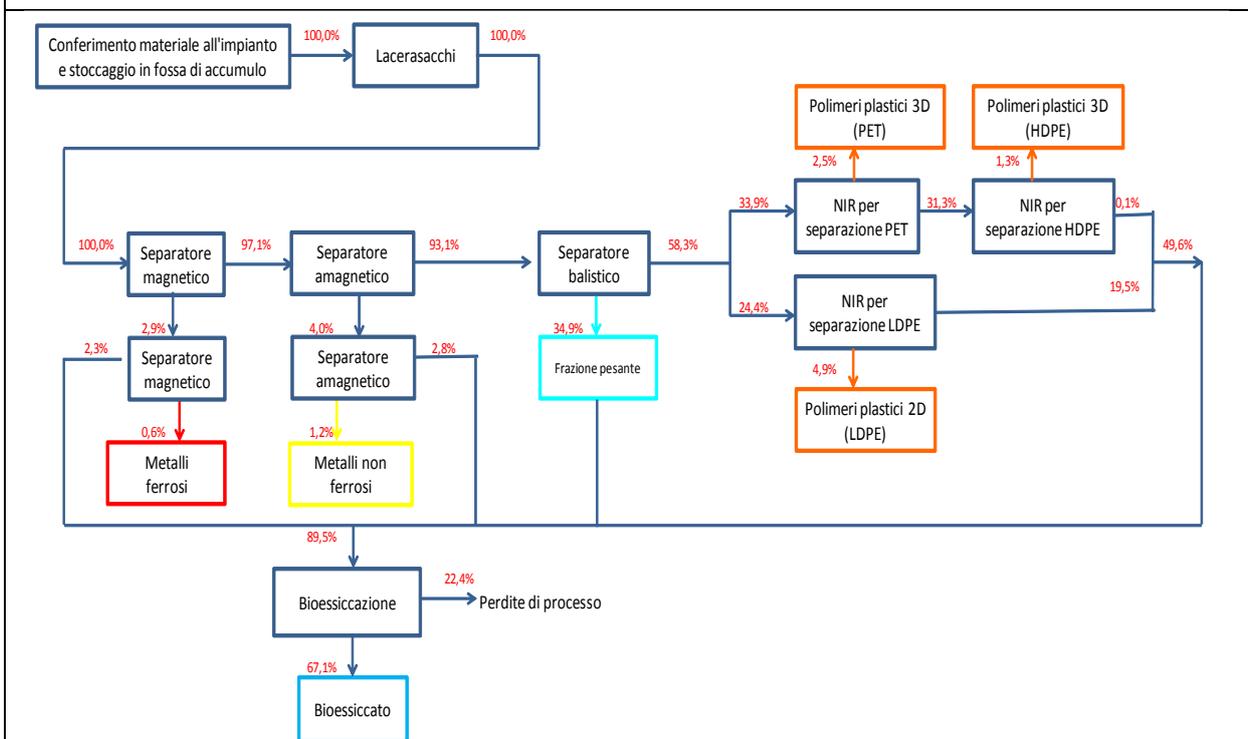
Figura 1: Esempio di impianto TMB di tipo tradizionale, con relativo bilancio di materia (Grosso et al., 2013)

L'attenzione crescente verso il recupero di materiali ha portato negli ultimi anni a orientarsi verso impianti TMB finalizzati al recupero dei materiali riciclabili.

In Figura 2 gli impianti *a* e *b* prevedono il recupero delle plastiche e rappresentano ipotetici impianti TMB a flusso unico previsti per il trattamento del medesimo RUR precedentemente descritto.



a) Rigamonti et al., 2013



b) Grosso et al., 2013

Figura 2: Esempi di impianti TMB orientati anche al recupero di materiali riciclabili dal RUR, con il relativo bilancio di materia.

La Tabella 1 riassume invece il bilancio di materia di alcuni impianti individuati nella letteratura scientifica ed effettivamente operativi alla scala commerciale.

Tabella 1: Bilancio di materia degli impianti analizzati.

	Osnabruck, D (Cimpan e Wenzel, 2013)	Media 5 impianti spagnoli (Montejo et al., 2013)	Ennigerloh, D (Cimpan e Wenzel, 2013)	Wijster, NL (Cimpan e Wenzel, 2013)	Barcellona (Navarotto e Dominguez L., 2012)
Carta e cartone	-	4%	-	-	2,4%
Ferro	4%	2,1%	3%	2%	2,11%
Non ferrosi	1%	0,23%	0,6%	-	0,12%
Vetro	-	1,4%	-	-	0,13%
PET	-	1,7%	-	8%	0,97%
HDPE	-		-		0,56%
Film (LDPE)	-		-		2,96%
Altre plastiche	-		0,9%		0,6%
Tetra-pack	-	-	-	-	0,82%
TOT recupero materiali	5%	9,4%	4,5%	10%	10,7%
CSS/ frazioni a recupero energetico	54,4%	-	-	90%	6,38%
Frazioni a trattamento biologico	-	57%	40,9%	-	60,65%
Scarti a discarica	12,9%	35%	50,9%	-	22,18%

3. PARTE II: CASO DI STUDIO

3.1 CARATTERIZZAZIONE DEL RUR

In questo capitolo si sono ipotizzate e modellizzate alcune tipologie di impianto TMB applicate al trattamento di un RUR originato in un contesto ad elevata raccolta differenziata, la cui composizione merceologica è riportata in Tabella 2.

Tabella 2: composizione merceologica del RUR considerato.

<i>Frazione merceologica</i>	<i>(%)</i>
Ferrosi	0,9
Non ferrosi	1,4
Vetro e inerti	1,3
Carta	28,2
Plastica tot	27,2
Sottovaglio	4,5
Legno	1
Organico	13,9
Tessili	7,4
Altro	14,1

3.2 SCENARI DI GESTIONE DEL RUR: IMPIANTI TMB

Di seguito si propongono quattro alternative impiantistiche, di cui verranno calcolati i bilanci di massa, i consumi energetici e le caratteristiche dei flussi prodotti:

1. Scenario 1: TMB classico. Lo schema fa riferimento a un impianto TMB a flusso separato in cui è previsto il recupero delle sole frazioni metalliche.
2. Scenario 2: TMB con recupero delle plastiche. Lo schema fa riferimento a un impianto TMB a flusso separato in cui è previsto il recupero sia dei rottami metallici che dei materiali plastici.
3. Scenario 3: TMB con recupero delle plastiche e della carta. Lo schema fa riferimento a un impianto TMB a flusso separato, il cui obiettivo è quello di massimizzare la quantità di materiali recuperabili dal RUR.
4. Scenario 4: TMB senza scarti. L'impianto si configura come un TMB a flusso unico, in cui vengono recuperati sia i metalli che le plastiche.

In Tabella 3 si propone il confronto tra i bilanci di materia dei quattro scenari impiantistici precedentemente descritti. In Tabella 4 è invece riportato il confronto tra le efficienze di recupero e la purezza dei materiali recuperati, a seconda della tipologia impiantistica considerata. In questo caso l'efficienza di recupero è valutata sul quantitativo di materiale presente nel RUR in ingresso all'impianto, mentre la purezza indica la percentuale del

materiale effettivamente avviabile a riciclo (ad esempio la percentuale di ferro effettivamente presente nel flusso separato dai separatori magnetici).

Tabella 3: Confronto tra i quattro scenari impiantistici analizzati.

Flussi in uscita (%)	Scenario 1: TMB classico	Scenario 2: TMB recupero plastiche	Scenario 3: TMB recupero plastiche e carta	Scenario 4: TMB senza scarti
CSS	58,3	41,7	27,4	73,8
Scarto a discarica	20,3	23,5	19,6	-
metalli ferrosi	0,9	0,9	0,9	0,8
metalli non ferrosi	1,0	1,0	1,4	1,0
PET	-	2,5	2,5	2,4
HDPE	-	1,9	1,9	1,9
LDPE	-	9,0	6,6	8,8
carta	-	-	19,9	-
<i>Totale dei materiali avviati a recupero</i>	<i>1,9</i>	<i>15,3</i>	<i>33,3</i>	<i>14,9</i>
<i>Perdite processo</i>	<i>19,5</i>	<i>19,5</i>	<i>19,7</i>	<i>11,3</i>
Consumi energetici (kWh/tRUR)	50,5	52,6	50,2	70,1

Tabella 4: Confronto tra le caratteristiche dei materiali recuperati

%	TMB classico		TMB plastiche		TMB plastiche e carta		TMB senza scarti	
	<i>Eff. di recupero</i>	<i>Purezza</i>						
Rottami ferrosi	74,4	80	74,4	80	80	80	73,2	80
Rottami non ferrosi	61,9	90	61,9	90	89,8	90	60,9	90
PET	-	-	53,7	90	53,7	90	52,1	90
HDPE	-	-	55,0	90	55,0	90	53,3	90
LDPE	-	-	59,7	75	43,7	75	57,9	75
Carta	-	-	-	-	56,4	80	-	-

Efficienza di recupero: valutata sul quantitativo di materiale presente nel RUR in ingresso all'impianto

Purezza: indica la percentuale di materiale effettivamente avviabile a riciclo

4. CONCLUSIONI E PROSPETTIVE

Dall'analisi effettuata si evince che:

- 1) la produzione di CSS da impianti TMB può essere molto variabile, sia in termini quantitativi che qualitativi. Ciò è principalmente dettato dalla configurazione dell'impianto e dal fatto che sia orientato principalmente alla produzione di un combustibile piuttosto che al recupero di materiali da avviare a riciclo;
- 2) un impianto TMB fortemente orientato al recupero dei materiali riciclabili può consentire di recuperare fino al 10-15% di metalli e plastiche;
- 3) prospettive di ulteriore recupero di carta, cartone e poliacoppiati a base cellulosa sono da verificare, soprattutto per quanto riguarda l'effettiva riciclabilità di questi materiali una volta separati dal RUR;
- 4) il flusso di scarti da avviare a discarica è fortemente influenzato dalle caratteristiche del RUR e dalla configurazione impiantistica adottata per il TMB. In contesti in cui è presente un efficiente sistema di raccolta differenziata (incluso l'organico), la frazione di scarti si può assestare intorno al 20%.

Relativamente alla qualità ed effettiva riciclabilità dei materiali separati dagli impianti TMB, si rende necessaria una valutazione più approfondita, possibilmente basata su valutazioni sperimentali su impianti reali.

Si ritengono inoltre opportuni ulteriori approfondimenti in merito alle seguenti tematiche:

- il possibile ruolo della digestione anaerobica nella fase di stabilizzazione dell'organico in luogo della biostabilizzazione aerobica, che consentirebbe la produzione di biogas e quindi di energia, migliorando le prestazioni ambientali dell'impianto TMB;
- la valutazione dell'effettivo destino del CSS prodotto, con una stima, a livello nazionale, delle effettive potenzialità di utilizzo del CSS prodotto come co-combustibile in cementificio.

5. BIBLIOGRAFIA

Arena, U., Mastellone, M.L., Perugini, F., 2003. The environmental performance of alternative solid waste management options: a life cycle assessment study. *Chemical Engineering Journal* 96, 207-222

Cimpan, C., Wenzel, H., 2013. Energy implications of mechanical and mechanical-biological treatment compared to direct waste-to-energy. *Waste Management* 33, 1684-1658

Combs, A.R., 2012. Life cycle assessment of recycling facilities in a carbon constrained world. NC State Dept of Civil, Construction and Environmental Engineering, North Carolina, USA. MS thesis.

Consonni, S., Giugliano M., Grosso, M., 2005. Alternative strategies for Energy recovery from municipal solid waste. Part A: Massa and energy balances. *Waste Management* 25, 125-135

Consonni, S., Giugliano, M., Gosso, M., Rigamonti, L., 2006. Energy and environmental balance of energy recovery from municipal solid waste with and without RDF production. *Atti Venice 2006, Biomass and Waste to Energy Symposium*, 29 novembre-1 dicembre 2006, Venezia, Italia.

De Feo, G., Malvano, C., 2009. The use of LCA in selecting the best MSW management system. *Waste Management* 29, 1901-1915

Dones, R., Bauer, C., Bolliger, R., Burger, B., Faist Emmenegger, M., Frischknecht, R., Heck, T., Jungbluth, N., Roder, A., Tushschmid, M., 2007. Life Cycle Inventories of energy systems: results for current system in Switzerland and other UCTE Countries. *Ecoinvent Report n. 5*, Paul Scherrer Institut Villigen, Swiss Centre for Life cycle Inventories, Duberndorf, CH

Faul, A., 2005. Quality aspects of recovered paper for deinking. *Progress in Paper Recycling* 15, 6-10

Fruergaard, T., Astrup, T., 2011. Optimal utilization of waste-to-energy in an LCA perspective. *Waste Management* 31, 572-582

Grosso, M., Rigamonti, L., Brambilla, V., Luglietti, R., Falbo, A., 2012. Progetto Gerla. Supporto tecnico-scientifico in materia di valutazione del ciclo di vita (LCA) applicata a sistemi di gestione di rifiuti urbani in Regione Lombardia. *Relazione n.2. analisi LCA del sistema di gestione dei rifiuti urbani della Lombardia: situazione attuale e scenari evolutivi.*

Grosso, M., Rigamonti, L., Falbo, A., Biganzoli, L., Temporelli, A., 2013. Progetto Gerla. Supporto tecnico-scientifico in materia di valutazione del ciclo di vita (LCA) applicata a sistemi di gestione di rifiuti urbani in Regione Lombardia. *Relazione n. 13. Proposte aggiuntive in Scenari di destino del RUR e di Scenari di gestione integrata dei rifiuti urbani al 2020*

Miranda, R., Monte, M. C., Blanco, A., 2013. Analysis of the quality of the recovered paper from commingled collection systems. *Resources, conservation and Recycling*, 72, 60-66

Montejo, C, Tonini, D., Marquez, M.C., Fruergaard, T., Astrup, T., 2013. Mechanical-biological treatment: performance and potentials. An LCA of 8 MBT plants including waste characterization. *Journal of Environmental Management* 128, 661-673

Navarotto, P., Domingues Lllauro, R., 2012. Materials recovery from municipal solid waste ECOPARC 4 Barcelona a case study. *Atti del Convegno Sidisa 2012, Sustainable technology for environmental protection, 26-29 giugno 2012, Milano.*

Rigamonti, L., Falbo, A., Temporelli, A., Grosso, M., 2013. Utilizzo della metodologia LCA per la definizione delle migliori strategie di gestione del rifiuto urbano residuo in Lombardia. *Atti del Convegno Rete Italiana LCA, 2013.*

Rigamonti, L., Grosso, M., Moller, J., Martinez Sanchez, V., Mahnani, S., Christensen, T.H., 2014. Environmental evaluation of plastic waste management scenarios. *Resources, Conservation and Recycling* 85, 42-53

Sacia, W.K., Simmons, J., 2006. The effects of changing ONP quality on a newsprint mill. *Tappi Journal* 5, 13-17