

Laboratorio Energia e Ambiente Piacenza

Consorzio partecipato dal Politecnico di Milano

VALUTAZIONE PRELIMINARE DEL FABBISOGNO NAZIONALE DI CAPACITA' DI TERMOUTILIZZAZIONE

**(in riferimento all'articolo 35, comma 1 del decreto legge 12 set 2014, n. 133
convertito, con modificazioni, dalla L. 11 nov 2014, n. 164)**

a cura di

prof. Stefano Consonni

Dip. di Energia del Politecnico di Milano

in collaborazione con

ing. F. Viganò

Dip. di Energia del Politecnico di Milano

proff. S. Cernuschi, M. Giugliano, M. Grosso

Dip. di Ingegneria Civile e Ambientale del Politecnico di Milano

e con il contributo di

gruppo di lavoro MatER (Materia ed Energia da Rifiuti)

Consorzio LEAP

Piacenza

30 settembre 2015

LEAP (Laboratorio Energia Ambiente Piacenza) è un Consorzio promosso e partecipato dal Politecnico di Milano con l'obiettivo di perseguire ricerca, trasferimento tecnologico e consulenza tecnico-scientifica in campo energetico e ambientale, nonché di favorire la collaborazione tra università ed industria attraverso programmi congiunti di ricerca di base o applicata, sviluppo congiunto di processi o sistemi, formazione, prove e certificazioni.

Il Consorzio ha sede a Piacenza, dove opera in stretta connessione con la sede di Piacenza del Politecnico di Milano ed i quattro Dipartimenti che rappresentano il Politecnico:

- Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria
- Dipartimento di Energia;
- Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale
- Dipartimento di Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica "Giulio Natta";

L'attività si concentra in particolare nelle seguenti aree:

- 1) materia ed energia da rifiuti, residui e biomasse;
- 2) generazione di energia termica ad alta efficienza;
- 3) tecnologie per lo sfruttamento dei combustibili fossili e cattura della CO₂;
- 4) energie rinnovabili ed efficienza energetica;
- 5) emissioni gassose, polveri fini e qualità dell'aria.

Oltre ad analisi modellistiche, simulazioni e prove su impianti, presso la propria sede LEAP esegue prove e sperimentazioni su caldaie a gas naturale e biomassa (potenza fino a 100 kW_t), condotti da fumo per generatori di calore, miscele a base di CO₂, refrigeranti, fluidi per cicli ORC (Organic Rankine Cycles).

Tra i progetti di maggior rilievo, dal 2011 presso LEAP è stato costituito il Centro Studi MatER (Materia ed Energia da Rifiuti). MatER promuove ed esegue studi e ricerche sul recupero di materia ed energia da rifiuti, offrendo occasioni di approfondimento e confronto non solo alle federazioni e alle aziende che sostengono il Centro, ma anche ad università e centri di ricerca, istituzioni, autorità di regolazione e controllo, fornitori di tecnologie, associazioni di opinione.

La direzione scientifica delle attività MatER è condivisa tra il Dipartimento di Energia ed il Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale (DICA) del Politecnico di Milano.



INDICE

NOMENCLATURA	1
1 Premessa.....	2
1.1 Azioni da intraprendere	2
2 Impostazioni e metodologia	4
2.1 Ipotesi sulla gestione dei Rifiuti Urbani	4
2.2 Analisi di sensitività	4
2.3 Rifiuti speciali.....	5
3 materiali da considerare per la stima	6
3.1 Rifiuti urbani vs materiali “che originano” dai rifiuti urbani	6
4 Materiali originanti dai Rifiuti Urbani	8
4.1 Produzione lorda.....	8
4.2 Raccolta Differenziata	10
4.3 Scarti delle operazioni di recupero di materia	11
4.4 Ruolo degli impianti TMB.....	13
4.4.1 Tipologia di trattamento TMB	14
4.5 Ripartizione tra termoutilizzazione e produzione CSS.....	15
5 Fabbisogno per i rifiuti urbani.....	17
6 Analisi di sensitività	21
6.1 Sensitività alla produzione lorda annua.....	21
6.1.1 Produzione 33 milioni di tonnellate	21
6.1.2 Produzione 27 milioni di tonnellate	23
6.2 Sensitività alla Raccolta Differenziata.....	25
6.2.1 Raccolta differenziata 55%.....	25
6.2.2 Raccolta differenziata 75%.....	27
6.3 Sensitività al ruolo degli impianti TMB	29
6.3.1 Impianti TMB trattano il 5% del materiale combustibile.....	29
6.3.2 Impianti TMB trattano il 45% del materiale combustibile.....	31
6.4 Riepilogo analisi di sensitività.....	33
7 Fabbisogno per rifiuti urbani + speciali	35
7.1 Rifiuti speciali utilizzabili per recupero di energia.....	35
8 Confronto con capacità oggi installata	39
8.1 Misura della capacità di trattamento.....	39
8.2 Fabbisogno vs capacità installata.....	40
9 Ulteriori considerazioni.....	41
9.1 Capacità di riserva	41
9.2 Riequilibrio socio-economico.....	41
10 Conclusioni.....	43

NOMENCLATURA

CSS	Combustibile Solido Secondario
RS	Rifiuti Speciali
RU	Rifiuti Urbani
RSU	Rifiuti Solidi Urbani
RD	Raccolta Differenziata
RUR	Rifiuti Urbani Residui
TMB	Trattamento Meccanico-Biologico
TU	Termoutilizzatore
RAEE	Rifiuti di Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche
CER	Catalogo Europeo Rifiuti

1 PREMESSA

Questo documento illustra ipotesi, metodologia e risultati dello studio eseguito da LEAP su incarico di A2A Ambiente per valutare in prima approssimazione il fabbisogno nazionale di capacità di termoutilizzazione rifiuti. Il lavoro trae spunto dall'articolo 35, comma 1 del decreto legge 12 set 2014, n. 133 (convertito, con modificazioni, dalla L. 11 nov 2014, n. 164), che richiede l'individuazione della *“capacità complessiva di trattamento di rifiuti urbani e assimilati degli impianti di incenerimento in esercizio o autorizzati a livello nazionale”* e *“gli impianti di incenerimento con recupero energetico di rifiuti urbani e assimilati da realizzare per coprire il fabbisogno residuo”*.

Da un lato, la valutazione è preliminare e quindi soggetta a non trascurabili incertezze. Dall'altro, la pur preliminare stima qui presentata costituisce, a parere di chi scrive, una ragionevole base per la programmazione di interventi volti a realizzare anche nel nostro Paese un moderno e sostenibile sistema di gestione dei rifiuti, in linea con le più avanzate esperienze internazionali e con l'ampiamente condiviso obiettivo di *“discarica zero”*.

Oltre che sui dati pubblicati da ISPRA e dagli altri soggetti via via citati nel testo, la stima preliminare qui presentata è basata sull'esperienza sviluppata presso LEAP ed il Politecnico di Milano in molti anni di attività su processi e sistemi per il recupero di materia ed energia da rifiuti. In particolare sul lavoro perseguito dal Centro Studi MatER (www.mater.polimi.it), costituito presso LEAP con il sostegno scientifico dei Dipartimenti di Energia e di Ingegneria Civile e Ambientale del Politecnico.

In linea con le modalità di lavoro consolidate presso LEAP, l'impostazione e i risultati dello studio sono stati criticamente valutati e quindi condivisi da tutti i componenti del gruppo che presso LEAP sovrintende e sviluppa le attività sul recupero da rifiuti.

1.1 Azioni da intraprendere

La definizione delle azioni da intraprendere per coprire il fabbisogno residuo di capacità di trattamento esula dall'oggetto di questa analisi preliminare. Indicazioni sugli impianti da realizzare potranno essere definite in una successiva, più approfondita analisi che, a partire dalla stima qui presentata, individui compiutamente i flussi di materiali originanti dai rifiuti urbani e dai rifiuti speciali.

Considerato l'orizzonte temporale molto esteso per il quale è necessario effettuare previsioni - ben oltre 10 anni - è inevitabile che anche l'analisi di dettaglio, per quanto approfondita, sia soggetta a notevoli incertezze. Di qui l'opportunità di fare riferimento ad

alcuni “scenari” ritenuti particolarmente significativi e/o probabili, nonché di verificare la sensitività alle ipotesi più rilevanti. Tutto ciò a significare che indicazioni più puntuali sul fabbisogno totale e sugli impianti da realizzare richiederanno uno sforzo (e un tempo) molto superiore a quello messo in campo per questa stima preliminare.

2 IMPOSTAZIONI E METODOLOGIA

Fermo restando l'opportunità di valutazioni di maggior dettaglio, il fabbisogno nazionale di capacità di termoutilizzazione può essere stimato preliminarmente sulla base di alcune semplici ipotesi.

2.1 Ipotesi sulla gestione dei Rifiuti Urbani

Il fabbisogno ascrivibile ai Rifiuti Urbani (RU) è stato stimato sulla base di 5 ipotesi che intendono rappresentare non tanto la situazione attuale (per la quale il fabbisogno sarebbe molto maggiore) quanto il punto di arrivo di una virtuosa evoluzione. Un'evoluzione che consenta al nostro Paese di allinearsi alle aspettative più avanzate per la gestione sostenibile dei rifiuti, raggiungendo gli obiettivi di raccolta differenziata e "discarica zero" fissati dalla legislazione europea e nazionale.

Anticipiamo qui le 5 ipotesi ed i valori adottati per il "caso base" di riferimento, che saranno poi discussi ai capitoli seguenti.

- 1) Produzione lorda di rifiuti pari a 30 milioni di tonnellate/anno.
- 2) Raccolta differenziata pari al 65% in peso.
- 3) Scarti della raccolta differenziata pari al 20% del materiale raccolto in modo differenziato.
- 4) Il 25% del materiale destinabile a recupero di energia è trattato in impianti TMB.
- 5) Il CSS di alta qualità generato dagli impianti TMB è pari al 30% in peso del materiale trattato, mentre il 49% è costituito di scarti combustibili a basso potere calorifico.

2.2 Analisi di sensitività

Stante la notevole incertezza sui valori ipotizzati per le grandezze sopra elencate, la stima per il caso base (riferito ai valori riportati sopra) è stata valutata criticamente con un'analisi di sensitività. Ovvero si è valutata la variazione del fabbisogno di termoutilizzazione al variare delle seguenti grandezze.

- a) Produzione lorda: $\pm 10\%$. Cioè il fabbisogno è stato ricalcolato per produzione lorda di 27 milioni di tonnellate/anno e 33 milioni di tonnellate/anno.
- b) Raccolta differenziata: ± 10 punti percentuali. Cioè il fabbisogno è stato ricalcolato per raccolta differenziata 55% in peso e raccolta differenziata 75% in peso.

- c) Frazione di materiale combustibile inviato a impianti TMB: ± 20 punti percentuali. Cioè il fabbisogno è stato ricalcolato per impianti TMB che trattano il 5% e il 45% del materiale destinabile a recupero di energia.

2.3 Rifiuti speciali

Stante le incertezze sui flussi di Rifiuti Speciali (RS) oggi generati e trattati in Italia (ancor più sui flussi di rifiuti speciali combustibili) il fabbisogno ad essi ascrivibile è stato stimato sulla base di drastiche semplificazioni. Ovvero si sono adottate le seguenti 3 ipotesi.

- 1) Essendo già conteggiati nella contabilità dei materiali originanti da Rifiuti Urbani, i Rifiuti Speciali ascrivibili ad operazioni di recupero di materia (scarti da raccolta differenziata) sono ignorati.
- 2) Di tutti gli altri Rifiuti Speciali, i soli considerati per il recupero di energia sono:
 - fanghi di depurazione disidratati, stimati in 2 milioni di tonnellate/anno;
 - rifiuti ospedalieri, stimati in 200.000 tonnellate anno;
 - altri rifiuti speciali combustibili, stimati in 2 milioni di tonnellate/anno.Dove gli “altri rifiuti speciali combustibili” includono tessili, legno, plastiche non riciclabili, gomma, etc.
- 3) Stante le caratteristiche dei Rifiuti Speciali elencati al punto precedente, si assume che essi siano alimentati a impianti di termoutilizzazione, insieme ai materiali originanti dai Rifiuti Urbani.

3 MATERIALI DA CONSIDERARE PER LA STIMA

Ai fini della valutazione del fabbisogno di capacità di termoutilizzazione, una prima essenziale specificazione riguarda l'origine del materiale da trattare. Nel nostro Paese i rifiuti sono classificati in due grandi categorie:

- Rifiuti Urbani, ovvero generati da attività domestiche o ad esse "assimilate";
- Rifiuti Speciali, ovvero generati da attività industriali o, più in generale, attività connesse al mondo della produzione.

Per quanto utile ai fini della gestione, delle autorizzazioni, dell'attribuzione di responsabilità e costi, la distinzione tra Rifiuti Urbani e Rifiuti Speciali è generalmente irrilevante ai fini del trattamento termico. Nel senso che sia materiali originanti da rifiuti urbani sia materiali originanti da rifiuti speciali si prestano al recupero di energia. E conseguentemente molti impianti - non solo in Italia ma in tutto il Mondo - trattano indifferentemente sia rifiuti urbani sia rifiuti speciali. A maggior ragione nel caso di impianti basati sulla diffusissima tecnologia della combustione su griglia che, grazie alla grande flessibilità del sistema di combustione e dei sistemi di contenimento dell'impatto ambientale, riescono a mantenere ottime prestazioni energetiche e ambientali su un ampio spettro delle caratteristiche del materiale alimentato all'impianto.

Date le caratteristiche dei rifiuti da trattare e delle tecnologie preposte al loro trattamento sarebbe quindi ragionevole effettuare un'unica, congiunta valutazione per i Rifiuti Urbani e per i Rifiuti Speciali combustibili.

D'altro canto, stante l'impostazione della normativa italiana e le dizioni adottate nello stesso art. 35 decreto legge 12 set 2014, n. 133, nel seguito:

- a) si rappresenta in primo luogo la situazione dei materiali che originano dai Rifiuti Urbani;
- b) in un secondo tempo si aggiungono considerazioni sui Rifiuti Speciali che NON originano dai Rifiuti Urbani.

3.1 Rifiuti urbani vs materiali "che originano" dai rifiuti urbani

In Italia, la quantificazione dei fabbisogni originanti dai Rifiuti Urbani è complicata dal fatto che:

- (i) i Rifiuti Urbani al momento della raccolta;
- (ii) i materiali di recupero o gli scarti generati dai trattamenti a valle della raccolta dei Rifiuti Urbani

NON appartengono alla medesima classe della codifica CER (Catalogo Europeo dei Rifiuti). Tale codifica prevede infatti che i materiali di scarto delle operazioni eseguite a valle della raccolta differenziata siano classificati come rifiuti speciali, non più come rifiuti urbani. Nonostante tale classificazione, è palese che gli scarti della filiera che origina dalla raccolta differenziata (e termina con la re-immissione dei materiali recuperati nel ciclo produttivo) sono ascrivibili ai Rifiuti Urbani, non certo ai rifiuti originanti da attività produttive.

La formale contabilizzazione di tali scarti nel circuito dei Rifiuti Speciali porterebbe alla fittizia “scomparsa” di ingenti quantitativi di materiali dalla filiera dei Rifiuti Urbani. Ciò a dispetto della realtà fisica, nella quale gli scarti della raccolta differenziata ovviamente esistono, e per i quali il sistema di gestione dei rifiuti deve prevedere un idoneo destino. Per questo motivo, la stima del fabbisogno di capacità di smaltimento per i rifiuti urbani fa qui riferimento NON al materiale formalmente classificato come “rifiuto urbano”, bensì a tutti i materiali che “originano” dai rifiuti urbani. Ovvero i materiali per i quali esiste necessità di impianti di trattamento (così come di operazioni di gestione) fintantoché si producono rifiuti urbani.

4 MATERIALI ORIGINANTI DAI RIFIUTI URBANI

Il fabbisogno di capacità di trattamento ascrivibile alla filiera dei rifiuti urbani - ovvero di tutti i processi che traggono origine dalla produzione di tali rifiuti - è stato stimato sulla base delle cinque ipotesi già anticipate.

4.1 Produzione lorda

Nei Paesi dell'Unione Europea la produzione lorda di rifiuti urbani varia tra 300 e 700 kg per abitante per anno. Le significative variazioni riscontrate tra un Paese e l'altro (Fig. 1) sono ascrivibili essenzialmente a tre fattori: livello di sviluppo economico, stile di vita e regole di "assimilazione", ovvero tipologia dei materiali classificati come rifiuti "urbani" anziché, per usare la terminologia italiana, come rifiuti "speciali". In Italia la produzione pro-capite è prossima a 500 kg per abitante per anno, ovvero quasi 1,5 kg per abitante per giorno.

Le statistiche dimostrano in modo evidente che in tutti i Paesi esiste uno stretto legame tra produzione di rifiuti e generazione di ricchezza, ovvero tra produzione di rifiuti e Prodotto Interno Lordo (PIL). Questo legame spiega perlomeno una quota della contrazione della produzione italiana che, come illustrato in Fig. 2, dal 2008 è diminuita del 7-8%. Nell'ottica di un più efficiente e sostenibile utilizzo delle risorse, le politiche di prevenzione da tempo adottate nell'Unione Europea mirano a svincolare la produzione di rifiuti dalla crescita economica - anche se l'effetto di tali politiche è misurabile solo su intervalli temporali molto lunghi, e non esiste al momento evidenza che la produzione di

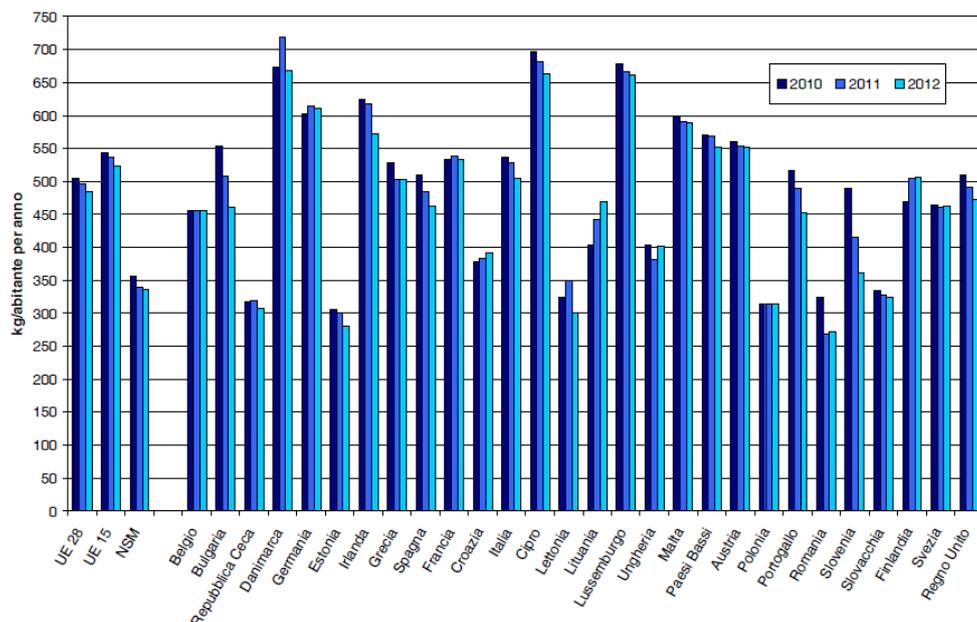


Fig. 1: Produzione di RSU pro-capite nell'Unione Europea (kg per abitante per anno) per gli anni 2010-2012, così come riportato da ISPRA nel rapporto rifiuti urbani 2014 sulla base dei dati Eurostat.

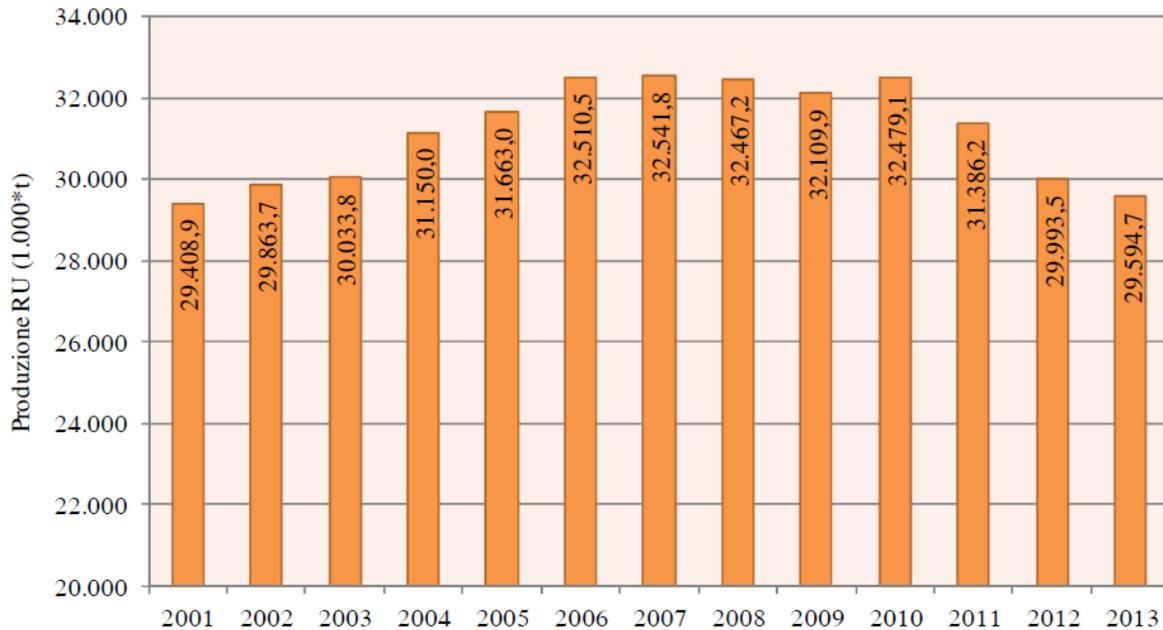


Fig. 2: Andamento della produzione lorda di Rifiuti Solidi Urbani (RSU) in Italia, così come riportato da ISPRA nel rapporto rifiuti urbani 2014.

rifiuti sia indipendente dal PIL. Il Programma Nazionale di Prevenzione dei Rifiuti prospetta per il 2020 un disaccoppiamento di -5% (rispetto al 2010) tra produzione di rifiuti e PIL; un obiettivo certamente auspicabile, che tuttavia deve essere verificato nei fatti.

In definitiva, assumendo che il nostro Paese possa finalmente emergere dalla lunga e durissima crisi economica che si protrae dal 2008, è probabile che nel medio-lungo periodo (10-20 anni) i circa 30 milioni di rifiuti urbani oggi prodotti aumentino.

Ciononostante, in linea con gli auspici della politica europea e nazionale - e con l'ipotesi adottata nelle bozze di DPCM attuativo dell'art. 35 - si assume come "caso base" della stima qui presentata una produzione costante pari a 30 milioni di tonnellate. Ne conseguono previsioni di capacità di trattamento "conservative", nel senso che se l'ottimistica stima sulla costanza della produzione non sarà rispettata, il fabbisogno di capacità di trattamento risulterà maggiore. Cioè il numero di impianti da realizzare per soddisfare il fabbisogno residuo di termoutilizzazione sarà maggiore.

L'impatto dell'eventuale maggiore produzione lorda è quantificato nel par. 6.1.1, dove si illustrano le conseguenze di un incremento della produzione del 10% a 33 milioni di tonnellate. Un valore che facilmente potrebbe essere raggiunto nel caso in cui la tendenza storica finora riscontrata risultasse confermata.

4.2 Raccolta Differenziata

La contabilità della raccolta differenziata è difficile da redigere ed inevitabilmente soggetta a notevoli incertezze, poiché la pluralità dei soggetti coinvolti e la molteplicità delle operazioni da compiere fa sì che la raccolta e l'elaborazione dei dati siano molto complessi e impegnativi. A ciò si aggiunge la spinta delle amministrazioni a ben figurare nella "corsa" verso elevati valori di raccolta differenziata, che in diverse circostanze porta all'adozione di metodologie di calcolo non omogenee.

Negli ultimi anni ISPRA ha prodotto uno sforzo notevolissimo per estendere e migliorare la qualità della base dati, nonché per omogeneizzare la metodologia di calcolo. Per quanto soggetti a non trascurabili incertezze, i dati in Fig. 3 costituiscono un'accettabile base per valutazioni quantitative su scala nazionale. Nel 2013 è stato raccolto in modo differenziato il 42% circa (in peso) dei rifiuti prodotti, ovvero circa 12,5 milioni di tonnellate. L'obiettivo 2012 fissato dal D.Lgs. 152/06 è pari al 65% in peso ovvero, per una produzione lorda di 30 milioni di tonnellate, 19,5 milioni di tonnellate. Per raggiungerlo, il risultato oggi conseguito dovrà essere aumentato di oltre 50%: 7



Fig. 3: Andamento della percentuale di Raccolta Differenziata dei rifiuti urbani in Italia per gli anni 2009-2013, così come riportato da ISPRA nel rapporto rifiuti urbani 2014. La percentuale in figura esprime il rapporto tra kg di materiale raccolto in modo differenziato e kg di rifiuti lordi prodotti. La quantità di rifiuti lordi prodotti è definita come somma di (rapporto rifiuti urbani 2014 ISPRA, tab. 2.3, pag. 35): (i) materiale raccolto in modo differenziato; (ii) rifiuti indifferenziati; (iii) ingombranti a smaltimento; (iv) scarti provenienti dagli impianti di selezione della raccolta multi-materiale.

milioni di tonnellate aggiuntive raccolte in modo differenziato a fronte degli attuali 12,5 milioni. Nelle realtà dell'Italia settentrionale dove le percentuali di raccolta differenziata sono già molto elevate, ulteriori aumenti sono difficili, oltre che molto costosi. Di conseguenza lo sforzo e le risorse da mettere in campo per raggiungere il 65% a livello nazionale si prospettano imponenti. A maggior ragione considerando che in vaste zone dell'Italia meridionale raccolta differenziata e riciclaggio sono oggi praticati in modo marginale.

Ciononostante, anche in questo caso in linea con gli auspici della politica europea e le prescrizioni della normativa nazionale - e con l'ipotesi adottata nelle bozze di DPCM attuativo dell'art. 35 - si assume qui che nel medio-lungo periodo si consegua una percentuale di raccolta differenziata pari al 65%. Al pari di quanto già citato per la produzione lorda, ne conseguono previsioni di capacità di trattamento "conservative", nel senso che se tale percentuale non sarà raggiunta il fabbisogno di capacità di trattamento risulterà maggiore. Cioè la capacità degli impianti da realizzare per soddisfare il fabbisogno residuo di termoutilizzazione sarà maggiore.

4.3 Scarti delle operazioni di recupero di materia

Il materiale raccolto in modo differenziato costituisce l'input primario della complessa filiera del riciclaggio. Tra tale input primario e l'output finale - ovvero il materiale re-immesso nel ciclo produttivo - si colloca una grande varietà di processi di selezione. La configurazione e le prestazioni di tali processi dipendono, in primis, dal tipo di materiale: la filiera del vetro è ovviamente diversa da quella della carta, che a sua volta è molto diversa da quella della plastica. A ciò si aggiungono differenze nelle tecnologie adottate e nelle condizioni operative. Infine, il materiale selezionato avrà in generale caratteristiche più scadenti del materiale vergine, cosicché per renderne possibile la re-immissione nel ciclo produttivo sono spesso necessari trattamenti per aumentarne la "purezza" e/o migliorarne le caratteristiche fisico-chimiche.

In definitiva, la sequenza delle operazioni a cui è sottoposto il materiale raccolto in modo differenziato genera quantitativi importanti di materiali di scarto. La maggior parte di tali materiali, classificati in Italia come rifiuti speciali, sono combustibili e ben si prestano al recupero di energia, in linea con le indicazioni della gerarchia della gestione di rifiuti.

L'esperienza dello scrivente gruppo di lavoro e la letteratura indicano che il quantitativo di scarti generato dai processi per il riciclaggio della materia raccolta in modo differenziato sono, nel caso di processi in linea con la migliore tecnologia, circa il 20% del

Frazione merceologica	% (in massa) DI RSU	SCARTI / RIFIUTI COMBUSTIBILI		
		% della singola frazione merceologica	% di materia raccolta in modo differenziato	% di RSU
Raccolta Differenziata				
Verde	13,94	15,00	3,22	2,09
Organico	14,07	35,00	7,57	4,92
Vetro	0,30	0,00	0,00	0,00
Carta e cartone	13,94	15,00	3,22	2,09
Plastica	4,60	50,00	3,54	2,30
Materiali ferrosi	1,21	0,00	0,00	0,00
Alluminio	0,00	0,00	0,00	0,00
Legno	3,46	15,00	0,80	0,52
Multimateriale Vetro	9,88	0,00	0,00	0,00
Multimateriale Metalli	0,63	0,00	0,00	0,00
RAEE	1,00	0,00	0,00	0,00
Altre RD	0,78	50,00	0,60	0,39
Recupero ingombranti	1,21	50,00	0,93	0,61
Totale Differenziata	65,0	-	19,9	12,9
Raccolto Indifferenziata				
RUR	26,9	-		26,9
Residui Ingombranti	5,09	-		5,09
Spazzamento stradale	2,99	-		2,99
Totale Indifferenziata	35,0	-		35,0
TOTALE RD + INDIFF	100,0	-	-	47,9

Tab. 1: Esempio di articolazione della raccolta differenziata e degli scarti per frazione merceologica, tratto dall'analisi dettagliata dei flussi per una realtà provinciale dell'Italia Settentrionale. Le percentuali di scarti riportate nella seconda colonna da sinistra intendono rappresentare le prestazioni di filiere avanzate per il recupero di materia. Le prestazioni medie a livello nazionale possono essere - perlomeno nel breve termine - significativamente peggiori; in tal caso la percentuale di scarti combustibili, e quindi il totale di {scarti+rifiuti termo utilizzabili}, sarebbe maggiore.

materiale raccolto in modo differenziato¹. Per la media delle tecnologie ipotizzabili per un sistema complesso e variegato come quello di tutto il Paese, è altamente probabile che tale percentuale di scarti sia superiore. Assumendo comunque (forse ottimisticamente) che la media nazionale possa attestarsi a tale 20%, gli scarti risultano pari a $0,65 \cdot 0,20 = \sim 13\%$ del rifiuto lordo.

La Tab. 1, desunta dall'esperienza LEAP / MatER per realtà avanzate dell'Italia settentrionale, esemplifica come tale produzione di scarti potrebbe essere articolata per frazione merceologica.

¹ M. Giugliano, S. Cernuschi, M. Grosso e L. Rigamonti, "Material and energy recovery in integrated waste management systems. An evaluation based on life cycle assessment", *Waste Management* 31 (2011), p. 2091-2101.

4.4 Ruolo degli impianti TMB

Nel caso in cui non sia disponibile adeguata capacità per il recupero di energia, il vigente divieto al conferimento in discarica di rifiuto non trattato impone necessariamente di trattare i rifiuti indifferenziati in impianti di Trattamento Meccanico-Biologico (TMB).

Ma nel caso in cui la capacità per il recupero di energia esiste, il trattamento in impianti TMB cessa di essere un obbligo, e la sua realizzazione a monte del recupero di energia perde significato. La letteratura scientifica ha dimostrato da tempo che il TMB del rifiuto indifferenziato in vista del successivo recupero energetico in impianti “dedicati” comporta, rispetto alla termoutilizzazione “diretta” senza pre-trattamento, sia svantaggi energetici (minor energia recuperata), sia svantaggi ambientali (maggiori impatti dovuti anche al ricorso alla discarica per gli scarti del TMB) sia svantaggi economici (maggiori tariffe di trattamento applicate)². Inoltre, nell’attuale situazione normativa e impiantistica italiana non esiste la garanzia che il Combustibile Solido Secondario (CSS) prodotto dal TMB possa essere utilizzato per recupero di energia; cosicché agli svantaggi citati sopra si può aggiungere il problema della collocazione del CSS.

Un possibile vantaggio ascrivibile all’impiantistica TMB è la possibilità di stoccaggio stagionale del CSS, operazione che tuttavia espone a rischi di incendio, potenziali impatti odorigeni e costi difficilmente giustificabili, senza contare le problematiche di tipo autorizzativo. Nel complesso, trattasi di una potenzialità solo teorica, per la quale non esistono riscontri industriali importanti.

Gli svantaggi/inconvenienti del TMB si acquiscono all’aumentare della percentuale di raccolta differenziata. Per raccolta differenziata 65% il rifiuto residuo ha un contenuto di organico modesto, che riduce l’efficacia del trattamento biologico. Anche i quantitativi di materiali riciclabili di buona qualità ulteriormente recuperabili dal rifiuto indifferenziato sono tutti da verificare.

² S. Burnley, R. Phillips, T. Coleman e T Rampling, "Energy implications of the thermal recovery of biodegradable municipal waste materials in the UK", *Waste Management* 31 (2011), pp. 1949-1959.

C. Cimpan e H. Wenzel, "Energy implications of mechanical and mechanical-biological treatment compared to direct waste-to-energy", *Waste Management* 33 (2013), pp. 1648-1658.

S. Consonni, M. Giugliano e M. Grosso, “Alternative strategies for energy recovery from Municipal Solid Waste. Part A: Mass and energy balances. Part B: Emission and cost estimates”. *Waste Management*. Vol. 25 (2005), pp. 123-148.

F. Di Maria e C. Micale, "Life cycle analysis of management options for organic waste collected in an urban area", *Environmental Science and Pollution Research* (2014).

L. Lombardi, E. Carnevale, e A. Corti, "A review of technologies and performances of thermal treatment systems for energy recovery from waste", *Waste Management* 37 (2015), pp. 26-44.

L. Vilavert, M.J. Figueras, M. Schuhmacher, M. Nadal e J.L. Domingo, "Formaldehyde: A chemical of concern in the vicinity of MBT plants of municipal solid waste", *Environmental research* 133 (2014), pp. 27-35.

Ad ulteriore esemplificazione di queste circostanze, l'esperienza maturata nelle regioni maggiormente dotate dal punto di vista impiantistico (Nord-Italia) mostra come il quantitativo di rifiuti indifferenziati trattato in impianti TMB sia in progressiva diminuzione³. Non a caso il Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti recentemente adottato dall'Emilia Romagna prevede la dismissione degli impianti TMB a favore della termoutilizzazione del rifiuto indifferenziato.

In definitiva, l'adozione di processi TMB appare giustificata solo nell'ottica di produzione di CSS di elevata qualità e ad alto potere calorifico utilizzabile in co-combustione in impianti "non dedicati", cioè in cementifici e centrali elettriche a combustibile solido. La localizzazione sul territorio di impianti TMB asserviti a tale scopo va dunque attentamente ponderata sulla base dell'effettiva disponibilità di utilizzatori e delle previste dinamiche dei settori industriali coinvolti. Tenendo ben presente che in caso di dismissioni o ridimensionamento della capacità di cementifici o centrali di ricevere CSS, la filiera perderebbe significato.

4.4.1 Tipologia di trattamento TMB

Nell'ottica di un sistema integrato con (i) raccolta differenziata spinta; (ii) recupero di energia su tutti i residui combustibili e (iii) minimizzazione del ricorso alla discarica, è preferibile che il trattamento TMB sia "leggero". In tal modo, la produzione di CSS con caratteristiche adeguate all'impiego in co-combustione è sì limitata (20-30% del materiale trattato), ma gli scarti (50-60% del materiale trattato) hanno caratteristiche ancora accettabili per il recupero di energia in impianti "dedicati" di termoutilizzazione. Processi più sofisticati e costosi generano sì una maggiore quantità di CSS (anche oltre il 60%), ma gli scarti hanno potere calorifico talmente basso non solo da rendere improponibile il recupero di energia via termoutilizzazione; parimenti per la captazione del (modesto) quantitativo di biogas generato in discarica.

Per questi motivi si assume per l'impianto TMB il bilancio di massa rappresentato in Fig. 4. Lo svantaggio della limitata produzione di CSS é compensato dall'eliminazione del fabbisogno di discarica - oltre che da costi di produzione del CSS nettamente inferiori.

³ Nel Nord-Italia sono stati trattati in impianti TMB (Rapporto Rifiuti Urbani – Edizione 2014, ISPRA, capitolo 3, pag. 104):

- 3.051.629 tonn nel 2010;
- 2.765.037 tonn nel 2011, - 9,4% rispetto al 2010;
- 2.569.026 tonn nel 2012, -7,1% rispetto al 2011;
- 2.414.455 tonn nel 2013, - 6,0% rispetto al 2012;

con una riduzione complessiva, nel periodo 2010-2013, del 20,9%.

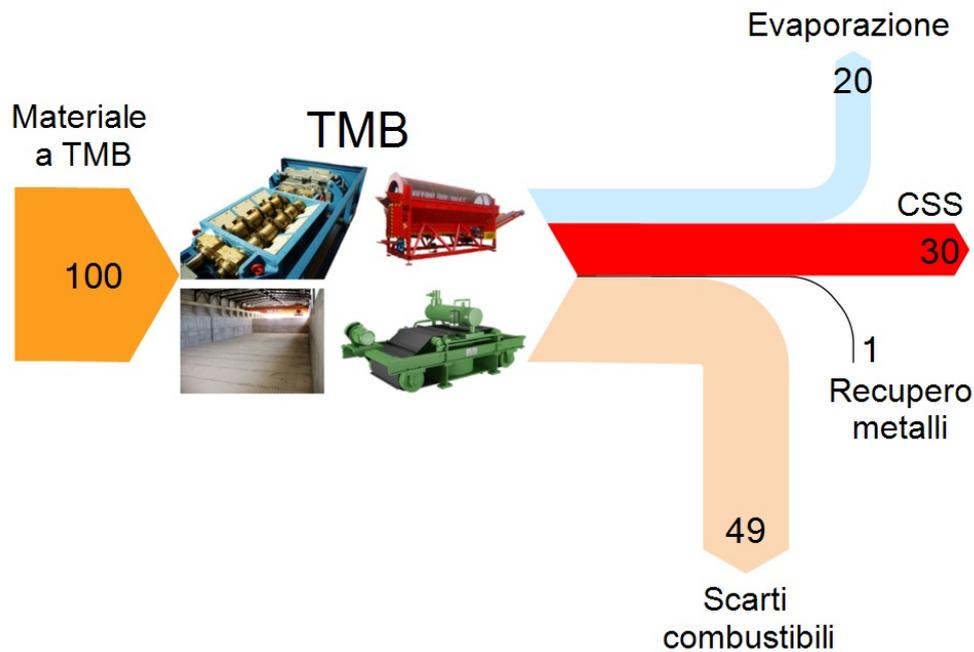


Fig. 4: Bilancio di massa del sistema TMB ipotizzato per la produzione di CSS da destinare all'utilizzo in co-combustione in impianti "non dedicati" (cementifici e possibilmente centrali elettriche). Da un lato, il trattamento "leggero" comporta una ridotta produzione di CSS (il 30% del flusso entrante). Dall'altro esso fa sì che lo scarto (circa il 50% del materiale in ingresso) abbia un potere calorifico accettabile per la termoutilizzazione, con ciò eliminando il fabbisogno di discarica. Il ridotto valore dell'evaporazione (20%) è ascrivibile al ridotto contenuto di organico del materiale in ingresso, a sua volta determinato dalla raccolta differenziata spinta.

4.5 Ripartizione tra termoutilizzazione e produzione CSS

Il Rapporto Rifiuti Urbani ISPRA 2014 indica che, per i rifiuti urbani prodotti nel 2013, "... l'1,9% viene inviato ad impianti produttivi, quali i cementifici, per essere utilizzato come combustibile per produzione di energia." Questa dizione è ambigua, poiché l'utilizzo del rifiuto urbano quale combustibile richiede la conversione in CSS, e la quantità di CSS producibile è nettamente inferiore a quella del rifiuto urbano originario. D'altro canto, dal contesto del rapporto ISPRA si desume che il citato 1,9% si riferisce al CSS, ovvero ad un quantitativo di circa 560.000 tonnellate. Questo dato è peraltro difficile da conciliare con i dati AITEC⁴, che per il 2013 riportano un consumo di CSS nei cementifici italiani di sole 180.000 tonnellate.

Comunque sia, per mantenere la coerenza con il quadro fornito da ISPRA assumiamo in questa sede che il quantitativo di CSS attualmente utilizzato in co-

⁴ Associazione Italiana Tecnico Economica Cemento, vedi sito <http://www.aitecweb.com>.

combustione in cementifici e centrali ammonti a circa 560.000 tonnellate. Considerato che:

- nelle aree che dispongono di cementifici e/o centrali termoelettriche adatte all'alimentazione in co-combustione, il recupero di energia attraverso la produzione di CSS può presentare una serie di vantaggi;
- già oggi la potenzialità di produzione di CSS in Italia supera di gran lunga la capacità di utilizzo in co-combustione;

è presumibile che il recupero di energia mediante produzione di CSS e successivo utilizzo in impianti non dedicati subisca una significativa espansione.

Per questi motivi si ipotizza che il CSS utilizzato in co-combustione aumenti fino a oltre 1 milione di tonnellate e che esso sia prodotto mediante TMB con le prestazioni illustrate in Fig. 4. Nelle nostre ipotesi, ciò richiede che il 25% del totale di RUR + scarti del recupero di materia sia trattato in impianti TMB.

Un più massiccio utilizzo del TMB appare giustificato solo a fronte della dimostrata capacità di assorbimento del CSS da parte di cementifici e centrali. Un'eventualità che, date le recenti forti contrazioni della produzione di cemento e di elettricità da impianti termici, non sembra particolarmente probabile. Senza contare che un'eccessiva dipendenza del sistema di gestione dei rifiuti da impianti non dedicati è poco auspicabile. Essendo governati da logiche molto diverse da quelle del trattamento dei rifiuti, una (sempre possibile) contrazione del mercato servito dagli impianti non dedicati può comportare pesanti deficit della capacità di trattamento di rifiuti.

5 FABBISOGNO PER I RIFIUTI URBANI

Le ipotesi discusse ai paragrafi precedenti conducono al diagramma di flusso rappresentato in Fig. 5, dove tutti i flussi sono espressi in percentuale della produzione lorda di rifiuti urbani. I corrispondenti quantitativi assoluti, in tonnellate/anno, sono riportati in Tab. 2 e Fig. 6.

Nel complesso, il materiale da alimentare a impianti di termoutilizzazione ammonta al 41,9% della produzione lorda, circa 12,6 milioni di tonnellate. Ad esse si aggiungono 1.080.000 tonnellate di CSS ad alto potere calorifico per co-combustione in cementifici o centrali termoelettriche.

Il quadro in Tab. 2 e nelle Fig. 5 e 6 è in linea con i risultati di un'analisi molto più dettagliata condotta nell'ambito di un Progetto di Rilevante Interesse Nazionale (PRIN) coordinato dallo scrivente con la collaborazione, oltre che del Politecnico di Milano, delle Università di Bologna, Trento e IEFE-Bocconi, i cui risultati sono stati presentati in un convegno nazionale⁵ - nonché in un numero dedicato della rivista internazionale *Waste Management*⁶.

⁵ “Recupero di Materia ed Energia da Rifiuti: dal progetto PRIN al Centro Studi MatER”, convegno organizzato da MatER, sala delle conferenze di Piazza di Montecitorio, Roma, 29 feb 2012, www.mater.polimi.it.

⁶ S. Consonni, M. Giugliano, A. Massarutto, M. Ragazzi e C. Saccani, “Material and energy recovery in integrated waste management systems. Project overview and main results”, *Waste Management*, Vol 31 (2011), pp. 2057-2065.

A. Bianchini, M. Pellegrini e C. Saccani, “Material and energy recovery in integrated waste management systems. An Italian case study on the quality of MSW data”, *Waste Management*, Vol 31 (2011), pp. 2066-2073.

S. Consonni e F. Viganò, “Material and energy recovery in integrated waste management systems. The potential for energy recovery”, *Waste Management*, Vol 31 (2011), pp. 2074-2084.

M. Ragazzi, E.C. Rada e D. Antolini, “Material and energy recovery in integrated waste management systems. An innovative approach for the characterization of the gaseous emissions from residual MSW bio-drying”, *Waste Management*, Vol 31 (2011), pp. 2085-2091.

M. Giugliano, S. Cernuschi, M. Grosso e L. Rigamonti, “Material and energy recovery in integrated waste management systems. An evaluation based on life-cycle assessment”, *Waste Management*, Vol 31 (2011), pp. 2092-2101.

A. Massarutto, A. de Carli e M. Graffi, “Material and energy recovery in integrated waste management systems. A life-cycle costing approach”, *Waste Management*, Vol 31 (2011), pp. 2102-2111.

STIMA PRELIMINARE LEAP DEL FABBISOGNO DI TERMOUTILIZZAZIONE						
Dove non diversamente specificato, tutti i dati in tonnellate/anno	Produzione lorda rifiuti urbani					30.000.000
	% di raccolta differenziata					65
	% di scarti combustibili su raccolta differenziata					20
	% del materiale combustibile destinato a produzione di CSS					25
produzione di CSS, in % del materiale inviato a TMB					30	
Flusso di materia	origine / destinazione					
	produzione lorda	da raccolta	da selezione / riciclo	a termo- utilizzazione	a TMB / produzione CSS	a co-com- bustione
Produzione	30.000.000					
Export		0				
Materiale da raccolta differenziata		19.500.000				
di cui scarti combustibili			3.900.000	2.925.000	975.000	
Rifiuti indifferenziati		10.500.000		7.875.000	2.625.000	
CSS da TMB						1.080.000
Scarti da TMB				1.764.000		
TOTALE	30.000.000	30.000.000		12.564.000	3.600.000	1.080.000

Tab. 2: *Stima LEAP del fabbisogno nazionale di capacità di termoutilizzazione ascrivibile ai rifiuti urbani, per produzione lorda di 30 milioni di tonnellate/anno.*

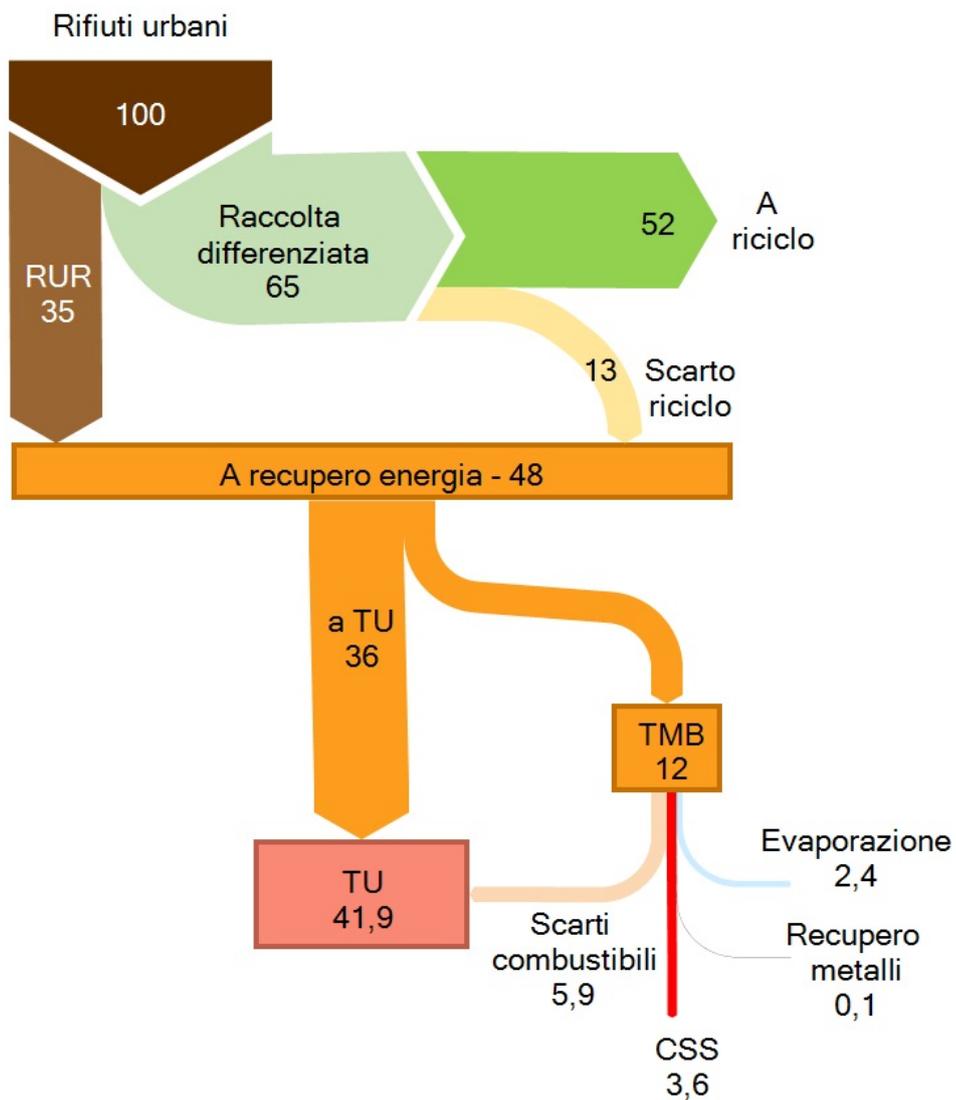


Fig. 5: Diagramma di flusso del materiale originante dai rifiuti urbani secondo le ipotesi adottate in questo rapporto – valori percentuali.

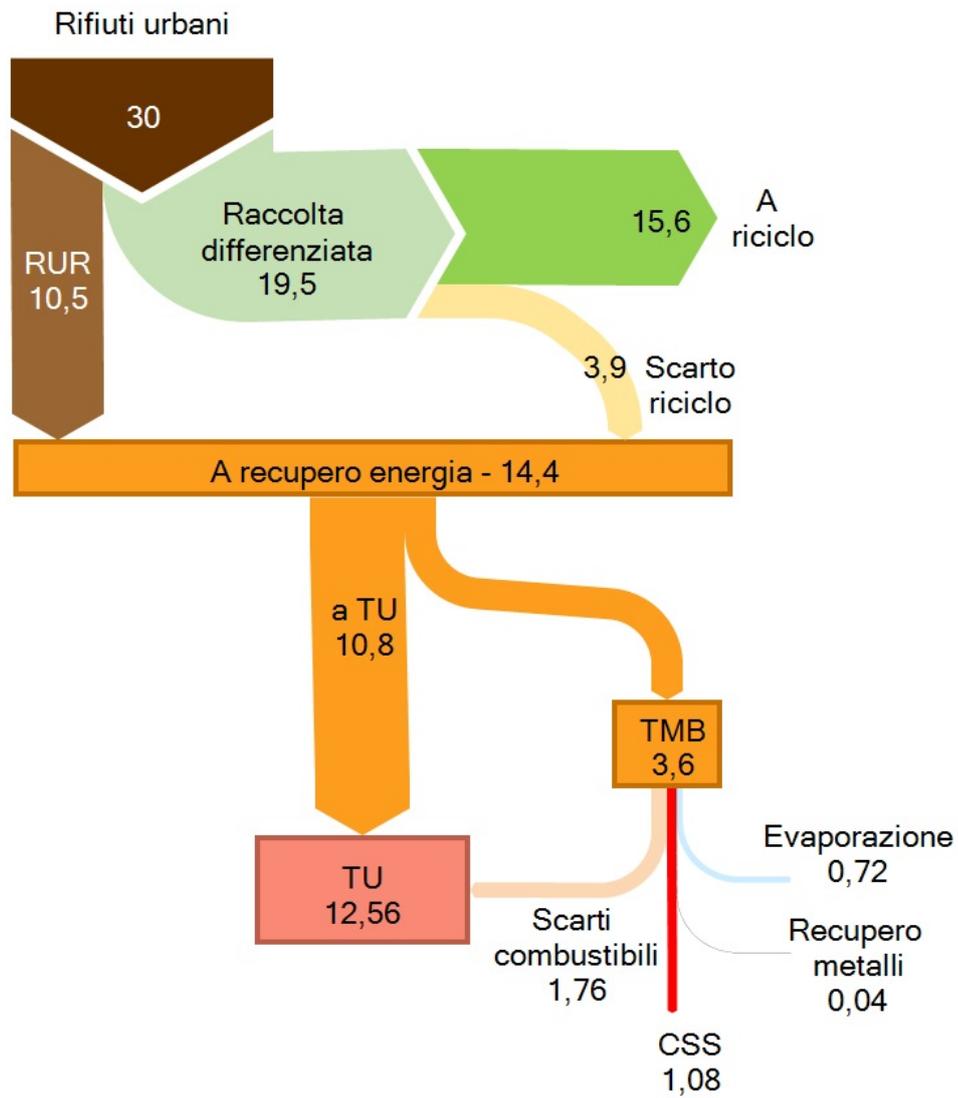


Fig. 6: Diagramma di flusso del materiale originante dai rifiuti urbani secondo le ipotesi adottate in questo rapporto – valori in milioni di tonnellate/anno.

6 ANALISI DI SENSITIVITÀ

6.1 Sensitività alla produzione lorda annua

Sul lungo arco temporale da considerare per la realizzazione e la gestione del parco nazionale di termoutilizzazione, la stima della produzione lorda di rifiuti è evidentemente incerta. Da cui, come già citato, la necessità di valutare la sensitività del prevedibile fabbisogno a tale ipotesi.

6.1.1 Produzione 33 milioni di tonnellate

La Tab. 2a riporta la stima del fabbisogno nel caso in cui la forse ottimistica ipotesi di produzione costante a 30 milioni di tonnellate non sia rispettata, cosicché la produzione lorda aumenta del 10% a 33 milioni di tonnellate. Tutte le restanti ipotesi illustrate sopra sono mantenute invariate. Al ritmo costante del 1% all'anno - un valore moderato, alla luce dell'esperienza storica - l'aumento del 10% sarebbe raggiunto prima del 2025, in pratica all'avvio dell'esercizio degli impianti realizzabili con una decisione a breve termine.

Come si vede in Tab. 2a, in questo caso il fabbisogno di termoutilizzazione sale a quasi 14 milioni di tonnellate, con una produzione di CSS ad alto potere calorifico per co-combustione in cementifici o centrali termo-elettriche di circa 1.2 milioni di tonnellate.

STIMA PRELIMINARE LEAP DEL FABBISOGNO DI TERMOUTILIZZAZIONE						
Dove non diversamente specificato, tutti i dati in tonnellate/anno	Produzione lorda rifiuti urbani 33.000.000					
	% di raccolta differenziata 65					
	% di scarti combustibili su raccolta differenziata 20					
	% del materiale combustibile destinato a produzione di CSS 25					
	produzione di CSS, in % del materiale inviato a TMB 30					
Flusso di materia	origine / destinazione					
	produzione lorda	da raccolta	da selezione / riciclo	a termo-utilizzazione	a TMB / produzione CSS	a co-combustione
Produzione	33.000.000					
Export		0				
Materiale da raccolta differenziata di cui scarti combustibili		21.450.000	4.290.000	3.217.500	1.072.500	
Rifiuti indifferenziati		11.550.000		8.662.500	2.887.500	
CSS da TMB						1.188.000
Scarti da TMB				1.940.400		
TOTALE	33.000.000	33.000.000		13.820.400	3.960.000	1.188.000

Tab. 2a: Stima LEAP del fabbisogno nazionale di capacità di termoutilizzazione ascrivibile ai rifiuti urbani, per produzione lorda annua di 33 milioni di tonnellate/anno.

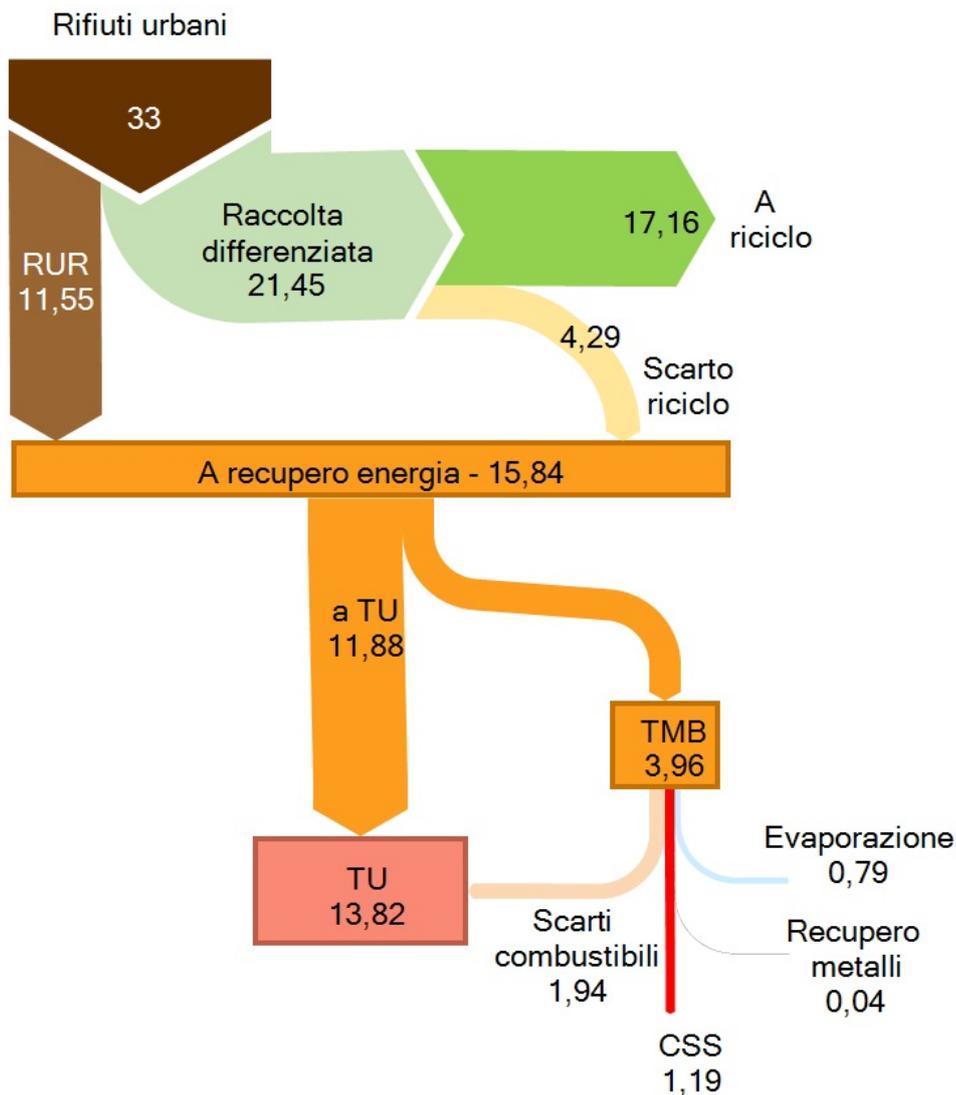


Fig. 7: Diagramma di flusso del materiale originante dai rifiuti urbani secondo le ipotesi adottate in questo rapporto e per una produzione lorda di 33 milioni di tonnellate/anno – valori in milioni di tonnellate/anno.

6.1.2 Produzione 27 milioni di tonnellate

La Tab. 2b riporta la stima del fabbisogno nel caso in cui la produzione di rifiuti diminuisca del 10% a 27 milioni di tonnellate. Sarebbe questo il caso in cui produzione di rifiuti e crescita economica evolvono in modo disaccoppiato - una prospettiva per molti versi affascinante che tuttavia non ha avuto finora riscontro.

Come si vede in Tab. 2b, in questo caso il fabbisogno di termoutilizzazione scende a circa 11,3 milioni di tonnellate/anno, con una produzione di CSS ad alto potere calorifico per co-combustione in cementifici o centrali termo-elettriche di 972.000 tonnellate annue.

STIMA PRELIMINARE LEAP DEL FABBISOGNO DI TERMOUTILIZZAZIONE						
Dove non diversamente specificato, tutti i dati in tonnellate/anno	Produzione lorda rifiuti urbani 27.000.000					
	% di raccolta differenziata 65					
	% di scarti combustibili su raccolta differenziata 20					
	% del materiale combustibile destinato a produzione di CSS 25					
	produzione di CSS, in % del materiale inviato a TMB 30					
Flusso di materia	origine / destinazione					
	produzione lorda	da raccolta	da selezione / riciclo	a termo- utilizzazione	a TMB / produzione CSS	a co-com- bustione
Produzione	27.000.000					
Export		0				
Materiale da raccolta differenziata		17.550.000				
di cui scarti combustibili			3.510.000	2.632.500	877.500	
Rifiuti indifferenziati		9.450.000		7.087.500	2.362.500	
CSS da TMB						972.000
Scarti da TMB				1.587.600		
TOTALE	27.000.000	27.000.000		11.307.600	3.240.000	972.000

Tab. 2b: *Stima LEAP del fabbisogno nazionale di capacità di termoutilizzazione ascrivibile ai rifiuti urbani, per produzione lorda annua di 27 milioni di tonnellate/anno.*

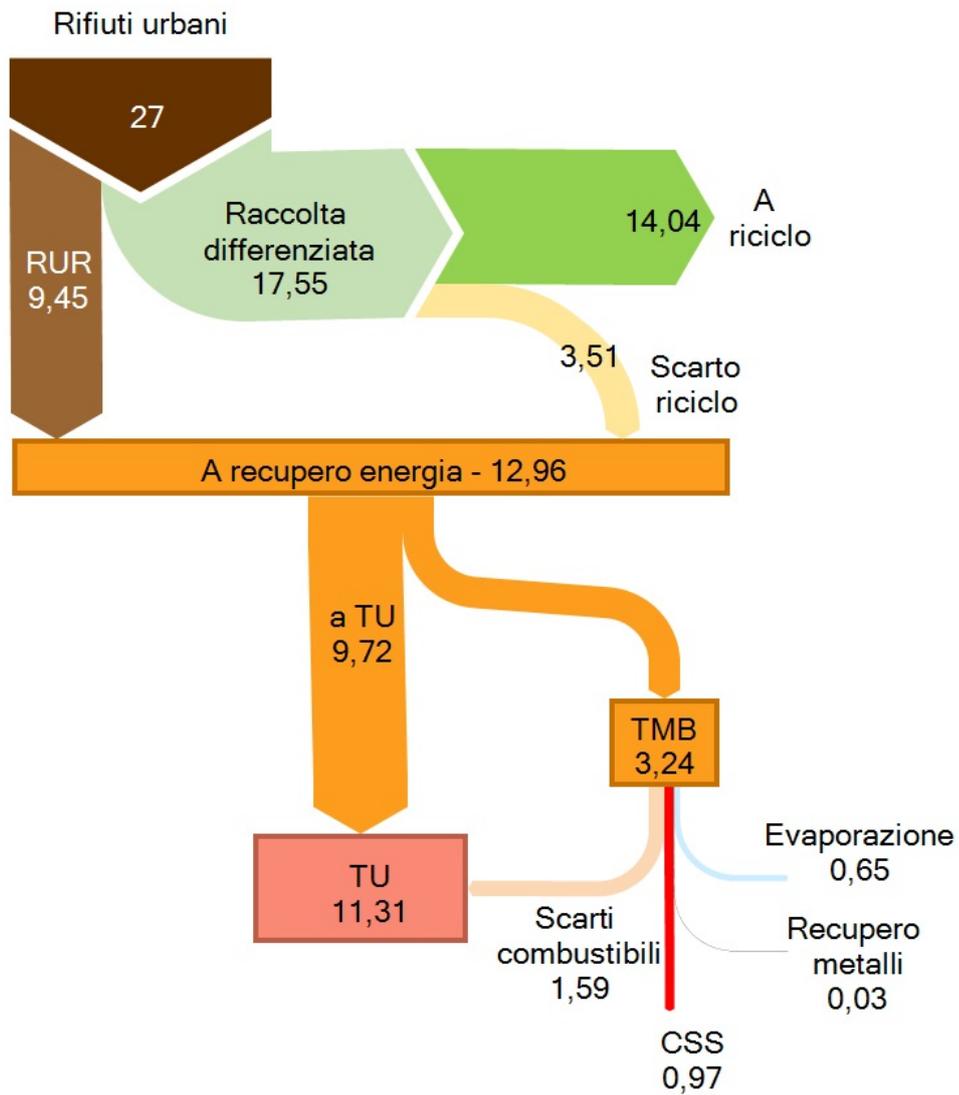


Fig. 8: Diagramma di flusso del materiale originante dai rifiuti urbani secondo le ipotesi adottate in questo rapporto e per una produzione lorda di 27 milioni di tonnellate/anno – valori in milioni di tonnellate/anno.

6.2 Sensitività alla Raccolta Differenziata

Analogamente a quanto fatto per la produzione lorda di rifiuti, si è valutata la sensitività dei risultati alla variazione della Raccolta Differenziata (RD) calcolando il caso con RD 55% e RD 75%.

Considerato lo sforzo, le risorse e il tempo necessari per estendere ulteriormente la raccolta differenziata e il riciclaggio, il caso RD 55% appare una realistica rappresentazione di quanto conseguibile in 5-10 anni.

Il caso RD 75% rappresenta un caso estremo, forse irrealistico ma comunque utile per definire il limite di quanto potrà essere effettivamente conseguito.

6.2.1 Raccolta differenziata 55%

Il quadro della situazione per il caso RD 55% è riportato in Tab. 2c. Per raccolta differenziata meno spinta la qualità del materiale raccolto in modo differenziato tende ad aumentare, cosicché gli scarti delle filiere del riciclaggio diminuiscono. D'altro canto, la maggior quantità di organico nel Rifiuto Urbano Residuo (RUR) rende più difficile la produzione di CSS ad alto potere calorifico impiegabile in co-combustione. Per tenere conto di questi due effetti si è ipotizzato che:

- (i) la frazione di scarti combustibili (riferita alla quantità di materiale raccolto in modo differenziato) passa dal 20% al 18%;
- (ii) il CSS di qualità prodotto dal TMB passa dal 30 al 28% (del materiale entrante nel TMB).

STIMA PRELIMINARE LEAP DEL FABBISOGNO DI TERMOUTILIZZAZIONE						
Dove non diversamente specificato, tutti i dati in tonnellate/anno	Produzione lorda rifiuti urbani					30.000.000
	% di raccolta differenziata					55
	% di scarti combustibili su raccolta differenziata					18
	% del materiale combustibile destinato a produzione di CSS					25
produzione di CSS, in % del materiale inviato a TMB					28	
Flusso di materia	origine / destinazione					
	produzione lorda	da raccolta	da selezione / riciclo	a termo-utilizzazione	a TMB / produzione CSS	a co-combustione
Produzione	30.000.000					
Export			0			
Materiale da raccolta differenziata		16.500.000				
di cui scarti combustibili			2.970.000	2.227.500	742.500	
Rifiuti indifferenziati		13.500.000		10.125.000	3.375.000	
CSS da TMB						1.152.900
Scarti da TMB				2.099.925		
TOTALE	30.000.000	30.000.000		14.452.425	4.117.500	1.152.900

Tab. 2c: Stima LEAP del fabbisogno nazionale di capacità di termoutilizzazione ascrivibile ai rifiuti urbani, ipotizzando la frazione di raccolta differenziata pari al 55% degli RSU.

Queste ipotesi corrispondono agli andamenti qualitativi rilevati nella realtà industriale, anche se mancano misure puntuali di prestazione degli impianti. Tutte le restanti ipotesi adottate per il caso base restano invariate.

Come indicato in Tab. 2c e Fig. 9, rispetto al caso base il fabbisogno di termoutilizzazione cresce a circa 14,5 milioni di tonnellate, mentre la produzione di CSS sale a circa 1.150.000 tonnellate, con un potere calorifico inferiore.

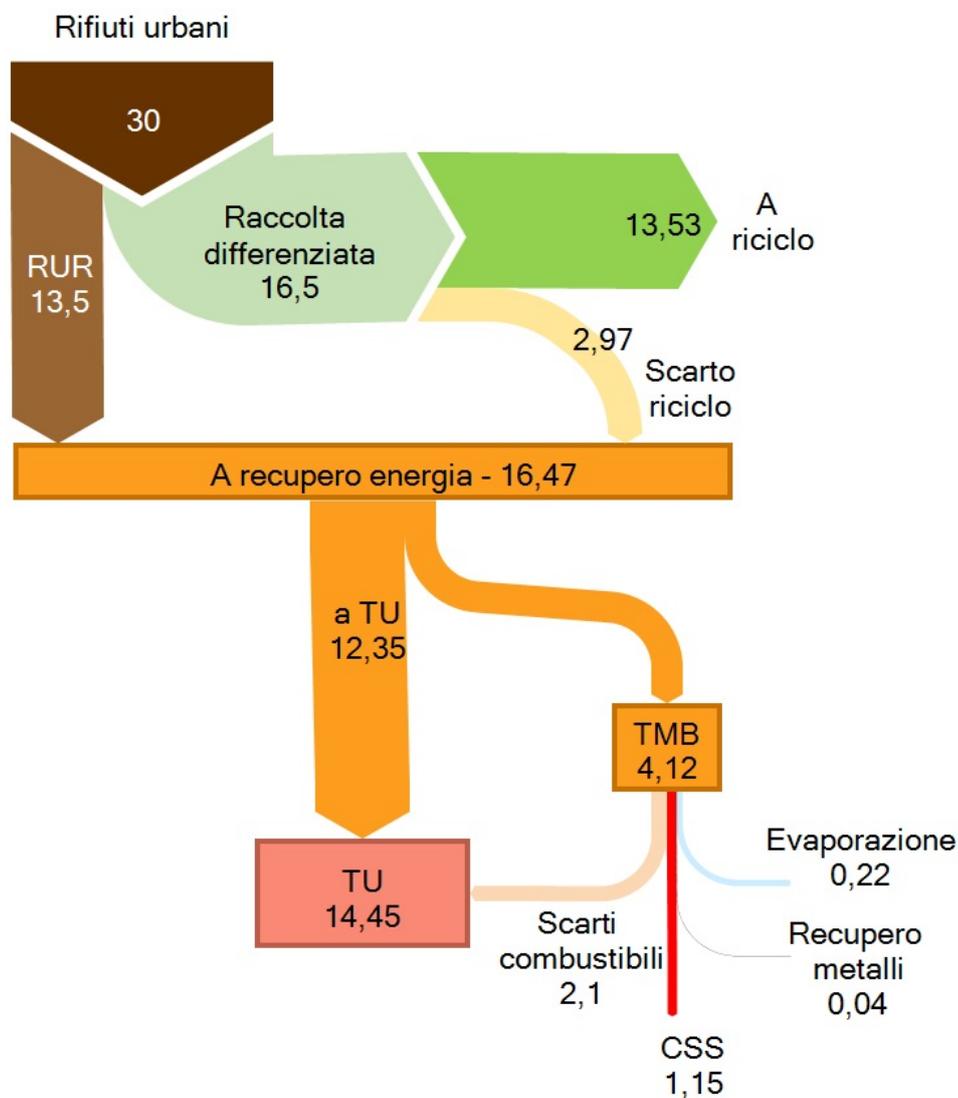


Fig. 9: Diagramma di flusso del materiale originante dai rifiuti urbani secondo le ipotesi adottate in questo rapporto e per una raccolta differenziata pari al 55% – valori in milioni di tonnellate/anno.

6.2.2 Raccolta differenziata 75%

La situazione per il caso RD 75% è riportata in Tab. 2d. Per questa situazione di raccolta differenziata molto spinta la qualità del materiale raccolto in modo differenziato fatalmente diminuisce, da cui un aumento degli scarti delle filiere del riciclaggio. D'altro canto, la minore quantità di organico nel Rifiuto Urbano Residuo (RUR) tende ad aumentare la produzione di CSS ad alto potere calorifico impiegabile in co-combustione. Per tenere conto di questi due effetti si è ipotizzato, in misura speculare rispetto al caso con RD 55%, che:

- (iii) la frazione di scarti combustibili (riferita alla quantità di materiale raccolto in modo differenziato) passa dal 20% del caso base al 22%;
- (iv) il CSS di qualità prodotto dal TMB passa dal 30 del caso base al 32% (del materiale entrante nel TMB).

Tutte le restanti ipotesi adottate per il caso base restano invariate.

Come indicato in Tab. 2d e Fig. 10, rispetto al caso base il fabbisogno di termoutilizzazione si riduce a circa 10,8 milioni di tonnellate, mentre la produzione di CSS diventa circa 1 milione di tonnellate.

STIMA PRELIMINARE LEAP DEL FABBISOGNO DI TERMOUTILIZZAZIONE						
Dove non diversamente specificato, tutti i dati in tonnellate/anno	Produzione lorda rifiuti urbani 30.000.000					
	% di raccolta differenziata 75					
	% di scarti combustibili su raccolta differenziata 22					
	% del materiale combustibile destinato a produzione di CSS 25					
	produzione di CSS, in % del materiale inviato a TMB 32					
Flusso di materia	origine / destinazione					
	produzione lorda	da raccolta	da selezione / riciclo	a termo- utilizzazione	a TMB / produzione CSS	a co-com- bustione
Produzione	30.000.000					
Export		0				
Materiale da raccolta differenziata		22.500.000				
di cui scarti combustibili			4.950.000	3.712.500	1.237.500	
Rifiuti indifferenziati		7.500.000		5.625.000	1.875.000	
CSS da TMB						996.000
Scarti da TMB				1.462.875		
TOTALE	30.000.000	30.000.000		10.800.375	3.112.500	996.000

Tab. 2d: Stima LEAP del fabbisogno nazionale di capacità di termoutilizzazione ascrivibile ai rifiuti urbani, ipotizzando la frazione di raccolta differenziata pari al 55% degli RSU.

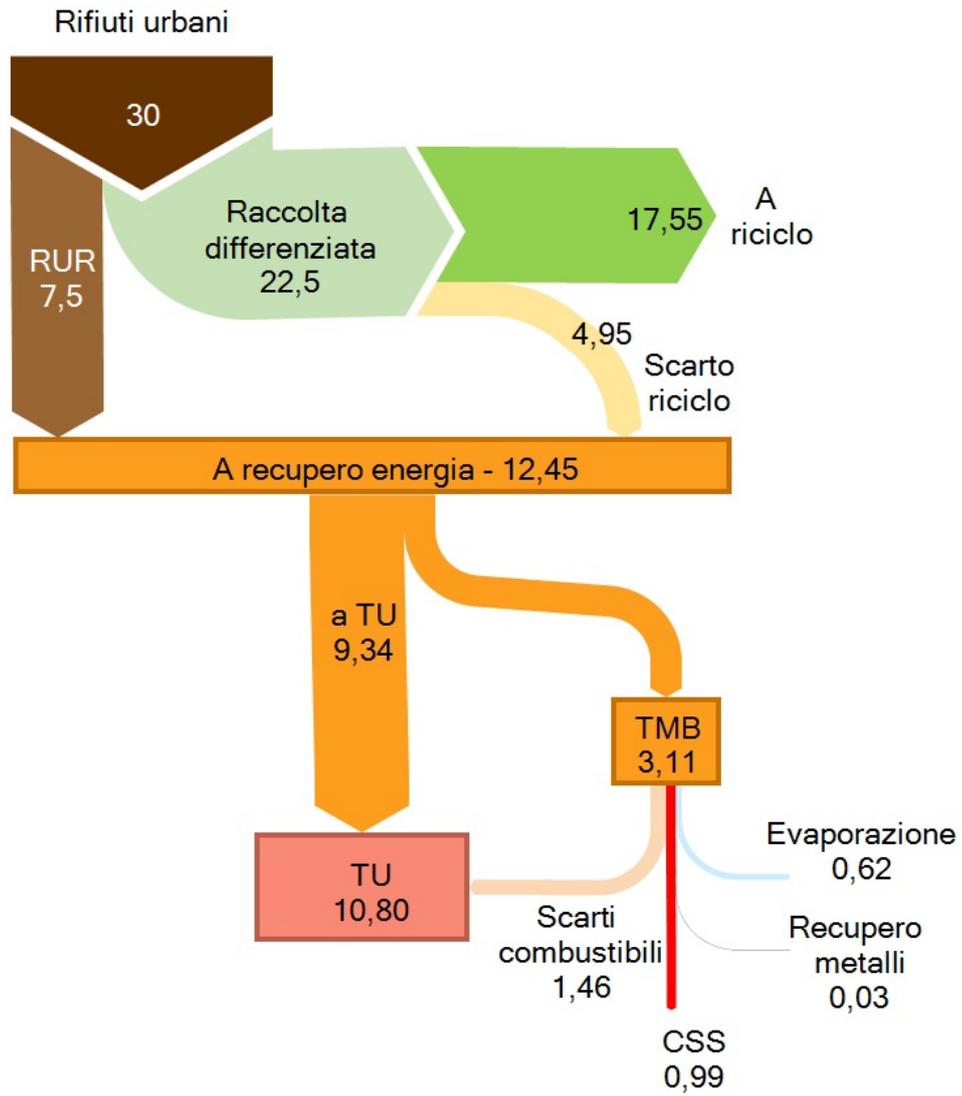


Fig. 10: Diagramma di flusso del materiale originante dai rifiuti urbani secondo le ipotesi adottate in questo rapporto e per una raccolta differenziata pari al 75% – valori in milioni di tonnellate/anno.

6.3 Sensitività al ruolo degli impianti TMB

Come già discusso al par. 4.4, l'adozione di processi TMB a monte della termoutilizzazione non sembra avere alcuna giustificazione.

D'altro canto, in Italia il pretrattamento del rifiuto anche a monte del recupero di energia continua ad essere prescritto in molti processi autorizzativi - principalmente quale artificio, peraltro vano, di ricerca del consenso. Nel caso in cui questa (ingiustificata) tendenza continuasse, i quantitativi di rifiuti trattati in impianti TMB potrebbero essere maggiori di quanto ipotizzato per il caso base. Di qui l'opportunità di valutare le conseguenze di una significativa variazione della quantità di materiale trattato con TMB. Anche in questo caso si sono considerate due situazioni speculari rispetto al caso base, ovvero ± 20 punti percentuali rispetto al 25% di materiale trattato nei TMB assunto per il caso base.

6.3.1 Impianti TMB trattano il 5% del materiale combustibile

E' questo il caso in cui il TMB è relegato ad un ruolo marginale, con una produzione di CSS ad alto potere calorifico circa corrispondente ai quantitativi che AITEC dichiara essere attualmente utilizzati nei cementifici.

La Tab. 2e e la Fig. 11 mostrano che in questo caso il fabbisogno di termoutilizzazione diventa circa 14 milioni di tonnellate/anno, con una produzione di CSS ad alto potere calorifico di poco più di 200.000 tonnellate/anno.

STIMA PRELIMINARE LEAP DEL FABBISOGNO DI TERMOUTILIZZAZIONE						
Dove non diversamente specificato, tutti i dati in tonnellate/anno	Produzione lorda rifiuti urbani					30.000.000
	% di raccolta differenziata					65
	% di scarti combustibili su raccolta differenziata					20
	% del materiale combustibile destinato a produzione di CSS					5
produzione di CSS, in % del materiale inviato a TMB					30	
Flusso di materia	origine / destinazione					
	produzione lorda	da raccolta	da selezione / riciclo	a termoutilizzazione	a TMB / produzione CSS	a co-combustione
Produzione	30.000.000					
Export			0			
Materiale da raccolta differenziata di cui scarti combustibili		19.500.000	3.900.000	3.705.000	195.000	
Rifiuti indifferenziati		10.500.000		9.975.000	525.000	
CSS da TMB						216.000
Scarti da TMB				352.800		
TOTALE	30.000.000	30.000.000		14.032.800	720.000	216.000

Tab. 2e: Stima LEAP del fabbisogno nazionale di capacità di termoutilizzazione ascrivibile ai rifiuti urbani, riducendo la frazione di rifiuti inviata a TMB al 5% del materiale combustibile.

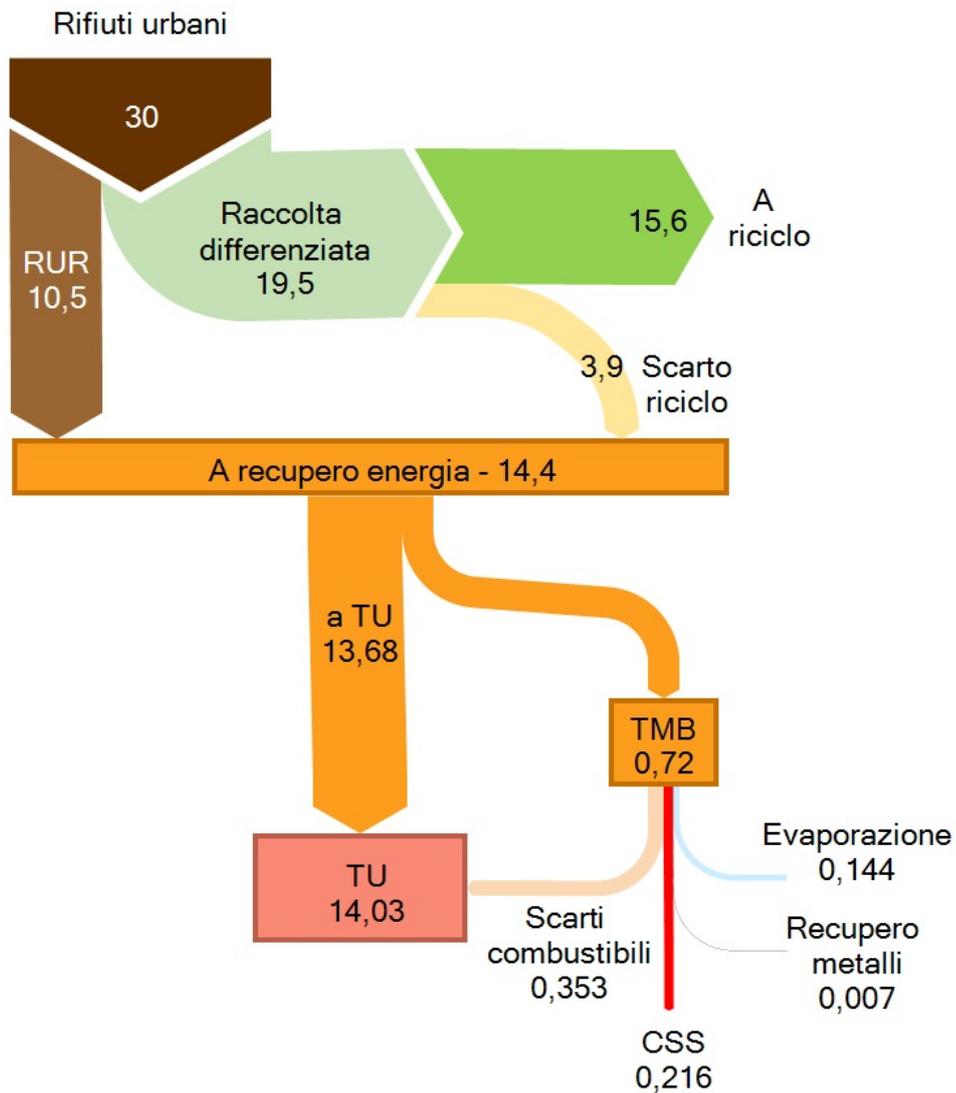


Fig. 11: Diagramma di flusso del materiale originante dai rifiuti urbani secondo le ipotesi adottate in questo rapporto, con rifiuti al TMB pari al 5% del materiale combustibile – valori in milioni di tonnellate/anno.

6.3.2 Impianti TMB trattano il 45% del materiale combustibile

In questo caso il TMB gioca un ruolo molto rilevante, trattando quasi la metà del materiale utilizzabile per recupero di energia. Come illustrato in Tab. 2f e Fig. 12, il fabbisogno di termoutilizzazione si riduce a circa 11 milioni di tonnellate/anno e la produzione di CSS ad alto potere calorifico sale a quasi 2 milioni di tonnellate/anno.

La percorribilità di questa opzione deve essere verificata alla luce dell'effettiva disponibilità di impianti che possono ricevere il CSS, per quantitativi circa 10 volte superiori a quanto AITEC stima sia attualmente utilizzato nei cementifici.

STIMA PRELIMINARE LEAP DEL FABBISOGNO DI TERMOUTILIZZAZIONE						
Dove non diversamente specificato, tutti i dati in tonnellate/anno	Produzione lorda rifiuti urbani					30.000.000
	% di raccolta differenziata					65
	% di scarti combustibili su raccolta differenziata					20
	% del materiale combustibile destinato a produzione di CSS					45
produzione di CSS, in % del materiale inviato a TMB					30	
Flusso di materia	origine / destinazione					
	produzione lorda	da raccolta	da selezione / riciclo	a termo-utilizzazione	a TMB / produzione CSS	a co-combustione
Produzione	30.000.000					
Export		0				
Materiale da raccolta differenziata di cui scarti combustibili		19.500.000				
Rifiuti indifferenziati		10.500.000		2.145.000	1.755.000	
CSS da TMB				5.775.000	4.725.000	
Scarti da TMB						1.944.000
TOTALE	30.000.000	30.000.000		11.095.200	6.480.000	1.944.000

Tab. 2f: Stima LEAP del fabbisogno nazionale di capacità di termoutilizzazione ascrivibile ai rifiuti urbani, riducendo la frazione di rifiuti inviata a TMB al 45% del materiale combustibile.

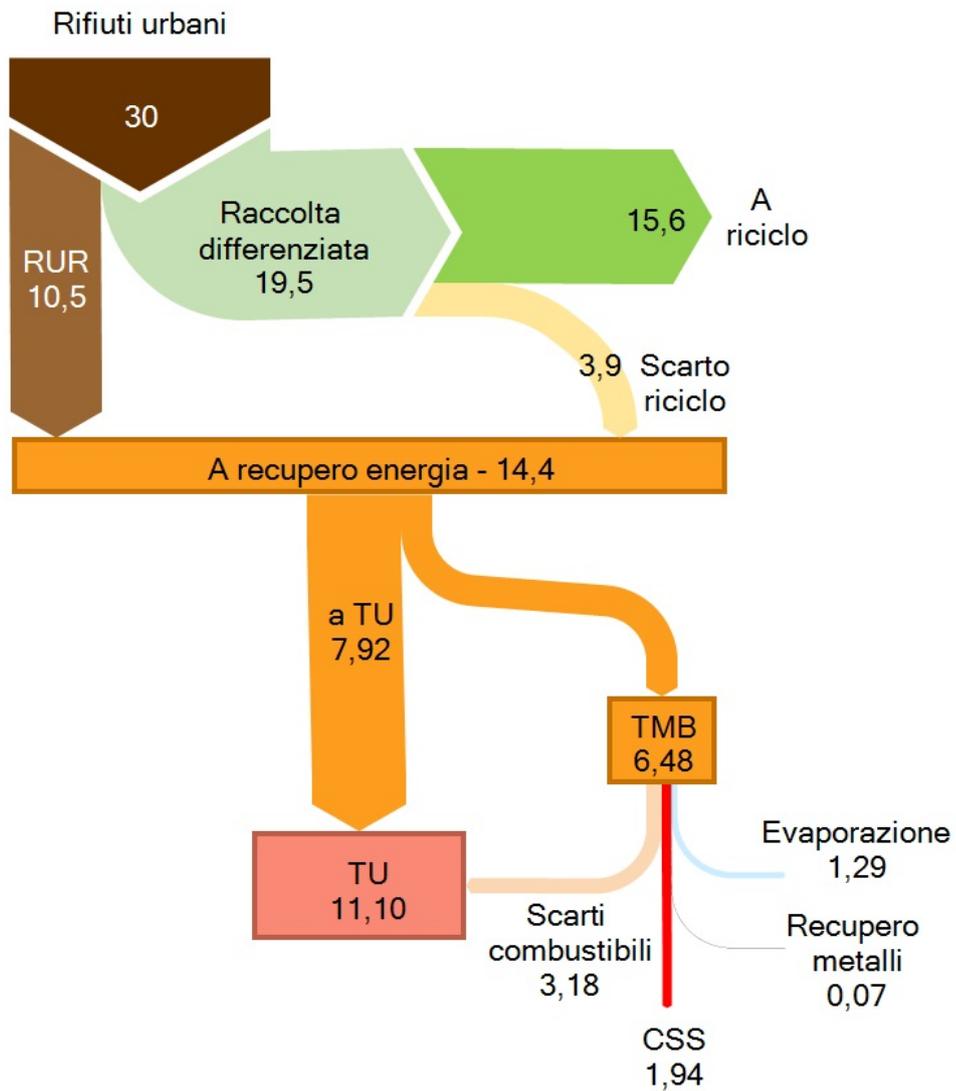


Fig. 12: Diagramma di flusso del materiale originante dai rifiuti urbani secondo le ipotesi adottate in questo rapporto, con rifiuti al TMB pari al 45% del materiale combustibile – valori in milioni di tonnellate/anno.

6.4 Riepilogo analisi di sensitività

Le Fig. 13a-c riepilogano graficamente i risultati dell'analisi di sensitività. In tutti i casi il fabbisogno di capacità di termoutilizzazione resta nettamente superiore a 10 milioni di tonnellate/anno, superando i 14 milioni quando la Raccolta Differenziata si limita al 55% e quando la produzione di CSS ad alto potere calorifico da TMB diventa marginale.

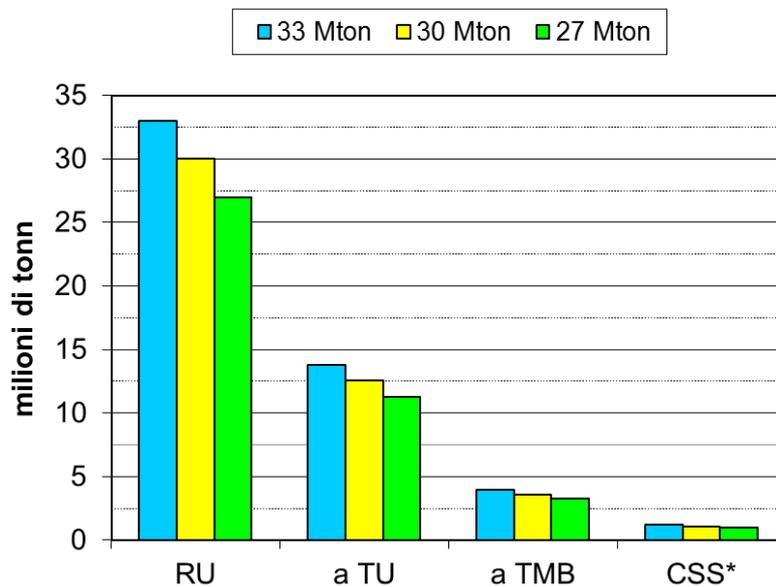


Fig. 13a: Variazione dei flussi di rifiuti per produzione lorda annua di 27, 30 e 33 milioni di tonnellate.

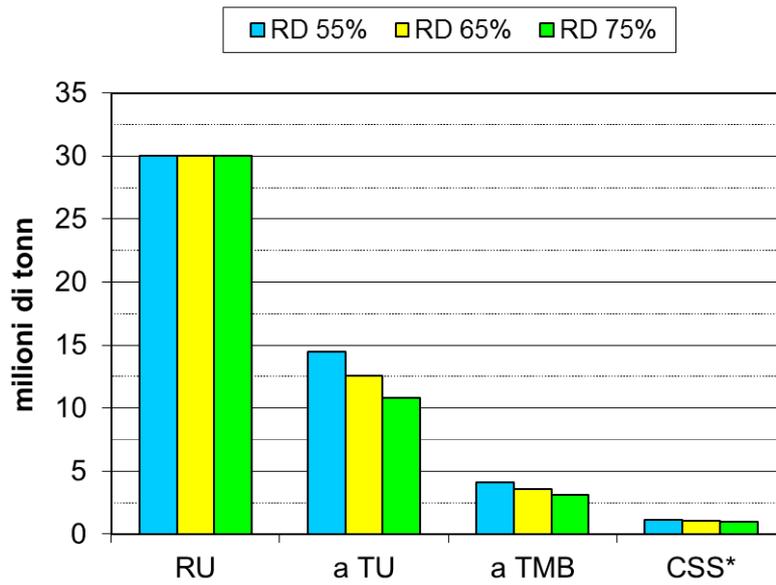


Fig. 13b: *Variazione dei flussi di rifiuti per RD al 55%, 65% e 75%.*

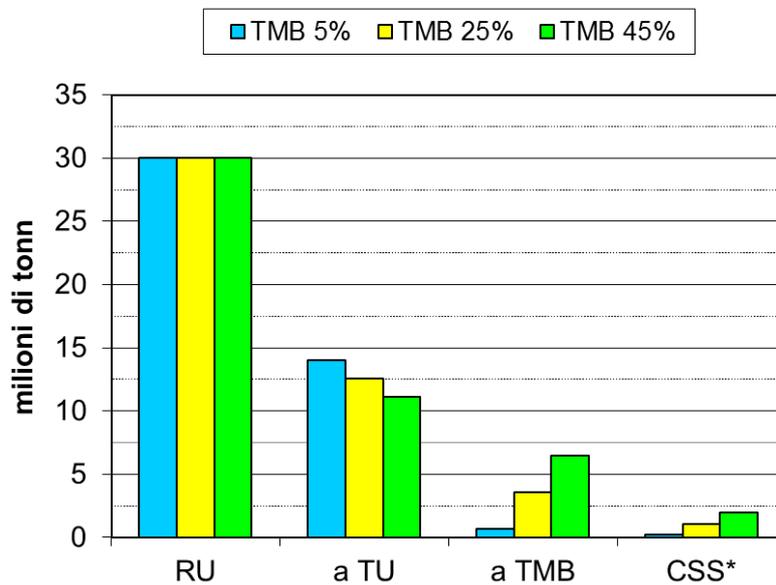


Fig. 13c: *Variazione dei flussi di rifiuti per frazione di rifiuti inviata a TMB pari al 5%, 25% e 45% del materiale combustibile*

7 FABBISOGNO PER RIFIUTI URBANI + SPECIALI

Per numerose categorie di rifiuti speciali la composizione e le caratteristiche chimico-fisiche sono molto simili a quelle di singole frazioni merceologiche dei rifiuti urbani residui, cosicché in molti casi la distinzione tra rifiuti urbani e speciali non è sostanziale, ma semplicemente formale. Infatti la distinzione varia con il luogo ed il tempo nel quale uno stesso identico materiale viene considerato, e non con le proprietà/caratteristiche del materiale stesso. In funzione delle diverse regole di assimilazione adottate da ciascuna Regione, uno stesso materiale può essere attribuito o ai rifiuti speciali o ai rifiuti urbani. Non solo. I processi di trattamento possono cambiare l'attribuzione. Ad esempio, la selezione delle plastiche a valle della raccolta differenziata "trasforma" la plastica non riciclabile da rifiuto urbano (a monte della selezione) a rifiuto speciale (a valle della selezione).

Ma ai fini del trattamento rilevano le proprietà chimico-fisiche, e non la "etichetta" urbano/speciale assegnata dalla norma. Cosicché è evidente che - a meno di (artificiose) preclusioni normative - in molti casi uno stesso impianto può trattare sia rifiuti urbani sia rifiuti speciali. Questo è particolarmente vero per gli impianti di recupero di energia, per i quali non è tanto importante la composizione merceologica del materiale da trattare, quanto la sua composizione elementare (umidità, ceneri, contenuto di carbonio, idrogeno, ossigeno, cloro, etc.) e il potere calorifico.

In definitiva, mentre alcune categorie di rifiuti speciali possono essere considerate a sé stanti (e.g. CER 17: rifiuti di costruzioni e demolizione), in generale il quadro della produzione e del trattamento di numerose categorie di rifiuti speciali non può essere scorporato dal quadro della produzione e del trattamento dei rifiuti urbani. Ciò vale in particolare per i rifiuti speciali combustibili, che in tutti i Paesi sono normalmente alimentati ad impianti di recupero di energia insieme ai rifiuti urbani.

7.1 Rifiuti speciali utilizzabili per recupero di energia

Quanto esposto sopra chiarisce che la definizione del fabbisogno nazionale di capacità di termoutilizzazione richiede necessariamente una stima della quantità di rifiuti speciali utilizzabili per il recupero di energia. D'altro canto, tale quantificazione è problematica per due motivi.

- 1) Molte delle categorie CER nelle quali i rifiuti speciali sono classificati possono includere sia materiale combustibile sia materiale non combustibile, cosicché non esiste una contabilità dei quantitativi potenzialmente utilizzabili per il recupero di energia.

- 2) Le interconnessioni tra i percorsi dei rifiuti urbani e quelli dei rifiuti speciali - e tra quelli di diverse categorie di rifiuti speciali - fa sì che alcuni materiali possono essere contabilizzati più volte.

Il Rapporto Rifiuti Speciali ISPRA del 2014 indica che nel 2012 i rifiuti speciali utilizzati come fonte di energia erano oltre 2 milioni di tonnellate, di cui circa 350.000 derivanti dal settore del trattamento dei rifiuti. Escludendo quest'ultimi - per evitare la doppia contabilizzazione degli scarti della raccolta differenziata - restano circa 1,7 milioni di tonnellate. Un quantitativo che testimonia la rilevanza dei rifiuti speciali nel quadro nazionale della termoutilizzazione. Questa circostanza è comune a tutti i Paesi europei che dispongono di sistemi di gestione dei rifiuti particolarmente virtuosi (utilizzo discarica pressoché zero come in Germania, Olanda, Svezia, etc.).

Ma i quantitativi di rifiuti speciali oggi impiegati per recupero energia sono molto inferiori a quelli potenzialmente utilizzabili a tale scopo. L'analisi dettagliata di realtà provinciali dell'Italia settentrionale con sistemi di gestione dei rifiuti particolarmente sofisticati (raccolta differenziata oltre 60%, utilizzo discarica molto contenuto) indica che - al netto dei rifiuti associati al trattamento di altri rifiuti, per evitare doppie contabilizzazioni - il quantitativo di rifiuti speciali combustibili (e inadatti al recupero di materia) è prossimo a quello dei rifiuti urbani indifferenziati.

In assenza di dati certi, per una prima, molto conservativa valutazione preliminare consideriamo qui solamente:

- a) fanghi di depurazione, stimabili in una quantità "equivalente" di 2 milioni di tonnellate⁷
- b) rifiuti ospedalieri, stimabili in circa 0,2 milioni di tonnellate⁸;
- c) rifiuti speciali non pericolosi combustibili oggi collocati in discarica, che sulla base di quanto riportato nel rapporto rifiuti speciali ISPRA 2014 possono essere stimati - tentativamente - in 2 milioni di tonnellate⁹;

⁷ Il rapporto rifiuti speciali ISPRA 2014 indica, per l'anno 2012, un quantitativo di fanghi (pericolosi + non pericolosi) ascrivibili al codice ISTAT 37 (gestione reti fognarie) pari a circa 4,8 milioni di tonnellate. Dato che il contenuto di umidità di tali fanghi non è specificato si assume qui, conservativamente, che tali 4,8 milioni di tonnellate siano equivalenti a 2 milioni di tonnellate di RUR o altri scarti inviati a TU - dove l'equivalenza fa riferimento alla quantità di energia generabile.

⁸ Il rapporto rifiuti speciali ISPRA 2014 indica, per l'anno 2012, un quantitativo di rifiuti ascrivibili al codice CER 18 (rifiuti prodotti dal settore sanitario e veterinario o da attività di ricerca collegate) pari a 184.270 tonnellate.

⁹ Il rapporto ISPRA indica che sono smaltiti in discarica oltre 3 milioni di tonnellate di rifiuti speciali non pericolosi ascrivibili a codici CER diversi da quelli degli scarti da raccolta differenziata, terre, rocce e scorie, attività di costruzione e demolizione e altri inerti, fanghi, ceneri, residui bonifica terreni. Data l'articolazione dei codici CER, è verosimile che almeno i due terzi di tali rifiuti siano costituiti da materiali combustibili:

per un quantitativo totale di rifiuti speciali combustibili di 4,2 milioni di tonnellate. Si sottolinea che le stime ai punti a) e c), per quanto verosimili, sono soggette a notevole incertezza. Per una stima più certa è indispensabile disporre di un quadro dettagliato e accurato delle caratteristiche dei fanghi e dei flussi di rifiuti speciali.

Ne consegue, per produzione lorda di rifiuti urbani 30 milioni di tonnellate, il quadro complessivo in Fig. 14. La confluenza a termoutilizzazione di materiali originanti da rifiuti urbani e da rifiuti speciali ben rappresenta la realtà fisica e impiantistica dove, come già discusso, i materiali che sono avviati a termoutilizzazione non sono discriminati sulla base di astratte categorie fissate dalle norme, bensì sulla base delle loro caratteristiche fisico-chimiche. Che devono essere tali da consentire un'affidabile funzionamento dell'impianto, conforme ai vincoli ambientali e con buone prestazioni energetiche.

Nel caso rappresentato in Fig. 14 il totale del materiale avviato a termoutilizzazione è circa 17 milioni di tonnellate, a cui si aggiungono oltre 1 milione di tonnellate di CSS ad alto potere calorifico da avviare a co-combustione. Per una stima più accurata è indispensabile disporre di una contabilità affidabile della produzione e del destino dei rifiuti speciali combustibili.

rifiuti da agro-alimentare; lavorazione legno, carta, pelli; tessile; raffinazione; processi chimici; imballaggi, etc.

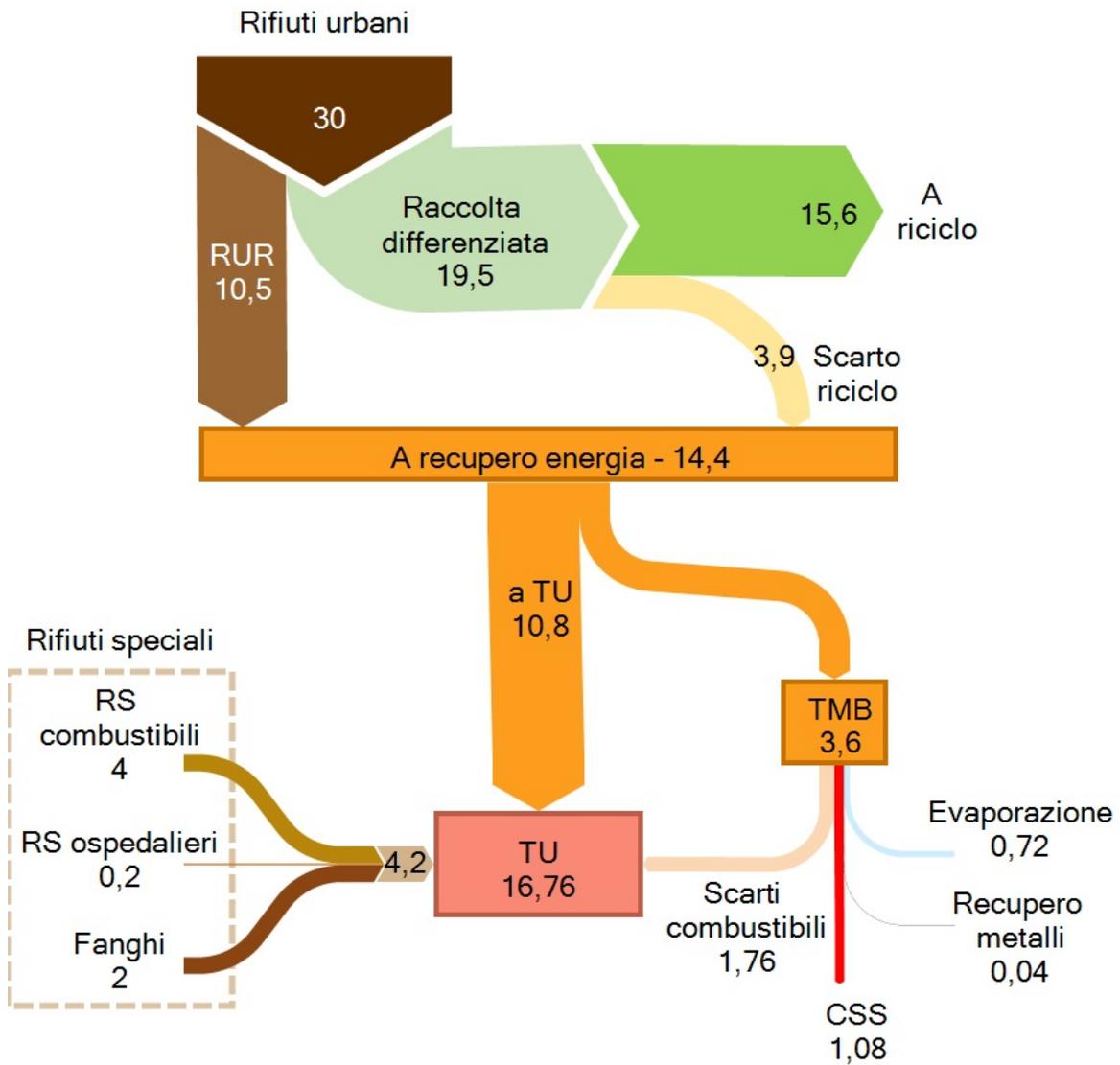


Fig. 14: Diagramma di flusso del sistema di trattamento di rifiuti urbani (per produzione lorda di 30 milioni tonnellate/anno) + rifiuti speciali e quantitativi dei principali flussi (valori in milioni di tonnellate/anno) secondo le ipotesi adottate in questo rapporto.

8 CONFRONTO CON CAPACITÀ OGGI INSTALLATA

L'allegato alla versione 30 aprile 2015 della bozza di DPCM attuativo dell'art. 35 riporta una capacità di trattamento nazionale degli impianti incenerimento di 6,3-6,8 milioni di tonnellate/anno. Il rapporto rifiuti ISPRA 2014 riporta invece (pag. 122) una capacità complessiva di oltre 7 milioni di tonnellate/anno, che tuttavia include impianti autorizzati ma non operativi (per esempio, l'impianto di Gioia Tauro).

8.1 Misura della capacità di trattamento

La portata in massa (tonnellate/anno o tonnellate/giorno o tonnellate/ora) non è peraltro un adeguato parametro per esprimere la capacità di trattamento di un impianto. Il dimensionamento di un impianto con recupero di energia dipende infatti, in primo luogo, dalla potenza termica di combustione, non dalla portata in massa. La specificazione della capacità degli impianti in termini di tonnellate/anno è impropria. All'aumentare del potere calorifico del rifiuto uno stesso impianto può trattare portate via via decrescenti, poiché la maggior quantità di calore generata da ciascuna tonnellata di rifiuto consente di raggiungere la potenza termica limite per una minor portata (tonnellate/ora) di rifiuti.

La specificazione della capacità di trattamento installata - così come del fabbisogno - in tonnellate/anno genera incertezze ed equivoci. L'effettiva quantità di rifiuti trattata da un impianto potrebbe essere significativamente diversa dalla sua "portata nominale". Trattasi di una considerazione particolarmente rilevante per il tema in esame, poiché la raccolta differenziata spinta tende ad aumentare il potere calorifico del rifiuto residuo. Cosicché gli impianti progettati in passato per potere calorifico relativamente basso possono oggi trattare portate anche molto inferiori alla portata nominale.

Per raccolta differenziata spinta la quantità di rifiuti residui trattabile negli esistenti impianti italiani può essere significativamente inferiore al valore di 6,3-6,8 milioni di tonnellate/anno. Per quanto anche altri motivi possono far sì che le quantità effettivamente trattate siano inferiori a quelle nominali (e.g. un prolungato fuori servizio), l'elevato potere calorifico del rifiuto residuo è certamente una delle principali cause della differenza tra la capacità "nominale" riportata sopra ed i quantitativi effettivamente trattati, che nel 2013 sono stati circa 5,8 milioni di tonnellate.

Tutto ciò a significare che la misura della capacità installata in tonnellate/anno può indurre a sovrastimare in modo significativo l'effettiva capacità di trattamento degli impianti esistenti.

8.2 Fabbisogno vs capacità installata

Ma anche assumendo che la capacità “nominale” riportata sopra possa effettivamente essere conseguita, è evidente che esiste oggi nel nostro Paese una grandissima differenza da colmare tra fabbisogno e capacità installata.

Assumendo (con un certa imprudenza):

- produzione lorda 30 milioni di tonnellate/anno;
- nessuna capacità di riserva (vedi cap. successivo);

la differenza tra il fabbisogno di quasi 17 milioni di tonnellate/anno in Fig. 14 e la capacità installata ammonta a oltre 10 milioni di tonnellate/anno.

9 ULTERIORI CONSIDERAZIONI

9.1 Capacità di riserva

A prescindere dalla stima del fabbisogno “nominale” a pieno carico, la definizione della capacità di un sistema di trattamento dovrebbe necessariamente prevedere una certa capacità di riserva per:

- sopperire all’impossibilità di gestire continuativamente gli impianti alla massima capacità di trattamento; nel migliore dei casi, si potrebbe assumere un funzionamento continuativo al 85-90% ;
- sopperire alla possibile indisponibilità prolungata di alcuni impianti causata da fermate per guasto o per operazioni di aggiornamento tecnologico, rifacimento, adeguamento all’evoluzione normativa, etc.
- garantire un margine rispetto alle inevitabili incertezze delle previsioni non solo circa l’evoluzione della produzione dei rifiuti, ma anche della Raccolta Differenziata, delle prestazioni degli impianti, etc.

L’inclusione di queste considerazioni comporta un aumento del fabbisogno di capacità di smaltimento, che in prima approssimazione possiamo qui stimare nel 10-15%. In altre parole, per ridurre effettivamente al minimo la necessità di discarica e la probabilità di emergenze, il totale di circa 17 milioni di tonnellate in Fig. 14 deve essere aumentato a 19-20 milioni.

9.2 Riequilibrio socio-economico

Stante lo squilibrio nella gestione dei rifiuti attualmente praticata nel nostro Paese, dove il livello di riciclaggio e di recupero di energia in buona parte del Sud Italia sono drammaticamente inferiori a quelli raggiunti nel Nord, l’art. 35 richiama la necessità/opportunità di fare leva sulla programmazione degli impianti di termoutilizzazione non solo per risolvere endemiche situazioni di emergenza, ma anche per promuovere il riequilibrio socio-economico del Paese. A tal fine non basta valutare il fabbisogno di capacità di termoutilizzazione su base nazionale, ma è necessario considerare l’articolazione per regione, così da promuovere una corrispondenza tra zone di produzione dei rifiuti e ubicazione degli impianti.

Questa valutazione di riequilibrio richiede necessariamente un’analisi di maggior dettaglio, che articoli i flussi (per il caso base vedi Fig. 5 e 6) almeno per macro-regioni, in modo di individuare il fabbisogno “locale” per ciascuna di esse.

Ferma restando la necessità di tale più dettagliata analisi per esprimere valutazioni quantitative, si può comunque anticipare fin d'ora che la maggioranza degli impianti da realizzare per colmare la differenza tra fabbisogno e (insufficiente) capacità attuale dovrà essere realizzata al Sud e al Centro, dove la dotazione impiantistica è oggi molto inconsistente - se non assente.

10 CONCLUSIONI

Questa relazione riporta una prima valutazione preliminare del fabbisogno di capacità di termoutilizzazione in Italia sulla base di alcune semplici ipotesi. Per quanto approssimate, tali ipotesi corrispondono a quanto è ragionevole attendersi, nel complesso, dall'applicazione di moderne strategie e tecnologie di gestione dei rifiuti a tutto il nostro Paese.

Ciò nella prospettiva di definire le caratteristiche di un sistema integrato e moderno di gestione dei rifiuti urbani e dei rifiuti speciali combustibili che possa:

- (i) garantire la sicurezza nazionale (autosufficienza);
- (ii) raggiungere l'obiettivo "discarica zero";
- (iii) prevenire ulteriori procedure di infrazione per la mancata attuazione delle norme europee di settore.

Al riguardo vale richiamare che oltre il 36% dei rifiuti italiani viene attualmente smaltito in discarica, mentre Paesi quali Germania, Svezia o Danimarca hanno praticamente azzerato l'utilizzo della discarica adottando un equilibrato mix di recupero di materiali e di energia.

La stima qui sviluppata indica un fabbisogno di capacità di termoutilizzazione ascrivibile ai soli rifiuti urbani di 12,5 milioni di tonnellate/anno.

La robustezza di questa stima è stata verificata con un'analisi della sensitività alla produzione lorda ($\pm 10\%$: 27 vs 33 milioni di tonnellate), alla penetrazione della raccolta differenziata (± 10 punti percentuali: 55% vs 75%) e alla frazione di materiale combustibile destinato alla produzione di CSS ad alto potere calorifico (± 20 punti percentuali: 5% vs 45%). In tutti i casi il fabbisogno di capacità di termoutilizzazione resta nettamente superiore a 10 milioni di tonnellate/anno, superando i 14 milioni quando la Raccolta Differenziata si limita al 55% e quando la produzione di CSS ad alto potere calorifico da TMB diventa marginale.

Se al "caso base" dei Rifiuti Urbani si aggiungono i Rifiuti Speciali inadatti al recupero di materia ma utilizzabili per recupero di energia, il fabbisogno totale sale a circa 17 milioni di tonnellate/anno.

Pur ignorando la necessità di disporre di un minimo di capacità di riserva, se si considerano anche i Rifiuti Speciali (fanghi, rifiuti sanitari e altri) la differenza tra fabbisogno e capacità installata ammonta, per il caso base, a oltre 10 milioni di tonnellate/anno.