

## LCC: Impianti di smaltimento di RSU: integrazione di modelli economici e ambientali nella Life Cycle Sustainability Analysis (LCSA)

A titolo di esempio di combinazione di modelli economici e ambientali per valutare le politiche nel campo dei rifiuti, si riporta sommariamente uno studio svedese, tratto da un articolo di Zamagni, A.; Buttol, P.; Buonamici, R.; Masoni, P.; Guinée, J.B.; Huppes, G.; Heijungs, R.; van der Voet, E.; Ekvall, T.; Rydberg, T. (2009). Blue Paper on Life Cycle Sustainability Analysis. Deliverable 20 of the CALCAS project.

In particolare, lo studio combina l'uso dei seguenti metodi e modelli:

- Statistiche nazionali sui rifiuti
- Il modello computazionale di equilibrio generale dell'economia svedese Environmental Medium term Economic model (EMEC)
- Un modello ingegneristico del sistema di gestione dei rifiuti svedese, NatWaste
- Uno studio di LCA delle differenti opzioni tecnologiche per il trattamento dei rifiuti.

La figura 3 mostra come i diversi modelli sono stati tra loro combinati al fine di determinare gli impatti ambientali.



Fig.3 – Integrazione modelli economici ed ambientali

L'esigenza di una metodologia per la valutazione della sostenibilità di sistemi anche particolarmente complessi basata comunque su di un approccio di ciclo di vita (figura 4) e le linee per il suo sviluppo sono stati l'oggetto del progetto europeo CALCAS (Coordination Action for innovation in Life-Cycle Analysis for Sustainability).

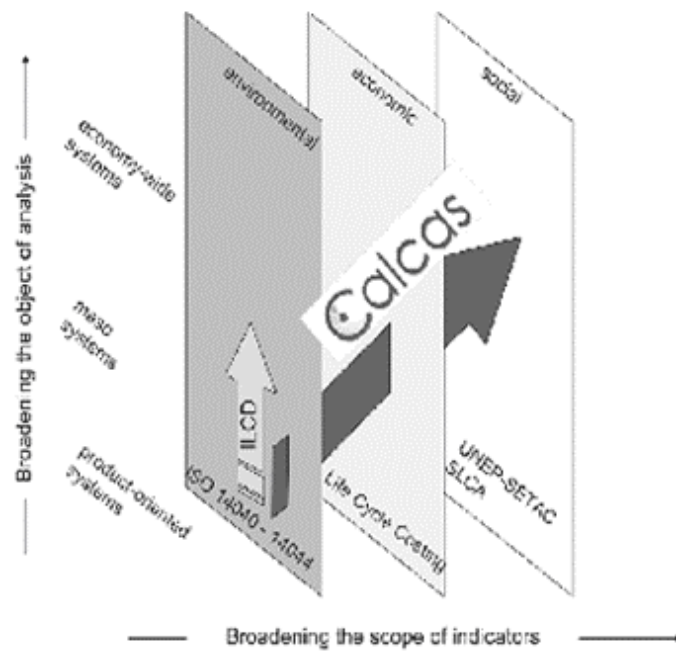


Fig. 4 – Ampliamento dell'oggetto dell'analisi e degli impatti analizzati dall'LCA affrontato in CALCAS.

Il confronto tra diverse strategie per il recupero di energia da rifiuti solidi urbani nel contesto di sistemi integrati di gestione dei rifiuti urbani può essere valutato attraverso bilanci energetici ed ambientali oltre che economici.

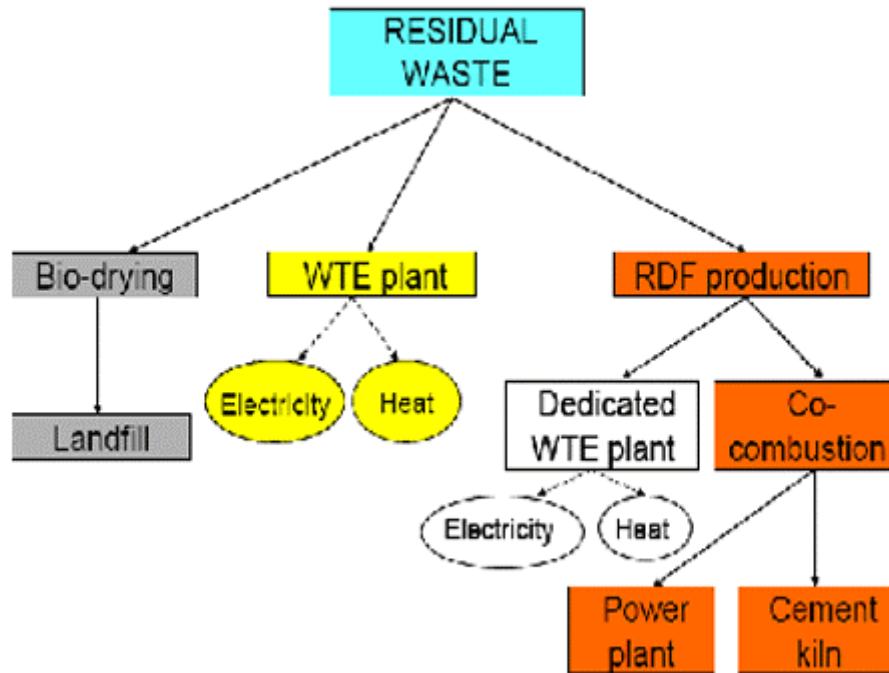


Fig. 5 – Recupero di energia dai rifiuti solidi urbani

Le migliori tecnologie disponibili per la combustione sono considerate quelle basate sul forno a griglia e sul letto fluido, ritenendo che né la gassificazione né la co-combustione in impianti termoelettrici siano stati sufficientemente collaudati su scala commerciale.

L'analisi economica è stata basata su dati aggregati per impianti recentemente realizzati nell'Italia Settentrionale.

In tutti i casi l'input primario del sistema considerato è il residuo della RD al 35% in peso.

Per tale residuo si sono considerate 4 filiere di trattamento:

- 1) termoutilizzo "immediato" del residuo
- 2) pretrattamento a bocca dell'impianto di termoutilizzazione
- 3) produzione di CDR con biostabilizzazione a monte della selezione meccanica
- 4) produzione di CDR con biostabilizzazione a valle della selezione meccanica

Per evidenziare l'effetto scala, l'analisi è sviluppata per due bacini di diverse dimensioni:

- A) produzione rifiuti totale 100.000 t/anno (circa 200.000 ab.);
- B) produzione rifiuti totale 600.000 t/anno (circa 1.200.000 ab.).

In tutti i casi è ipotizzato che il termoutilizzo sia finalizzato alla sola produzione di elettricità. Per un caso

particolare (filiera 1, bacino grande) si é sviluppato il caso di co-generazione di calore a bassa temperatura per l'alimentazione di una rete di teleriscaldamento.

---

## BILANCI ENERGETICI

Il bilancio energetico indica che:

- La filiera energeticamente più efficace é la 1, termoutilizzo "immediato": senza alcuna manipolazione, del residuo della RD.
  - Il pretrattamento a bocca di forno comporta variazioni piccole dei principali flussi energetici. L'effetto sul risparmio complessivo é negativo, cioè il pretrattamento riduce il "beneficio energetico" derivante dallo smaltimento dei rifiuti. Ben peggiore é la situazione delle filiere con produzione di CDR, per le quali il "beneficio energetico" dello smaltimento si riduce sostanzialmente.
  - L'impatto negativo della manipolazione del rifiuto sul bilancio energetico smentisce che la "riqualificazione" del rifiuto con produzione di CDR migliori in qualche modo il quadro energetico. Il residuo della RD ha qualità combustibili già più che buone. Il dispendio di energia per migliorare tali qualità supera il beneficio che ne può derivare.
  - Grazie al forte effetto scala sulle prestazioni energetiche, gli impianti di grande taglia consentono di aumentare di circa il 50% il "beneficio energetico".
  - La co-generazione di calore a bassa temperatura, es. rete di teleriscaldamento, migliora il quadro energetico.
- 

## BILANCI AMBIENTALI

Per il bilancio ambientale sono valutati i 5 aspetti maggiormente implicati nel tipo di attività in esame:

- inventario delle emissioni (Emission Inventory EI);
- potenziale di effetto serra (Global Warming Potential GWP);
- potenziale di tossicità umana (Human Toxicity Potential HTP);
- potenziale di formazione fotochimica dell'ozono (Photo-chemical Ozone Creation Potential POCP);
- potenziale di acidità (Acidification Potential AP).

Le indicazioni che emergono da questo schema si possono così riassumere:

A) le moderne tecnologie di termoutilizzazione di rifiuti che operano a valle della RD, consentono impatti sull'ambiente complessivamente inferiori a quelli della tecnologia convenzionale di produzione dell'energia elettrica attualmente praticata;

B) le filiere 3 e 4, con produzione di CDR e il utilizzo in "impianti dedicati", comportano impatti complessivi superiori a quelli stimati per le filiere 1 e 2 che trattano il rifiuto così come proveniente dalla RD o dopo trattamento a bocca di forno. Le manipolazioni non sembrano giustificate neanche sul piano ambientale.

---

## BILANCI

## ECONOMICI

Il bilancio economico indica che nei limiti e con le incertezze dovute alla difficile reperibilità dei dati suggerisce che:

- Il pretrattamento o la produzione di CDR incidono in modo sostanziale sul quadro economico.
- Anche nel caso di modesta valorizzazione dell'elettricità, i relativi ricavi costituiscono comunque una voce rilevante del bilancio economico, il cui peso aumenta sostanzialmente all'aumentare della taglia dell'impianto.
- Non sembrano giustificati economicamente né il pretrattamento (meno ancora la produzione di CDR) né il frazionamento della capacità di trattamento in tanti piccoli impianti.

Si riporta una sintesi di uno studio simile realizzato nel 2005 dal Politecnico di Milano, con un approfondimento a seconda delle caratteristiche degli impianti alimentati con il CDR (o RDF), che comprende i bilanci di massa e energia per le 4 filiere sotto elencate:

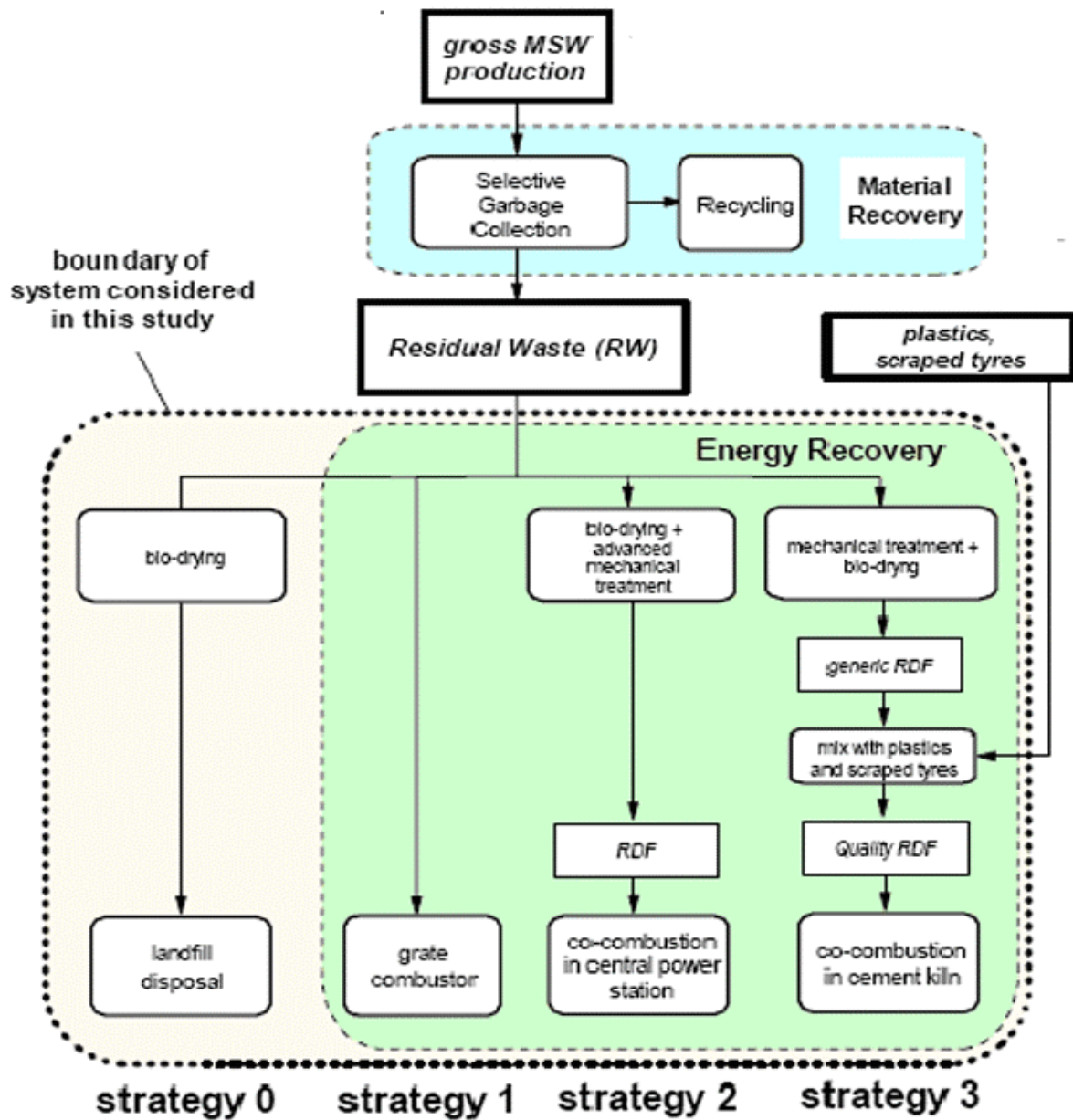


Fig. 6 – Strategie di recupero di energia dai rifiuti solidi urbani

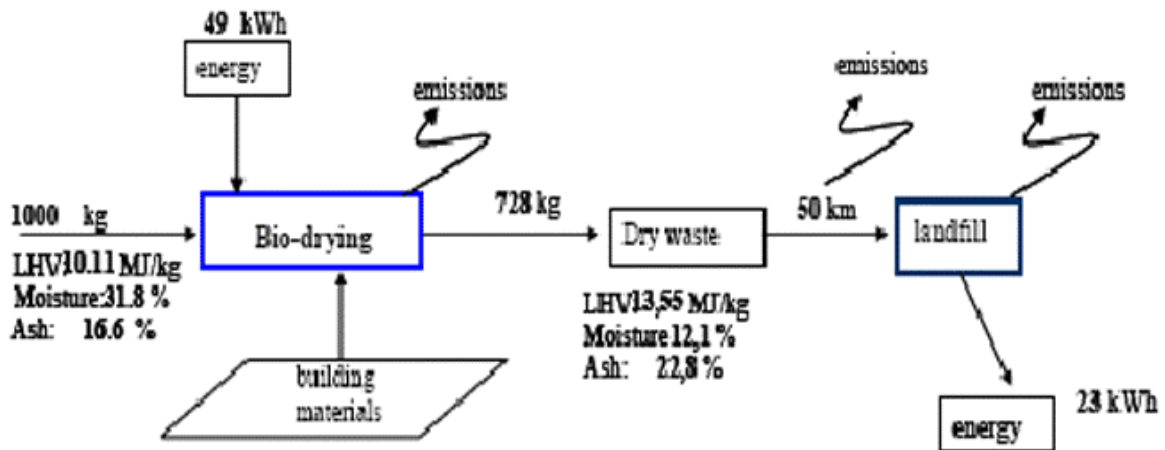


Figure 2.2. Strategy 0: bio-drying + landfill

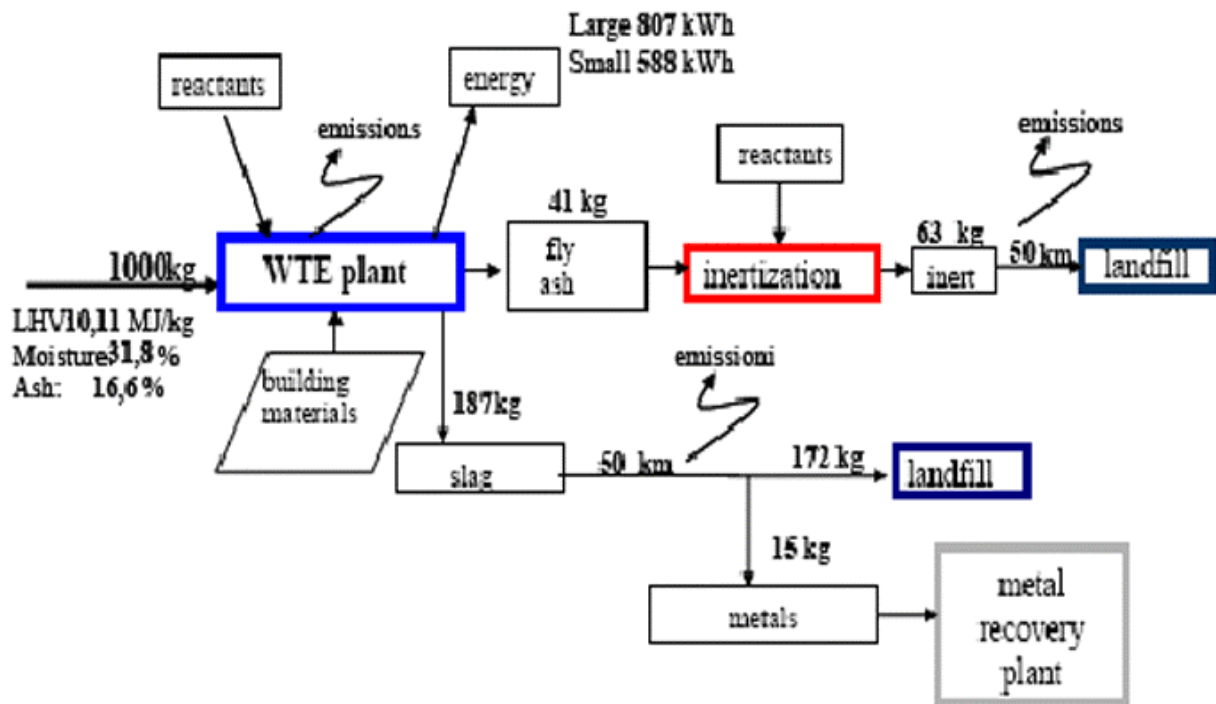


Fig. 7 (2.2) – Strategia 0: bio-essiccazione + discarica

Fig. 8 – Strategia 1:RSU che alimenta un impianto di co-generazione

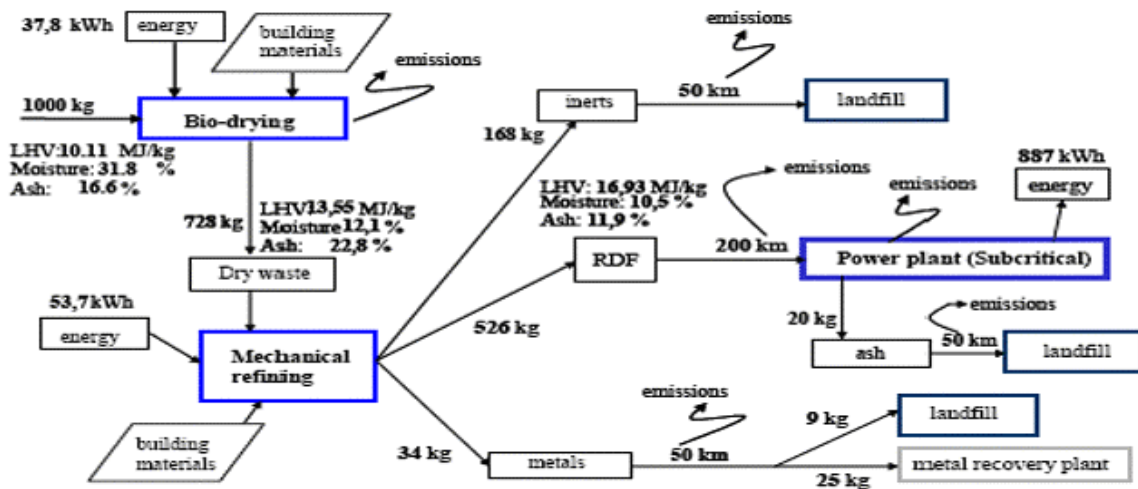


Figure 2.4. Strategy 2: RDF production and its co-combustion in a fossil-fuel-fired power station

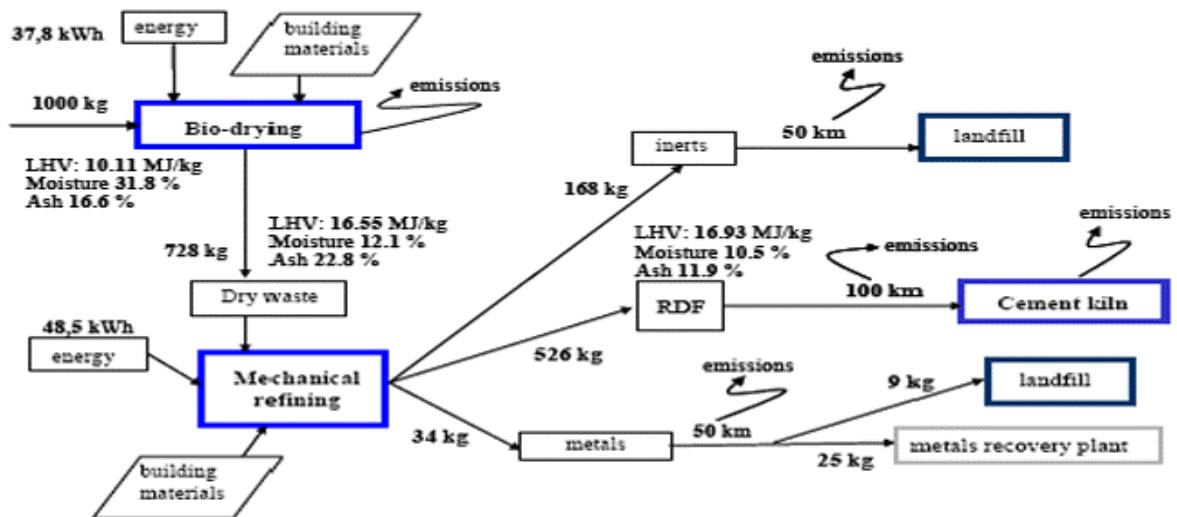


Figure 2.5. Strategy 3: RDF production and its co-combustion in a cement kiln

Fig. 9 (2.4) – Strategia 2: produzione di CDR e la sua co-combustione in centrale termoelettrica

Fig. 10 (2.5) – Strategia 3: produzione di CDR e la sua co-combustione in cementificio

La figura 11 illustra l'efficienza complessiva della produzione di energia elettrica per le strategie 1 e 2.

Questo risultato non si applica alla strategia 3, dove il prodotto finale della co-combustione del CDR è il cemento e non l'energia elettrica.

Per gli inceneritori con recupero di energia secondo la strategia 1, è stato incluso in questo confronto anche la semplice produzione di energia elettrica, mentre per la strategia 2 sono stati considerati due diversi tipi di centrale termoelettrica:

- un tradizionale ciclo a vapore sub-critico (Strategia 2 SUB);
- un più avanzato ciclo a vapore ultra-super critico (Strategia 2 USC), che sarà alla base di nuove centrali termoelettriche.

Valutando i risultati, risulta che l'efficienza complessiva della produzione di elettricità con la co-

combustione di CDR in 2-SUB (28,33%) è circa lo stesso della combustione del RSU in un impianto di incenerimento con recupero di energia tradizionale di grandi dimensioni (28,77%). In effetti, la maggiore efficienza della 2-USC (35,88%) rispetto all'impianto con recupero di energia tradizionale è scomparsa a causa delle perdite legate al processo di produzione di CDR.

D'altra parte, l'efficienza della co-combustione di CDR in 2- SUB può essere assunto costante, e quindi produce energia elettrica in quantità maggiore rispetto ai piccoli impianti incenerimento con recupero alimentati con RSU, la cui efficacia è fortemente influenzata dalle economie di scala e scende al 19,47%.

Un vantaggio significativo della co-combustione in centrali elettriche del CDR si ha quando si realizza il ciclo a vapore 2-USC, con un rendimento netto complessivo del 34,31%, nettamente superiore rispetto l'impianto di incenerimento con recupero di energia alimentato con RSU.

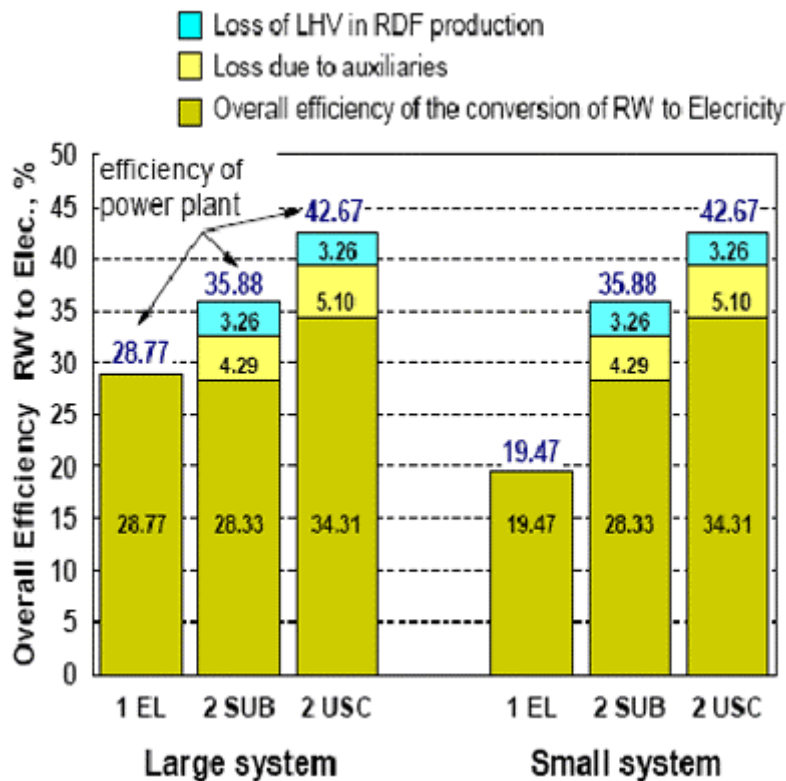


Fig. 11 – Bilanci energetici

La valutazione del risparmio di energia primaria, espresso in termini di kg di petrolio equivalente riportata in figura 12 per le strategie analizzate.

Si può notare che il risparmio di energia primaria generata dalla co-combustione di CDR e dalla combustione di RSU in impianti di incenerimento con recupero di energia tradizionali sono simili, soprattutto quando sono considerati impianti di incenerimento con recupero di energia con co-generazione di grandi dimensioni.



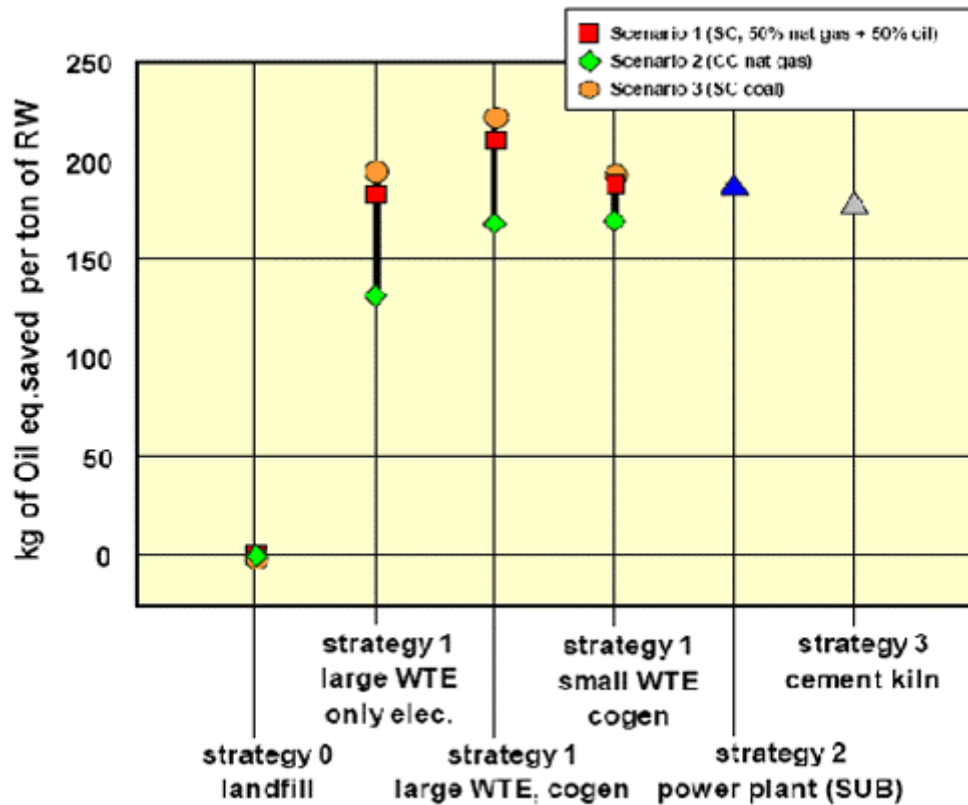


Fig. 12 – Energia primaria risparmiata per ton di RSU

Per quanto riguarda le considerazioni economiche infine, con le ipotesi fatte nello studio, emerge che il solo costo di produzione del CDR, senza considerare la combustione, è superiore al costo complessivo di gestione RSU che alimenta un impianto di co-generazione, strategia 1 nel caso di bacino grande. Resterebbe quindi da valutare la convenienza nel caso del bacino piccolo.