



Università degli Studi di Napoli “Federico II”  
Università degli Studi di Genova, Università degli Studi di Palermo

Dottorato di Ricerca in  
“RECUPERO EDILIZIO ED AMBIENTALE”  
XXIV ciclo

**Rifiuti ed energia  
nella riqualificazione sostenibile della periferia urbana**

Dottoranda: Ing. Francesca Grisanti

Tutors: Prof. Arch. Antonella Mamì  
Prof. Arch. Giulia Bonafede

Consulente esterno: Ing. Francesco Cappello - ENEA

**Novembre 2011**



## INDICE

<b>Introduzione</b> .....	5
<b>1. La riqualificazione delle periferie: la gestione dei rifiuti e la riconversione energetica come opportunità</b> .....	7
1.1 La scala di quartiere .....	7
1.2 Rifiuti da problema a opportunità .....	11
1.3 La questione energetica: necessità di riconversione .....	13
<b>2. La gestione dei rifiuti</b> .....	19
2.1 Quadro di riferimento normativo .....	19
2.2 Lo stato attuale della gestione dei rifiuti in Sicilia .....	25
2.2.1 <i>La revisione del piano di gestione dei rifiuti in Sicilia: finalità e strategie</i> .....	28
2.3 Il contributo di una corretta gestione dei rifiuti alla riduzione delle emissioni di gas serra e al risparmio energetico .....	30
2.3.1 <i>Il calcolo delle emissioni di gas serra dai rifiuti</i> .....	31
2.3.2 <i>Il contributo dell'attività di riciclaggio di vetro, carta, plastica e metalli</i> .....	32
2.3.3 <i>Il contributo della raccolta differenziata dello scarto organico</i> .....	34
2.4 I nuovi scenari per la gestione dei rifiuti urbani .....	39
2.4.1 <i>Norme per la realizzazione degli impianti a Fonte Rinnovabile</i> .....	44
<b>3. I trattamenti biologici della FORSU (Frazione Organica dei Rifiuti Solidi Urbani) all'interno di sistemi di gestione integrata dei rifiuti</b> .....	49
3.1 Definizione .....	49
3.2 Energia dal Biogas .....	51
3.2.1 <i>Le Matrici utilizzabili per la digestione anaerobica</i> .....	52
3.2.1.1 <i>La frazione organica da raccolta differenziata – FORSU</i> .....	53
3.2.2 <i>Il recupero del biogas dalle discariche esistenti</i> .....	55
3.3 La Digestione Anaerobica .....	57
3.3.1 <i>Uso della DA, a livello globale, nell'UE e in Italia</i> .....	60
3.4 I vantaggi dell'accoppiamento aerobico-anaerobico .....	63
3.5 I nuovi sistemi di micro-cogenerazione e trigenerazione termico-elettrica con utilizzo di biogas da rifiuti .....	65
3.6 Potenzialità di un impianto per il trattamento della FORSU attraverso D.A. con produzione di biogas e cogenerazione di energia elettrica/calore .....	68
3.6.1 <i>Uno schema con container metallici per un impianto da 4000 t/a</i> .....	68
3.6.1.1 <i>Considerazioni sui bilanci di massa ed energia</i> .....	71
3.6.1.2 <i>Valutazione economica impianto 100 kW</i> .....	71

3.6.2	<i>L' impianto di bio-fermentazione "Tisner Au" nella provincia di Bolzano: una best practice</i> .....	72
<b>4.</b>	<b>Caso studio: Borgo Ulivia a Palermo</b> .....	<b>75</b>
4.1	Scenari operativi.....	75
4.2	Considerazioni sull'esemplarità del caso studio .....	78
4.3	Inquadramento territoriale.....	80
4.3.1	<i>Borgo Ulivia</i> .....	85
4.4	Analisi del costruito e degli spazi di pertinenza.....	86
4.5	Dati statistici sulla popolazione.....	103
4.6	Stima dei consumi di energia elettrica e gas .....	104
4.6.1	<i>Analisi dei dati sui consumi di energia elettrica e gas in Sicilia e nella provincia di Palermo</i> .....	104
4.6.2	<i>Calcolo dei consumi di energia elettrica e gas a Borgo Ulivia</i> .....	105
4.7	Stima della produzione di rifiuti urbani e dei costi di gestione.....	109
4.7.1	<i>Produzione di rifiuti a Borgo Ulivia</i> .....	110
4.7.2	<i>Determinazione dei costi base per la raccolta e il trasporto dei rifiuti</i> .....	111
4.7.3	<i>Determinazione dei costi base per lo smaltimento dei rifiuti</i> .....	112
4.8	Analisi della resa energetica di un impianto per la produzione di biogas e compost, scelta delle tecnologie possibili e loro integrabilità.....	117
4.9	Alternative di scenario: aspetti operativi e gestionali .....	119
4.9.1	<i>Scenario "A" - Stato di fatto Raccolta Indifferenziata</i> .....	119
4.9.2	<i>Scenario "B" - Avvio della Raccolta Differenziata con compostaggio della FORSU</i> .....	122
4.9.3	<i>Scenario "C" - Raccolta Differenziata e trattamento in situ della FORSU con produzione di biogas e compost</i> .....	125
4.10	Confronto dei risultati negli scenari ipotizzati .....	133
<b>5.</b>	<b>Considerazioni finali</b> .....	<b>137</b>
<b>6.</b>	<b>Bibliografia</b> .....	<b>141</b>
<b>Appendice</b> .....		<b>147</b>
Tabelle .....		149
Grafici .....		167



## Introduzione

L'obiettivo del lavoro di ricerca è contribuire alla metodologia per la riqualificazione di un insediamento urbano, a prevalente carattere residenziale, tramite una più efficiente gestione dei rifiuti con l'uso di tecnologie innovative.

Pur utilizzando tecnologie affermate ed utilizzate in altre realtà, l'originalità del progetto risiede nella scala alla quale si opera.

Si è ritenuto opportuno studiare la possibilità di trasformare un quartiere da consumatore di materia ed energia a produttore di compost e bioenergia, cercando di capire, se e come, impianti di piccole dimensioni atti alla trasformazione dei rifiuti in energia si possano realizzare all'interno del tessuto urbano. L'analisi della potenzialità di generazione energetica dai rifiuti è vista sotto il duplice aspetto del contributo alla produzione di energia da fonte rinnovabile e del conseguimento dell'abbattimento delle emissioni climalteranti. Emerge, infatti, la necessità di creare un modello di produzione di energia e beni eco-sostenibile, condiviso e accessibile che possa:

- rendere le comunità autonome dal punto di vista dello smaltimento dei rifiuti;
- valorizzare i rifiuti con la produzione di materie prime seconde ed energia;
- formare e informare le comunità sulle questioni energetiche e sull'impatto che i moderni modelli di sviluppo, basati su fonti rinnovabili e non, hanno sull'ambiente e la società;
- creare un modello ed una strategia di intervento riproducibile e/o rimodulabile.

L'individuazione dei criteri metodologici rappresenta l'obiettivo della ricerca, ma, si è ritenuta opportuna la verifica operativa in un caso studio.

Il caso studio è il quartiere Borgo Ulivia di Palermo, tipico quartiere di residenza pubblica della periferia con un forte grado d'incompiutezza, soprattutto nella conformazione e negli usi degli spazi aperti e delle attrezzature collettive. Tale caratteristica può essere considerata una risorsa; gli ampi spazi aperti e a verde sono, infatti, più facilmente suscettibili alle trasformazioni, sia ai fini di una più efficiente raccolta differenziata, sia per l'inserimento di impianti per la trasformazione dei rifiuti idonei a soddisfare le istanze del quartiere.

In particolare la ricerca si è occupata di raccogliere i dati ed elaborare le informazioni già esistenti per verificare la disponibilità temporale, quantitativa e qualitativa di materia prima idonea, proveniente dalla raccolta differenziata per la produzione di biogas, energia termica e compost in impianti tecnologicamente innovativi.

In particolare la materia prima che può essere avviata al processo e che potrebbe essere reperibile nel territorio oggetto dello studio è rappresentata dai rifiuti organici provenienti dalla raccolta differenziata e, pertanto, il lavoro nella fase preliminare si è svolto con:

- raccolta di informazioni utili per costruire il quadro generale entro cui si muove la ricerca (p.es. legislazione nazionale e locale in vigore);
- analisi dei benefici derivanti dalla valorizzazione degli scarti organici;
- analisi delle tecnologie possibili utilizzabili per la trasformazione di rifiuti in energia.

Successivamente alla scala del quartiere sono stati raccolti i dati relativi alla popolazione, ai consumi di energia, alla quantità di rifiuti prodotta. Sono stati quantificati i costi per la gestione attuale dei rifiuti e determinati i danni ambientali prodotti da questo sistema di raccolta.

Per procedere ad una valutazione dei benefici derivanti dall'introduzione di un nuovo sistema di gestione dei rifiuti sono stati ipotizzati due scenari di riferimento, oltre a quello attuale, all'interno dei quali analizzare costi e benefici. Una prima proposta è stata quella di ipotizzare per il quartiere in esame un sistema di raccolta differenziata analogo a quello già attivo in altri quartieri della città. Una seconda proposta è stata quella di ipotizzare di trattare i rifiuti organici del quartiere direttamente in situ realizzando un impianto per la produzione di biogas e compost. In tutti gli scenari sono stati valutati i costi per la gestione del sistema di raccolta e smaltimento e i benefici ottenibili rispetto allo scenario attuale, verificando che proprio su questi è possibile ottenere anche consistenti risparmi economici.

# **1. La riqualificazione delle periferie: la gestione dei rifiuti e la riconversione energetica come opportunità**

## **1.1 La scala di quartiere**

Le sollecitazioni provenienti dal quadro nazionale ed europeo impongono una forte integrazione del trinomio energia-ambiente-territorio e una sua non formale traduzione in azioni concrete, quindi, il ricorso alle fonti rinnovabili e all'uso razionale dell'energia appare una scelta obbligata di indirizzo strategico per la tutela dell'ambiente e lo sviluppo sostenibile. In particolare, introdurre la variabile energia nelle procedure di pianificazione e gestione del territorio, non solo risponde ad un obbligo di legge ma rappresenta un'importante opportunità per lo sviluppo e il cambiamento della città nel quadro delle direttive e dei finanziamenti nazionali ed europei.

La rigenerazione delle zone urbane periferiche e marginali si configura come elemento centrale dello sviluppo dell'intera città; una concezione della riqualificazione basata su criteri di equità, in cui le azioni implicino l'incremento del benessere anche per fasce di utenza debole, concorre indirettamente al miglioramento del benessere complessivo dell'intera società<sup>1</sup>.

La periferia è spesso descritta come negazione. Il termine periferia, con la densità di significati negativi che ha accumulato su di sé, è diventato un aggettivo per indicare una condizione più che rappresentare un luogo fisico. I quartieri delle nostre periferie, seppur nati con l'intento di dare risposta ai bisogni delle comunità locali, sono caratterizzati da una condizione di marginalità sociale e funzionale, spesso associate a un degrado ambientale, urbanistico ed edilizio. L'insieme di queste caratteristiche richiede programmi d'intervento articolati e integrati. L'attuale problematicità delle periferie pubbliche è data da una loro condizione di non finitezza, soprattutto nella conformazione e negli usi degli spazi aperti e delle attrezzature collettive. L'intervento di riqualificazione deve, quindi, avviare nuovi percorsi progettuali improntati all'interazione tra differenti approcci e alla costruzione di processi che siano in grado di delineare reti di cooperazione tra abitanti e istituzioni locali. Ecco allora che la periferia può assumere un ruolo di laboratorio per progettualità innovative, dove diversi percorsi di ricerca, al di là delle specifiche discipline, possono sperimentare progetti e strategie capaci di avviare una più ampia rigenerazione urbana e di disegnare nuovi equilibri territoriali e sociali. Nella

---

<sup>1</sup> Belli A., "Relazione introduttiva" al Convegno *Cittadini e istituzioni: ascolto delle periferie e nuovi mestieri dell'urbanistica*, Istituto Francese Grenoble, Napoli 2005.

riqualificazione energetica la scala urbana moltiplica gli aspetti di opportunità organizzativa e convenienza economica perché coinvolge non solo i privati ma anche soggetti pubblici e permette di inserire nel bilancio non solo i singoli edifici ma anche gli spazi pubblici, le infrastrutture i servizi a rete. Ecco che l'idea di scomporre l'area metropolitana in ambiti più ridotti, quali i quartieri, può essere utile per provare a risolvere problemi che poi possono essere visti in ambito più grande come insieme di singole realtà a scala ridotta. La scala di quartiere è cruciale nel governo della città, perché rappresenta il luogo della vita quotidiana degli abitanti. Ecco che la scala di quartiere per la sua dimensione, che non è più quella architettonica limitata al singolo edificio, ma non è neanche quella urbana, ci può permettere di mettere a punto una metodologia che, partendo dai fattori di contesto (fisici e socioculturali, presenza di aree libere, servizi a rete), dopo avere analizzato i requisiti che scaturiscono dagli indirizzi normativi e avere valutato le prestazioni tecnologiche delle fonti di energia rinnovabili delocalizzate, ci permetta di scegliere i possibili interventi di riqualificazione energetica da inserire a questa scala.

Il quartiere che è stato studiato nella ricerca è stato oggetto di un *Contratto di quartiere*<sup>2</sup>. I CdQ<sup>3</sup> mirano a operazioni di recupero e rinnovo delle periferie e di tutti quegli ambiti che non vengono coinvolti nei processi di riorganizzazione urbana, e in particolare si occupano, di rinnovare i caratteri edilizi ed incrementare la funzionalità del contesto urbano degradato, assicurando, nel contempo, il risparmio nell'uso delle risorse naturali disponibili ed in particolare il contenimento delle risorse energetiche. All'interno dei CdQ, a differenza di quanto fatto in precedenti tipologie d'intervento nel settore del recupero e della riqualificazione, si è sperimentata una modalità di intervento, quella della progettazione partecipata, che ha permesso agli abitanti dei quartieri investiti dai programmi di prender parte alla definizione dei progetti, riacquistando così un senso di appartenenza ai luoghi in cui vivono, e al controllo della loro realizzazione. L'obiettivo del recupero urbano deve essere perseguito focalizzando due tipologie di problemi: la marginalità sociale e la tutela ambientale. Nel progetto di recupero di un intero quartiere, infatti, bisogna inglobare nella valutazione tutti gli elementi che compongono l'ambiente costruito edifici, infrastrutture, spazi aperti, verde, come parte integrante dei comportamenti e degli effetti ambientali e socio economici ad essi associati. I passi da fare per recuperare l'ambiente costruito in modo sostenibile devono prevedere oltre al

---

<sup>2</sup> I Contratti di Quartiere, promossi per la prima volta su iniziativa del Ministero dei Lavori Pubblici nel 1998, sono nati proprio per favorire l'integrazione territoriale e sociale delle zone tradizionalmente più difficili, spesso coincidenti con gli insediamenti di edilizia pubblica situati in aree periferiche.

<sup>3</sup> D.M. 1071 e 1072 del 1° dicembre 1994. Delibera CER ex Ministero de Lavori Pubblici del 5 giugno 1997. L.23 dicembre 1996 n.662. I Contratti di Quartiere sono programmi integrati di recupero urbano finalizzati alla promozione dello sviluppo sociale, economico ed occupazionale a livello di quartiere o d'area

miglioramento della qualità edilizia il miglioramento della qualità della vita<sup>4</sup>. Oggetto della ricerca è il quartiere perché rappresenta la scala reale ed effettiva di valutazione dei problemi sociali, ambientali, urbani e di partecipazione locale. Il quartiere è costituito da:

<b>Spazi della residenza</b>	volumi occupati dalla residenza inclusi giardino, e spazi privati annessi;
<b>Spazi delle attrezzature e servizi</b>	edifici dedicati al terziario e ai servizi, edifici di tipo industriale o commerciale e spazi di pertinenza;
<b>Spazi aperti</b>	giardini parchi e spazi aperti pubblici, piazze comprese;
<b>Infrastrutture</b>	strade, percorsi ciclabili, reti di servizio (luce, gas, acqua, comunicazioni).

E' a scala di quartiere che si coniugano i tre aspetti della sostenibilità: sociale, economica e finanziaria. La scala di quartiere moltiplica gli aspetti di opportunità organizzativa e convenienza economica, ciò deriva, dal particolare livello di responsabilità, progettualità, impegni di istituzioni e di vari soggetti, dalla possibilità di inserire elementi, relativi anche all'esterno degli edifici che introducano nel bilancio dell'intervento voci in attivo (cogenerazione, fotovoltaico), ma che permettano anche agli abitanti di adottare stili di vita realmente sostenibili (piste ciclabili, raccolta differenziata). Si tratta quindi di aggiornare, in base all'esigenza della sostenibilità, il concetto stesso di quartiere e di modo di abitarlo.

Come é indispensabile che ogni manutenzione straordinaria di un edificio contempli anche la riqualificazione energetica, è altrettanto vero che oggi non si può concepire, per evidenti ragioni, la riqualificazione di un quartiere, che non includa il tema della sostenibilità ambientale e la riqualificazione energetica.

In particolare, quando s'interviene, come spesso avviene, in un quartiere degradato, la riqualificazione non può limitarsi al ritorno alla condizione precedente alla fase del degrado, ma deve puntare al miglioramento dell'efficienza e delle prestazioni.

In particolare i criteri da utilizzare saranno:

---

<sup>4</sup> Nel Piano Nazionale di Ricerca della Piattaforma Tecnologica delle Costruzioni, sono state individuate tre macro-aree strategiche di ricerca:

-Edifici puliti ed energeticamente efficienti. Se si pensa che negli edifici si ha circa il 40 % del consumo totale di energia, si comprende come lo sviluppo delle tecnologie per il raffreddamento/riscaldamento dell'acqua, delle tecnologie impiantistiche evolute (domotica) ed in generale delle tecnologie per usi elettrici e termici nel settore civile e terziario, possono contribuire significativamente a ridurre i consumi.

-Infrastrutture e Reti di Servizio. L'obiettivo è quello di sviluppare soluzioni e tecnologie innovative finalizzate alla valorizzazione e conservazione del patrimonio, con criteri di sicurezza, fluidità, accessibilità e sostenibilità.

-Recupero del Costruito esistente, che in Italia rappresenta circa il 65 % del mercato nei prossimi anni. La priorità è quella di affrontare e risolvere le problematiche di efficienza energetica, sicurezza a seguito di eventi naturali e, in generale, di elevazione degli standard abitativi e di fruizione. La European Construction Technology Platform – ECTP ha lo scopo di presentare agli Enti Pubblici i temi di interesse industriale affinché essi li recepiscano all'interno dei programmi di Ricerca e Sviluppo. L'insieme delle costruzioni rappresenta un valore economico immenso e non sostituibile che deve essere conservato e reso fruibile, efficiente e sicuro. In tal senso richiede l'impiego di soluzioni tecniche e tecnologiche altamente innovative e competitive, in un'ottica di sostenibilità e di servizio verso i cittadini.

- il ripristino delle prestazioni perdute (recupero)
- l'incremento delle prestazioni esistenti e l'implementazione di nuove prestazioni (riqualificazione)
- l'evoluzione e lo sviluppo qualitativo delle prestazioni (rigenerazione).

La messa in conto di questi criteri, indispensabile se non altro per ragioni di attualità, ha precise conseguenze non solo sul progetto, ma anche sul modo di realizzarlo, entrando in rapporto di consultazione e partecipazione attiva con i suoi abitanti. In tal modo andranno verificate le "convenienze" a tutti i livelli:

- a scala urbana
- a scala di quartiere
- a scala degli attori economici

A scala urbana, infatti, è l'intera città che risolve il problema di un suo quartiere degradato e fa un passo avanti verso la sostenibilità. Si pensi ad esempio alla razionalizzazione dei trasporti, alla creazione di reti urbane o di quartiere di teleriscaldamento, cogenerazione, al miglioramento della gestione dei rifiuti.

A scala di quartiere, il quartiere riqualificato e sostenibile potrà svolgere una funzione pilota rispetto agli altri quartieri, fornendo una ragione di più per la sua riqualificazione anche energetica.

A scala degli attori economici sono da considerare due categorie:

- gli attori che partecipano attivamente alla riqualificazione,
- gli attori che svolgeranno funzioni economiche nella fase post-riqualificazione.

Si dovrà operare anche una verifica che riguarda gli abitanti, che dovranno conseguire vantaggi:

- di tipo generale, salubrità, abitabilità, agibilità del quartiere,
- di tipo economico diretto, in quanto dovranno pagare bollette energetiche minori, come conseguenza delle tecnologie impiegate e dei consumi complessivamente diminuiti.

Tutto quanto sopra esposto viene oggi ripreso anche nella nozione delle cosiddette *Smart cities*<sup>5</sup>. Una città smart promuove uno sviluppo sostenibile che ha come paradigmi anche

---

<sup>5</sup> Una città smart è uno spazio urbano, ben diretto da una politica lungimirante, che affronta la sfida che la globalizzazione e la crisi economica pongono in termini di competitività e di sviluppo sostenibile con un'attenzione particolare alla coesione sociale, alla diffusione e disponibilità della conoscenza, alla creatività, alla libertà e mobilità effettivamente fruibile, alla qualità dell'ambiente naturale e culturale.

Il termine ha visto il maggior uso in Nord America (sia negli USA che in Canada) dove gli sono stati dedicati studi approfonditi, ma noi crediamo che trovi in Europa una sua specificità per le peculiari caratteristiche di gran parte delle città del Vecchio Continente.

Le città europee, e a maggior ragione le città italiane, in gran parte basate su una storia che affonda le sue radici almeno nel Medioevo, hanno (o dovrebbero avere) infatti tratti comuni che trovano il loro fondamento nel concetto di "comunità" e che quindi implicano valori come tradizione, inclusione, partecipazione, solidarietà.

Questa declinazione urbana di quello che Rifkin ha chiamato European dream può essere più adeguata, rispetto ad un clima più spiccatamente competitivo, a creare un ecosistema favorevole per la crescita della creatività e della attrattività complessiva della città.

la riduzione dell'ammontare dei rifiuti, la differenziazione della loro raccolta, la loro valorizzazione economica; la riduzione drastica delle emissioni di gas serra.

## **1.2 Rifiuti da problema a opportunità**

Lo smaltimento dei rifiuti urbani e industriali è uno dei grandi e angosciosi temi delle società a maggior benessere. Esso dovrebbe essere attuato con tecnologie progredite in modo da ottenere il minimo impatto sull'ambiente, attraverso il recupero dei manufatti e dell'energia ricavabili. In realtà, lo smaltimento dei rifiuti solidi urbani viene effettuato prevalentemente con l'ammassamento in discariche, più o meno grandi, poste nelle immediate vicinanze dei centri urbani. L'espandersi delle zone urbanizzate contestualmente all'esaurimento di cave e di altre depressioni naturali deputate all'espletamento della funzione discarica, ma anche, la maggiore attenzione che si è creata nei confronti dell'ambiente, ha portato all'impossibilità oggettiva di proseguire su questa strada costringendo a cercare nuove vie da percorrere. Oggi lo smaltimento di rifiuti può avvenire tramite le discariche controllate, il riciclaggio, il compostaggio e il recupero energetico; questi processi, non sono alternativi ma complementari in una corretta politica dello smaltimento delle tonnellate di rifiuti prodotte dalle grandi metropoli.

La corretta gestione dei rifiuti costituisce una delle sfide ambientali più importanti delle società moderne. La dinamica evolutiva delle società industrializzate e l'introduzione di nuovi modelli di consumo hanno comportato grandi conseguenze sia sugli standard quantitativi, sia su quelli qualitativi inerenti la produzione di rifiuti. La diminuzione del numero medio dei componenti del nucleo familiare che ha spinto i fornitori di generi alimentari a diffondere sul mercato confezioni monodose, i cambiamenti nelle abitudini con maggiore utilizzo di prodotti usa e getta e pronti al consumo, caratterizzati da maggior imballaggio, l'offerta estremamente ampia di prodotti commerciali di ogni settore, la riduzione delle quote del piccolo commercio: sono questi solo alcuni dei fenomeni sociali e commerciali che hanno comportato un aumento della quantità e della diversificazione dei rifiuti prodotti.

In termini ambientali questo tipo di sviluppo si è tradotto in un crescente prelievo di risorse, (energia, materiali, acqua, suolo) in larga parte non rinnovabili, e nella conseguente produzione di emissioni inquinanti (aeriformi e liquidi) e di rifiuti solidi. Secondo quanto dichiarato dalla Commissione Europea, in data 27 maggio 2003<sup>6</sup> ogni

---

<sup>6</sup> Comunicazione della Commissione del 27 maggio 2003, "Verso una strategia tematica per la prevenzione e il riciclo dei rifiuti" COM(2003) 301 def. – GU C 76 del 25 marzo 2004.

cittadino dell'Unione Europea produce una media di 550 kg di rifiuti urbani all'anno<sup>7</sup>. Sulla base delle informazioni pubblicate dall'Agenzia Europea dell'Ambiente<sup>8</sup> (EEA-European Environment Agency), la maggior parte dei rifiuti prodotti nell'UE (Unione Europea) rientra in cinque grandi flussi: rifiuti industriali (26%), rifiuti di cava e di miniera (29%), rifiuti da costruzione e demolizione (22%), rifiuti solidi urbani (14%) e rifiuti agricoli e forestali, di cui è particolarmente difficile stimare la quantità. Il 2% di questi rifiuti, ossia una quantità pari a 27 milioni di tonnellate, è classificato come pericoloso. Queste cifre, che già oggi possono apparire preoccupanti, sono destinate ad aumentare: l'OCSE<sup>9</sup> ha stimato che la sola produzione di rifiuti solidi urbani entro il 2020 raggiungerà i 640 kg annui pro capite.

Per quanto riguarda le tecniche di gestione, nell'UE i rifiuti urbani vengono smaltiti in discarica nel 49% dei casi, inceneriti nel 18% e sottoposti a riciclaggio e compostaggio nel 33% dei casi. Se da un lato il riciclaggio e l'incenerimento sono in aumento, in termini assoluti i quantitativi di rifiuti smaltiti in discarica non sono in calo, perché ne vengono prodotti di più<sup>10</sup>. La gestione, di per sé, assume un'importanza notevole. Per risolvere il problema rifiuti si deve intervenire su ogni fase della produzione del rifiuto, soprattutto, quando possibile, all'origine della formazione di ciò che diverrà rifiuto; massimizzare il riutilizzo o il riciclaggio e infine sfruttando il contenuto energetico mediante la produzione di compost e biogas. Alla fine di questo processo la frazione destinata a discarica, sempre e comunque presente, sarà di quantità estremamente inferiore a quella di partenza e, se trattata opportunamente, molto stabile. Pertanto, se il primo livello di attenzione è rivolto alla necessità di prevenire la formazione dei rifiuti e di ridurre la pericolosità, il passaggio successivo riguarda l'esigenza di riutilizzare i prodotti e, se non è possibile il riuso, di riciclare i materiali. Infine, solo per quanto riguarda il materiale che non è stato possibile riutilizzare e/o poi riciclare si pone la soluzione del recupero energetico.

Una non corretta gestione dei rifiuti determina gravi fenomeni di inquinamento e di compromissione delle risorse (aria, acqua e suolo), rendendole non più fruibili da parte

---

<sup>7</sup> Questo dato, però, fa riferimento solo ed esclusivamente ai rifiuti solidi urbani (RSU), perché se si dovesse tenere conto dell'intera produzione di rifiuti dell'Unione Europea (pari a circa 1,3 miliardi di tonnellate annui), la media pro capite salirebbe fino a 3500 kg.

<sup>8</sup> L'Agenzia Europea dell'Ambiente è l'organismo europeo responsabile di fornire informazioni puntuali, mirate, pertinenti ed affidabili ai responsabili decisionali ed al pubblico. Ciò al fine di promuovere lo sviluppo sostenibile e contribuire al miglioramento sostanziale e misurabile dell'ambiente in Europa. E' stata istituita con il Regolamento (CEE) N. 1210/90 del Consiglio, del 7 maggio 1990 - GU L 120 dell'11 maggio 1990.

<sup>9</sup> L'OCSE, acronimo di Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico, (Organisation for Economic Cooperation and Development - OECD in sede internazionale), è un'organizzazione internazionale che si pone obiettivi di integrazione e di cooperazione economica e finanziaria allo scopo di conseguire la più forte e sostenibile crescita possibile dell'economia e dell'occupazione, e per migliorare il benessere economico e sociale dei popoli. E' stata istituita con la Convenzione siglata a Parigi il 14/12/1960 ed è entrata in funzione il 30/9/1961. L'OCSE annovera attualmente 30 paesi membri. Essa opera anche con numerosi altri paesi non membri e con gli attori della società civile, il mondo degli affari e altre organizzazioni internazionali. Ha sede a Parigi.

<sup>10</sup> Ad esempio, la quantità di rifiuti di plastica conferiti in discarica è aumentata del 21,7% tra il 1990 e il 2002, anche se la percentuale di plastica smaltita in discarica è scesa dal 77% al 62%.



dell'uomo se non a prezzo di interventi di ripristino molto costosi. Una corretta gestione dei rifiuti, invece, oltre a contribuire a ridurre le emissioni di gas serra, in particolare di metano, può contribuire a recuperare energia, sia in termini di risparmio, attraverso il riuso dei materiali, sia in termini di produzione attraverso l'utilizzo dei rifiuti stessi per la generazione di energia.

Visti questi dati e fatte queste considerazioni, appare evidente come la complessa problematica dei rifiuti e la loro gestione rivestano un'importanza fondamentale nelle politiche ambientali e territoriali comunitarie<sup>11</sup>. A fronte di tali considerazioni è dunque possibile attribuire alle città e agli agglomerati urbani, caratteristiche di veri e propri giacimenti di materie prime seconde, paragonabili per certi aspetti ai giacimenti naturali, quali le foreste (carta e legno), i giacimenti di petrolio (plastica), le miniere di ferro (alluminio e vetro). Da qui il concetto di giacimenti metropolitani<sup>12</sup>. Accanto ai giacimenti naturali, che forniscono le materie prime, il mondo industriale può attingere, grazie alla raccolta differenziata e alle attività di riciclo, materie prime seconde anche dalle riserve alimentate ogni giorno dalle attività e dalle abitudini umane. Gli effetti sarebbero una riduzione dell'impatto dei rifiuti sia attraverso la diminuzione dell'impiego di materie prime e di energie non rinnovabili, sia utilizzando in maniera ottimale i contenuti di energia e materia dei prodotti a fine vita in una prospettiva di azioni coordinate secondo il principio dalla "culla alla culla".

### **1.3 La questione energetica: necessità di riconversione**

Gli attuali modelli di produzione e consumo rappresentano per il futuro una seria minaccia sia per l'ambiente sia per il benessere economico e sociale. L'uso eccessivo di materie prime ed energia, la degradazione del suolo e degli habitat naturali, le emissioni di sostanze inquinanti, stanno alterando gli ecosistemi e superando l'attuale capacità di carico del nostro pianeta. Per fronteggiare queste concrete minacce, occorre che le politiche future aspirino a realizzare dei modelli di produzione e consumo sostenibili, in

---

<sup>11</sup> La produzione di rifiuti in Italia, pur a fronte di una politica di gestione impostata a livello comunitario e recepita a livello nazionale con il Decreto Legislativo n. 22 del 1997 (decreto Ronchi), (par.2.1), che vede nella prevenzione uno dei principi fondamentali, è continuata ad aumentare; solo dal 2007 si registra una lieve inversione di tendenza (Tabella 1 in Appendice ). La principale soluzione per fronteggiare il problema consiste nell'avviare una gestione integrata dei rifiuti che si sviluppi nelle seguenti fasi:

- sviluppo di un sistema di raccolta differenziata economico, efficace ed efficiente;
- adeguate capacità di trattamento (selezione ecc...) dei materiali raccolti;
- sviluppo di un'industria del riciclo in grado di accettare ed utilizzare i materiali raccolti e trattati;
- messa in opera di impianti per il recupero energetico (calore o elettricità);
- discariche per gestire il materiale residuale inertizzato non più valorizzabile in altro modo.

Ancora una gran parte di rifiuti urbani prodotti viene abbandonata in discarica, dove l'unica forma di recupero, peraltro non sempre perseguita, è la valorizzazione energetica del biogas. La classificazione merceologica del rifiuto urbano dimostra invece che nei rifiuti urbani vi sono percentuali rilevanti di materiali quali carta, plastica, vetro, legno e metalli, i quali possono essere separati e reintrodotti, attraverso il riciclo, nei cicli produttivi del mondo industriale.

<sup>12</sup> Conai - La sfida di Kyoto: il Recycling Fund

cui la crescita economica sia armonizzata con le esigenze ambientali e sociali<sup>13</sup>. La transizione verso forme di produzione e consumo sostenibile richiede il coinvolgimento dell'intero sistema di produzione e consumo, e ciò implica innovazioni sociali, culturali, tecnologiche ed organizzative.

Negli ultimi anni la "Questione Energetica", ha pesantemente influito, a livello mondiale, sull'economia, sui consumi e sui piani di sviluppo della comunità.

Il tema del risparmio energetico è in questo momento, tra quelli maggiormente e ampiamente dibattuti. Com'è noto, quest'argomento è strettamente correlato al problema del riscaldamento globale; infatti, in merito all'azione nociva dei gas serra, la Comunità Scientifica Internazionale è concorde su una netta presa di posizione contro l'emissione di tali sostanze provocata, in larga parte, dall'utilizzo dei combustibili fossili.

In questo contesto, l'Unione Europea sta promuovendo la diffusione di tecnologie che non prevedono l'utilizzo di combustibili fossili.

In linea con gli obiettivi sanciti dal protocollo di Kyoto per la riduzione delle emissioni dei gas serra, negli ultimi anni, a Bruxelles, l'attenzione si è focalizzata sulle relazioni che legano il clima, l'energia e l'innovazione e di conseguenza su quelle che sono le scelte oculate di politica pubblica sullo sviluppo e sulla diffusione di nuove tecnologie.

In particolare, è stato presentato un pacchetto di proposte legislative sancite dal consiglio dell'Unione Europea, con lo scopo di fissare degli obiettivi da raggiungere tutti entro il 2020, sintetizzati con la sigla "20-20-20". Il 17 gennaio 2009 il Parlamento Europeo ha approvato il pacchetto clima-energia volto a conseguire gli obiettivi al 2020 su cui i capi di Stato dei paesi dell'UE avevano trovato un accordo nel marzo del 2007:

- ridurre i gas ad effetto serra di almeno il 20% rispetto ai livelli del 1990;
- incrementare l'uso delle energie rinnovabili (eolica, solare, biomassa) giungendo ad una quota del 20% di energia rinnovabile sul totale dei consumi di energia (attualmente le rinnovabili forniscono circa l'8,5% dell'energia totale);
- diminuire il consumo di energia del 20% rispetto ai livelli previsti per il 2020 grazie ad una migliore efficienza energetica.

L'Italia, dal suo canto, dovrà ridurre del 13% le emissioni di CO<sub>2</sub> nei settori non inclusi nel sistema di scambio di emissioni<sup>14</sup> e dovrà coprire con fonti rinnovabili il 17% del consumo interno lordo per uso energetico<sup>15</sup>. Per il raggiungimento di tali obiettivi, pertanto, anche in Italia bisognerà agevolare la diffusione di tecnologie ad alto risparmio energetico per uso civile e commerciale.

---

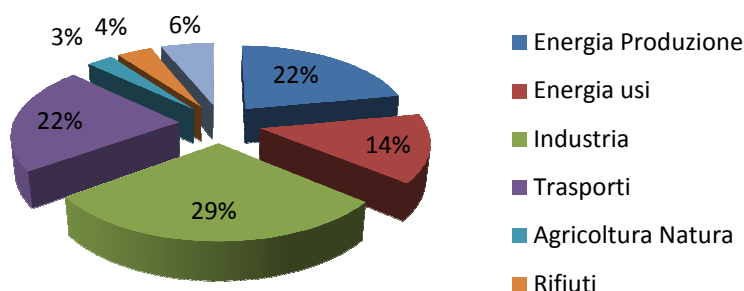
<sup>13</sup> Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare – DSA "Documento preliminare per la strategia italiana per il consumo e produzione sostenibile" Bozza per la consultazione - 7 marzo 2008

<sup>14</sup> Settori che non rientrano nel sistema di scambio delle quote: edilizia, agricoltura, rifiuti, famiglie e trasporti eccetto quello aereo

<sup>15</sup> Entro il 2020 rispetto ai livelli del 2005

Il Governo italiano attribuisce alle fonti rinnovabili una rilevanza strategica, pertanto, nell'ambito di una coerente e incisiva politica di supporto dell'Unione Europea, intende sostenere la progressiva integrazione di tali fonti nel mercato energetico e sviluppare la collaborazione con i paesi dell'area mediterranea. Le fonti rinnovabili possono fornire un rilevante contributo allo sviluppo di un sistema energetico più sostenibile, incrementare il livello di consapevolezza e partecipazione dei cittadini, contribuire alla tutela del territorio e dell'ambiente e fornire opportunità di crescita economica<sup>16</sup>. Ad oggi politiche come quelle dell'istituzione di Certificati Verdi<sup>17</sup> per incoraggiare l'uso delle rinnovabili nella generazione elettrica, o dei Certificati Bianchi<sup>18</sup> per il miglioramento dell'efficienza energetica, non hanno ancora dispiegato gli effetti sperati. Settori che presentano potenzialità di riduzione delle emissioni, come la gestione e il recupero energetico dei rifiuti e dei gas di discarica, avrebbero meritato interventi più tempestivi. È da tenere presente che le attività che danno luogo alle emissioni di gas serra sono state raggruppate in macrosettori<sup>19</sup> e per quanto riguarda l'Italia alcuni studi<sup>20</sup> hanno calcolato che nel 2007 tali emissioni erano distribuite secondo lo schema seguente:

**Emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente - Distribuzione % in macrosettori**



Fonte: elaborazione personale su dati Regione Toscana - D.G. Politiche Territoriali e Ambientali - Settore "Qualità dell'aria, rischi industriali, prevenzione e riduzione integrata degli inquinamenti"

<sup>16</sup> LIBRO BIANCO per la valorizzazione energetica delle FONTI RINNOVABILI Roma, Aprile 1999

<sup>17</sup> I Certificati Verdi sono stati introdotti dal decreto di liberalizzazione del settore elettrico noto come Decreto Bersani. Un certificato verde è una forma di incentivazione di energia elettrica da fonti rinnovabili. Si tratta in pratica di titoli negoziabili. I certificati corrispondono ad una certa quantità di emissioni di CO<sub>2</sub>: se un impianto produce energia emettendo meno CO<sub>2</sub> di quanto avrebbe fatto un impianto alimentato con fonti fossili (petrolio, gas naturale, carbone ecc.) perché "da fonti rinnovabili", il gestore ottiene dei certificati verdi che può rivendere (a prezzi di mercato) a industrie o attività che sono obbligate a produrre una quota di energia mediante fonti rinnovabili ma non lo fanno autonomamente. In Italia i certificati verdi sono emessi dal Gestore dei Servizi Energetici (GSE) su richiesta dei produttori di energia da fonti rinnovabili

<sup>18</sup> I certificati bianchi, o più propriamente Titoli di Efficienza Energetica (TEE), sono titoli che certificano i risparmi energetici conseguiti attraverso l'applicazione di tecnologie e sistemi efficienti. Sono stati istituiti con i DD.MM. 20 luglio 2004 elettricità e gas e sono entrati in vigore nel gennaio 2005. Vengono emessi dal Gestore del Mercato Elettrico (GME) sulla base delle certificazioni dei risparmi conseguiti, effettuate dall'Autorità. Un certificato equivale al risparmio di 1 tonnellata equivalente di petrolio (tep), che è l'unità convenzionale di misura usata comunemente nei bilanci energetici per esprimere tutte le fonti di energia tenendo conto del loro potere calorifico.

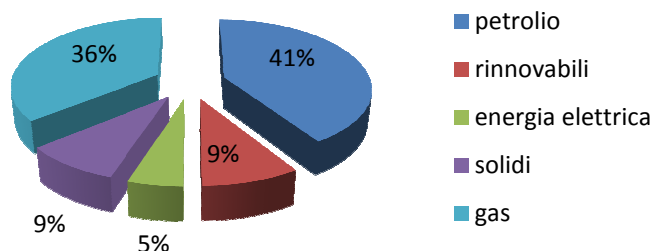
<sup>19</sup> Classificazione SNAP 1997 (Selected Nomenclature for sources of Air Pollution)

<sup>20</sup> Romanelli M. *La contabilizzazione delle emissioni di gas serra* - Osservatorio Kyoto: Il Focal Point a supporto delle strategie regionali Sesto Fiorentino - 16 febbraio 2010

Il recupero energetico dei rifiuti è sicuramente preferenziale al mero smaltimento in discarica che in Italia molto spesso non è neanche accompagnato dal recupero del biogas. Il recupero di energia dai rifiuti può assumere ulteriore importanza se inquadrato nell'ambito generale del settore elettrico italiano. Questo, infatti, deve far fronte ad una domanda crescente in un contesto di elevati prezzi dei combustibili fossili e di politiche europee di contenimento dei cambiamenti climatici. Dal punto di vista meramente economico, i rifiuti rappresentano una risorsa (purtroppo) abbondante che non dipende da forniture estere.

Rispetto alla media dei 27 paesi dell'Unione Europea, i consumi di energia primaria in Italia si caratterizzano per un maggiore ricorso a petrolio e gas, per una componente strutturale di importazioni di elettricità (circa il 5% dei consumi primari), per un ridotto contributo del carbone (pari al 9% dei consumi primari di energia) e per l'assenza di generazione elettronucleare; la quota di fonti energetiche rinnovabili sul totale dei consumi primari di energia è leggermente più elevata rispetto alla media dei paesi OCSE, soprattutto grazie al notevole apporto della fonte idroelettrica.

**Italia: disponibilità di energia per fonte. Anno 2008 (%)**

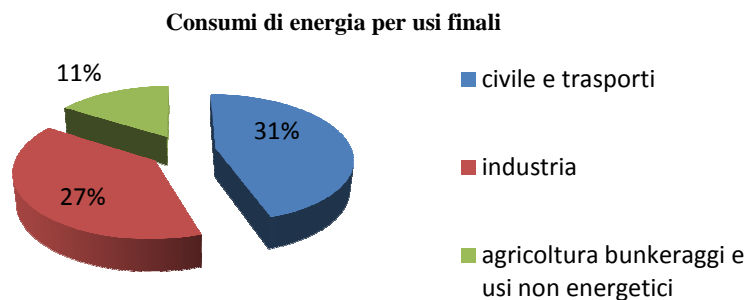


*Fonte: elaborazione ENEA su dati del Bilancio Energetico Nazionale*

La domanda di greggio e prodotti petroliferi resta tuttavia prevalente rispetto alle altre fonti, coprendo il 41% del totale dei consumi primari, sostenuta quasi esclusivamente dal fabbisogno energetico del settore dei trasporti<sup>21</sup>.

Per quanto riguarda i consumi di energia in Italia, il settore civile e il settore dei trasporti assorbono ciascuno oltre il 31% dei consumi finali di energia, il fabbisogno dell'industria è di poco inferiore (27% circa) mentre agricoltura, bunkeraggi e usi non energetici consumano circa l'11% dei consumi finali.

<sup>21</sup> Le importazioni nette di energia elettrica, pur rimanendo una componente strutturale del sistema energetico italiano, mostrano una sensibile riduzione, attribuibile alla contrazione della domanda complessiva di energia elettrica nei settori produttivi e agli incrementi di competitività del rinnovato parco termoelettrico nazionale che è riuscito ad aumentare le esportazioni verso i paesi confinanti. La produzione di energia primaria sul territorio nazionale è aumentata grazie all'apporto complessivo di tutte le fonti rinnovabili.



Fonte ENEA - SICENEA

Il consumo di fonti primarie energetiche non rinnovabili<sup>22</sup>, e in particolare di fonti energetiche fossili, oltre a menomare la disponibilità di uno *stock* che si è formato nel corso di milioni di anni, contribuisce ad incrementare il livello di inquinamento atmosferico; a livello locale, tale problema è rilevante per quanto concerne in particolare la qualità dell'aria, in relazione alle concentrazioni di residui e sottoprodotti di combustione (come il monossido di carbonio, i composti organici volatili, gli ossidi di azoto, ecc.), mentre a livello globale il problema è costituito dalla reimmissione nell'atmosfera del pianeta di carbonio in forma ossidata (CO<sub>2</sub>) e di altre molecole «opache» alla radiazione infrarossa e dunque capaci di intrappolare parzialmente la quota di radiazione solare assorbita riemessa dalla superficie terrestre (effetto serra).

Tenuto conto del fatto che uno degli obiettivi della politica energetica sia a livello europeo che italiano è la diminuzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, è possibile considerare le emissioni di gas climalteranti come indicatore di impatto ambientale del sistema di trasformazione ed uso dell'energia.

---

<sup>22</sup> Per quanto riguarda i consumi di energia nel settore civile dal punto di vista termodinamico appare incoerente utilizzare energia elettrica "pregiata", o combustibili fossili che possono produrre una fiamma a 2000 °C, per soddisfare il bisogno di energia di qualità modestissima, come quella richiesta per mantenere un ambiente a 20°C in inverno o riscaldare a 35° C l'acqua per la doccia. Per questi usi può essere utilizzata l'energia termica di scarto di una centrale termoelettrica o di un impianto progettato ad hoc per fornire congiuntamente energia elettrica e termica; se lo scopo è fornire energia termica a bassa temperatura l'energia elettrica può essere usata in modo molto più efficace in una pompa di calore anziché direttamente in una resistenza elettrica. Acqua calda sanitaria o aria calda per riscaldamento possono essere prodotte con collettori solari che lavorano a 40÷70°C o in serre solari addossate all'edificio riducendo così il ricorso ai combustibili fossili, qualitativamente pregiati e non rinnovabili.



## 2. La gestione dei rifiuti

### 2.1 Quadro di riferimento normativo

Fin dagli anni 1970, la gestione dei rifiuti è stata una delle problematiche di maggiore rilievo per le politiche ambientali della Comunità Europea. Il quadro normativo di riferimento a livello europeo parte dalla **Direttiva 75/442/EEC relativa ai rifiuti** del 15 luglio 1975. In questa prima direttiva le disposizioni principali sono:

le **definizioni** di: rifiuto<sup>23</sup>, produttore<sup>24</sup>, detentore<sup>25</sup>, gestione<sup>26</sup>, smaltimento, recupero e raccolta<sup>27</sup>;

le **priorità per la gestione dei rifiuti**: *“favorire il ricupero dei rifiuti e l'utilizzazione dei materiali di ricupero per preservare le risorse naturali”*;

la **tutela dell'ambiente e della salute**: *“mirare alla protezione della salute umana e dell'ambiente contro gli effetti nocivi della raccolta, del trasporto, del trattamento, dell'ammasso e del deposito dei rifiuti”*;

i **piani di gestione dei rifiuti** nei quali gli stati membri devono prevedere, tipo, quantità e origine dei rifiuti da recuperare o da smaltire e luoghi o impianti adatti per lo smaltimento, indicando le persone fisiche o giuridiche abilitate a procedere alla gestione dei rifiuti, la stima dei costi delle operazioni di recupero e di smaltimento, le misure atte ad incoraggiare la razionalizzazione della raccolta, della cernita e del trattamento dei rifiuti;

gli **obblighi di ottenere permessi** in relazione ai tipi e ai quantitativi di rifiuti, alle precauzioni da prendere in materia di sicurezza, al luogo di smaltimento e ai metodi di trattamento;

il **principio del “chi inquina paga”**: *“la parte dei costi non coperta dalla valorizzazione dei rifiuti deve essere ripartita secondo il principio “chi inquina paga”*

Questa direttiva è stata modificata successivamente dalle **direttive 91/156/CEE e 91/692/CEE (Direttiva sui rifiuti pericolosi)** dalla **decisione 96/350/CE** e dal **regolamento (Ce) n. 1882/2003** che sostanzialmente hanno applicato modifiche alla parte relativa ai rifiuti pericolosi.

---

<sup>23</sup> Qualsiasi sostanza od oggetto che rientri nelle categorie riportate nell'allegato I e di cui il detentore si disfi o abbia deciso o abbia l'obbligo di disfarsi.

<sup>24</sup> La persona la cui attività ha prodotto rifiuti “produttore iniziale” e/o la persona che ha effettuato operazioni di pretrattamento, di miscuglio o altre operazioni che hanno mutato la natura o la composizione di detti rifiuti

<sup>25</sup> Il produttore dei rifiuti o la persona fisica o giuridica che li detiene

<sup>26</sup> La raccolta, il trasporto, il recupero e lo smaltimento dei rifiuti, compreso il controllo di queste operazioni nonché il controllo delle discariche dopo la loro chiusura

<sup>27</sup> L'operazione di raccolta, di cernita e/o di raggruppamento dei rifiuti per il loro trasporto.

La politica dei rifiuti nell'Unione Europea è basata sul concetto della cosiddetta "gerarchia dei rifiuti" secondo la quale esistono delle opzioni preferenziali fra le diverse modalità di gestione dei rifiuti. La preferibile è la prevenzione della produzione dei rifiuti, mentre la peggiore è lo smaltimento in discarica. Fra le opzioni intermedie figurano il riciclaggio ed il recupero di energia.

Il **Decreto Legislativo n. 22 del 5 febbraio 1997** detto anche **Decreto Ronchi** "Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/36/CE sugli imballaggi e rifiuti di imballaggio" ha recepito nella sua totalità il principio della gerarchia dei rifiuti adottato a livello europeo, per cui, la prevenzione della produzione dei rifiuti (art.3) deve essere privilegiata rispetto alle altre forme di gestione. In particolare il Decreto si sofferma sulla descrizione di una ricca serie di strumenti di supporto per attuare la prevenzione: dallo sviluppo di tecnologie pulite, alla promozione di strumenti economici, dalle azioni di informazione e comunicazione agli accordi di programma. Ai fini di una corretta gestione dei rifiuti prodotti, una volta favorita in via prioritaria la prevenzione, l'art.4 impone il recupero ovvero:

- il reimpiego ed il riciclaggio;
- le altre forme di recupero per ottenere materia prima dai rifiuti;
- l'utilizzazione principale dei rifiuti come combustibile o come altro mezzo per produrre energia.

In questo contesto lo smaltimento (messa in discarica e incenerimento) rappresenta la fase residuale dell'intera gestione. L'art.5 impone in questo senso forti limiti allo smaltimento dei rifiuti che deve essere effettuato in condizioni di sicurezza. Il comma 2 sottolinea esplicitamente che i rifiuti da avviare allo smaltimento devono essere il più possibile ridotti potenziando la prevenzione ed il recupero e il comma 3 introduce tre importanti obiettivi da tenere in considerazione nella creazione di una rete integrata di impianti:

- puntare all'autosufficienza nello smaltimento dei rifiuti urbani negli ambiti territoriali ottimali;
- minimizzare i movimenti di rifiuti;
- utilizzare le tecnologie più idonee per garantire la protezione dell'ambiente e la salute pubblica.

La successiva **direttiva 2006/12/CE** del Parlamento europeo e del Consiglio, del 5 aprile 2006 relativa ai rifiuti, ha avuto lo scopo di chiarire e razionalizzare la legislazione in materia di rifiuti senza modificare il contenuto delle norme da applicare. Gli obiettivi sono, in primo luogo, la prevenzione o la riduzione della produzione e della nocività dei rifiuti e in secondo luogo il recupero dei rifiuti mediante riciclo, reimpiego, riutilizzo od ogni altra azione intesa a ottenere materie prime secondarie, oppure l'uso di rifiuti come



fonte di energia<sup>28</sup>. Contemporaneamente a questa direttiva il 3 aprile 2006 è stato emanato il **Decreto legislativo n. 152 "Codice ambientale"**. Tale Decreto dedica la parte IV alle "Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati" (articoli 177 ÷ 266)<sup>29</sup> ed abroga una serie di provvedimenti precedenti tra cui il Decreto "Ronchi", che fino alla data di entrata in vigore del D.lgs. 152/06 ha rappresentato la legge quadro di riferimento in materia di rifiuti. Il Decreto persegue la linea già definita dal Decreto "Ronchi", ovvero la priorità della prevenzione e della riduzione della produzione e della pericolosità dei rifiuti, a cui seguono solo successivamente il recupero (di materia e di energia) e quindi, come fase residuale dell'intera gestione, lo smaltimento (messa in discarica ed incenerimento). È in questo decreto che agli artt.183 e 184 nelle definizioni vengono introdotte quelle di rifiuto urbano<sup>30</sup>, rifiuto speciale<sup>31</sup> raccolta differenziata<sup>32</sup>, frazione umida<sup>33</sup>, frazione secca<sup>34</sup> materia prima secondaria<sup>35</sup>.

Il 25 dicembre 2010 in seguito alla pubblicazione del **Decreto Legislativo 3 dicembre 2010, n. 205** è entrata in vigore la nuova **direttiva quadro 2008/98/CE** del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive. La nuova Direttiva, rispetto alle precedenti, consolida la gerarchizzazione della sostenibilità delle varie opzioni che compongono la gestione dei rifiuti e conferma "un ordine di priorità di ciò che costituisce la migliore opzione ambientale nella normativa e nella politica dei rifiuti"<sup>36</sup>. In testa alla gerarchia figurano la **prevenzione** della produzione del rifiuto stesso, anche mediante il riutilizzo dei prodotti o l'estensione del loro ciclo di vita, e la riduzione del contenuto di sostanze pericolose in materiali e prodotti. Segue poi la preparazione per il **riutilizzo**, ovvero "*le operazioni di controllo, pulizia e riparazione attraverso cui prodotti o componenti di prodotti diventati rifiuti sono preparati in modo da poter essere reimpiegati senza altro pretrattamento*".

---

<sup>28</sup> È previsto, a carico degli Stati membri, l'obbligo di creare una rete integrata d'impianti di smaltimento, che tenga conto delle tecnologie più perfezionate a disposizione, di elaborare quanto prima uno o più piani di gestione dei rifiuti e di fare in modo che ogni detentore di rifiuti li consegna ad un raccoglitore privato o pubblico, o ad un'impresa che effettui le operazioni di smaltimento e recupero, oppure provveda egli stesso al recupero o allo smaltimento. Conformemente al principio "chi inquina paga", il costo dello smaltimento dei rifiuti deve essere sostenuto dal detentore che consegna i rifiuti ad un raccoglitore o ad un'impresa, dai precedenti detentori o dal produttore del prodotto generatore di rifiuti.

<sup>29</sup> La gerarchia di gestione dei rifiuti è disciplinata dall'art. 179 del D.Lgs. 152/06 "Criteri di priorità nella gestione dei rifiuti" che stabilisce quali misure prioritarie la prevenzione e la riduzione della produzione e della nocività dei rifiuti seguite all'art.181 da misure dirette quali il recupero dei rifiuti mediante riciclo, il reimpiego, il riutilizzo o ogni altra azione intesa a ottenere materie prime secondarie, nonché all'uso di rifiuti come fonte di energia.

<sup>30</sup> Tra questi i rifiuti domestici, i rifiuti dello spazzamento strade, i rifiuti vegetali;

<sup>31</sup> In genere quelli provenienti da lavorazioni artigianali o industriali;

<sup>32</sup> La raccolta idonea, secondo criteri di economicità, efficacia, trasparenza ed efficienza, a raggruppare i rifiuti urbani in frazioni merceologiche omogenee, al momento della raccolta o, per la frazione organica umida, anche al momento del trattamento, nonché a raggruppare i rifiuti di imballaggio separatamente dagli altri rifiuti urbani a condizione che tutti i rifiuti sopra indicati siano effettivamente destinati al recupero;

<sup>33</sup> Rifiuto organico putrescibile ad alto tenore di umidità, proveniente da raccolta differenziata o selezione o trattamento dei rifiuti urbani;

<sup>34</sup> Rifiuto a bassa putrescibilità e a basso tenore di umidità, proveniente da raccolta differenziata o selezione o trattamento dei rifiuti urbani, avente un rilevante contenuto energetico;

<sup>35</sup> Sostanza o materia avente caratteristiche fissate dal Ministero dell'Ambiente

<sup>36</sup> Direttiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008

Viene poi il **riciclaggio**, ossia qualsiasi operazione di recupero attraverso cui i materiali di rifiuto sono ritrattati per ottenere prodotti, materiali o sostanze da utilizzare per la loro funzione originaria o per altri fini. Esso include il ritrattamento di materiale organico (comprensivo di compostaggio e digestione anaerobica) “*ma non il recupero di energia mediante trattamento termico né il ritrattamento per ottenere materiali da utilizzare quali combustibili o in operazioni di riempimento*”. Segue poi il **recupero**, diverso dal riciclaggio, come il recupero di energia o altre operazioni il cui principale risultato sia di “*permettere ai rifiuti di svolgere un ruolo utile sostituendo altri materiali*”<sup>37</sup>. Vi è, infine, lo **smaltimento**, che include l’incenerimento, nel caso in cui questo non consegua gli indici di efficienza energetica previsti, e la collocazione a discarica. Gli Stati membri sono chiamati inoltre a prendere misure per promuovere il riciclaggio di alta qualità e, a tal fine, dovranno predisporre regimi di raccolta differenziata dei rifiuti, praticabili dal punto di vista ambientale ed economico, volti a garantire il rispetto dei necessari criteri qualitativi per i pertinenti settori di riciclaggio. Entro il 2015, gli Stati membri dovranno quindi istituire regimi di raccolta differenziata almeno per la carta, il metallo, la plastica e il vetro, affinché, entro il 2020, la preparazione per il riutilizzo e il riciclaggio dei rifiuti domestici raggiunga almeno il 50%. Entro lo stesso anno, inoltre, la preparazione per il riutilizzo, il riciclaggio ed altri tipi di recupero di materiali da costruzione e demolizione dovranno raggiungere almeno il 70%.

In data 18 maggio 2010 è stata emanata la “Comunicazione Della Commissione al Consiglio e al Parlamento Europeo”<sup>38</sup> sulle future misure di gestione dei rifiuti organici biodegradabili nell’Unione Europea. In tale Comunicazione è stato specificato che gli Stati membri sono giuridicamente vincolati a ottimizzare il trattamento dei rifiuti organici biodegradabili secondo le loro specifiche condizioni, ma comunque nel rispetto dell’articolo 4 della Direttiva 2008/98/CE, sulla “*Gerarchia dei rifiuti*”, secondo cui la prevenzione dei rifiuti è l’opzione migliore, seguita dal riutilizzo, dal riciclaggio e dal recupero di energia. Lo smaltimento (discarica, incenerimento con basso recupero di energia) è definito come la “*peggiore opzione ambientale*”. Dalla nuova gerarchia risulta evidente pertanto, che la nuova Direttiva Comunitaria si struttura su un’idea che ha come

---

<sup>37</sup> A questo proposito, la direttiva precisa che gli impianti d’incenerimento dei rifiuti solidi urbani possono essere intesi come attività di recupero unicamente se rispondono a determinati requisiti di efficienza energetica fissati dalla direttiva stessa, requisiti conseguibili solo includendo opzioni di utilizzo del calore per teleriscaldamento.

<sup>38</sup> 18 maggio 2010 - *Ambiente: nuova strategia della Commissione europea per l’utilizzo dei rifiuti organici*  
La Commissione europea ha presentato alcune misure volte a migliorare la gestione dei rifiuti organici nell’UE e a sfruttare i notevoli benefici economici e ambientali che essi offrono. I rifiuti biodegradabili alimentari e i rifiuti di giardino e di cucina rappresentano ogni anno 88 milioni di tonnellate di rifiuti urbani e possono avere un grande impatto sull’ambiente, ma hanno anche un grande potenziale come fonte rinnovabile di energia e di materiali riciclati. La Comunicazione presentata dalla Commissione promuove azioni dirette a liberare questo potenziale utilizzando in modo ottimale la legislazione esistente e lasciando liberi gli Stati membri di scegliere le opzioni più adatte alla loro situazione specifica. Sono anche previste iniziative di sostegno a livello dell’UE.

riferimento, la “*Società del riciclaggio*”<sup>39</sup> che limita alla fonte la produzione di rifiuti e incentiva l'utilizzazione degli stessi come risorse, in un contesto che fa da unico scenario all'attuazione della direttiva, definito e normato dall'art.13, che formula l'imprescindibile dettato che ogni “azione” prefigurata dalla direttiva è finalizzata alla “*Protezione della salute umana e dell'ambiente*”.

Rispetto alla Direttiva 2006/12/CE, si sottolinea ancora una volta, il diverso approccio basato sulla prevenzione e sul riutilizzo dei rifiuti, il tutto legato alla tracciabilità dell'intero ciclo di vita del prodotto (LCA – *Life Cycle Assessment*), metodologia che tiene conto dei “carichi energetici e ambientali” di un manufatto nelle varie fasi di vita, e non soltanto come oggi accade, solamente nella fase in cui essi diventano rifiuti. Ne consegue, che le operazioni di smaltimento, di recupero e di riciclaggio dei R.S.U. sono strettamente interconnesse e si possono realizzare solo in presenza di un'adeguata rete di impianti dedicati e specializzati e di un'adeguata raccolta differenziata (R.D.), soprattutto di carta, metalli, plastica e vetro<sup>40</sup>, tenuto conto che la definizione di riciclaggio non prevede le operazioni di recupero di energia. In relazione alla nuova gerarchia dei rifiuti, resta il diverso approccio della Direttiva relativamente alla confusione tra *sottoprodotti* e *materie prime secondarie*, ora definite come “*rifiuti che cessano di essere tali*”<sup>41</sup>. In una Società del riciclaggio, la distinzione tra rifiuti e sottoprodotti<sup>42</sup> diventa fondamentale, nell'ottica di una elevata protezione ambientale e di un vantaggio economico e ambientale. In sostanza la direttiva sancisce che i rifiuti cessano di essere tali quando sono sottoposti a un'operazione di recupero, incluso il riciclaggio. Inoltre è indicato<sup>43</sup> che il rifiuto cessa di essere tale, se: “*esiste un mercato o una domanda per tale sostanza o oggetto*” .

In ordine alla pianificazione territoriale, la 2008/98/CE pone come strategica la previsione dell'autosufficienza di una comunità, nella sua accezione più generale<sup>44</sup>, essenzialmente per :

---

<sup>39</sup> Considerando n.28 (La presente direttiva dovrebbe aiutare l'Unione europea ad avvicinarsi a una «società del riciclaggio», cercando di evitare la produzione di rifiuti e di utilizzare i rifiuti come risorse. In particolare, il Sesto programma comunitario di azione in materia di ambiente sollecita misure volte a garantire la separazione alla fonte, la raccolta e il riciclaggio dei flussi di rifiuti prioritari. In linea con tale obiettivo e quale mezzo per agevolarne o migliorarne il potenziale di recupero, i rifiuti dovrebbero essere raccolti separatamente nella misura in cui ciò sia praticabile da un punto di vista tecnico, ambientale ed economico, prima di essere sottoposti a operazioni di recupero che diano il miglior risultato ambientale complessivo. Gli Stati membri dovrebbero incoraggiare la separazione dei composti pericolosi dai flussi di rifiuti se necessario per conseguire una gestione compatibile con l'ambiente) e n. 29 (Gli Stati membri dovrebbero sostenere l'uso di materiali riciclati ,come la carta , in linea con la gerarchia dei rifiuti e con l'obiettivo di realizzare una società del riciclaggio e non dovrebbero promuovere, laddove possibile, lo smaltimento in discarica o l'incenerimento di detti materiali riciclati) della Direttiva 2008/98/CE

<sup>40</sup> Art.11 comma 3

<sup>41</sup> Considerando n.22 della Direttiva 2008/98/CE

<sup>42</sup> Il sottoprodotto è tale se può essere utilizzato senza la necessità di alcun ulteriore trattamento oppure con un trattamento che rientra nella normale pratica industriale, e allorquando si verificano le condizioni previste dall'art.5 comma 1 lett. a, b, c, d.

<sup>43</sup> Art.6 comma 1 lett. b)

<sup>44</sup> Considerando n.32 della Direttiva 2008/98/CE

- lo smaltimento dei rifiuti;
- il recupero, anche di energia, dei R.U. non differenziati provenienti dalla raccolta domestica.

Tali previsioni<sup>45</sup> “*Principi di autosufficienza e di prossimità*”, da un lato confermano che lo smaltimento dei rifiuti (siano essi urbani o non), per le sue implicazioni igienico-sanitarie deve avere soluzione entro il territorio di una comunità, dall’altro rappresentano che i rifiuti non urbani e quelli recuperabili diversi dai R.U., sono posti al di fuori di questa autosufficienza<sup>46</sup> comunitaria. Lo stesso dicasi per i rifiuti urbani raccolti in modo differenziato e così pure per i rifiuti urbani non differenziati non provenienti da raccolta domestica. Si evince chiaramente che la nuova Direttiva pone a monte della gestione integrata dei rifiuti la **Raccolta Differenziata**, indipendentemente dal trattamento o dai processi di recupero cui successivamente sono sottoposti i rifiuti.

Le superiori considerazioni circa la nuova gerarchia dei rifiuti, l’introduzione del principio dell’autosufficienza e della prossimità, inerenti una gestione dei rifiuti finalizzata a garantire la massima tutela dell’ambiente e della salute pubblica e che nel contempo fa dei rifiuti una “*risorsa economica*” restano quindi i presupposti fondamentali delle disposizioni riguardanti la Pianificazione territoriale<sup>47</sup>. La direttiva quadro definisce anche i livelli di efficienza energetica al di sotto dei quali l’incenerimento dei rifiuti solidi urbani non può essere considerato come recupero. Il d.lgs. 3 dicembre 2010, n. 205 modifica profondamente la Parte Quarta del d.lgs. 152/2006. Questo, infatti, nel recepire l’ultima “direttiva-quadro” sui rifiuti riscrive alcune definizioni della materia. La gestione dei rifiuti viene definita attività di pubblico interesse. I rifiuti devono essere gestiti senza causare pericolo per la salute dell'uomo e senza usare procedimenti o metodi che potrebbero recare pregiudizio all'ambiente. La gestione dei rifiuti deve avvenire nel rispetto della seguente gerarchia: prevenzione, preparazione per il riutilizzo, riciclaggio, recupero di altro tipo (tra i quali quello di energia), smaltimento. Tra le definizioni<sup>48</sup> compaiono quella di rifiuto organico<sup>49</sup>,

---

<sup>45</sup> Art.16

<sup>46</sup> Il concetto di “autosufficienza” si collega quindi all’obiettivo della realizzazione della summenzionata “Società del riciclaggio”, per cui rimangono fuori dal concetto di “autosufficienza” tutti i rifiuti, che in quanto differenziati, possono essere trattati per il recupero e/o il riciclo, in un ambito anche più vasto della della comunità di riferimento. Pertanto, a tal fine, risulta indispensabile la previsione di una rete impiantistica di cooperazione su scala più ampia (es. scala regionale), tra impianti di smaltimento ed impianti di recupero dei rifiuti urbani non differenziati non provenienti dalla raccolta domestica, oltre che per i R.U. non differenziati provenienti da altri produttori, rete che in assoluto deve tenere conto delle migliori tecniche disponibili. Il trattamento, comunque, non può essere un espediente per cambiare la classificazione da R.U. indifferenziato a R.U. differenziato, ma ciò che ne rimarca la differenza resta solo e solamente la metodologia di raccolta.

<sup>47</sup> Art. 28 della Direttiva

<sup>48</sup> Art.183

<sup>49</sup> Rifiuti biodegradabili di giardini e parchi, rifiuti alimentari e di cucina prodotti da nuclei domestici, ristoranti, servizi di ristorazione e punti vendita al dettaglio e rifiuti simili prodotti dall’industria alimentare raccolti in modo differenziato;

autocompostaggio<sup>50</sup> preparazione per il riutilizzo<sup>51</sup>, riutilizzo<sup>52</sup>, trattamento<sup>53</sup>, riciclaggio<sup>54</sup>, rifiuto biostabilizzato<sup>55</sup>, compost di qualità<sup>56</sup>, digestato di qualità<sup>57</sup>. Viene introdotta la definizione<sup>58</sup> relativa alla “Cessazione della qualifica di rifiuto”<sup>59</sup>.

## 2.2 Lo stato attuale della gestione dei rifiuti in Sicilia

Il Piano di Gestione dei Rifiuti della Regione Siciliana<sup>60</sup> tuttora vigente si pone come obiettivo di raccolta differenziata il 60%, ma non fissa limiti massimi alle possibili percentuali di R.D., proponendosi, comunque, di raggiungere le percentuali minime previste dalla normativa al tempo vigente, cioè il 35%. Il Piano indica come strada per raggiungere gli obiettivi di raccolta differenziata, la raccolta monomateriale o multimateriale leggera (plastica e lattine), che è quella in grado di garantire la maggiore purezza del materiale e quindi un migliore recupero<sup>61</sup>; indica le forme gestionali prioritarie ai fini della raccolta, mettendo in primo piano la raccolta domiciliare, prevedendo anche sistemi innovativi per la pesatura ed il riconoscimento ai cittadini di

---

<sup>50</sup> Compostaggio degli scarti organici dei propri rifiuti urbani, effettuato da utenze domestiche, ai fini dell'utilizzo in sito del materiale prodotto;

<sup>51</sup> Le operazioni di controllo, pulizia, smontaggio e riparazione attraverso cui prodotti o componenti di prodotti diventati rifiuti sono preparati in modo da poter essere reimpiegati senza altro pretrattamento

<sup>52</sup> Qualsiasi operazione attraverso la quale prodotti o componenti che non sono rifiuti sono reimpiegati per la stessa finalità per la quale erano stati concepiti

<sup>53</sup> Operazioni di recupero o smaltimento, inclusa la preparazione prima del recupero o dello smaltimento

<sup>54</sup> Qualsiasi operazione di recupero attraverso cui i rifiuti sono trattati per ottenere prodotti, materiali o sostanze da utilizzare per la loro funzione originaria o per altri fini. Include il trattamento di materiale organico ma non il recupero di energia né il ritrattamento per ottenere materiali da utilizzare quali combustibili o in operazioni di riempimento

<sup>55</sup> Rifiuto ottenuto dal trattamento biologico aerobico o anaerobico dei rifiuti indifferenziati, nel rispetto di apposite norme tecniche, da adottarsi a cura dello Stato, finalizzate a definirne contenuti e usi compatibili con la tutela ambientale e sanitaria e, in particolare, a definirne i gradi di qualità;

<sup>56</sup> Prodotto, ottenuto dal compostaggio di rifiuti organici raccolti separatamente, che rispetti i requisiti e le caratteristiche stabilite dall'allegato 2 del decreto legislativo 29 aprile 2010, n. 75, e successive modificazioni;

<sup>57</sup> Prodotto ottenuto dalla digestione anaerobica di rifiuti organici raccolti separatamente, che rispetti i requisiti contenuti in norme tecniche da emanarsi con decreto del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, di concerto con il Ministero delle politiche agricole alimentari e forestali;

<sup>58</sup> Art.184-ter

<sup>59</sup> Un rifiuto cessa di essere tale, quando è stato sottoposto a un'operazione di recupero, incluso il riciclaggio e la preparazione per il riutilizzo, e soddisfi i criteri specifici, da adottare nel rispetto delle seguenti condizioni:

- la sostanza o l'oggetto è comunemente utilizzato per scopi specifici;
- esiste un mercato o una domanda per tale sostanza od oggetto;
- la sostanza o l'oggetto soddisfa i requisiti tecnici per gli scopi specifici e rispetta la normativa e gli standard esistenti applicabili ai prodotti;
- l'utilizzo della sostanza o dell'oggetto non porterà a impatti complessivi negativi sull'ambiente o sulla salute umana.

<sup>60</sup> In data 18 dicembre 2002 il Piano per la gestione dei rifiuti in Sicilia è stato formalmente adottato con Ordinanza n.1166 ed inviato, in data 23 dicembre 2002, alla Rappresentanza Italiana presso l'Unione Europea, per il successivo inoltro alla Commissione Europea. Il Piano era stato concepito fin dal primo momento come uno strumento dinamico, aperto al contributo di tutti, ma anche aperto alle successive esigenze di modifiche migliorative o di adeguamento a nuove normative ed ha previsto due verifiche di attuazione e di aggiornamento, nel 2004 e nel 2006. La prima è stata fatta con l'Ordinanza n.1260 del 30 settembre 2004, inserendo i nove piani provinciali dei rifiuti speciali, il programma per la riduzione dei rifiuti urbani biodegradabili (RUB) in discarica, l'adeguamento del capitolo sulle discariche al D.Lgs. 36/2003, la localizzazione dell'impiantistica a servizio della termovalorizzazione. La seconda è stata fatta il 28 dicembre 2006, con l'ordinanza n.1133 inserendo le nuove necessità di smaltimento in discarica ed i nuovi obiettivi di raccolta differenziata in coerenza con la normativa sopravvenuta e l'adeguamento del programma per la riduzione dei RUB in discarica alla sopravvenuta normativa ed alle osservazioni del Ministero dell'Ambiente.

<sup>61</sup> Piano di gestione dei rifiuti solidi urbani. Capitolo 7.2.2 *Gli obiettivi*

premi<sup>62</sup> basati sulla raccolta domiciliare (o, comunque, ravvicinata all'utenza) sia delle frazioni secche e degli imballaggi che della frazione organica. In ogni caso, specifica che i sistemi di raccolta devono prevedere, preferibilmente, delle attrezzature con sistemi di pesatura, al fine di potere quantificare i conferimenti dei singoli e/o di gruppi di cittadini (condomini) in modo che sia possibile:

- disporre di tutti i dati necessari per il passaggio da tassa a tariffa<sup>63</sup> e gestire la tariffa stessa;
- poter premiare i comportamenti più sensibili alla R.D., legando, però, l'eventuale premio a dati quantitativi.

Per il raggiungimento dei target di riferimento al 2013, previsti dal Piano di Azione, si ritiene prioritario, fra gli interventi sopra descritti, l'immediata attivazione del servizio di raccolta differenziata con modalità "porta a porta".

La normativa vigente, sia nazionale sia comunitaria, conferma la necessità di raccogliere, elaborare e divulgare i dati riguardanti i rifiuti prodotti, recuperati e smaltiti per programmare, verificare ed aggiornare le azioni e gli interventi in attuazione delle strategie di prevenzione e riciclo dei rifiuti.

Il Catasto dei rifiuti<sup>64</sup> costituisce uno strumento di monitoraggio e di controllo del ciclo dei rifiuti e di restituzione dei dati acquisiti e delle elaborazioni prodotte.

Lo studio di questi dati, riportati all'interno del documento di revisione del piano di gestione dei rifiuti solidi urbani in Sicilia, ci ha permesso di fare alcune considerazioni<sup>65</sup>.

---

<sup>62</sup> Piano di gestione dei rifiuti solidi urbani. Capitolo 7.6.1 *Premessa*

<sup>63</sup> Il Decreto Ronchi (D.lgs.22/97, art.49) e il suo regolamento attuativo (D.p.r. 158/99) hanno previsto l'introduzione progressiva della T.I.A. "Tariffa di Igiene Ambientale" al posto della TARSU, la "Tassa Rifiuti Solidi Urbani". Il codice dell'ambiente all'art.238 ha introdotto in via definitiva la tariffa. La principale delle differenze tra la tassa e la tariffa è nei criteri di commisurazione del prelievo. In particolare, mentre la tassa rifiuti è calcolata sulla base dei metri quadrati dei locali e delle aree occupate dal contribuente, senza che rilevi il numero degli occupanti, nel caso della tariffa il sistema è più complesso. La tariffa è suddivisa in una quota fissa e in una quota variabile. La prima è rappresentativa delle spese generali sostenute per l'organizzazione del servizio, che in quanto tali non variano in funzione della quantità di rifiuti prodotti. Si tratta, per fare degli esempi, delle quote di ammortamento degli impianti, delle spese di amministrazione e dei costi di gestione dei rifiuti esterni (spazzamento strade). La seconda deve tendere ad avvicinare il prelievo al grado di fruizione del servizio pubblico da parte dell'utente. Questo avviene modulando l'ammontare da pagare in ragione di specifici parametri normativi. A tale scopo, gli utenti del servizio vengono suddivisi in due categorie: le utenze domestiche (famiglie) e le utenze non domestiche (operatori economici). Con riguardo alle prime, i parametri per determinare l'importo da pagare sono costituiti dai metri quadrati dei locali e dal numero dei componenti del nucleo familiare. Per gli operatori economici, invece, i criteri previsti sono costituiti dalla superficie dei locali e dalla produttività media di rifiuti per metro quadrato, individuata per ciascuna macro tipologia di attività. Nei Comuni maggiormente efficienti i criteri sopra indicati sono sostituiti dalla pesatura individuale dei rifiuti prodotti. In questo sistema, i cittadini pagano una somma direttamente corrispondente alle quantità di rifiuti conferiti al servizio pubblico.

Un'ulteriore differenza tra le due tipologie di prelievo è che mentre nella Tarsu non esiste l'obbligo della copertura integrale dei costi del servizio, essendo sufficiente che il Comune assicuri una copertura minima del 50%, nella Tia invece, almeno a regime, tale obbligo sussiste. Le spese da coprire con la tariffa, inoltre, sono superiori a quelle della Tarsu, e ciò accade perché nella Tia si tiene conto anche delle spese di amministrazione (stipendi del personale amministrativo, oneri del contenzioso, perdite su crediti), ecco perché, mediamente, gli importi da pagare a titolo di tariffa sono più elevati di quelli dovuti per la Tarsu. L'attivazione della raccolta differenziata comporta riduzioni per i cittadini in Tia, mentre non è detto che abbia effetti per chi paga la Tarsu. È infatti previsto che la quota variabile debba essere ridotta in proporzione ai risultati raggiunti nella raccolta differenziata.

<sup>64</sup> Il Catasto dei rifiuti è stato istituito dall'articolo 3 del decreto legge 9 settembre 1988, n. 397, convertito dalla legge n. 475 del 9 novembre 1988, e rivisitato, ai sensi dell'articolo 189 del decreto legislativo 152, con decreto attuativo del 2 maggio 2006. Il Catasto si articola in una Sezione nazionale presso l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) e in Sezioni regionali presso le corrispondenti Agenzie Regionali e delle Province Autonome per la Protezione dell'Ambiente (ARPA/APPA), che provvedono all'elaborazione dei dati relativi al territorio di pertinenza e alla loro trasmissione alla Sezione nazionale, che ne garantisce la diffusione.

La produzione di rifiuti è strettamente legata al PIL. Regioni o provincie più povere, infatti, producono minore quantità di rifiuti<sup>66</sup>.

Dall'esame delle tabelle 4 e 5, (in Appendice), si è potuta valutare la composizione merceologica dei rifiuti che vengono condotti in discarica a Palermo.

Dallo studio delle tabelle che sintetizzano i dati relativi alla raccolta differenziata è risultata una percentuale media di rifiuto organico sul totale analizzato pari al 38,42 %. In merito all'applicazione del sistema di raccolta differenziata si è evidenziata una piccola ma costante crescita tra il 2004 ed il 2008<sup>67</sup>.

Per la provincia di Palermo nel 2008 le ditte che ricevono frazione umida sono soltanto due e la stessa non viene trattata. La situazione impiantistica in termini di impianti di compostaggio in esercizio, in costruzione ed in istruttoria presenti sul territorio della Regione Sicilia evidenzia un solo impianto in esercizio per il compostaggio nella provincia di Palermo, quello di Castelbuono<sup>68</sup>. A fronte di una produzione di FORSU<sup>69</sup> superiore alle 200.000 tonnellate annue per la provincia di Palermo la capacità degli impianti funzionanti è inferiore a 10.000 tonnellate annue<sup>70</sup>. Dall'esame del piano di gestione si evidenziano i seguenti fabbisogni impiantistici per il trattamento meccanico biologico e compostaggio. Considerando che la percentuale di frazione umida e verde della raccolta differenziata risulta pari a circa il 30% si desume un fabbisogno impiantistico in grado di trattare il 30 % circa del totale di produzione di rifiuti solidi urbani. Dal 2004 al 2008, invece, i rifiuti organici trattati in impianto di compostaggio sono passati dall'1,88 al 4,73%<sup>71</sup>.

Nella tabella 15 (in Appendice), considerando la quantità di rifiuti organici prodotta nelle varie provincie siciliane e considerando la capacità degli impianti in funzione e di quelli esistenti ma non funzionanti è stato stimato il fabbisogno impiantistico suddiviso per provincia.

---

<sup>65</sup> Le tabelle esaminate sono riportate in Appendice

<sup>66</sup> Tabb. 1, 2, 3 (in Appendice)

<sup>67</sup> Le provincie di Agrigento e Trapani che sono le più povere, sono state le più virtuose. Il dato relativo alla frazione umida evidenzia un netto incremento tra il 2007 il 2008 passando da 30.298 a 40.744 tonnellate. Bisogna tenere presente che il dato relativo alla quantità di frazione umida conferita alla discarica di Bellolampo non è relativa alla sola città di Palermo ma ad un'area più vasta che comprende diversi comuni limitrofi.

<sup>68</sup> Come si vedrà più avanti i rifiuti organici della città di Palermo non vengono smaltiti in questo impianto.

<sup>69</sup> Frazione Organica dei Rifiuti Solidi Urbani

<sup>70</sup> Vedi Grafico3 (in Appendice)

<sup>71</sup> Tabella 14 (in Appendice)

### ***2.2.1 La revisione<sup>72</sup> del piano di gestione dei rifiuti in Sicilia: finalità e strategie***

La revisione del piano di gestione dei rifiuti della regione Siciliana non può prescindere dal tenere in considerazione l'evoluzione normativa comunitaria nel settore dei rifiuti. Dopo l'entrata in vigore della nuova direttiva quadro (2008/98/CE del 19 novembre 2008), pur essendo la precedente direttiva quadro (2006/12/CE) ancora formalmente vigente poiché sarà sostituita dalla nuova solo a dicembre 2010, è stato necessario aggiornare gli strumenti programmatici sulla base dell'impostazione stabilita dalla nuova direttiva quadro rifiuti. La Regione Sicilia, in ossequio a quanto previsto dall'art. 196 del D.Lgs 152/2006 (*Competenze delle Regioni*) con la emanazione della **L.R. n.9 dell'8 aprile 2010** "*Gestione integrata dei rifiuti e bonifica dei siti inquinati*" e, più specificatamente con la scrittura degli art. 11 (*Azioni per la prevenzione della produzione di rifiuti*), art. 12 (*Azioni per favorire la R.D. e le forme di recupero*) e art. 13 (*Riduzione della produzione di rifiuti da parte della P.A. e dei soggetti assimilati. Condizioni per il rilascio delle autorizzazioni per le medie e grandi strutture di vendita*), si è posta all'avanguardia in ordine all'attuazione della nuova direttiva comunitaria, recependone, oltre che i suddetti articoli, anche molti degli indirizzi e degli obiettivi relativamente alle proprie competenze. Per quanto concerne la redazione del piano di gestione dei rifiuti, la direttiva quadro 2008/98/CE indica che i contenuti più significativi di un Piano, redatto in conformità alla stessa sono:

- il Piano, in applicazione del comma 3 lett. a), deve contenere in primo luogo: tipo, quantità e fonte dei rifiuti prodotti, all'interno di un territorio oltre a quelli che prevedibilmente potranno essere spediti da e verso il territorio nazionale, così prevedendo anche l'evoluzione futura dei flussi dei rifiuti;
- nel Piano, in applicazione del comma 3 lett. b), devono essere contenuti tutti gli elementi atti alla definizione dello "stato attuale" della gestione dei rifiuti nel territorio;
- la successiva lett. c) prevede le eventuali valutazioni circa la necessità di nuovi sistemi di raccolta, della chiusura di impianti esistenti, di ulteriori infrastrutture necessarie ai sensi dei principi di autosufficienza e di prossimità<sup>73</sup>, e gli eventuali investimenti correlati.

Premesso quanto sopra, per una corretta pianificazione territoriale, è indispensabile l'acquisizione di specifici parametri di base che nel caso specifico sono:

---

<sup>72</sup> Con atto d'indirizzo, trasmesso con nota prot. 9655 del 21 ottobre 2009, il Presidente della Regione ha proposto all'Agenzia Regionale per i Rifiuti e le Acque l'istituzione di una Commissione per la revisione del Piano di gestione dei rifiuti in Sicilia che provveda ad elaborare la proposta di revisione, indicando, per la sua costituzione, esperti e tecnici di provata competenza e professionalità nel settore dell'organizzazione della gestione dei rifiuti, dei quali è stata acquisita la disponibilità. La revisione del Piano di gestione è stata pubblicata il 14 ottobre 2010.

<sup>73</sup> Art.16 - Direttiva 2008/98/CE del parlamento europeo e del consiglio del 19 Novembre 2008 relativa ai rifiuti



- a) la produzione attuale complessiva di R.S.U.;
- b) la determinazione dell'attuale tonnellaggio di R.U. conferiti in discarica;
- c) il totale dei R.U.B. (rifiuti urbani biodegradabili) smaltiti in discarica;
- d) il totale dei R.U.B. non smaltiti, ma recuperati a mezzo della R.D.;
- e) la quantità di R.D. conseguita distinta nelle macrofrazioni "umida" e "secco";
- f) le eventuali altre forme di smaltimento.

Nella revisione del piano di gestione l'obiettivo principale è quello di raggiungere il 65% di R.D., a tal fine sono stati fissati alcuni indicatori quali:

- **Quantità di R.U. pro capite da conferire in discarica**<sup>74</sup>
  - entro il 2009 412 Kg/ab
  - entro il 2013 230 Kg/ab;
- **Percentuale di R.U. da raccogliere con modalità differenziate sul totale dei R.U. prodotti**
  - entro il 2009 14,1 %,
  - entro il 2013 40,0 %;
- **Quantità di "frazione umida" proveniente dalla R.D. trattata in impianti di compostaggio**
  - entro il 2009 6,0 %,
  - entro il 2013 20,0 %;

Tali indicatori, individuati dal Piano di Azione per le Regioni del Mezzogiorno, oltre che la misura in termini di target quantitativi del conseguimento degli obiettivi legati alla qualità dei servizi disponibili sul territorio, rappresentano anche dei target vincolanti il cui raggiungimento nell'anno 2013, costituisce il presupposto per l'erogazione di un premio finanziario al quale concorrono le otto Regioni del Mezzogiorno.

Viene prevista, inoltre, l'attuazione del *Programma di riduzione dei R.U.B*<sup>75</sup> da smaltire in discarica<sup>76</sup>, la cui tempistica prevede:

- non più di 173 Kg/ab entro il 2008;
- non più di 115 Kg/ab entro il 2011;
- non più di 81 Kg/ab entro il 2018.

Il sistema rifiuti regionale in base a ciò che si legge nel Rapporto Rifiuti Urbani della Sicilia<sup>77</sup> è preda di carenze strutturali assai vistose. Ben il 93% dei rifiuti prodotti, infatti,

<sup>74</sup> Nel 2007 la quantità di rifiuti urbani pro capite prodotta in Sicilia è risultata pari a 536 Kg/ab considerando che la percentuale di raccolta differenziata è stata del 6,1% i rifiuti urbani pro capite smaltiti in discarica sono stati 503 Kg/ab

<sup>75</sup> Rifiuti Urbani Biodegradabili

<sup>76</sup> Il D.Lgs. del 13 gennaio 2003, n° 36 "Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti" obbliga le Regioni entro un anno dalla data di entrata in vigore del decreto suddetto, (art. 5) a elaborare ed approvare un apposito programma per la riduzione dei rifiuti biodegradabili da collocare in discarica ad integrazione del piano regionale di gestione dei rifiuti.

<sup>77</sup> Il Rapporto è stato pubblicato dall'ARPA nel mese di ottobre del 2010

è destinato allo smaltimento in discarica e la raccolta differenziata giunge, a mala pena, alla soglia del 7%. Alla luce di tutto ciò la revisione sul piano di gestione varata nei primi mesi del 2011 prevede primo tra tutti lo stop ai quattro mega inceneritori previsti dal precedente piano. Punto focale del nuovo sistema dei rifiuti diventa la raccolta differenziata: per i comuni, infatti, sarà imposto il raggiungimento di una percentuale di differenziata pari al 20% entro l'anno e sono previste pesanti sanzioni per gli enti locali inadempienti. Dunque, se fino a questo momento il livello della raccolta differenziata in Sicilia non era arrivato a toccare neanche il 10% arrestandosi a livelli bassissimi, adesso è previsto il raggiungimento della quota del 65% di questa entro il 2015 e del 50% dei rifiuti che dovranno essere riciclati. Lo stesso piano prevede le azioni idonee all'incentivazione della raccolta differenziata, l'avvio delle procedure sanzionatorie nei confronti degli ambiti comunali o sovra comunali che non abbiano provveduto all'avvio della RD nonostante l'esistenza degli impianti a servizio della RD. Per quanto riguarda il recupero energetico dalla raccolta differenziata dello scarto organico, il piano non fa alcuna previsione.

### 2.3 Il contributo di una corretta gestione dei rifiuti alla riduzione delle emissioni di gas serra e al risparmio energetico

Il monitoraggio delle emissioni di gas serra, che contribuiscono al riscaldamento globale è alla base delle politiche di mitigazione dei cambiamenti climatici.

I principali gas serra sono il vapore acqueo (H<sub>2</sub>O), l'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), il perossido di azoto (N<sub>2</sub>O) e il metano (CH<sub>4</sub>). La CO<sub>2</sub>eq è una misura del potenziale dell'effetto serra di un determinato gas. Per tenere conto della diversa capacità di ogni gas di incidere sull'effetto serra si considera quello che si definisce il suo equivalente in anidride carbonica. Tale convenzione consente di ottenere un dato complessivo che sintetizza l'impatto di tutti i gas serra. Nella tabella seguente sono riportati i fattori del potenziale effetto serra per i principali gas climalteranti:

Potenziale effetto serra di CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O	
Gas climalteranti	Potenziale dell'effetto serra
Anidride carbonica CO <sub>2</sub>	1
Metano CH <sub>4</sub>	21
Perossido di azoto N <sub>2</sub> O	310

Fonte: Studio sulle fonti energetiche rinnovabili in provincia di Pavia

Nel seguito quando si parlerà di CO<sub>2</sub>eq si farà riferimento ai gas serra sopraindicati.

Le emissioni<sup>78</sup> di "CO<sub>2</sub>eq" rappresentano le emissioni totali di gas serra, pesate sulla base del loro contributo all'effetto serra.

<sup>78</sup> La stima delle emissioni aggregate di gas serra si basa sulla seguente relazione:

$$CO_2 eq = \sum_i GWP_i * E_i$$

Un taglio delle emissioni di CO<sub>2</sub>eq legato ad una migliore gestione rifiuti, a livello globale, può avere un grande beneficio nella lotta contro i cambiamenti climatici. Secondo uno studio delle Nazioni Unite<sup>79</sup> bisogna «*Ridurre la quantità di materie prime utilizzate nella produzione attraverso la riduzione dei rifiuti e il recupero dei materiali tramite il riciclaggio (evitando le emissioni di gas serra provenienti dall'energia utilizzata per estrarre o produrre le materie prime); produrre energia da rifiuti in sostituzione dell'energia da combustibili fossili attraverso lo stoccaggio del carbonio nelle discariche e l'applicazione del compost sui suoli.*».

### 2.3.1 Il calcolo delle emissioni di gas serra dai rifiuti

Secondo le stime, il settore della gestione dei rifiuti contribuisce con una fetta di circa il 3÷5% alle emissioni di gas serra del Pianeta, al pari di quanto prodotto dal trasporto aereo e marittimo. Secondo i dati dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale<sup>80</sup> (Ispra) in Italia nel 2007 le emissioni complessivamente imputabili al settore del trattamento e dello smaltimento dei rifiuti ammontano a circa 18,5 milioni di tonnellate e rappresentano il 3,3% del totale delle emissioni nazionali. Con riferimento al 2007, anno più recente per il quale sono disponibili i dati, in Italia le emissioni di anidride carbonica equivalente (CO<sub>2</sub>eq) relative alla gestione dei rifiuti derivano per la quasi totalità dal deposito in discarica e dal trattamento delle acque reflue, che pesano rispettivamente per il 72% e per il 24% sul totale.

**Emissioni di gas-serra nel settore rifiuti per tipologia di trattamento (migliaia di t) (2007)**

Trattamento	CO <sub>2</sub> eq
Discarica	13.341
Acque reflue	4.454
Incenerimento	660
Altro	5
<b>Totale</b>	<b>18.459</b>

Fonte: Ispra (NIR 2009)

**Emissioni di gas-serra nel settore rifiuti per contaminante (migliaia di t) (2007)**

Contaminante	CO <sub>2</sub> -eq
CH <sub>4</sub>	16.051
N <sub>2</sub> O	2.138
CO <sub>2</sub>	270
<b>Totale</b>	<b>18.459</b>

Considerando i singoli gas-serra, le emissioni del settore rifiuti sono costituite principalmente per l'87% da metano (CH<sub>4</sub>), seguito dal protossido di azoto (N<sub>2</sub>O) per l'11,6%; l'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>) incide solo per la restante quota, inferiore al 2%.

con: CO<sub>2</sub>eq = emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente in kt/anno;  
 GWP<sub>i</sub> = "Global Warming Potential", coefficienti IPCC pari a 1 - 0,021 e 0,31 rispettivamente per CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O (IPCC, 2001);  
 E<sub>i</sub> = emissioni di CO<sub>2</sub> (in kt/anno), CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O (in t/anno)

<sup>79</sup> La Divisione tecnologia, industria ed economia del Programma Onu per l'ambiente (Unep) e l'International environmental technology centre Osaka/Shiga, hanno presentato alla Conferenza dell'Unfccc di Cancun il rapporto "Waste and Climate Change: Global Trends and Strategy Framework" che analizza il contributo che il settore dei rifiuti può dare alla lotta al cambiamento climatico e propone strategie per aumentarlo.

<sup>80</sup> L'Ispra pubblica ogni anno il National Inventory Report (NIR) che trasmette alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici.

Ridurre la quantità di rifiuto conferito in discarica, in linea con quanto previsto dalle norme, quindi, porterebbe sicuramente ad una diminuzione delle emissioni climalteranti.

In generale viene stimato che per ogni kg di rifiuto viene emessa in atmosfera una quantità pari a 0,031 kg di metano (CH<sub>4</sub>)<sup>81</sup>, che equivale a 0,65 kg di CO<sub>2</sub> eq<sup>82</sup>. Poiché come detto questo valore costituisce l'87% delle emissioni climalteranti **per ogni kg di rifiuto viene emessa in atmosfera una quantità pari a 0,75 kg di CO<sub>2</sub>eq.**

### ***2.3.2 Il contributo dell'attività di riciclaggio di vetro, carta, plastica e metalli<sup>83</sup>***

La riduzione di emissioni di gas serra dovute ai processi di riciclo/recupero dei materiali è dovuta sia al processo di riciclo in sostituzione dell'utilizzo di materiale vergine, sia alla mancata emissione di gas serra del materiale che altrimenti sarebbe finito in discarica. Una corretta gestione dei rifiuti porta anche con sé un potenziale energetico. Per quanto riguarda la produzione di biogas nel piano di gestione dei rifiuti in Sicilia non viene prevista la produzione di biogas dalla frazione organica dei rifiuti urbani, ma una produzione di biogas di 170 Nm<sup>3</sup>/t dal materiale organico del rifiuto conferito tal quale in discarica, con conseguenti emissioni climalteranti se non viene costruito un impianto in discarica che lo possa intercettare ed accumulare per essere utilizzato.

Nel piano energetico comunale di Palermo il risparmio energetico e le emissioni evitate connesse alle attività di riciclaggio, sono state valutate per le sole seguenti voci: vetro, carta, plastica, metalli e alluminio. Questi materiali nel loro complesso costituiscono il 57 % dei materiali valorizzabili che l'AMIA riteneva di poter intercettare entro il 2003. Non

---

<sup>81</sup> Da "La Gestione dei Rifiuti" ([www.acegas-aps.it](http://www.acegas-aps.it)). La società ACEGAS-APS opera nel campo della fornitura di servizi di pubblica utilità nelle province di Trieste e Padova. La società si occupa di raccolta, trasporto, trattamento, avvio al riutilizzo, smaltimento e/o recupero di rifiuti urbani, speciali, pericolosi e non, attraverso impianti di termovalorizzazione, stoccaggio, trattamento, smaltimento propri e convenzionati sia in Italia sia all'estero.

<sup>82</sup>  $0,031 \times 21$  (potenziale effetto serra del metano) = 0,65

<sup>83</sup> Le valutazioni che seguono fanno riferimento al quadro progettuale elaborato dall'AMIA (L'AMIA è l'azienda municipalizzata che a Palermo si occupa della raccolta e dello smaltimento dei rifiuti; ed anche della progettazione e gestione di tutti gli impianti e le attrezzature necessarie). Il sistema di gestione integrata dei rifiuti a Palermo è in evoluzione e il tasso di raccolta differenziata che era già stato fissato al 35% per il 2003 e dovrà portarsi al 65% entro il 2015, si prevede, inoltre, di rinnovare il parco tecnologico e impiantistico. [Il progetto è stato redatto considerando che il comprensorio gestito dall'AMIA produca giornalmente 1.770 t/g di rifiuti. Considerando una ripartizione annuale su 310 giorni lavorativi si stima che la produzione complessiva di rifiuti sia di 548.700 t/a. Di questi 1.300 t/g cioè il 73,5 % dell'intera produzione, vengono generati dalla sola città di Palermo mentre i rimanenti comuni ne producono complessivamente circa 270 t/g. Le modalità di raccolta differenziata sono state concepite in modo diverso in funzione delle caratteristiche urbanistiche e territoriali. Un sistema molto capillare, definito a "porta a porta", coinvolgerà una utenza equivalente ad una produzione di rifiuti di 710 t/g di rifiuti. Questo servizio permetterà di separare alla fonte circa 100 t/g di residui organici (raccolta differenziata dell'umido) e 80 t/g di materiali secchi valorizzabili (raccolta multimateriale). Nello stesso ambito cittadino verranno inoltre separati 30 t/g di materiali raccolti con campane poste a livello stradale (vetro e carta) e 500 t/g di rifiuti indifferenziati residui utilizzando i cassonetti attualmente presenti sul territorio. Altre 50 t/g di rifiuti organici compostabili possono essere raccolti presso le utenze che si caratterizzano per una elevata produzione di scarti umidi come ad esempio, i ristoranti, le mense e i mercati ortofrutticoli. Per i rimanenti flussi di rifiuti generati nei restanti ambiti cittadini, si propone di utilizzare sistemi di raccolta differenziata a conferimento stradale. Si stima di poter intercettare circa 120 t/g di materiali riciclabili utilizzando le campane stradali ed altre 40 presso le otto piattaforme di raccolta differenziata previste dal PRG. Le rimanenti 650 t/g di rifiuti indifferenziati verranno raccolti utilizzando cassonetti stradali.]

sono stati considerati gli scarti organici e verdi per i quali si prevedeva ancora il conferimento in discarica. Per potere stimare il beneficio energetico dovuto alle attività di riciclaggio si sarebbe dovuta analizzare nei dettagli sia la filiera di produzione del materiale vergine sia le caratteristiche del sistema di riciclaggio, ma lo stato di avanzamento del sistema di gestione rifiuti non permetteva di prevedere quale sarebbe stato lo sviluppo del sistema di riciclaggio negli anni successivi. L'ordine di grandezza del beneficio energetico ed ambientale è stato stimato ricorrendo alle valutazioni riportate in letteratura. In particolare ai bilanci effettuati dall'istituto Buwal<sup>84</sup>.

Gli obiettivi di intercettazione assunti (espressi in kg/ab anno) sono quelli indicati dall'AMIA. Per quanto riguarda i metalli l'AMIA indica genericamente un valore di 5 kg/ab anno di materiale intercettabile. Si è quindi arbitrariamente assunto che l'alluminio costituisca il 20 % di questo flusso. Nella tabella che segue vengono riportati le stime del risparmio energetico che si potrebbe ottenere con attivazione della raccolta differenziata. Nel complesso si è stimato che circa 74.000 t/a di materiali valorizzabili permettano di risparmiare circa 483.000 MWh all'anno di energia. **In pratica per ogni chilogrammo di materiale riciclato si possono risparmiare 6,527 kWh.** In termini unitari il processo di riciclaggio maggiormente vantaggioso risulta essere quello dell'alluminio (il processo di estrazione della bauxite, dalla quale si ricava l'alluminio, richiede ingenti quantitativi di energia). In termini assoluti, il riciclaggio della carta risulta essere l'attività più importante insieme a quella della plastica. Poco significative risultano essere le raccolte del vetro e degli altri metalli.

**Bilancio energetico delle attività di raccolta differenziata**

		Vetro	Carta	Plastica	Metalli	Alluminio	Totale
<b>Obiettivo</b>	Kg/ab a	28	60	16	4	1	109
<b>Flusso annuale (A)</b>	t/a	19.040	40.800	10.880	2.720	680	74.120
<b>Da Materiale Riciclato (B)</b>	MJ/t	11.170	12.500	1.935	19	8	10.035*
<b>Da Materiale Vergine (C)</b>	MJ/t	11.907	42.000	39.228	36	168.243	33.481*
<b>Risparmio (C-B)*A</b>	GJ	14.032	1.203.600	405.748	45	114.400	1.737.825
<b>Risparmio</b>	MWh	3.898	334.333	112.708	12	31.778	482.729
<b>%</b>		0.8%	69.3%	23.3%	0.0%	6.6%	100%

\* Media pesata

Fonte: Piano energetico comunale di Palermo

In termini di emissioni climalteranti, le attività di riciclaggio permettono di diminuire le emissioni di CO<sub>2</sub> di circa 54.100 t/a. **In sostanza un chilogrammo di rifiuti riciclati fa diminuire le emissioni climalteranti di 0,731 kg di CO<sub>2</sub> eq.**

<sup>84</sup> Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft - Buwal: Schriftenreihe Umwelt nr 250 I/II Abfälle "Okoinventare für Verpackungen" 1996 La banca dati Buwal fornisce per ogni processo di produzione, le assunzioni sia in termini energetici che in termini di massa. Vengono inoltre riportate le emissioni associate ad ogni processo. E' quindi possibile effettuare un confronto tra le caratteristiche del sistema di produzione che utilizza materiale vergine e quello che sfrutta invece materiali di recupero. L'inconveniente di questi riferimenti risulta quello di essere correlati ad un determinato scenario (ad esempio il sistema energetico nazionale svizzero) e ad alcune particolari tecnologie. Si è ritenuto, comunque, che questo riferimento sia significativo per potere apprezzare il beneficio che si otterrà nei prossimi anni, quando le raccolte differenziate e l'intero sistema gestionale sarà giunto a regime.

Secondo un'altro studio<sup>85</sup> presentato alla Conferenza nazionale energia ambiente nel 1998, la raccolta differenziata finalizzata alla valorizzazione dei materiali presenti nei RSU, a seguito del risparmio energetico conseguente al minor sfruttamento di materie prime e ai ridotti consumi energetici connessi con la produzione di beni, può contribuire molto alla riduzione delle emissioni di gas serra.

**Consumi energetici associati all'utilizzo di materie prime o materiale riciclato**

Materiale	Utilizzo di materie prime (kWh/t)	Utilizzo di materiale riciclato (kWh/t)	Riduzione consumi
carta/cartone	7600	2700 (a)	64%
vetro	5560 (b)	4280 (c)	13%
plastica	880	600	32%
alluminio	17000	850	95%

(a) 100% di carta riciclata (b) con il 30% di rottame di vetro (c) con il 20% di materia prima

Fonte: P. De Stefanis, P.G. Landolfo, G. Mininni "Gestione dei rifiuti ed effetto serra" Conferenza nazionale energia ambiente, 1998

**2.3.3 Il contributo della raccolta differenziata dello scarto organico**

Il settore dei rifiuti ha la potenzialità per passare da fonte di emissioni a grande risparmiatore di emissioni. Questo può avvenire anche, in parte, con la raccolta del metano dalle discariche come combustibile e per la produzione di energia elettrica. La Divisione tecnologia, industria ed economia del Programma Onu per l'ambiente (Unep) e l'International environmental technology centre Osaka/Shiga, hanno presentato alla Conferenza dell'Unfccc di Cancun<sup>86</sup> il rapporto<sup>87</sup> "Waste and Climate Change: Global Trends and Strategy Framework". Il rapporto cita al suo interno vari studi uno di questi afferma che semplicemente portando gli scarti di cibo, dei giardini e la carta in centri di compostaggio o riciclaggio, *riducendo così la quantità di materia organica nelle discariche, le emissioni potrebbero essere ridotte di 250 kg di CO<sub>2</sub> equivalente per tonnellata di rifiuti solidi urbani*<sup>88</sup>. Un altro afferma che stoccando i rifiuti solidi urbani in discariche ben gestite si può ottenere un risparmio di 132÷185 kg di CO<sub>2</sub> eq per tonnellata di umido. Per quanto riguarda il recupero energetico dalla raccolta differenziata dello scarto organico sono state analizzate alcune ricerche condotte dal Gruppo di Studio sul Compostaggio e la Gestione Integrata dei Rifiuti della Scuola Agraria del Parco di

<sup>85</sup> P. De Stefanis, P.G. Landolfo, G. Mininni "Gestione dei rifiuti ed effetto serra"

<sup>86</sup> Novembre 2010

<sup>87</sup> Il rapporto analizza il contributo che il settore dei rifiuti può dare alla lotta al cambiamento climatico e propone strategie per aumentarlo. Il rapporto cita alcune aree principali in cui possono essere ridotti i gas serra nel settore dei rifiuti. Oltre a ridurre la quantità di materie prime utilizzate nella produzione attraverso la riduzione dei rifiuti e il recupero dei materiali tramite il riciclaggio, evitando le emissioni di gas serra provenienti dall'energia utilizzata per estrarre o produrre le materie prime, di cui si è detto nel paragrafo precedente, afferma che un'importante contributo può arrivare dal produrre energia da rifiuti in sostituzione dell'energia da combustibili fossili attraverso lo stoccaggio del carbonio nelle discariche e l'applicazione del compost sui suoli.

<sup>88</sup> Conferenza dell'Unfccc di Cancun: Rapporto "Waste and Climate Change: Global Trends and Strategy Framework"

Monza<sup>89</sup>. Per i materiali ad alto tenore di umidità, come molte biomasse di scarto presenti nel rifiuto urbano ed agroindustriale, quali gli scarti di cucina e quelli di giardino, è preferibile il recupero agronomico, mediante compostaggio<sup>90</sup> (abbinato eventualmente al recupero energetico mediante digestione anaerobica, a carico delle componenti più fermentescibili). Sin dall'inizio, le strategie europee per la gestione dei rifiuti hanno definito una gerarchia di priorità in quest'ordine: riduzione, riciclaggio (di materia), recupero (energetico) del rifiuto, minimizzazione dello smaltimento. La Direttiva 442/75/CE sui rifiuti non è oggettivamente chiarissima nella definizione<sup>91</sup> delle priorità tra riciclaggio e recupero energetico; tuttavia, le Risoluzioni<sup>92</sup> successive, in modo esplicito e inequivocabile, hanno a più riprese dato priorità alla raccolta differenziata volta al riciclaggio, rispetto al recupero energetico (che va adottato per i materiali non riciclabili), ed entrambe tali azioni devono essere ovviamente privilegiate allo smaltimento in discarica<sup>93</sup>. La **Direttiva 99/31/CE** richiede la riduzione del rifiuto urbano biodegradabile (RUB) da avviare a discarica. La raccolta differenziata (RD) del biorifiuto e della carta è uno strumento primario per rispettare le indicazioni della Direttiva a questo va aggiunto il pretrattamento del rifiuto prima della messa a discarica. In molti Paesi (inclusa l'Italia), ancora dipendenti in gran parte dalle discariche, la questione chiave per raggiungere gli obiettivi della Direttiva 99/31/CE sulle discariche (che prevede il 65% di diminuzione, in 15 anni, del rifiuto biodegradabile smaltito in discarica) diviene: *“come evolverà in futuro la gestione del rifiuto biodegradabile?”*

Considerato che la parte biodegradabile del rifiuto include essenzialmente lo scarto compostabile ed i materiali cellulósici, spesso, viene segnalata<sup>94</sup> l'opportunità di uno sviluppo parallelo di incenerimento e riciclaggio/compostaggio (che sortiscono lo stesso

---

<sup>89</sup> Favoino E., Montanarella L., *La gestione delle biomasse tra recupero energetico e valorizzazione agronomica una valutazione delle diverse opzioni alla luce delle strategie di sostenibilità ambientale* Scuola Agraria del Parco di Monza in collaborazione con Ispra

<sup>90</sup> Anche se possono esserci variazioni e adattamenti nelle strategie da sviluppare in contesti diversi (es. contesti rurali rispetto agli urbani, sud rispetto al nord Europa, ecc.), il riciclaggio e il compostaggio giocheranno un ruolo importante nelle strategie europee future per la gestione dei rifiuti.

<sup>91</sup> L'Articolo 3, il comma 1 impone agli Stati Membri di promuovere “prevenzione, riciclaggio, e trattamento del rifiuto al fine di ottenere materia ed energia”; tale formulazione sembrerebbe non dare alcuna preferenza al riciclaggio sul recupero energetico.

<sup>92</sup> La “ Risoluzione sulla comunicazione da parte della Commissione sulla revisione della strategia comunitaria per la gestione dei rifiuti e la bozza di Risoluzione del Consiglio sulla politica del rifiuto”, emessa dal Parlamento Europeo nel 1996 che dice: “(il Parlamento) chiede al Consiglio e alla Commissione (...) di definire un'adeguata strategia del rifiuto che sia conforme ai principi di sviluppo sostenibile (...) e che rispetti la gerarchia di prevenzione, riuso, riciclaggio, recupero di materia, recupero energetico e smaltimento finale”; quest'ultima formulazione della successione è dunque inequivoca sul senso gerarchico delle diverse opzioni.

<sup>93</sup> In questo senso, è opportuno citare anche la “Risoluzione del Consiglio sulla strategia europea di gestione del rifiuto 97/C 76/01”, che recita: “(Il Consiglio) (...) ritiene che attualmente, ed in attesa di progressi scientifici e tecnologici nonché di un ulteriore sviluppo delle analisi del ciclo di vita, il reimpiego e il recupero dei materiali dovrebbero essere considerati in generale preferibili quando rappresentano le opzioni migliori sotto il profilo ambientale”; pur riaffermando la priorità del recupero di materiali (riciclaggio) rispetto al recupero energetico, tale formulazione dà dunque importanza alla valutazione complessiva e all'LCA (analisi del ciclo di vita) nella definizione delle priorità.

<sup>94</sup> Favoino E., Montanarella L., *La gestione delle biomasse tra recupero energetico e valorizzazione agronomica una valutazione delle diverse opzioni alla luce delle strategie di sostenibilità ambientale* Scuola Agraria del Parco di Monza in collaborazione con Ispra

effetto di sottrazione di materiali biodegradabili dallo smaltimento finale in discarica).  
*Tale equilibrio dovrebbe essere tuttavia attentamente valutato e calibrato, dando priorità al riciclaggio/compostaggio alla luce delle seguenti considerazioni:*

- gli elementi chiave del flusso di rifiuto urbano biodegradabile sono la carta e l'umido;
- entrambi questi flussi possono essere raccolti differenziatamente con alte percentuali di intercettazione e ad un costo ragionevolmente basso, se si ottimizzano i sistemi di raccolta;
- nei Paesi Mediterranei c'è la necessità pressante di applicare sostanza organica sui suoli, preferibilmente prevenendo i problemi di contaminazione da metalli pesanti ed elementi tossici, il che necessita dell'attivazione delle raccolte differenziate;
- l'incenerimento, che è stato a lungo visto e definito come "recupero", è stato recentemente riclassificato dalla sentenza C-458 della Corte di Giustizia Europea come "smaltimento", in tutti gli impianti in cui non sostituisce effettivamente combustibili fossili;
- la Strategia tematica su Prevenzione e Riciclaggio, attualmente in corso di definizione, potrebbe prevedere l'adozione di "obiettivi" specifici di raccolta differenziata e riciclaggio, o di minimizzazione del rifiuto residuo da smaltire, il che comporta la necessità di dimensionare le strategie di gestione dei rifiuti soprattutto su riciclaggio e compostaggio, evitando sovradimensionamenti delle capacità di incenerimento;
- la Direttiva Incenerimento e la Direttiva IPPC faranno aumentare presumibilmente i costi di incenerimento del rifiuto residuo; la qual cosa già accade nei paesi dove i regolamenti hanno resi obbligatori gli Standard ambientali stabiliti dalla Direttiva Incenerimento.

Negli ultimi anni, la Commissione Europea ha lavorato ad una ipotesi di Direttiva sul Trattamento Biologico dei Rifiuti Biodegradabili (anche individuata come "Direttiva sui Biorifiuti"), al fine di:

- assicurare un approccio equilibrato sulla riduzione del rifiuto biodegradabile alle discariche delineata nella Dir. 99/31/CE sulle discariche;
- valutare la possibilità di fissare alcuni obiettivi di riciclaggio dello scarto compostabile, in modo da assicurare l'ulteriore sviluppo del compostaggio in Europa;
- definire valori limite, condizioni per l'uso e regole di mercato comuni per i prodotti compostati nei diversi Paesi europei;



- sviluppare ulteriormente la produzione di ammendanti compostati<sup>95</sup> di alta qualità per l'uso in agricoltura biologica e come mezzo per combattere la desertificazione nei Paesi del Sud d'Europa.

Corrette gestioni del biorifiuto<sup>96</sup> potrebbero contribuire anche al raggiungimento dei target posti dalle politiche in difesa del clima, alla lotta contro la desertificazione e alla riduzione nell'utilizzo di sostanze chimiche applicate ai suoli grazie alla parziale sostituzione di queste con compost<sup>97</sup>. Per tali motivi, la Commissione individua la necessità di promuovere i sistemi e le strategie di raccolta differenziata dello scarto organico, e successiva valorizzazione mediante compostaggio e digestione anaerobica, come anche specificato all'art. 22 della recente Revisione della Direttiva Quadro sui Rifiuti (Dir. 2008/98).

Negli ultimi tempi la necessità di recepire gli obiettivi del protocollo di Kyoto per la lotta all'effetto serra e al cambiamento climatico, è diventato un importante punto fermo nella definizione della politica ambientale. Da questo punto di vista, la biomassa compostabile (agricola, agroindustriale, urbana) è stata troppo a lungo considerata esclusivamente come una potenziale risorsa energetica sostitutiva dei combustibili fossili. Negli ultimi tempi invece, una valutazione più approfondita, ha portato ad una valutazione scientificamente più equilibrata in cui il ruolo della sostanza organica nel suolo viene considerato un fattore di rilievo nella strategia complessiva di lotta al cambiamento climatico (accumulo di carbonio nel suolo) e nella sostituzione di combustibili fossili (miglioramento della fertilità dei suoli)<sup>98</sup>. Per quanto riguarda la produzione di ammendanti tramite compostaggio: si sono calcolate<sup>99</sup> le emissioni di CO<sub>2</sub> nel "sistema compostaggio", ovvero nel trattamento e utilizzo dell'ammendante prodotto al posto dei fertilizzanti

---

<sup>95</sup> Prodotto ottenuto attraverso un processo di trasformazione e stabilizzazione controllato di rifiuti organici che possono essere costituiti dalla frazione organica degli RSU proveniente da raccolta differenziata, da rifiuti di origine animale, da rifiuti di attività agroindustriale e da lavorazione del legno e del tessile naturale non trattati, da reflui e fanghi, nonché da scarti della manutenzione del verde ornamentale, residui delle colture, altri rifiuti di origine vegetale.

<sup>96</sup> La recente Comunicazione della Commissione (2010) 235 sul Biorifiuto ha tra gli input: massimizzare la prevenzione e ridurre a zero il conferimento del rifiuto organico non trattato in discarica e rispettare in modo rigoroso la gerarchia dei rifiuti. La Comunicazione, tuttavia, non si limita a ripetere, anche se in modo chiaro e articolato, le "massime" già contenute in tutta la legislazione comunitaria: ribadisce, infatti, l'enorme potenziale contenuto in una risorsa che a oggi viene poco utilizzata quando non addirittura distrutta; solo a titolo di esempio: 7 miliardi di Euro i possibili risparmi generati da politiche di prevenzione e riciclaggio ambiziose; 44 milioni, le tonnellate di CO<sub>2</sub> evitate. ([www.informambiente.it](http://www.informambiente.it))

<sup>97</sup> L'uso del compost in agricoltura è già di per sé una pratica "ecologica", perché viene impiegato un materiale che deriva dal recupero in condizioni controllate di matrici organiche selezionate, altrimenti destinate allo smaltimento in discarica. Il compost è caratterizzato da un elevato contenuto di sostanza organica stabilizzata che, distribuita sul suolo, ha due importanti effetti: il primo è un miglioramento generale delle caratteristiche chimico-fisiche del terreno, che risulta pertanto salvaguardato da fenomeni di erosione; il secondo è un progressivo accumulo di carbonio nel suolo, che assume così una funzione di immagazzinamento del carbonio (carbon sink) nell'ambito della lotta all'effetto serra. Il compost infine, migliorando la fertilità del terreno, può essere impiegato per integrare o sostituire in misura variabile la concimazione chimica, la cui riduzione può avere importanti riflessi sia ambientali sia economici. Alcuni calcoli hanno sottolineato il fatto che un aumento dello 0,15% del carbonio organico nei suoli arabili italiani potrebbe fissare nel suolo la stessa quantità di carbonio che ad oggi è rilasciata in atmosfera per l'uso di combustibili fossili in un anno in Italia. [Prof. P. Sequi al Compost Symposium, Vienna, 29-30 ottobre 1998]

<sup>98</sup> Centemero M., Zanardi W. *Il trattamento biologico dei rifiuti urbani in Italia: compostaggio, trattamento meccanico-biologico, digestione anaerobica* Consorzio Italiano Compostatori, 2008

<sup>99</sup> Compost credits – The carbon balance of biowaste composting. Report of 29 July 2005; Grontmij Nederland bv De Bilt, 29 July 2005

chimici e si è visto che questo genera un deficit di CO<sub>2</sub> (cioè una sottrazione netta) fino a 94,9 kgCO<sub>2</sub>/t di scarto organico trattato. Ciò equivale, considerando che in Italia nel 2006 sono stati avviati al compostaggio ca. 3.000.000 di ton di scarti organici, che c'è un "risparmio netto" in CO<sub>2</sub> di ca. 300.000 t<sup>100</sup>.

Per quanto riguarda il caso studio si ritiene opportuno fare riferimento ai calcoli effettuati dall'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto<sup>101</sup>. In questa pubblicazione è stato fatto un calcolo del Bilancio di CO<sub>2</sub> determinato dall'utilizzo del compost in agricoltura giungendo a calcolare i seguenti risparmi per 1 tonnellata di rifiuto putrescibile avviato a compostaggio:

- - 17,6 kg di CO<sub>2</sub> eq per effetto del carbon sink nel suolo;
- - 18,7 kg di CO<sub>2</sub> eq per effetto del mancato utilizzo dei fertilizzanti chimici;
- - 29 kg di CO<sub>2</sub> eq per effetto della sostituzione della torba con compost;

**Il beneficio ambientale netto globale dell'utilizzo del compost in agricoltura e vivaismo, tra CO<sub>2</sub> sequestrata e materiali risparmiati, risulta, quindi, di - 65,3 kg di CO<sub>2</sub> eq per tonnellata di rifiuto avviato a compostaggio.**

Sempre gli stessi autori hanno condotto uno studio per calcolare il bilancio complessivo delle emissioni di CO<sub>2</sub> in impianti di digestione anaerobica arrivando a stabilire che nel caso di **digestione anaerobica** (con sistema di cogenerazione e recupero dell'energia termica) e **compostaggio** si ottiene un ulteriore risparmio di emissioni. Oltre a quello già visto per l'utilizzo del compost, infatti si risparmia in emissioni da fonti fossili nella misura di **155,5 kg di CO<sub>2</sub> eq per tonnellata di rifiuto avviato al processo**<sup>102</sup>. Nel caso

---

<sup>100</sup> L'ambito agricolo può svolgere un ruolo principe nella mitigazione delle emissioni climateranti. In particolare l'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) ha individuato alcune azioni per ridurre le emissioni in ambito agricolo:

- la riduzione delle emissioni dirette prodotte dalle modalità di lavorazione dei terreni;
- la riduzione delle emissioni indirette dovute all'intensivo utilizzo di pesticidi e fertilizzanti;
- il sequestro di carbonio tramite l'apporto della sostanza organica.

Il ruolo del compost nell'ambito delle prime due azioni risulta particolarmente importante, infatti, l'uso del compost favorisce:

- la riduzione dell'utilizzo di fertilizzanti di sintesi (grazie all'accumulo nel suolo di elementi nutritivi in forma organica a lento rilascio);
- la riduzione dell'uso di pesticidi (grazie al potere fitorepressivo);
- il miglioramento delle proprietà fisiche del suolo, che favorisce una più facile lavorazione dello stesso, riducendo anche le operazioni meccaniche per la preparazione;
- la riduzione delle fasi di irrigazione grazie all'incremento della capacità di ritenzione idrica dei suoli.

In merito alla terza azione va sottolineata l'importanza del compost quale fonte di accumulo di carbonio organico nel suolo a lento rilascio. In particolare la Comunicazione EU della Commissione Europea in tema di protezione del suolo ha enfatizzato l'importanza dell'uso del compost di qualità nelle azioni da intraprendere per ripristinare il tenore di sostanza organica nei suoli, mitigando così i fenomeni di desertificazione ed erosione. Questo tema è molto sentito non solo in relazione alle problematiche relative agli Stati mediterranei, dove le condizioni climatiche (temperatura e umidità) accelerano i processi di consumo della sostanza organica (fino a valori inferiori al 2%), ma anche nelle Regioni europee settentrionali, dove, a fronte di un lungo periodo di sfruttamento del suolo attraverso le coltivazioni intensive e l'utilizzo di fertilizzanti di sintesi senza prevedere il mantenimento della fertilità di base del suolo tramite la concimazione organica, si è assistito a una progressiva riduzione del carbonio organico del suolo fino a valori inferiori al 4%.

La diminuzione rapida di carbonio organico nei suoli comporta non solo una riduzione progressiva della fertilità del suolo, ma anche il rilascio in breve tempo di un flusso netto di CO<sub>2</sub> in atmosfera.

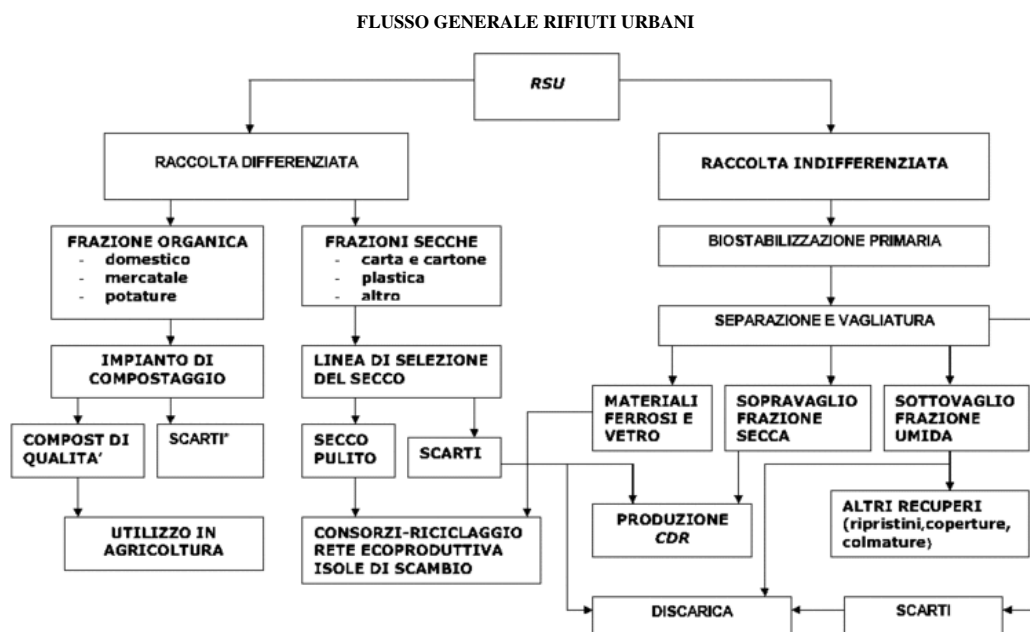
<sup>101</sup> Franz L., Bergamin L., Paradisi L., *Compost - una fonte di nuova fertilità*, Veneto Agricoltura (Azienda Regionale per i Settori Agricolo, Forestale e Agroalimentare), Legnaro (Pd) 2009

<sup>102</sup> Questo valore è stato calcolato tenendo conto dell'energia elettrica o elettrica +termica ceduta al netto degli autoconsumi

in cui i rifiuti vengono sottoposti a digestione anaerobica, oltre a stimare i benefici prodotti dall'uso del compost e dalla produzione di energia rinnovabile, bisognerà considerare anche il beneficio derivante dalle mancate emissioni in atmosfera dalla fermentazione dei rifiuti organici che in questo caso vengono trattati, appunto, in ambiente anaerobico. A tal fine bisognerà considerare che i rifiuti organici emettono nell'ambiente 56 kg/t di metano pari a 1.181 kg di CO<sub>2</sub> eq per tonnellata e 295 kg/t di CO<sub>2</sub>. Pertanto **le emissioni in atmosfera per i rifiuti organici ammontano a 1.476 kg di CO<sub>2</sub> eq per tonnellata.**

## 2.4 I nuovi scenari per la gestione dei rifiuti urbani

L'Unione Europea ha sviluppato, nell'ambito del Sesto Programma comunitario d'Azione in materia di Ambiente, la linea di azione inerente all'uso sostenibile delle risorse naturali e alla gestione dei rifiuti<sup>103</sup>. In coerenza con i principi comunitari la normativa italiana sui rifiuti è orientata ormai da tempo alla realizzazione di un sistema di "gestione integrata" mirato ad ottenere il duplice risultato di valorizzare economicamente la risorsa rifiuto e di tutelare la qualità dell'ambiente<sup>104</sup>.



Fonte: Mezzera A, Liberati R., *La gestione dell'emergenza rifiuti effettuata dai Commissari straordinari del Governo, Corte dei Conti*

<sup>103</sup> L'obiettivo generale di tale linea d'azione è di evitare che il consumo delle risorse, rinnovabili e no, travalichi la capacità di carico dell'ambiente, e di ottenere il disaccoppiamento dell'uso delle risorse dalla crescita economica mediante un significativo miglioramento dell'efficienza di utilizzo delle risorse stesse. La Strategia tematica sulla prevenzione e il riciclaggio dei rifiuti, una delle sette strategie tematiche previste dal Sesto Programma d'Azione, stabilisce gli orientamenti dell'azione dell'Unione Europea e descrive le misure prioritarie per migliorare la gestione dei rifiuti. La Strategia tematica è volta alla riduzione degli impatti ambientali negativi generati dai rifiuti, dalla produzione fino allo smaltimento, passando per il riciclaggio. Tale approccio considera i rifiuti non solo come una fonte d'inquinamento da ridurre ma anche come una potenziale risorsa da sfruttare.

<sup>104</sup> In un sistema di gestione integrata dei rifiuti lo smaltimento viene a costituire una fase residuale, mentre la raccolta differenziata finalizzata al riciclaggio assume un ruolo prioritario, in quanto consente di ridurre significativamente il flusso dei rifiuti da avviare allo smaltimento e di valorizzare le componenti merceologiche dei rifiuti sin dalla fase di raccolta.

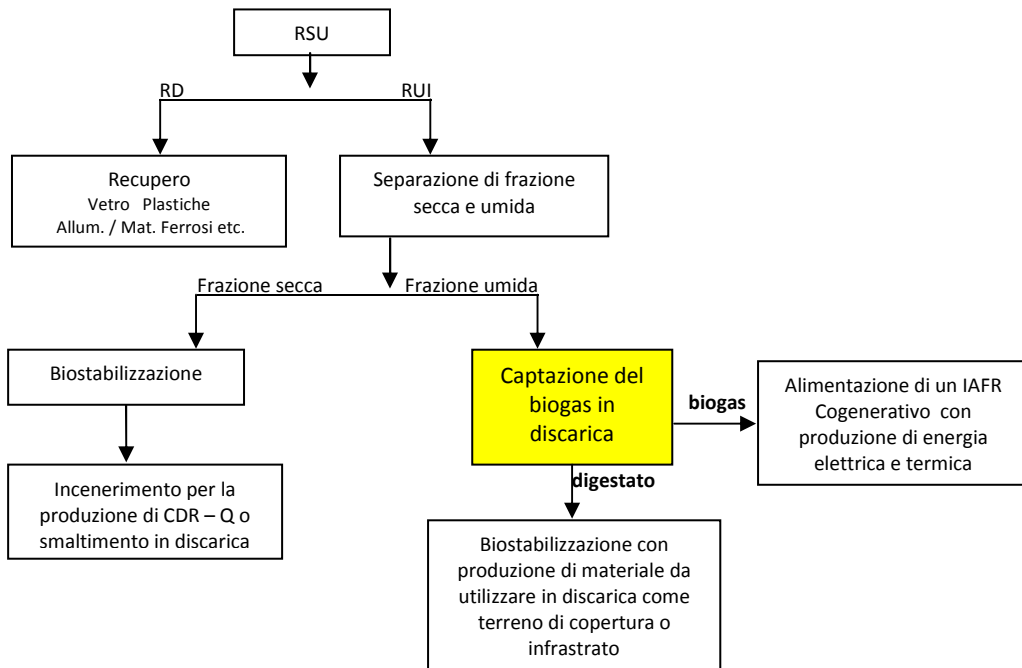
Attualmente i sistemi utilizzati nel nostro paese per il trattamento dei Rifiuti Solidi Urbani (RSU) si distinguono in Raccolta Indifferenziata (RUI) e Raccolta Differenziata (RD) secondo i processi schematizzati precedentemente. In entrambi i casi il processo di trattamento della frazione organica degli RSU, è un processo di biostabilizzazione, che nel caso dei RUI porta alla produzione di stabilizzato più o meno maturo da usare in discarica come copertura o infrastrato oppure per ripristini coperture o colmature, mentre nel caso della RD porta alla produzione di compost di qualità da utilizzare in agricoltura.

Oggi in tutto il mondo e a tutti i livelli si parla di maggiore sfruttamento delle energie rinnovabili, supportato da una continua legiferazione sia a livello CEE che a livello nazionale e regionale. Tra le energie rinnovabili vi è anche quella derivante dalla frazione organica degli RSU il cui sfruttamento può, tra l'altro, ridurre l'impatto provocato dai rifiuti sull'ambiente. In molti paesi del nord Europa è sempre più utilizzato il processo di Digestione Anaerobica della frazione organica degli RSU capace, in modo del tutto naturale, di produrre biogas che, dopo opportuna raffinazione, viene utilizzato per alimentare impianti cogenerativi ossia Impianti Alimentati da Fonti Rinnovabili (IAFR) in grado di produrre contemporaneamente energia elettrica e termica.

Lo schema più innovativo attualmente utilizzato in Italia prevede il recupero dell'energia biochimica sotto forma di metano contenuta nella frazione organica degli RSU direttamente in discarica. È prevista, inoltre, la termovalorizzazione per la produzione di CDR (Combustibile Da Rifiuto) del materiale secco non riciclabile in alternativa allo smaltimento degli scarti in discarica. In sintesi la raccolta differenziata riguarda solo i materiali riciclabili, quali carta, vetro, metalli e plastica. A valle di questa parziale raccolta differenziata sono stati introdotti degli impianti innovativi per il trattamento dei Rifiuti Urbani Indifferenziati (RUI) che consistono in:

- una preventiva separazione delle frazioni secca e umida del RUI;
- la captazione del biogas prodotto dalla frazione umida dei rifiuti direttamente in discarica da destinare all'alimentazione di impianti IAFR cogenerativi;
- una fase di biostabilizzazione per la frazione secca prima di avviare il materiale all'incenerimento o allo smaltimento in discarica;
- una fase di biostabilizzazione per la frazione umida per ottenere il cosiddetto compost grigio da utilizzare in discarica come terreno di copertura o infrastrato.

### Processo innovativo per il trattamento dei rifiuti urbani indifferenziati (RUI)



Questo schema di gestione dei rifiuti ha al suo interno dei punti critici. Infatti, il processo di decomposizione dei rifiuti organici in discarica produce biogas, ricco di metano, ma anche nel caso in cui esistano strutture di captazione e recupero a fini energetici, buona parte di questi gas finiscono in atmosfera. I rifiuti organici in discarica, inoltre, decomponendosi producono il percolato, un liquido che deve essere opportunamente trattenuto e raccolto per non rischiare di contaminare le falde acquifere presenti nel sottosuolo. Ecco che l'opzione che risulta più valida è quella di una buona raccolta differenziata a monte con la separazione dell'organico che non viene più smaltito in discarica ma trattato in impianti di digestione anaerobica<sup>105</sup>.

Gli impianti integrati di digestione anaerobica e di biostabilizzazione/compostaggio hanno avuto un notevole sviluppo in Europa<sup>106</sup> grazie anche ad una politica di incentivazione economica dei kWh prodotti da fonti energetiche rinnovabili, ora presente anche in Italia<sup>107</sup>. L'energia elettrica prodotta, essendo generata da fonte rinnovabile, è incentivata dal GSE<sup>108</sup> con la cosiddetta "tariffa onnicomprensiva" (che comprende sia

<sup>105</sup> Non a caso la posizione di Legambiente (vedi: Dossier Energia dai rifiuti senza CO<sub>2</sub>: la gestione sostenibile degli scarti organici) per quanto riguarda l'energia dai rifiuti, è quella di promuovere l'integrazione della digestione anaerobica nei processi di gestione dello scarto organico per rendere davvero sostenibile la gestione del ciclo dei rifiuti, e contribuire a contrastare il cambiamento climatico. In particolare, Legambiente propone una gestione dei rifiuti che prevede l'integrazione della:

- raccolta e della gestione degli scarti organici nei sistemi di gestione dei rifiuti;
- digestione anaerobica e del compostaggio nelle filiere di gestione degli scarti organici.

A titolo di esempio la digestione anaerobica di circa 25.000 ton/anno di rifiuto organico, da RD, che non sono altro che i rifiuti organici prodotti da 38.000 famiglie, è in grado di alimentare un generatore della potenza di 1 MWe capace di soddisfare il fabbisogno energetico di circa 2.500 famiglie.

<sup>106</sup> Germania, Svizzera e Spagna in primis

<sup>107</sup> Certificati Verdi o Tariffa Onnicomprensiva per gli impianti sotto il MW

<sup>108</sup> Gestore dei Servizi Elettrici

l'incentivo che un compenso per la vendita dell'energia prodotta, che pertanto deve essere immessa in rete) pari a 0,28 €/kWh (D.M. 18.12.2008). Pertanto, oltre a vantaggi in termini d'impatto ambientale, ci sono anche notevoli vantaggi in termini economici.

Il riciclo dei rifiuti organici permette di produrre compost di qualità e biogas a CO<sub>2</sub> neutrale per la generazione di energia elettrica e termica<sup>109</sup>. Da questi pochi dati si comprende il grande potenziale in termini di energia rinnovabile che si potrebbe ricavare trattando la frazione organica degli RSU con processi di digestione anaerobica.

Gli impianti "innovativi" di trattamento della FORSU a valle della RD sono, quindi, impianti che permettono di recuperare il contenuto bio-energetico della frazione umida degli RSU, fonte energetica rinnovabile, che altrimenti andrebbe sprecata.

Sono impianti che portano notevoli benefici ambientali anche in termini di riduzione delle emissioni climalteranti in atmosfera in quanto a ciclo neutrale di CO<sub>2</sub>. Tali impianti si differenziano da quelli di biostabilizzazione i quali, a causa del processo di decomposizione naturale della frazione organica, producono biogas che non essendo captato e bruciato, si libera in atmosfera generando effetti climalteranti molto più deleteri<sup>110</sup> della stessa CO<sub>2</sub>.

Per quanto riguarda gli aspetti economici, gli investimenti più alti che gli impianti "innovativi" richiedono rispetto a quelli attuali, sono compensati dai ricavi che derivano dalla vendita dell'energia elettrica a tariffe incentivate. Resta comunque chiaro che l'impiego degli impianti "innovativi", rappresenterebbe una decisione strategica da parte delle amministrazioni pubbliche per una "gestione sostenibile delle frazioni organiche dei RSU" che qualificerebbe il loro operato in un settore come quello dei RSU sempre critico, sotto continua osservazione da parte delle associazioni ambientaliste e di grande interesse per l'opinione pubblica, consentirebbe, inoltre, di superare l'opposizione delle popolazioni interessate e anzi potrebbe fungere da ulteriore incentivo per una corretta raccolta differenziata. Infatti, la digestione anaerobica presenta tutte le caratteristiche per poter essere definita "ecologica" e non inquinante:

- non vengono emesse sostanze inquinanti in atmosfera,
- non viene prodotto percolato, con il rischio di inquinare le falde acquifere,
- non viene consumato territorio<sup>111</sup>.

Il digestato<sup>112</sup> stabilizzato può essere utilizzato in agricoltura. Diverse ricerche sperimentali condotte da autorevoli istituzioni scientifiche nazionali ed estere dimostrano

---

<sup>109</sup> <http://www.rivistainnovare.com/headline/energia-verde-dai-rifiuti-organici-2/> - 11 gennaio 2011

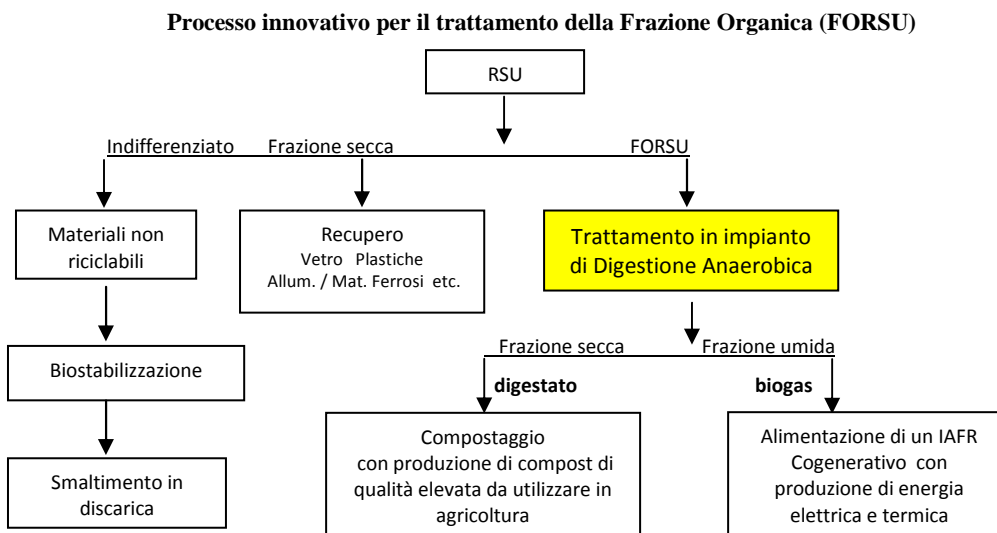
<sup>110</sup> Il biogas è ricco di CH<sub>4</sub>, metano, che ha un effetto climalterante 21 volte superiore a quello della CO<sub>2</sub>

<sup>111</sup> Una discarica, una volta riempita, viene rimpiazzata da un'altra discarica

<sup>112</sup> Il digestato non è altro che il materiale prodotto dal processo di digestione che mescolato poi al verde strutturante diventa compost di qualità.

che il digestato proveniente dalla digestione anaerobica della FORSU ha un ottimo potere fertilizzante e non comporta rischi di accumulo nei terreni di sostanze inquinanti.

Sulla base delle considerazioni di cui sopra, in alternativa ai processi di trattamento attualmente utilizzati ed esaminati in precedenza, si dovrebbe utilizzare il processo innovativo schematizzato di seguito:



Perché ciò si realizzi è necessaria un'azione incisiva per imprimere nuovo impulso alla raccolta differenziata finalizzata al recupero di materia, che porti quanto meno al conseguimento degli obiettivi che erano stati fissati con il Dlgs. n. 22/97<sup>113</sup> su tutto il territorio nazionale, anche mediante un maggiore e meglio delineato coinvolgimento del CONAI e dei Consorzi di filiera.

In tale ottica è prioritario effettuare adeguate campagne di educazione e di informazione dei cittadini e curare con particolare attenzione lo sviluppo di un effettivo mercato dei prodotti ottenuti con materiali recuperati.

A tale proposito, basta ricordare che il Protocollo di Kyoto impegna gli stati membri dell'Unione Europea a ridurre, nel periodo 2008-2012, le emissioni totali di gas serra dell'8% rispetto al 1990. L'Italia, in particolare, si è impegnata per una riduzione del 6,5% delle proprie emissioni, corrispondente a circa 100 milioni di tonnellate/anno di CO<sub>2</sub> equivalente.

Si calcola che gli interventi sul ciclo dei rifiuti urbani possano consentire una riduzione di oltre 15 milioni di tonnellate/anno di CO<sub>2</sub> equivalente, pari al 15% dell'impegno assunto dal Paese. I contributi più rilevanti scaturiscono dalla riduzione delle emissioni di metano da discarica, dal conseguimento degli obiettivi di raccolta differenziata finalizzata al

<sup>113</sup> Vedi par. 2.1

riciclo dei materiali e dall'incremento della quota di combustione dei rifiuti con produzione di energia

Per il conseguimento degli obiettivi fissati dalla direttiva 1999/31/CE sulle discariche e dal Dlgs. 36/03 bisogna: realizzare gli obiettivi di raccolta differenziata fissati dal Dlgs. n. 22/97 (35%) per le componenti biodegradabili comunemente raccolte (come carta e cartone) a volte anche spingendosi oltre questo limite, ma anche, prevedere la raccolta differenziata dell'organico. Questo sistema infatti è l'unico che consente di ottenere un compost di qualità che possa avere uno sbocco di mercato e che quindi non sia nuovamente destinato al conferimento in discarica.

#### **2.4.1. Norme per la realizzazione degli impianti a Fonte Rinnovabile**

Il **D. Lgs. 29 dicembre 2003, n. 387**<sup>114</sup> "*Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità*" definisce le nuove regole di riferimento per la promozione delle fonti rinnovabili. All'art.17<sup>115</sup> il decreto include i rifiuti tra le fonti energetiche ammesse a beneficiare del regime riservato alle fonti rinnovabili. Interpretando la gerarchia comunitaria di trattamento dei rifiuti nel senso di favorire la riduzione dei rifiuti destinati allo smaltimento, e considerando che allo stato delle tecniche di riutilizzo e riciclo, per talune tipologie di rifiuti, la valorizzazione energetica sia preferibile allo smaltimento, il decreto promuove la valorizzazione energetica dei combustibili derivati dai rifiuti. L'ordinamento comunitario definisce gli impianti a fonte rinnovabile come infrastrutture energetiche di fondamentale importanza.

Il decreto ha tra le sue finalità<sup>116</sup> quella di attuare una semplificazione delle procedure amministrative per la realizzazione degli impianti, nel rispetto delle competenze di Stato,

---

<sup>114</sup> Aggiornato alle modifiche introdotte dalla L. n. 99/2009

<sup>115</sup> Art. 17. *Inclusione dei rifiuti tra le fonti energetiche ammesse a beneficiare del regime riservato alle fonti rinnovabili*  
Ai sensi di quanto previsto dall'articolo 43, comma 1, lettera e), della legge 1° marzo 2002, n. 39, e nel rispetto della gerarchia di trattamento dei rifiuti di cui al decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, sono ammessi a beneficiare del regime riservato alle fonti energetiche rinnovabili i rifiuti, ivi compresa, anche tramite il ricorso a misure promozionali, la frazione non biodegradabile ed i combustibili derivati dai rifiuti, di cui ai decreti previsti dagli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 92 e alle norme tecniche UNI 9903-1. Pertanto, agli impianti, ivi incluse le centrali ibride, alimentati dai suddetti rifiuti e combustibili, si applicano le disposizioni del presente decreto, fatta eccezione, limitatamente alla frazione non biodegradabile, di quanto previsto all'articolo 11. Sono fatti salvi i diritti acquisiti a seguito dell'applicazione delle disposizioni di cui al decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79, e successivi provvedimenti attuativi. L'art. 43 così recita: (Delega al Governo per il recepimento della direttiva 2001/77/CE sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili), comma 1: Il Governo è delegato ad emanare, entro diciotto mesi dalla data di entrata in vigore della presente legge, con le modalità di cui ai commi 2 e 3 dell'art. 1, uno o più decreti legislativi per il recepimento della direttiva 2001/77/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 27 settembre 2001, sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità, nel rispetto dei seguenti principi e criteri direttivi: lettera e): includere, tra le fonti energetiche ammesse a beneficiare del regime riservato alle fonti rinnovabili, i rifiuti, ivi compresa la frazione non biodegradabile;

<sup>116</sup> Art. 1. *Finalità*

1. Il presente decreto, nel rispetto della disciplina nazionale, comunitaria ed internazionale vigente, nonché nel rispetto dei principi e criteri direttivi stabiliti dall'articolo 43 della legge 1° marzo 2002, n. 39, è finalizzato a:



Regioni ed Enti locali. Gli impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili di cui all'articolo 2, comma 1, lettere b) e c)<sup>117</sup>, vengono definiti di pubblica utilità, indifferibili ed urgenti e possono essere ubicati anche in zone classificate agricole dai vigenti piani urbanistici e pertanto non è necessario adottare varianti di destinazione d'uso<sup>118</sup>.

Gli impianti di produzione di energia elettrica, in quanto impianti produttivi, sono compatibili con aree destinate agli insediamenti produttivi, industriali ed artigianali individuati dagli strumenti urbanistici locali.

Il D.Lgs. 387/2003 ha semplificato le procedure. La costruzione, l'esercizio e la modifica degli impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili richiede un'autorizzazione unica<sup>119</sup>, rilasciata dalla Regione o dalla Provincia delegata, che dovrà

- 
- a) promuovere un maggior contributo delle fonti energetiche rinnovabili alla produzione di elettricità nel relativo mercato italiano e comunitario;
- b) promuovere misure per il perseguimento degli obiettivi indicativi nazionali di cui all'articolo 3, comma 1;
- c) concorrere alla creazione delle basi per un futuro quadro comunitario in materia;
- d) favorire lo sviluppo di impianti di microgenerazione elettrica alimentati da fonti rinnovabili, in particolare per gli impieghi agricoli e per le aree montane.

<sup>117</sup> Art. 2: 1. Ai fini del presente decreto si intende per:

- a) fonti energetiche rinnovabili o fonti rinnovabili: le fonti energetiche rinnovabili non fossili (eolica, solare, geotermica, del moto ondoso, maremotrice, idraulica, biomasse, gas di discarica, gas residuati dai processi di depurazione e biogas). In particolare, per biomasse si intende: la parte biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui provenienti dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali e animali) e dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani; b) impianti alimentati da fonti rinnovabili programmabili: impianti alimentati dalle biomasse e dalla fonte idraulica, ad esclusione, per quest'ultima fonte, degli impianti ad acqua fluente, nonché gli impianti ibridi, di cui alla lettera d); c) impianti alimentati da fonti rinnovabili non programmabili o comunque non assegnabili ai servizi di regolazione di punta: impianti alimentati dalle fonti rinnovabili che non rientrano tra quelli di cui alla lettera b); e) impianti di microgenerazione: impianti per la produzione di energia elettrica con capacità di generazione non superiore ad un MW elettrico, alimentate dalle fonti di cui alla lettera a).

<sup>118</sup> Art. 12. *Razionalizzazione e semplificazione delle procedure autorizzative*

- 1. Le opere per la realizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli stessi impianti, autorizzate ai sensi del comma 3, sono di pubblica utilità ed indifferibili ed urgenti.**
- Restano ferme le procedure di competenza del Ministero dell'interno vigenti per le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi.
- 3. La costruzione e l'esercizio degli impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili, gli interventi di modifica, potenziamento, rifacimento totale o parziale e riattivazione, come definiti dalla normativa vigente, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli impianti stessi, sono soggetti ad una autorizzazione unica, rilasciata dalla regione o altro soggetto istituzionale delegato dalla regione, nel rispetto delle normative vigenti in materia di tutela dell'ambiente, di tutela del paesaggio e del patrimonio storico artistico.** A tal fine la Conferenza dei servizi è convocata dalla regione entro trenta giorni dal ricevimento della domanda di autorizzazione. Resta fermo il pagamento del diritto annuale di cui all'articolo 63, commi 3 e 4, del testo unico delle disposizioni legislative concernenti le imposte sulla produzione e sui consumi e relative sanzioni penali e amministrative, di cui al decreto

legislativo 26 ottobre 1995, n. 504, e successive modificazioni.

<sup>119</sup> Art. 12. *Razionalizzazione e semplificazione delle procedure autorizzative*

4. L'autorizzazione di cui al comma 3 è rilasciata a seguito di un procedimento unico, al quale partecipano tutte le Amministrazioni interessate, svolto nel rispetto dei principi di semplificazione e con le modalità stabilite dalla legge 7 agosto 1990, n. 241, e successive modificazioni e integrazioni. Il rilascio dell'autorizzazione costituisce titolo a costruire ed esercitare l'impianto in conformità al progetto approvato e deve contenere, in ogni caso, l'obbligo alla rimessa in pristino dello stato dei luoghi a carico del soggetto esercente a seguito della dismissione dell'impianto. Il termine massimo per la conclusione del procedimento di cui al presente comma non può comunque essere superiore a centottanta giorni.
4. -bis. Per la realizzazione di impianti alimentati a biomassa e per impianti fotovoltaici, ferme restando la pubblica utilità e le procedure conseguenti per le opere connesse, il proponente deve dimostrare nel corso del procedimento, e comunque prima dell'autorizzazione, la disponibilità del suolo su cui realizzare l'impianto
5. All'installazione degli impianti di fonte rinnovabile di cui all'articolo 2, comma 2, lettere b) e c) per i quali non è previsto il rilascio di alcuna autorizzazione, non si applicano le procedure di cui ai commi 3 e 4. Ai medesimi impianti, quando la capacità di generazione sia inferiore alle soglie individuate dalla tabella A allegata al presente decreto, con riferimento alla specifica fonte, si applica la disciplina della denuncia di inizio attività di cui agli articoli 22 e 23 del testo unico di cui al decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, e successive modificazioni. Con decreto del Ministro dello sviluppo economico, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, d'intesa con la Conferenza unificata di cui all'articolo 8 del decreto legislativo 28 agosto 1997, n. 281, e successive

essere conforme alle normative in materia di tutela dell'ambiente, del paesaggio e del patrimonio storico artistico, e costituirà, ove occorra, variante allo strumento urbanistico<sup>120</sup>.

Gli impianti più piccoli sono invece realizzabili con una procedura semplificata; i piccoli impianti, cioè quelli con capacità di generazione inferiore alle soglie fissate dalla tabella A<sup>121</sup> allegata al Dlgs 387/2003, sono realizzabili attraverso la procedura di Denuncia di Inizio Attività (DIA) disciplinata dagli articoli 22 e 23 del Testo unico dell'edilizia<sup>122</sup>, gli impianti minori<sup>123</sup> sono considerati "attività di edilizia libera" e possono essere realizzati previa comunicazione di inizio lavori al Comune<sup>124</sup>. Il procedimento autorizzativo fa perno, quindi, sugli enti territoriali, Regioni, Provincie, Comuni.

---

modificazioni, possono essere individuate maggiori soglie di capacità di generazione e caratteristiche dei siti di installazione per i quali si procede con la medesima disciplina della denuncia di inizio attività

6. L'autorizzazione non può essere subordinata né prevedere misure di compensazione a favore delle regioni e delle province.

7. **Gli impianti di produzione di energia elettrica, di cui all'articolo 2, comma 1, lettere b) e c), possono essere ubicati anche in zone classificate agricole dai vigenti piani urbanistici.** Nell'ubicazione si dovrà tenere conto delle disposizioni in materia di sostegno nel settore agricolo, con particolare riferimento alla valorizzazione delle tradizioni agroalimentari locali, alla tutela della biodiversità, così come del patrimonio culturale e del paesaggio rurale di cui alla legge 5 marzo 2001, n. 57, articoli 7 e 8, nonché del decreto legislativo 18 maggio 2001, n. 228, articolo 14.

8. Gli impianti di produzione di energia elettrica di potenza complessiva non superiore a 3 MW termici, sempre che ubicati all'interno di impianti di smaltimento rifiuti, alimentati da gas di discarica, gas residuati dai processi di depurazione e biogas, nel rispetto delle norme tecniche e prescrizioni specifiche adottate ai sensi dei commi 1, 2 e 3 dell'articolo 31 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, sono, ai sensi e per gli effetti dell'articolo 2, comma 1, del decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203, attività ad inquinamento atmosferico poco significativo ed il loro esercizio non richiede autorizzazione. E' conseguentemente aggiornato l'elenco delle attività ad inquinamento atmosferico poco significativo di cui all'allegato I al decreto del Presidente della Repubblica 25 luglio 1991.

9. Le disposizioni di cui ai precedenti commi si applicano anche in assenza della ripartizione di cui all'articolo 10, commi 1 e 2, nonché di quanto disposto al comma 10.

10. In Conferenza unificata, su proposta del Ministro delle attività produttive, di concerto con il Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del Ministro per i beni e le attività culturali, si approvano le linee guida per lo svolgimento del procedimento di cui al comma 3. Tali linee guida sono volte, in particolare, ad assicurare un corretto inserimento degli impianti, con specifico riguardo agli impianti eolici, nel paesaggio. In attuazione di tali linee guida, le regioni possono procedere alla indicazione di aree e siti non idonei alla installazione di specifiche tipologie di impianti. Le regioni adeguano le rispettive discipline entro novanta giorni dalla data di entrata in vigore delle linee guida. In caso di mancato adeguamento entro il predetto termine, si applicano le linee guida nazionali.

<sup>120</sup> Qualora l'ubicazione dell'impianto comporti la necessità di adottare variante ai piani urbanistici, l'Autorità Competente, acquisiti tutti i pareri in merito, rilascia l'A.U., fatta salva la competenza dell'Ente locale che procederà ai sensi del comma 2 dell'art. 5 del D.P.R.447/98.

<sup>121</sup> Tabella A (allegata al Dlgs 387/2003)

Fonte	Soglie
Eolica	60 kW
Solare fotovoltaica	20 kW
Idraulica	100 kW
Biomasse	200 kW
Gas di discarica, gas residuati dai processi di depurazione e biogas	250 kW

<sup>122</sup> Dpr 380/2001

<sup>123</sup> Impianti fotovoltaici integrati negli edifici, **impianti a biomassa fino a 50 kWe**, minieolico, piccoli impianti idroelettrici e geotermoelettrici ecc.

<sup>124</sup> La provincia di Pordenone ad esempio nel 2008 ha presentato una "Guida tecnico-amministrativa sulle procedure di autorizzazione" per la realizzazione di impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili. Nella guida è stato evidenziato come, nonostante il D.Lgs. 387/03 prevedeva l'emanazione di linee guida che dovevano avere come obiettivo:

- razionalizzare il procedimento autorizzativo;
- elaborare uno strumento in armonia con il Piano Energetico Regionale;
- definire gli strumenti per assicurare che gli impianti autorizzati venissero realizzati;
- chiarire ai soggetti coinvolti i criteri e i parametri su cui basare la valutazione della compatibilità ambientale, ai fini della realizzazione degli impianti;

di fatto si riscontravano:

- la mancata emanazione delle Linee guida nazionali per la realizzazione degli impianti da fonti rinnovabili;
- l'incompletezza e la mancanza di uniformità nel recepimento a livello regionale (Provinciale/Comunale) dell'iter di autorizzazione per gli impianti FER previsto dall'art.12 del DLgs 387/03.

Il 18 settembre 2010 sono state pubblicate le **Linee guida nazionali per la realizzazione degli impianti da fonti rinnovabili**<sup>125</sup>. La Sicilia, attraverso una deliberazione della Giunta Regionale, ha avviato l'iter per il recepimento delle Linee guida nazionali in materia di fonti rinnovabili ed efficienza energetica<sup>126</sup>. Le Linee Guida nazionali riguardano l'Autorizzazione Unica per la realizzazione di impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili. L'obiettivo è definire modalità e criteri unitari sul territorio nazionale per assicurare uno sviluppo ordinato delle infrastrutture energetiche. Con le Linee Guida approvate dalla Conferenza Unificata vengono fornite regole certe che favoriscono gli investimenti e consentono di coniugare le esigenze di crescita e il rispetto dell'ambiente e del paesaggio, ma soprattutto consentono a tecnici e professionisti di avere un'indicazione chiara delle tipologie d'impianto, fonte per fonte, che possono accedere a DIA e ad attività di edilizia libera. Si tratta di regole per la trasparenza amministrativa dell'iter di autorizzazione, individuando i contenuti delle istanze, le modalità di avvio e svolgimento del procedimento unico di autorizzazione. Le linee guida hanno l'ulteriore funzione di determinare i criteri e le modalità di inserimento degli impianti nel paesaggio e sul territorio<sup>127</sup>. Entrando nello specifico, è prevista la verifica di assoggettabilità alla Valutazione d'impatto ambientale (VIA) per gli impianti da fonti rinnovabili di potenza nominale complessiva superiore a 1 MW. Per la realizzazione degli interventi che secondo le previsioni dell'art.12<sup>128</sup> rientrano nella categoria dell'edilizia libera l'interessato ha l'obbligo di effettuare una comunicazione di inizio lavori (ex art. 6 TU Edilizia DPR n. 380/2001) alla quale devono essere allegate le autorizzazioni eventualmente obbligatorie ai sensi delle normative di settore.

---

<sup>125</sup> Ministero dello sviluppo economico D.M. 10/09/2010 *Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili* ( G.U.R.I. 18 settembre 2010, n. 219)

<sup>126</sup> In realtà la Regione Sicilia non ha adottato una disciplina regionale in materia di autorizzazione unica, ma si rifà alle linee guida nazionali. Le nuove procedure prevedono il decentramento, su base provinciale, delle autorizzazioni di piccoli impianti, di potenza fino a 1 MW, agli uffici del Genio civile, mentre per quelli di minore potenza, viene introdotta la DIA, cioè la denuncia di inizio attività. A tal fine la regione convoca, entro trenta giorni dal ricevimento della domanda di autorizzazione, la Conferenza dei servizi. L'autorizzazione è rilasciata a seguito di un procedimento unico, al quale partecipano tutte le Amministrazioni interessate, svolto nel rispetto dei principi di semplificazione e con le modalità stabilite dalla legge 7 agosto 1990, n. 241, e successive modificazioni e integrazioni.

In caso di dissenso, purché non sia quello espresso da una amministrazione statale preposta alla tutela ambientale, paesaggistico-territoriale o del patrimonio storico-artistico, la decisione è rimessa alla Giunta regionale. Il rilascio dell'autorizzazione costituisce titolo a costruire ed esercitare l'impianto in conformità al progetto approvato e deve contenere, l'obbligo alla rimessa in pristino dello stato dei luoghi a carico del soggetto esercente a seguito della dismissione dell'impianto o, per gli impianti idroelettrici, l'obbligo alla esecuzione di misure di reinserimento e recupero ambientale.

Il termine massimo per la conclusione del procedimento di autorizzazione è fissato in centottanta giorni.

Le disposizioni legislative richiamate vanno integrate con le disposizioni contenute nel Piano energetico ambientale della regione siciliana, approvate con delibera della giunta regionale n. 1 del 3 febbraio 2009.

In sintonia con le linee guida nazionali e con quanto già disposto da altre Regioni, sono state individuate le "aree non idonee" alla realizzazione di impianti da fonti rinnovabili.

<sup>127</sup> Nelle intenzioni delle regioni e del Governo occorre puntare verso un giusto mix tra esigenze di sviluppo del settore e tutela del territorio: eventuali aree non idonee all'installazione degli impianti da fonti rinnovabili possono essere individuate dalle Regioni esclusivamente nell'ambito dei provvedimenti con cui esse fissano gli strumenti e le modalità per il raggiungimento degli obiettivi europei in materia di sviluppo delle fonti rinnovabili. In sostanza, le regioni non potranno acriticamente sottrarre aree di territorio agli impianti per le fonti di energia rinnovabile in assenza di un quadro d'interventi atti a conseguire gli obiettivi imposti dalla UE e dal Piano nazionale sulle rinnovabili.

<sup>128</sup> Art. 12: Interventi soggetti a denuncia di inizio attività e interventi di attività edilizia libera: dettaglio per tipologia di impianto

Sarà sufficiente la denuncia di inizio attività (DIA/SCIA) per la realizzazione di impianti elettrici di cogenerazione a biomasse, con capacità massima inferiore a 1000 kW elettrici (piccola cogenerazione) e a 3.000 kW termici. La sola DIA/SCIA è prevista anche per gli impianti a biomasse, aventi capacità di generazione al di sotto dei 200 kW<sup>129</sup>. Nel caso di preesistenti vincoli paesaggistici, ambientali e culturali, vale quanto è già previsto per la DIA/SCIA, e cioè la possibilità di acquisire in via preventiva il parere della Soprintendenza e poi presentare al comune la segnalazione certificata di inizio attività. La parte IV del provvedimento è dedicata ai criteri generali per l'inserimento degli impianti nel paesaggio e sul territorio. La sussistenza di uno o più di tali criteri costituisce elemento per la valutazione positiva dei progetti tra questi:

- ricorso a criteri progettuali volti ad ottenere il minor consumo possibile di territorio;
- il riutilizzo di aree già degradate tra cui siti industriali, cave, discariche, siti contaminati
- progettazione legata alla specificità dell'area in cui viene realizzato l'intervento.

<sup>129</sup> Tabella 1 allegata al DM 10 settembre 2010

Fonte	Condizioni da rispettare			Regime urbanistico edilizio
	Modalità operative di installazione	Ulteriori condizioni	Potenza	
Biomassa, Gas da discarica, Gas residuati da processi di depurazione e Biogas	operanti in assetto cogenerativo	nessuna	0÷50 kW	Comunicazione
	realizzati in edifici esistenti, sempre che non alterino i volumi e le superfici, non comportino modifiche delle destinazioni di uso, non riguardino le parti strutturali dell'edificio, non comportino aumento del numero delle unità immobiliari e non implicino incremento dei parametri urbanistici	nessuna	0÷200 kW	Comunicazione
	operanti in assetto cogenerativo	nessuna	50÷1000 kWe 3000 kWt	DIA/SCIA
	alimentati da biomasse	nessuna	0÷200 kW	DIA/SCIA
	alimentati da gas di discarica, gas residuati dai processi di depurazione e biogas	nessuna	0÷250 kW	DIA/SCIA

### **3. I trattamenti biologici della FORSU (Frazione Organica dei Rifiuti Solidi Urbani) all'interno di sistemi di gestione integrata dei rifiuti**

#### **3.1 Definizione**

La componente organica dei rifiuti urbani rappresenta la frazione omogenea prevalente in peso, nonché la più problematica da gestire con i sistemi tradizionali di smaltimento, per gli impatti ambientali che genera. Gli impianti di trattamento biologico in genere consentono di trattare la componente organica dei rifiuti al fine di riciclarla sotto forma di fertilizzanti organici oppure di stabilizzarla allo scopo di ridurre gli impatti ambientali che si possono originare dal suo smaltimento definitivo in discarica.

Nella gestione integrata dei rifiuti urbani occorre dare priorità all'avvio e al consolidamento della raccolta differenziata, al fine di intercettare in purezza ed alla fonte la maggiore quantità possibile di frazione organica presente. Occorre però tenere presente che la raccolta dell'organico non può raggiungere un'efficienza prossima all'unità, e ciò significa che una parte dell'organico non viene intercettato e separato, rimanendo quindi all'interno dei rifiuti indifferenziati da avviare allo smaltimento. E' necessario quindi prevedere opportuni sistemi di separazione e trattamento di questa componente organica non differenziata al fine di ridurre il carico inquinante dei rifiuti da smaltire. Con la definizione di "trattamenti biologici", s'intende il complesso delle operazioni, processi e attività a carico di materiali biodegradabili di varia natura, che sfruttando le potenzialità degradative e di trasformazione da parte di sistemi biologici<sup>130</sup>, consentono una mineralizzazione delle componenti organiche maggiormente degradabili e l'igienizzazione per pastorizzazione della massa di rifiuti<sup>131</sup>.

Scopo dei trattamenti biologici è quindi:

- raggiungere la stabilizzazione<sup>132</sup> della sostanza organica mediante la mineralizzazione delle componenti organiche più aggreuibili, con produzione finale di acqua ed anidride carbonica ed il loro allontanamento dal sistema biochimico.

---

<sup>130</sup> Essenzialmente legati all'attività di microrganismi decompositori

<sup>131</sup> Processo definito anche come "stabilizzazione" della sostanza organica

<sup>132</sup> Ossia la perdita di fermentescibilità

Tale processo è inteso a garantire la compatibilità tra i prodotti finali e le ipotesi di impiego agronomico<sup>133</sup>;

- conseguire l'igienizzazione della massa. Ciò consente di debellare i fitopatogeni presenti nei residui vegetali, impedendo che il compost ne diventi il vettore, nonché i patogeni umani veicolati presenti nei materiali di scarto quali ad esempio i fanghi civili;
- ridurre il volume e la massa dei materiali trattati al fine di renderne più agevole ed economico il trasporto.

Il trattamento biologico delle frazioni organiche di rifiuto può essere realizzato con differenti tecnologie e processi, riconducibili a tre tipologie fondamentali:

- **Compostaggio di qualità**, a carico di biomasse di buona qualità selezionate alla fonte, indirizzato alla produzione di materiali valorizzabili nelle attività agronomiche e commerciabili in coerenza con il disposto della Legge 748/84 e successive modifiche ed integrazioni sui fertilizzanti;
- **Trattamento biologico di biostabilizzazione o bioessiccazione**<sup>134</sup>, a carico di matrici organiche di qualità inferiore quali frazioni organiche da separazione meccanica del rifiuto indifferenziato, fanghi biologici con presenza relativamente elevata di metalli pesanti, ecc.;
- **Digestione anaerobica** in cui la fase di degradazione intensiva viene gestita in ambiente anaerobico allo scopo di conservare l'energia biochimica della sostanza organica sotto forma di biogas; la digestione anaerobica può avvenire a carico di matrici organiche di elevata qualità selezionate alla fonte (e dunque essere inserita in una filiera di valorizzazione agronomica) o di materiali di qualità inferiore (da selezione meccanica o con contaminazioni relativamente elevate in metalli pesanti); in quest'ultimo caso il digestato (ossia il materiale palabile residuo dalla fase di digestione) può essere poi indirizzato alla stabilizzazione pre-discarica, alla bioessiccazione od alla produzione di materiali per applicazioni controllate paesistico ambientali.

---

<sup>133</sup> Un prodotto organico stabile, nel suolo agricolo non produce più metaboliti (intermedi di degradazione) ad effetto fitotossico, né consuma ossigeno (necessario per la trasformazione delle componenti organiche fresche), sottraendolo alle piante ed alla microflora del terreno

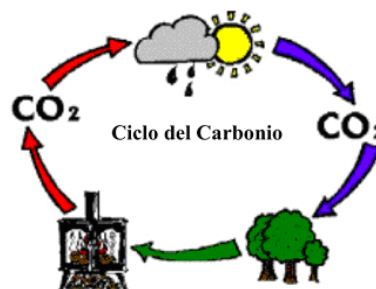
<sup>134</sup> L'obiettivo di tali processi può essere:

- stabilizzazione pre-discarica, intesa come "trattamento" in coerenza con la Direttiva 99/31 CE sulle discariche e con l'art. 5 comma 6 del D.lgs. 22/97;
- produzione di materiali stabilizzati (spesso definite come "Frazioni Organiche Stabilizzate" o "compost da rifiuti" o "compost grigio") per applicazioni controllate in attività paesistico-ambientali;
- bioessiccazione, ossia asportazione relativamente veloce (nell'arco di 15÷20 giorni) di gran parte dell'umidità originariamente presente, in modo da aumentare il potere calorifico della massa in previsione di utilizzi energetici. L'obiettivo viene perseguito mediante lo sfruttamento delle capacità di asportazione d'umidità da parte dell'aria di processo insufflata nella massa

### 3.2 Energia dal Biogas

Circa 150 anni fa una famiglia indiana coprendo i rifiuti organici con un telo per mitigarne il cattivo odore ha scoperto che si generava un gas e collegando poi questa piccola discarica familiare alla propria casa con una tubazione è riuscita ad alimentare il fornello della cucina. Questa ingegnosa famiglia è stata pioniera del biogas che nasce dalla fermentazione spontanea di scarti alimentari e deiezioni animali. Il biogas è una miscela di vari tipi di gas, per la maggior parte metano, prodotto dalla fermentazione batterica anaerobica dei residui organici provenienti da rifiuti, vegetali in decomposizione, scarti della macellazione, liquami zootecnici o di fognatura. Il biogas è il prodotto di una conversione biologica di biomassa<sup>135</sup>, la biomassa è qualsiasi sostanza organica derivante, direttamente o indirettamente, dalla fotosintesi clorofilliana. Le biomasse sono importantissime nel ciclo naturale dell'anidride carbonica poiché queste assorbono la CO<sub>2</sub>, uno degli elementi ritenuti responsabili dell'effetto serra insieme al metano (CH<sub>4</sub>), al vapor acqueo (H<sub>2</sub>O), all'ossido di azoto (N<sub>2</sub>O) e all'ozono (O<sub>3</sub>).

L'utilizzo delle biomasse per uso energetico non altera tale ciclo; infatti con la combustione di biomassa, o dei suoi sottoprodotti (es. biogas), si rimette in atmosfera la stessa quantità di CO<sub>2</sub> precedentemente fissata dagli organismi vegetali con la fotosintesi.



**Potere calorifico del Biogas a confronto con altri combustibili**

Combustibile	p.c.i. (kcal/kg - kcal/m <sup>3</sup> )
gas di petrolio liquefatti	11000
benzina per auto	10500
combustibile per aerei	10400
gasolio	10200
petrolio grezzo	10000
olio combustibile	9800
litantrace	6800 - 9000
antracite	8000 - 8500
gas naturale	8300
carbone di legna	7500
coke	7000
lignite	4000 - 6200
<b>Biogas</b>	<b>4000 - 4500</b>
torba	3000 - 4500
gas tecnico di cokeria	4300
legna da ardere	2500 - 4500
gas tecnico di altoforno	900

Fonte: AIEL<sup>136</sup>

<sup>135</sup> La formazione biologica del metano è un processo che avviene in natura in ambienti caratterizzati da assenza di ossigeno e presenza di materiale organico in decomposizione quali ad esempio paludi, sedimenti lacustri, apparato digerente degli animali. Tra gli ambienti artificiali in cui avvengono processi di metanogenesi vi sono principalmente i digestori anaerobici e le discariche. Tali processi sono il risultato delle attività di particolari gruppi batterici che convertono in metano e CO<sub>2</sub> i prodotti finali delle fermentazioni operate da altri batteri anaerobi. I processi biologici complessi per mezzo dei quali, in assenza di ossigeno, la sostanza organica viene trasformata, portano alla formazione di un gas combustibile ad elevato potere calorifico (biogas o gas biologico) costituito principalmente da metano e anidride carbonica (<http://www.themeter.net>).

<sup>136</sup> AIEL Associazione Italiana Energie Agroforestali. Tratto dalla pubblicazione "Energia elettrica e calore dal biogas" redatta da Valter Francescato e Eliseo Antonini per il progetto Agriforenergy realizzato con il supporto dell'unione europea nell'ambito del programma Energia Intelligente per l'Europa

Il potere calorifico del biogas, oltre all'ampia disponibilità, lo rendono un combustibile estremamente interessante dal punto di vista energetico; per questo motivo negli ultimi anni si è assistito allo sviluppo di tecnologie atte a sfruttare il biogas nel campo della cogenerazione, cioè la produzione congiunta e contemporanea di energia elettrica (o meccanica) e termica (calore) utilizzando un unico sistema integrato.

Fino ad oggi i sistemi di cogenerazione che usano come combustibile il biogas sono piccoli impianti di aziende zootecniche che sfruttano i liquami degli animali per la produzione di biogas. La prossima frontiera è la produzione di biogas dalla frazione organica dei rifiuti solidi urbani (FORSU) di piccole e medie comunità ricorrendo alla micro-cogenerazione. Questo modello di produzione di energia, integrato ad una razionale e corretta gestione dei rifiuti, può essere la soluzione alle emergenze ambientali. La micro-cogenerazione, accompagnata da attività di sensibilizzazione e informazione delle comunità locali, ne assicura la sostenibilità ambientale e sociale.

Nella tabella seguente è riportata la composizione media di un biogas tipico<sup>137</sup>; alcuni composti, pur presenti solo in tracce, possono causare problemi gestionali di notevole importanza.

**Composizione media del biogas**

Molecole	Presenza nel biogas (%)
Metano (CH <sub>4</sub> )	55 – 65 %
Anidride carbonica (CO <sub>2</sub> )	35 – 45 %
Iodrogeno solforato (H <sub>2</sub> S)	0,02 – 0,2 %
Vapore d'acqua	saturazione
Iodrogeno (H <sub>2</sub> ), ammoniaca (NH <sub>3</sub> ), ossigeno (O <sub>2</sub> ), azoto molecolare (N <sub>2</sub> )	tracce

*Rielaborazione personale su fonte APAT e ONR<sup>138</sup>*

### **3.2.1. Le Matrici utilizzabili per la digestione anaerobica**

Al fine di poter esprimere valutazioni sulle opportunità di sfruttamento del contenuto energetico delle biomasse attraverso la digestione anaerobica, è utile cercare di qualificare le matrici utilizzabili<sup>139</sup> in un impianto per la produzione di biogas. In linea di

<sup>137</sup> La percentuale, in volume, di metano nel biogas varia a seconda del tipo di sostanza organica digerita e dalle condizioni di processo, da un minimo del 50% fino all'80% circa. Affinché la trasformazione abbia luogo è necessaria l'azione di diversi gruppi di microrganismi, in grado di trasformare la sostanza organica in composti intermedi utilizzabili dai batteri metanigeni che concludono l'intero processo di digestione. I microrganismi anaerobi presentano basse velocità di crescita e basse velocità di reazione metabolica; occorre quindi mantenere, per quanto possibile, condizioni ottimali dell'ambiente di reazione

<sup>138</sup> APAT-ONR Rapporto Rifiuti 2005

<sup>139</sup> Alcune matrici, pur avendo potenziali di produzione molto elevati, sono scarsamente utilizzate a causa di alcuni problemi intrinseci, principalmente per i costi elevati o la scarsa reperibilità, ad esempio gli scarti di macellazione e di lavorazione del pesce, oltre a richiedere pretrattamenti obbligatori che risultano onerosi, spesso se non sono reperibili perché hanno già altri numerosi canali di utilizzo (produzione mangimi e/o concimi), risultano troppo costosi per essere sfruttati con un guadagno. Ci sono casi in cui queste matrici vengono largamente impiegate; la Norvegia ad esempio utilizza i numerosissimi scarti dell'industria ittica come substrato per la digestione anaerobica e addirittura vende parte della produzione di queste matrici a stati come la Danimarca; sono però realtà locali influenzate da particolari condizioni ambientali ed economiche. Ad esempio è dimostrato che nel periodo estivo, quando nella FORSU le percentuali di rifiuto verde, proveniente dallo sfalcio di giardino e dal verde pubblico, aumentano, le rese di impianti che trattano FORSU si



principio, tutta la sostanza organica è adatta ad essere utilizzate come substrato. La produzione specifica di biogas è un parametro essenziale, che viene generalmente assunto quale indice di confronto tra differenti tipologie di processo, ma che risente fortemente delle caratteristiche del substrato trattato. Il rendimento in biogas del processo di digestione anaerobica si esprime in termini di m<sup>3</sup>/t di matrice tal quale.

Per avere una consultazione dei dati più razionale le varie matrici sono state suddivise in sette macrocategorie:

<b>Biomasse e rifiuti organici per digestione anaerobica e loro resa in biogas</b>	
Materiali	m <sup>3</sup> biogas/t SV (*)
Deiezioni animali (suini, bovini, avi-cunicoli)	200 ÷ 500
Residui colturali (paglia, colletti barbabietole, ecc.)	350 ÷ 400
Scarti organici agroindustria (siero, scarti vegetali, lieviti, fanghi e reflui di distillerie, birrerie e cantine, ecc.)	400 ÷ 800
Scarti organici macellazione (grassi, contenuto stomacale ed intestinale, sangue, fanghi di flottazione, ecc.)	550 ÷ 1100
Fanghi di depurazione	250 ÷ 350
<b>Frazione organica rifiuti urbani</b>	<b>400 ÷ 600</b>
Culture energetiche (mais, sorgo zuccherino, erba, ecc.)	550 ÷ 750

(\*) Solidi Volatili = frazione della sostanza secca costituita da sostanza organica.

Fonte: ELREN

I valori di produzione sono molto variabili, e dipendono da differenti fattori che concorrono alla resa finale. La quantità e la qualità della frazione biodegradabile del substrato (non tutta la sostanza organica presente nel digestore viene convertita in biogas) sono un parametro importante.

Come si evince dalla tabella tra i substrati avviabili alla digestione anaerobica vi è la frazione organica dei rifiuti urbani. Nei rifiuti urbani domestici la frazione organica umida si trova in percentuale variabile tra il 35 e il 40% in peso. La composizione media di questa frazione se derivante da raccolta differenziata secco-umido non differisce in modo sostanziale dall'organico raccogliabile da utenze selezionate, quali mercati all'ingrosso dell'ortofrutta e dei fiori, mercati ittici e rionali, esercizi commerciali di generi alimentari, punti di ristoro (pizzerie, ristoranti, ristorazione collettiva); la presenza di piccole quantità di plastica e vetro è in genere inferiore al 5% sul totale. Queste frazioni organiche presentano un elevato grado di putrescibilità ed umidità (> 65%) che le rendono adatte alla digestione anaerobica.

### 3.2.1.1. La frazione organica da raccolta differenziata – FORSU

La cosiddetta frazione organica dei rifiuti urbani rappresenta la principale frazione merceologica dei nostri scarti domestici (generalmente fino al 40% del rifiuto prodotto

---

riducono drasticamente: da 320 a 170 m<sup>3</sup>/kgVS con una riduzione di sostanza volatile dal 75% al 40%. ([www.refuture.it](http://www.refuture.it))

La scelta di una matrice rispetto ad un'altra dipende da:

- resa potenziale di produzione di biogas
- reperibilità della matrice rispetto alla localizzazione geografica dell'impianto
- valore economico della matrice (concorrenza con altri mercati di collocazione)
- lavorabilità e facilità di gestione della matrice (necessità di pretrattamenti, potenziali produzioni di composti tossici o schiume in fase di digestione, ...)

annualmente). Nella prospettiva di ottemperare agli obiettivi di raccolta differenziata previsti dalla revisione della Direttiva Quadro sui rifiuti e a livello nazionale dal D.lgs 152/2006, l'intercettazione dell'organico (e la sua valorizzazione) rappresenta un elemento fondamentale nelle strategie di gestione.

C'è una buona correlazione tra la purezza della FORSU e la modalità di raccolta (regolamenti locali sui rifiuti conferibili, sistema di raccolta, ecc...). Si riscontrano differenze, in termini di produzione potenziale di biogas, quando si tratta rifiuto organico separato alla fonte rispetto a quello separato meccanicamente. Il secondo infatti è molto più ricco di materiali non biodegradabili o lentamente biodegradabili e pertanto la produzione di biogas risulta inferiore<sup>140</sup>. La sua composizione, invece, è estremamente eterogenea, e dipende da moltissimi fattori come la stagionalità, la collocazione geografica del bacino di riferimento, le abitudini alimentari della popolazione etc. Le rese in biogas della FORSU, paragonate ad altre matrici utilizzate, non sono particolarmente elevate, e la reperibilità di questa matrice è dipendente dall'attivazione della raccolta differenziata (da utenze domestiche e/o commerciali).

In Italia nel 2006 sono state prodotte e raccolte circa 2.702.500 tonnellate di FORSU e verde. Secondo una stima di APAT, nello stesso anno solo lo 0,4 % dei rifiuti è stato trattato tramite la digestione anaerobica.<sup>141</sup>

Per poter gestire correttamente e vantaggiosamente la FORSU mediante digestione anaerobica, il ricorso a pretrattamenti è, nella maggior parte dei casi, obbligato. In particolare risulta necessario eliminare materiali indigeribili come plastiche, metalli ed inerti che, in modi differenti, possono provocare problemi e danneggiamenti alle parti meccaniche dell'impianto. La reperibilità delle frazioni organiche dei rifiuti urbani dipende dalla combinazione delle quantità prodotte (in costante crescita in Europa) e della tipologia e diffusione delle raccolte differenziate. La raccolta differenziata (finalizzata a raggruppare i rifiuti urbani in frazioni merceologiche omogenee) svolge un ruolo primario nel sistema di gestione integrata dei rifiuti in quanto consente, da un lato, di ridurre il flusso dei rifiuti da avviare allo smaltimento e, dall'altro, di condizionare in maniera positiva l'intero sistema di gestione. In definitiva, si può affermare che un attento controllo sui fattori che influenzano i processi anaerobici, una giusta scelta delle matrici in ingresso e un uso ragionato della codigestione, possono far sì che la digestione anaerobica diventi, non solo la soluzione di alcuni problemi legati ai biorifiuti, ma anche un'opportunità vera per produrre efficientemente energia da fonti rinnovabili. Il principio della codigestione si adatta al trattamento anaerobico della FORSU; infatti, la

---

<sup>140</sup> Centemero M., *Integrazione tra sistemi aerobici e anaerobici* Consorzio Italiano Compostatori Forum Interregionale sul compostaggio Legnaro (PD) 2007

<sup>141</sup> APAT-ONR Rapporto Rifiuti 2007

combinazione di biomasse eterogenee permette di ottenere una matrice da digerire che risponda meglio alle caratteristiche chimico-fisiche desiderate. Ad esempio, una corretta e attenta miscelazione di matrici differenti può aiutare a risolvere problemi relativi al pH o alle fonti azotate (carenze o eccessi) <sup>142</sup>. Le matrici attualmente più utilizzate nella codigestione sono gli effluenti zootecnici, gli scarti organici agroindustriali e le colture energetiche<sup>143</sup>. Gli scarti organici da utilizzare come co-substrati provengono dalle più svariate fonti e possiedono quindi forti differenze nella composizione chimica e nella biodegradabilità. Alcune sostanze (quali percolati, acque reflue, fanghi, oli, grassi e siero) sono facilmente degradabili mediante digestione anaerobica senza richiedere particolari pretrattamenti, mentre altre (scarti di macellazione e altre biomasse a elevato tenore proteico) necessitano di essere fortemente diluite con il substrato base, in quanto possono formare metaboliti inibitori del processo (ad esempio l'ammoniaca).

### 3.2.2 *Il recupero del biogas dalle discariche esistenti*

Nel 1999 erano operativi in Italia 89 impianti per la generazione di energia elettrica con il biogas captato dalle discariche di rifiuti urbani, per un totale di circa 128 MW di potenza installata e una generazione di energia elettrica per circa 566 GWh per anno<sup>144</sup>. Nel 2005 si è giunti a ben 150 impianti per una potenza lorda di circa 237 MW e una generazione lorda pari ad oltre 1.050 GWh. I valori in 6 anni sono quasi raddoppiati<sup>145</sup>.

Allo stato attuale il biogas viene prodotto in quantità teorica che, a seconda delle stime, varia fra i 100 e i 200 m<sup>3</sup>/t di rifiuto e il processo si compie in 20 anni, velocemente all'inizio e lentamente alla fine. Secondo questi dati la potenzialità teorica complessiva di tutte le discariche italiane di produrre energia elettrica sfiorerebbe i 1.000 MW. In realtà solo una frazione di questa, circa il 30%, può essere utilizzata per fini energetici. Inoltre, la quantità di rifiuti biodegradabili destinati a discarica si ridurrà

---

<sup>142</sup> Uno dei maggiori problemi nell'utilizzo delle frazioni organiche dei rifiuti è la successiva gestione del digestato che, secondo la legislazione vigente, rappresenta un rifiuto dagli utilizzi limitati e vincolati ad autorizzazione. Dal punto di vista ambientale, la grande quantità di azoto, principalmente minerale, presente nei digestati può creare delle difficoltà durante l'utilizzo agronomico di questo output di processo. In questi casi risulta utilissimo l'accoppiamento della digestione anaerobica con una linea di compostaggio del digestato.

<sup>143</sup> E' opportuno ricordare che gli introiti derivanti dalle tariffe di conferimento dei rifiuti possono risultare come un'interessante opportunità per i produttori che scelgono di attuare la codigestione per ottenere così guadagni maggiori. La miscelazione di diversi prodotti consente di compensare le fluttuazioni di massa stagionali dei rifiuti, di evitare sovraccarichi o al contrario carichi inferiori alla capacità stessa del digestore e di mantenere quindi più stabile e costante il processo. Un utilizzo non congruo delle matrici può causare problemi di diverso tipo all'impianto; l'impiego di biomasse contenenti considerevoli quantità di inerti, quali sabbia, pietre e terra, possono favorire la formazione di sedimenti nel digestore, l'accumulo di questi materiali indigeribili può portare ad una riduzione del volume attivo del reattore o ad un blocco di valvole e tubazioni

<sup>144</sup> Piccinini S., *Biogas: produzione e prospettive in Italia*, Convegno Nazionale sulla Bioenergia, Roma, 12 Maggio 2004

<sup>145</sup> GSE, Gestore dei Servizi Elettrici, Statistiche sulle Fonti rinnovabili in Italia, anno 2005

progressivamente con l'attuazione del dlgs. n. 36/2003<sup>146</sup> e dunque anche la produzione teorica unitaria di biogas si ridurrà con essa. Sulla base di tale scenario l'ENEA ipotizzava realizzabile un obiettivo di ulteriori 200÷300 MW al 2008÷2012<sup>147</sup>. Considerando però la scarsa evoluzione della produzione di energia da fonti rinnovabili negli ultimi anni, ben al di sotto delle potenzialità stimate dal Libro Bianco e dei livelli auspicati dalla direttiva 2001/77/CE<sup>148</sup>, l'ENEA stesso ha successivamente elaborato uno scenario tendenziale in cui gli obiettivi sono stati ridimensionati, e in particolare per biomassa-biogas ridotti del 30%<sup>149</sup>. E' ragionevole quindi considerare un aumento di potenza installata non superiore ai 200 MW. Poiché l'energia prodotta in questo modo è rinnovabile, essa consente di evitare una eguale quantità di energia elettrica prodotta da combustibili fossili. Inoltre, considerando che **le emissioni di CO<sub>2</sub> prodotte in media con le fonti fossili sono stimate in 687 g CO<sub>2</sub>/KWh netto**<sup>150</sup>, con un aumento di potenza installata pari a 200 MW si otterrebbe una riduzione di circa 600.000 tonnellate di CO<sub>2</sub> all'anno<sup>151</sup>. L'utilizzo di una fonte di energia pulita come il Biogas comporta una drastica riduzione delle emissioni in atmosfera di gas climalteranti. L'aspirazione forzata del Biogas ne previene la liberazione in atmosfera. La trasformazione in energia evita la produzione di un'analogia quantità di energia da combustibili fossili tradizionali. La produzione di biogas si può stimare in circa 226 m<sup>3</sup>/t di Rifiuti Solidi Urbani abbancati in discarica. E' da tenere presente, inoltre, che i rifiuti interrati producono emissioni di biogas ad alto contenuto di metano (CH<sub>4</sub>), gas che a parità di peso ha un effetto serra 23 volte<sup>152</sup> superiore alla CO<sub>2</sub>. Il sistema di gestione del biogas con lo sviluppo di un impianto di recupero energetico<sup>153</sup> è finalizzato interamente a minimizzare gli impatti connessi con le emissioni del gas di discarica. Resta comunque il problema del percolato

---

<sup>146</sup> Entro cinque anni dalla data di entrata in vigore del decreto (27/03/2003) i rifiuti urbani biodegradabili dovevano essere inferiori a 173 kg/anno per abitante; entro otto anni inferiori a 115 kg/anno per abitante; entro quindici anni inferiori a 81 kg/anno per abitante.

<sup>147</sup> ENEA, Libro bianco per la valorizzazione energetica delle fonti rinnovabili, Roma, aprile 1999

<sup>148</sup> La direttiva del 27 settembre 2001 sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità recepita in Italia dal DLgs n.387 del 29 dicembre 2003 mette la biomassa e il biogas tra le fonti energetiche rinnovabili, invitando gli stati membri a razionalizzare ed accelerare le procedure a livello amministrativo e garantire norme oggettive e trasparenti che tengano in considerazione le particolarità delle varie tecnologie.

<sup>149</sup> *Lo sviluppo delle rinnovabili in Italia tra necessità e opportunità*, ENEA2005

<sup>150</sup> ENEL, Rapporto Ambientale 2005

<sup>151</sup> Secondo i dati forniti dalla Società Hera Ferrara S.r.l. sulle emissioni di biogas da discarica il 50% del biogas non viene captato e va direttamente in atmosfera, il restante 50% viene captato e va in torcia o alla produzione di energia. Quando viene bruciato per la produzione di energia e si libera CO<sub>2</sub>

<sup>152</sup> IPCC (Intergovernmental Panel On Climate Changes – organizzazione tra i governi sui cambiamenti climatici)

<sup>153</sup> Ad esempio a Torino l'AMIAT, l'azienda che si occupa dello smaltimento dei rifiuti della città, da oltre 20 anni utilizza il biogas della discarica di Basse di Stura per scopi energetici. AMIAT ha costantemente seguito lo sviluppo tecnologico, aggiornando e potenziando la centrale recupero energetico, che oggi produce energia elettrica per circa 40.000 utenze domestiche e energia termica per tutta la sede aziendale di Via Germagnano. Nel 2008 la percentuale di raccolta differenziata a Torino è stata del 40,7%.

che si produce per la fermentazione dei rifiuti che deve essere smaltito e può produrre inquinamento della falda acquifera<sup>154</sup>.

### 3.3 La Digestione Anaerobica

L'estrazione del biogas dai substrati (materiali destinati al processo di digestione anaerobica) avviene grazie ad una serie di processi, sia meccanici sia chimici, che questi subiscono. La digestione anaerobica è un processo biologico, condotto in assenza di ossigeno, che porta alla riduzione della sostanza organica biodegradabile con produzione di un gas, il cosiddetto biogas. Questo è composto essenzialmente da metano e anidride carbonica e può essere impiegato per la produzione di energia, elettrica o termica, o di metano, per autotrazione. L'energia o il gas prodotti possono anche essere ceduti alle reti di distribuzione. La digestione anaerobica genera anche un importante flusso di rifiuto residuo dal processo biologico, detto digestato, utilizzabile come ammendante in agricoltura dopo un'eventuale maturazione aerobica.

Nel corso degli anni, studi e applicazioni della digestione anaerobica su diverse tipologie di biomasse hanno condotto alla ramificazione dell'offerta tecnologica. La principale distinzione per approccio impiantistico si basa sul tenore di sostanza secca del substrato alimentato dal reattore. Sotto questo aspetto, le tecniche di digestione possono essere suddivise in due gruppi principali:

- digestione a umido (*wet*), quando il substrato in digestione ha un contenuto di sostanza secca inferiore al 10%;
- digestione a secco (*dry*), quando il substrato in digestione ha un contenuto di sostanza secca superiore al 20%.

Processi con valori intermedi di sostanza secca sono meno comuni e vengono in genere definiti a semisecco (*semi-dry*). I primi traggono origine dall'applicazione della digestione anaerobica nel campo della depurazione dei reflui civili e industriali e si rivolgono principalmente a rifiuti organici con bassa contaminazione, pertanto, facilmente depurabili e fluidificabili. I processi di digestione a secco sono stati sviluppati

<sup>154</sup> Per quanto riguarda la discarica di Basse di Stura al 2008 i dati sono i seguenti:

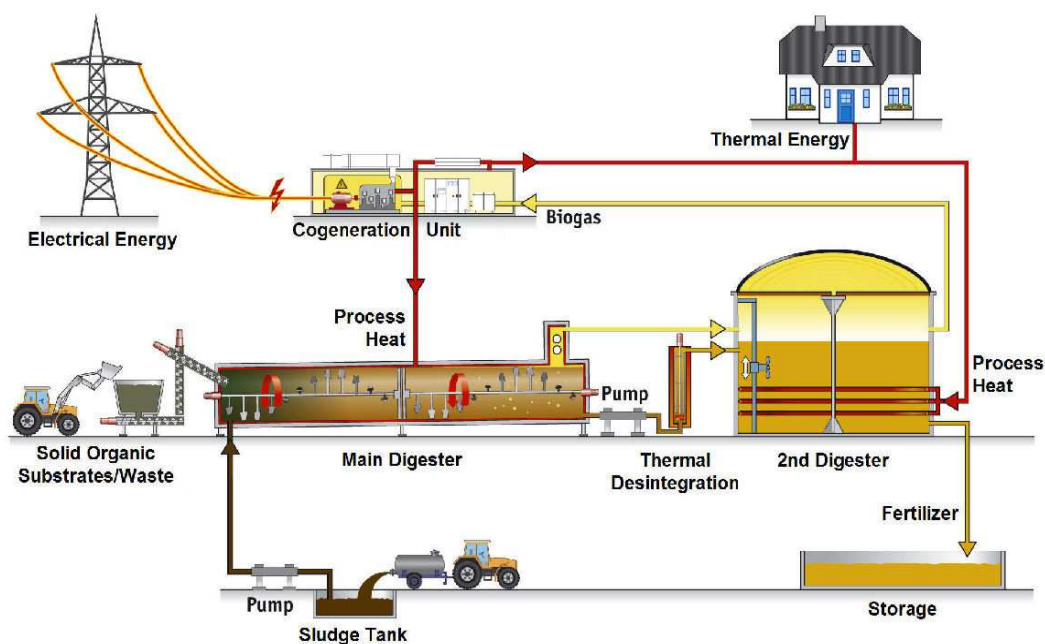
Abitanti serviti dalla discarica		1.408.738
Rifiuti totali conferiti in discarica nel 2008		539.923
di cui urbani:	377.824	
speciali:	82.810	
fanghi di depurazione:	79.289	
Biogas prodotto		87 milioni Nm <sup>3</sup>
Biogas captato		80 milioni Nm <sup>3</sup>
Energia prodotta per servire 40.000 utenze domestiche		90 GWh
Emissioni di CO <sub>2</sub> eq. in atmosfera		
senza captazione di biogas		721.000 t
con captazione di biogas ma senza recupero energetico		206.000 t
con captazione di biogas e recupero energetico		143.000 t

Come si può notare dall'analisi dei dati precedenti captando e utilizzando a fini energetici il biogas prodotto dalla discarica si è riusciti ad ottenere una diminuzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> eq. in atmosfera pari all'80%. (www.AMIAT.it)

specificatamente per l'applicazione sui rifiuti che si presentano in origine allo stato solido e con elevati indici di contaminazione da plastiche e altri materiali non biodegradabili, quali RSU e FORSU; in estrema sintesi, sono stati sviluppati per evitare rilevanti interventi di trattamento dei rifiuti preliminarmente al trattamento biologico vero e proprio.

Una seconda distinzione fa riferimento al regime termico al quale viene condotto il processo biologico. All'interno del reattore anaerobico possono essere stabilite condizioni di psicrofilia (20°C), mesofilia (35÷37°C), termofilia (55°C) o estrema termofilia (65÷70°C). Poco utilizzate le condizioni estreme, i processi industriali si concentrano sui regimi mesofili e termofili. I primi presentano generalmente vantaggi nei costi e nella robustezza del processo. I reattori operanti in termofilia invece, sono generalmente caratterizzati da rese di produzione di biogas più elevate, ma anche da un maggiore impegno gestionale per il mantenimento degli equilibri operativi. Il tipo di caricamento dei reattori operato definisce inoltre processi in *batch*, dove le matrici vengono introdotte in un'unica soluzione nel reattore, e processi in continuo, dove invece il reattore viene periodicamente (quotidianamente, o con frequenze maggiori) alimentato con una quota di matrice a cui corrisponde lo scarico di un'analogha quantità di digestato. Ad una maggiore economia e semplicità gestionale dei processi in *batch*, si contrappone una maggiore resa produttiva nei reattori alimentati in continuo, in cui la resa di produzione di biogas viene mantenuta approssimativamente costante e vicina al picco durante l'attività dell'impianto. Uno schema esemplificativo di un impianto per l'estrazione del biogas e produzione di energia si può osservare nella figura seguente.

*Schema di funzionamento dell'impianto*



Fonte TERRA-VIVA Consulenza e distribuzione Sistemi Biogas ITALIA

L'impianto funziona grazie alla biomassa rifiuti organici. Esso è costituito da una grande vasca dove viene scaricata la biomassa che vi rimane per circa trenta giorni. Trascorso questo tempo il materiale viene pompato in un secondo digestore con un grosso cupolone sopra per permettere al biogas di accumularsi.

Dal cupolone il biogas viene filtrato e pompato ad una unità di cogenerazione per la produzione di energia elettrica e termica. L'acqua che esce dall'impianto dopo avere raffreddato il motore ha una temperatura di 80° e può essere utilizzata per il teleriscaldamento. Il digestato dopo avere prodotto biogas esce dall'impianto e può essere utilizzato come fertilizzante per i campi.

Le parti principali dell'impianto, ognuna delle quali caratterizza una fase del processo, sono:

- Serbatoio pre-digestione (*Main Digester*): vasca di raccolta e pretrattamento del substrato;
- Digestore (*2nd Digester*): vasca di raccolta del substrato in cui avviene la digestione anaerobica;
- Deposito di post-digestione (*Storage*): vasca di raccolta a valle della digestione nella quale viene raccolto il materiale ormai privo del carico batterico e pronto per essere lavorato per la produzione di compost per l'agricoltura;
- Serbatoio per la raccolta del biogas prodotto (*Thermal Desintegration*): posto in prossimità del digestore, raccoglie il biogas prodotto dai batteri metanogeni e funge da "polmone" per il circuito di alimentazione del motore termico di cogenerazione;
- Unità di cogenerazione (*Cogeneration Unit*): è responsabile della produzione di energia termica ed elettrica e può essere sia un motore a combustione interna volumetrico oppure tipo turbina;
- Tubazioni e pompe di pressurizzazione e movimentazione substrato (*Pump*);
- Materiali per la coibentazione sia del digestore, al fine di innalzare la temperatura interna e migliorare la produttività dell'impianto, sia delle tubazione che trasportano acqua calda (*Process Heat*).

Il compost, come già detto, è un ulteriore prodotto del processo di digestione anaerobica e della umificazione del substrato: questo può essere utilizzato come fertilizzante e, con il suo apporto di sostanza organica, migliora la struttura del suolo e la biodisponibilità di elementi nutritivi.

La trasformazione del biogas in energia può avvenire:

- per combustione diretta in caldaia, con produzione di sola energia termica;
- per combustione in motori azionanti gruppi elettrogeni per la produzione di energia elettrica;

- per combustione in cogeneratori per la produzione combinata di energia elettrica e di energia termica.

**Con 1 m<sup>3</sup> di biogas è possibile produrre mediamente 1,8÷2 kWh di energia elettrica e 2÷3 kWh di energia termica.** Il biogas, dopo essere stato purificato a metano al 95÷98%, può essere utilizzato per autotrazione<sup>155</sup> oppure essere immesso nella rete di distribuzione del gas naturale.

### 3.3.1. *Uso della DA, a livello globale, nell'UE e in Italia*

I piccoli impianti di biogas che trattano i rifiuti domestici o animali sono largamente usati in Cina e in India. Questi impianti hanno generalmente piccole dimensioni e un costo di progettazione basso. Fin dagli anni settanta la Cina ha promosso l'uso di digestori anaerobici sotto terra, su scala individuale e domestica, per trattare i rifiuti organici e rurali. Ci sono approssimativamente cinque milioni di famiglie in Cina che usano digestori anaerobici<sup>156</sup>.



Digestione su piccola scala in India



Digestione su piccola scala in Cina

Un crescente numero di Paesi in Europa ha intrapreso la strada dello sviluppo degli impianti di biogas. La digestione anaerobica dei rifiuti urbani si è qualificata poi come approccio innovativo al recupero della frazione organica o alla stabilizzazione del rifiuto indifferenziato, a partire da impianti pilota realizzati in Belgio e in Francia nei primi anni '80, diffondendosi successivamente in tutta Europa e radicandosi quindi prima nei Paesi continentali (Germania e Svizzera in testa) e, più di recente, in Spagna, Francia e Italia<sup>157</sup>.

<sup>155</sup> Tale uso del biogas non è attualmente incentivato in Italia, a differenza degli altri biocarburanti, quali biodisel e bioetanolo

<sup>156</sup> Henderson, P., *Anaerobic Digestion in Rural China*, in : [www.cityfarmer.org/biogasPaul.html](http://www.cityfarmer.org/biogasPaul.html)

<sup>157</sup> La contabilità delle installazioni esistenti e la sua caratterizzazione ha visto impegnati diversi autori. Un censimento del (CIWM) California Integrated Waste Management Board (Current Anaerobic Digestion Technologies Used for Treatment of Municipal Organic Solid Waste. March 2008. <http://www.ciwm.ca.gov>.) contava 134 impianti di dimensioni significative (ovvero, con capacità di trattamento >3000 t/a) alimentati con FORSU o rifiuto indifferenziato censiti a fine 2006, per una capacità complessiva di trattamento, di circa 4,3 milioni di ton/a. De Baere e Mattheuws (Luc De Baere, Bruno Mattheuws. "State-of-the-art 2008". In: Waste Management World, jul-Aug 2008 ) si sono cimentati in una valutazione delle dinamiche di crescita del fenomeno prevedendo, per il 2010, 171 impianti avviati in 17 Paesi, per una capacità complessiva di digestione di circa 5.204.000 t/a ed una taglia media di 31.000 ton/a. La Scuola Agraria del Parco di Monza, con un progetto finanziato dal Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca, nell'ambito di una collaborazione biennale con il Dipartimento Ambiente, Salute e Sicurezza dell'Università dell'Insubria, ha condotto una



**Gli impianti di digestione anaerobica di rifiuti urbani in Europa nel 2010: i numeri principali**

	2008	2010
Numero di Paesi ospitanti impianti	15	16
Impianti operativi	180	202
Capacità complessiva impianti di digestione RSU (t/a)	2.803.500	3.197.000
Capacità complessiva impianti di digestione RSU+altre biomasse (t/a)	336.500	405.500
Capacità complessiva impianti di digestione FORSU (t/a)	2.267.700	2.484.716
Capacità complessiva impianti di co-digestione FORSU + altre matrici (t/a)	1.968.400	2.337.430
Capacità complessiva impianti di co-digestione RSU + FORSU + altre matrici (t/a)	473.400	1.109.800
TOTALE rifiuti trattati	7.849.500	9.534.446

(elaborazione Scuola Agraria del Parco di Monza)

**Suddivisione degli impianti in Europa per tipologia di matrici trattate**

Tipologia matrici trattate	Impianti operativi	
	2008	2010
FORSU	70	75
FORSU + altre biomasse*	70	81
RSU	29	31
RSU + FORSU+ altre biomasse*	6	9
RSU + altre biomasse	5	6
TOTALE	180	202

\* Principalmente effluenti zootecnici, rifiuti agroindustriali, fanghi

(elaborazione Scuola Agraria del Parco di Monza)

**Ripartizione delle capacità di trattamento di rifiuti urbani mediante digestione anaerobica nei Paesi Europei**

Paese	Capacità (t/a)	% sul totale	Paese	Capacità (t/a)	% sul totale
Spagna	2.864.000	30,0%	Svezia	158.100	1,7%
Germania	2.802.600	29,4%	Portogallo	120.000	1,3%
Francia	1.063.300	11,2%	Norvegia	93.000	1,0%
Italia	739.500	7,8%	UK	71.600	0,8%
Danimarca	455.630	4,8%	Polonia	70.000	0,7%
Olanda	417.000	4,4%	Finlandia	43.000	0,5%
Svizzera	213.000	2,2%	Estonia	40.000	0,4%
Belgio	207.816	2,2%	TOT	9.534.446	100,0%
Austria	175.900	1,8%			

(elaborazione Scuola Agraria del Parco di Monza)

Nelle tabelle precedenti si nota come tra il 2008 ed il 2010 si registrano crescite nelle quantità trattate da impianti alimentati con FORSU (+586.000 t/a rispetto al dato 2008) e negli impianti che operano un trattamento meccanico-biologico su RSU (+426.500 t/a). In termini di impianti attivi, i primi annoverano 156 unità, contro le 45 dei secondi. Raddoppiano, con oltre 1.109.00 t/a nel 2010 a fronte delle circa 500.000 t/a nel 2008, le capacità degli impianti che operano la concomitante valorizzazione di FORSU e RSU,

indagine indipendente stimando, alla fine del 2008, la presenza di 180 impianti operativi distribuiti in 16 Paesi, 40 dei quali rappresentati da impianti di trattamento meccanico-biologico di rifiuti indifferenziati, e la restante parte da impianti di recupero di frazioni biodegradabili raccolte in modo differenziato. La capacità complessiva di trattamento era pari a circa 7.850.000 t/a di rifiuti, di cui 3,1 milioni di tonnellate rappresentate da rifiuti indifferenziati. Questa indagine è stata aggiornata al 2010 seguendo lo stesso approccio metodologico precedentemente adottato. L'aggiornamento ha previsto la riacquisizione di informazioni bibliografiche e di informazioni disponibili da una molteplicità di fonti tra le quali:

- reference list dei supplier di tecnologie, fornite a seguito di intervista diretta o attraverso siti web;
- informazioni acquisite da titolari e gestori di impianti;
- sopralluoghi condotti presso alcune installazioni esistenti;
- presentazioni e atti prodotti in occasioni di convegni di settore.

Per ciascun impianto sono state aggiornate le informazioni relative a ubicazione, anno di messa in esercizio, stato operativo, tipologia e quantità di rifiuti trattati (proiezione sull'ultimo anno disponibile), capacità di trattamento, connotazioni tecnologiche, produzione, gestione di biogas e digestato e dati di esercizio (costi, consumi, produzioni reali). I numeri complessivi del settore hanno portato a stimare la presenza di 202 impianti di digestione anaerobica operativi, distribuiti in 16 Paesi, principalmente collocati nell'Europa centro-occidentale. È opportuno segnalare che, di questi, 18 sono impianti di piccole dimensioni ( $\leq 3.000$  t/a) o operanti principalmente su matrici diverse dal rifiuto urbano (FORSU trattata  $< 10\%$  della capacità totale).

spesso indici di situazioni in evoluzione dal punto di vista dello sviluppo locale di sistemi di raccolta differenziata delle frazioni organiche, che crescono e sostituiscono progressivamente le matrici indifferenziate<sup>158</sup>.

In Italia la domanda di impianti di recupero della frazione organica dei rifiuti urbani, in costante crescita grazie al progressivo sviluppo sul territorio nazionale delle raccolte differenziate, è stata fino ad oggi soddisfatta principalmente da tecnologie di tipo aerobico<sup>159</sup>. Accanto a questi, però, si sta progressivamente affermando un approccio, quello anaerobico, ancora relativamente modesto per i numeri in gioco (200.000 tonnellate gestite nel 2007, seppur con forte tendenza all'aumento).

**Impianti di digestione anaerobica operativi in Italia (agg. 2010)**

Località	Regione	Capacità autorizzata (tonnellate)	Tipo di rifiuto urbano trattato anaerobicamente
Montello (BG )	Lombardia	165.000	FORSU
Voghera (PV)	Lombardia	27.000	FORSU
Villanova del Sillaro (LO)	Lombardia	31.500	FORSU
Castelleone	Lombardia	100.000	FORSU
Pinerolo (TO )	Piemonte	81.000	FORSU
Villacidro (CA )	Sardegna	39.600	FORSU/RSU
Viareggio (LU)	Toscana	1.500	Forsu/liquami
Badia (BZ )	Trentino	600	Forsu/liquami
Campo di Trens (BZ )	Trentino	600	Forsu/liquami
Rodendo (BZ )	Alto Adige	150	Forsu/liquami
Lana (BZ )	Alto Adige	17.000	FORSU
Bassano del G rappa (VI)	Veneto	61.600	FORSU
Cesena (FC)	Emilia Romagna	30.000	FORSU
Este (PD)	Veneto	235.000	FORSU
Camposampiero (PD)	Veneto	53.500	FORSU
Lozzo Atesino (PD)	Veneto	60.000	FORSU
Treviso	Veneto	3.000*	FORSU

\*riferito alla sola FORSU; l'impianto tratta principalmente fanghi di depurazione  
dati ISPRA e Scuola Agraria del Parco di Monza

<sup>158</sup> Le capacità complessive degli impianti anaerobici censiti rappresentano, stando ai dati Eurostat 2006, poco più del 4,3% della produzione di rifiuti urbani in Europa (5%, se si considera l'Europa dei 15, a cui principalmente fanno riferimento le installazioni esistenti). L'analisi della ripartizione per Paesi evidenzia come la Spagna abbia intrapreso con decisione la strada della digestione anaerobica (inizialmente supportata economicamente, lo ricordiamo, attraverso fondi strutturali dell'Unione Europea), prima nel trattamento dell'RSU indifferenziato, e successivamente nel recupero della FORSU; la Francia, con soli 8 impianti operativi, gestisce quasi il 70% dei rifiuti trattati anaerobicamente negli impianti di Fos sur Mer, Montpellier, dove una ampia fetta del rifiuto alimentare è rappresentata da RSU indifferenziato. Importante sottolineare infine che la Danimarca, collocata al 5° posto, gestisce tipicamente i propri rifiuti urbani in co-digestione con effluenti zootecnici, che pesano in modo significativo sulla capacità complessiva dell'impiantistica.

La produzione media di biogas, per gli impianti di trattamento di RSU indifferenziato si attesta intorno a 69,5Nm<sup>3</sup>/t di rifiuto in ingresso all'impianto; per gli impianti di trattamento della FORSU, la resa media sale a 104,9Nm<sup>3</sup>/t.

Una doverosa annotazione va fatta relativamente al caso italiano che, grazie alle caratteristiche peculiari delle raccolte differenziate del rifiuto organico, generalmente caratterizzato da una elevata purezza merceologica della frazione ad elevata putrescibilità, le rese di produzione medie superano i 110Nm<sup>3</sup>/t, con punte superiori a 140Nm<sup>3</sup>/t. Si conferma la vasta diffusione in Europa, di un post-trattamento di compostaggio per la frazione solida del digestato residuo derivante dal processo di separazione solido-liquido successivo al trattamento anaerobico, con eventuale successiva valorizzazione agronomica del digestato. L'aggiornamento del censimento degli impianti di trattamento dei rifiuti urbani in Europa mediante digestione anaerobica conferma la costante crescita del settore, che si consolida in particolare in Paesi (Spagna e Francia in particolare) che hanno adottato questo approccio strategico in anni recenti. Seppure ancor privi di impianti (con pochissime eccezioni) numerosi progetti in corso di approvazione o di realizzazione riguardano i Paesi dell'allargamento. Con oltre 4,7 milioni di tonnellate/anno di capacità complessiva, l'approccio anaerobico è prevalentemente impiegato per il recupero della frazione organica di rifiuti da raccolta differenziata, eventualmente in co-digestione con altre biomasse (fanghi, reflui zootecnici, ecc) seguito, con 3,1 milioni di tonnellate/a, dal trattamento meccanico-biologico di rifiuti indifferenziati; una quota non trascurabile di capacità di trattamento (oltre 1 milione di t/a) è relativa ad impianti che gestiscono contestualmente RSU e FORSU.

<sup>159</sup> Secondo i dati pubblicati dall'ISPRA relativi alla gestione dei rifiuti urbani nel 2007, nei 220 impianti di compostaggio allora operativi sono stati recuperati 3,2 milioni di tonnellate di rifiuti organici (FORSU, verde, fanghi e altre matrici)

Il nostro Paese ha mostrato nell'ultimo decennio segnali di forte crescita nell'approccio anaerobico alla gestione dei rifiuti urbani, che si concretizza oggi in tredici impianti operativi, quasi tutti dedicati al recupero della FORSU, e principalmente distribuiti nelle regioni del nord-est, per una capacità complessiva di poco inferiore alle 750.000 t/a.

Il nostro Paese, come accennato in apertura, ha iniziato a muoversi in modo deciso verso l'approccio integrato anaerobico/aerobico negli ultimi anni. Rispetto a un esiguo numero di impianti "storici", alcuni dei quali convertiti dal trattamento dei rifiuti indifferenziati a quello della FORSU (Bassano del Grappa e Villacidro, per citarne alcuni), si osserva oggi un deciso incremento delle iniziative avviate o in corso di definizione.

Elementi peculiari del nostro Paese sono il ricorso al trattamento anaerobico quasi esclusivamente rivolto a rifiuti merceologicamente puri (FORSU e altre biomasse), supportato da una elevata qualità del rifiuto trattato che consente una minimizzazione degli scarti, una resa di produzione di biogas mediamente elevata e costi di gestione conseguentemente contenuti.

Un approfondimento condotto presso gli operatori del settore già coinvolti nel recupero della frazione organica mediante compostaggio ha consentito di confermare l'interesse per l'introduzione, negli impianti esistenti, di un pre-trattamento anaerobico del rifiuto, alimentato principalmente, oltre che dal beneficio economico derivante dalla produzione di energia da fonte rinnovabile, dalla necessità di ridurre gli impatti odorigeni e dalla possibilità di incrementare i quantitativi di rifiuti trattati. Sono ancora elementi di preoccupazione i costi d'investimento e di esercizio, soprattutto nella prospettiva di dover trattare ingenti quantitativi di digestato liquido.

### **3.4 I vantaggi dell'accoppiamento aerobico-anaerobico**

L'accoppiamento dei processi di digestione anaerobica e compostaggio<sup>160</sup> nel trattamento dei rifiuti solidi organici ha ottenuto in questi ultimi anni sempre maggiore attenzione da parte degli operatori del settore. I principali elementi di confronto tra i due approcci presi separatamente possono essere così sintetizzati:

- la digestione anaerobica produce energia rinnovabile (biogas) a fronte del compostaggio, aerobico ed esoergonico<sup>161</sup>, che consuma energia;

---

<sup>160</sup> Il semplice compostaggio è un trattamento di tipo aerobico

<sup>161</sup> Detto di processo (reazione chimica o trasformazione termodinamica) in cui si ha sviluppo di energia. Nel caso di una reazione chimica, in un processo esoergonico la quantità di energia dei reagenti è maggiore di quella dei prodotti.

- gli impianti anaerobici sono in grado di trattare tutte le tipologie di rifiuti organici indipendentemente dalla loro umidità, a differenza del compostaggio che richiede un certo tenore di sostanza secca nella miscela di partenza;
- la digestione anaerobica opera in reattori chiusi, senza rilascio di emissioni gassose maleodoranti in atmosfera, come può invece avvenire durante la fase di ossidazione accelerata del processo di compostaggio;
- nella digestione anaerobica si ha acqua di processo in eccesso, che necessita di uno specifico trattamento, mentre nel compostaggio le eventuali acque di percolazione possono essere riciclate come agente umidificante sui cumuli in fase termofila;
- gli impianti di digestione anaerobica richiedono investimenti iniziali maggiori (400÷800 €/t anno) rispetto a quelli di compostaggio (200÷400 €/t anno);
- a causa delle sue caratteristiche chimico-fisiche, il digestato – la matrice semi-solido o semi-liquida in uscita dal reattore anaerobico al termine del processo di digestione – presenta problemi di gestione superiori e possibilità di impiego limitate rispetto al compost.

L'integrazione dei due processi consiste nel far seguire al processo anaerobico una fase aerobica a carico del digestato opportunamente disidratato e miscelato con strutturante ligno-cellulosico. La digestione anaerobica non è in contrasto ma anzi si integra al meglio con il compostaggio della FORSU. L'integrazione dei due processi consente di ridurre notevolmente l'accettabilità sociale degli impianti di trattamento degli scarti organici in quanto il processo di fermentazione, odorigeno se non accuratamente gestito, avviene in strutture completamente chiuse. Il digestato può essere centrifugato e quindi separato nelle sue componenti solida e liquida, dopodiché la prima, ormai semi-stabilizzata, può essere a sua volta compostata, con un minore consumo di energia rispetto al compostaggio diretto. I vantaggi principali derivanti dall'integrazione tra digestione anaerobica e compostaggio sono:

- la digestione assicura il miglioramento del bilancio energetico dell'impianto che produce in fase anaerobica un surplus di energia rispetto al fabbisogno complessivo;
- la digestione consente il miglior controllo dell'inquinamento olfattivo in quanto le fasi odorigene avvengono nei digestori chiusi e il biogas viene utilizzato e non rilasciato in atmosfera;
- la digestione permette la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, grazie alla produzione di biogas che sostituisce i combustibili fossili;
- la maggiore compattezza delle installazioni che integrano digestione e compostaggio permette una minore occupazione di superfici a parità di rifiuto trattato, il consumo di suolo è pertanto ridotto;

- la minore necessità di matrici "strutturali" quali gli scarti vegetali: è possibile gestire scarti organici anche in scenari come le aree metropolitane che hanno bassa disponibilità di materiali con funzione "strutturante", come gli scarti di giardino;
- il compostaggio consente la gestione di una parte importante delle acque di scarto della digestione, grazie alle sue capacità evaporative;
- la maturazione aerobica mediante compostaggio esalta le proprietà ammendanti del digestato, ne massimizza le capacità di fissazione del carbonio nei suoli, aumenta la capacità di migliorare lavorabilità e ritenzione idrica, ecc.
- il compostaggio del digestato consente di acquisire lo "status" legale e commerciale di prodotto (ai sensi della legge nazionale sui Fertilizzanti).

Ricorrere a impianti integrati di compostaggio e digestione anaerobica significa pertanto:

- ✓ non sperperare una risorsa energetica
- ✓ ridurre il prelievo di fonti fossili
- ✓ ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub>
- ✓ ridare fertilità ai suoli.

### **3.5 I nuovi sistemi di micro-cogenerazione e trigenerazione termico-elettrica con utilizzo di biogas da rifiuti**

La cogenerazione è sistema efficiente per produrre in maniera combinata elettricità e calore da un unico impianto. La cogenerazione viene spesso identificata dalla sigla inglese CHP, acronimo di *combined heating and power*.

Di norma, l'energia elettrica e l'energia termica che utilizziamo quotidianamente sono prodotte in maniera separata: l'elettricità proviene in buona parte dalle grandi centrali termoelettriche, mentre le caldaie convenzionali sono deputate alla produzione di calore.

Il valore aggiunto di un sistema cogenerativo consiste nella possibilità di produrre elettricità e allo stesso tempo recuperare quel calore che di solito rimane inutilizzato e viene disperso in atmosfera. La cogenerazione è assimilata all'energia rinnovabile ed è ritenuta fondamentale per il raggiungimento degli obiettivi del protocollo di Kyoto.

La configurazione più comune di un cogeneratore prevede l'integrazione tra un motore, collegato a un generatore elettrico, e un sistema di recupero del calore. In altri termini, un cogeneratore può essere visto come un gruppo elettrogeno che, invece di produrre soltanto energia elettrica, recupera anche il calore generato, innalzando così il rendimento complessivo. In termini di efficienza, un impianto di cogenerazione presenta rendimenti medi complessivi intorno all'80÷90%. Rispetto alla produzione separata di calore ed

elettricità, l'aumento di efficienza è di circa il 30÷40%. Con questo sistema<sup>162</sup> si recupera il calore a valle del processo di produzione di energia elettrica ottenendo un risparmio variabile dal 60% al 100% di combustibili fossili a seconda delle tipologie di impianto e delle necessità energetiche.

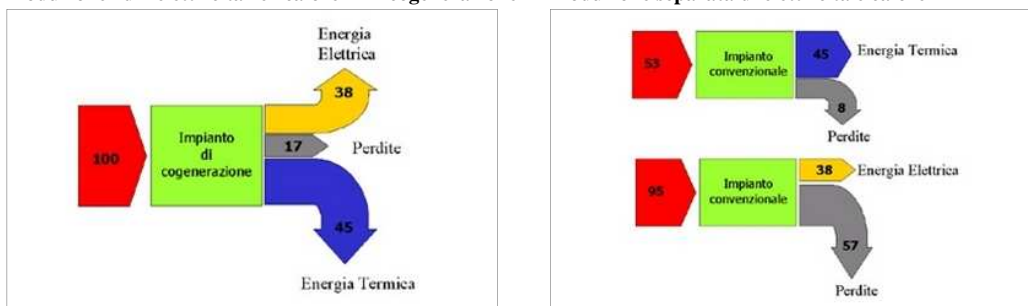
Rispetto a tutti gli altri tipi di impianti (caldaie, sistemi fotovoltaici, solare termico, ecc.), i cogeneratori presentano una sostanziale peculiarità: elettricità e calore vengono prodotti contemporaneamente e devono quindi trovare un adeguato utilizzo.

Se l'elettricità prodotta risulta facilmente canalizzabile nella rete elettrica, con importanti risultati in termini di risparmio e di remunerazione economica, altrettanto non si può dire per il calore. Il calore, ancor più dell'energia elettrica, viene prevalentemente utilizzato nell'ottica dell'autoconsumo, poiché risulta difficile da distribuire ad altre utenze a causa dell'assenza o comunque dell'elevato costo delle reti di distribuzione (teleriscaldamento). L'energia termica (sotto forma di vapore, aria o acqua calda) è un "sottoprodotto" pregiato del lavoro dei motori cogenerativi; soltanto un suo proficuo utilizzo giustifica l'acquisto e l'installazione di un cogeneratore<sup>163</sup>.

L'energia termica prodotta dai cogeneratori può diventare acqua calda sanitaria e per il riscaldamento, in sostituzione delle tradizionali caldaie, oppure calore di processo per utenze industriali. Il calore può essere in alcuni casi opportunamente accumulato, per un utilizzo posticipato rispetto alla produzione. L'accumulo del calore è realizzabile grazie a serbatoi di acqua calda termicamente isolati, ai quali è possibile collegare non soltanto il cogeneratore, ma anche altri eventuali generatori di calore come pannelli solari, pompe di calore e caldaie. La convenienza di un impianto di cogenerazione dipende anche dal

<sup>162</sup> Lo schema riportato di seguito rappresenta un esempio dei possibili vantaggi energetici della cogenerazione. Partendo da 100 unità di energia primaria, cioè di combustibile (in rosso), un impianto cogenerativo può ricavarne 38 di elettricità (in giallo) e 45 di calore utile (in blu), mentre le perdite (in grigio) sono di 17 unità. Per ricavare la stessa quantità di calore ed elettricità a partire da due impianti separati come di solito avviene, invece di 100 unità di combustibile ne occorrono 148 (53+95).

**Produzione di elettricità e calore in cogenerazione      Produzione separata di elettricità e calore**



Fonte: [www.rinnovabili.it](http://www.rinnovabili.it)

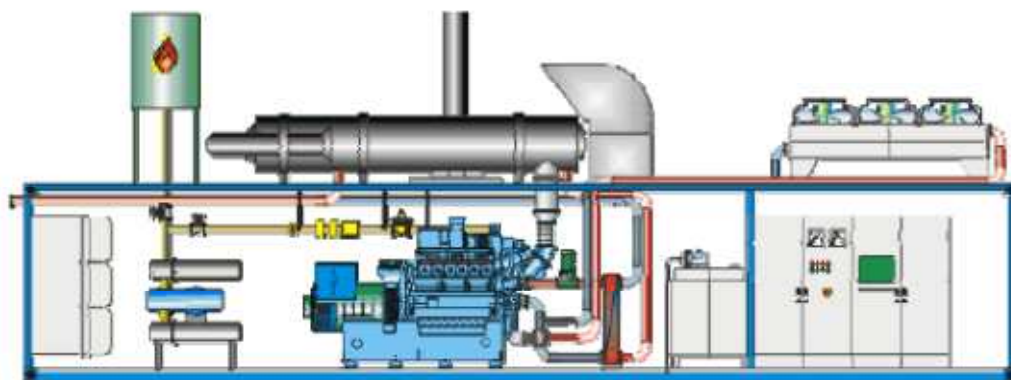
La cogenerazione, quindi, assicura in questo caso un risparmio di combustibile pari al 33% rispetto alla produzione separata di energia termica ed elettrica. Si può vedere come le perdite, in caso di produzione separata, siano imputabili soprattutto agli impianti tradizionali di produzione di energia elettrica, in cui mediamente quasi 2/3 dell'energia contenuta nel combustibile in entrata, se ne va dal camino sotto forma di calore.

<sup>163</sup> Poiché la produzione di calore costituisce il vero valore aggiunto della cogenerazione, il suo mancato utilizzo costituirebbe una vera follia sia dal punto di vista energetico che economico. Bisogna considerare che, in media, un cogeneratore produce 1/3 di energia elettrica e 2/3 di calore. Questo significa che un cogeneratore con rendimento complessivo (termico + elettrico) del 90%, avrà mediamente un rendimento elettrico del 30% e un rendimento termico del 60%.

combustibile utilizzato<sup>164</sup>. Nella stragrande maggioranza dei casi, i cogeneratori sono alimentati a gas naturale<sup>165</sup>. L'utilizzo di gas naturale risulta svantaggioso soprattutto per i piccoli utilizzatori, che non hanno il potere di stipulare contratti di fornitura a prezzi scontati. In questo contesto, diventano sempre più interessanti combustibili alternativi come il biogas<sup>166</sup>, l'olio vegetale e, per i motori a combustione esterna e per i turbogeneratori ORC, fonti pulite come l'energia solare e le biomasse da legno. Tecnologie particolarmente avanzate come le celle a combustibile possono utilizzare anche l'idrogeno.

Dai sistemi di cogenerazione derivano i più recenti sistemi di trigenerazione che permettono, nel periodo estivo, di trasformare il calore recuperato in energia frigorifera grazie all'impiego del ciclo frigorifero ad assorbimento. I sistemi di co-trigenerazione possono essere studiati e prodotti per funzionare con qualsiasi fonte primaria di calore. Questi sistemi oggi sono tecnicamente maturi ed economicamente convenienti per poter essere adottati diffusamente. Oltre a grandi impianti per il recupero del biogas dalle discariche per alimentare cogeneratori collegati a reti di teleriscaldamento e raffrescamento, oggi esiste la possibilità di avere sistemi di piccola/media taglia, con diverse varianti funzionali, ad hoc per utenti privati e consorzi che dispongono di rifiuti organici dai quali è possibile ricavare biogas. La figura seguente riporta lo schema di un moderno impianto di cogenerazione con motore a combustione interna alimentato a biogas prodotto da rifiuti organici.

#### *Moderno impianto di cogenerazione alimentato a biogas da rifiuti*



Fonte: [www.comunemarigliano.it/UfficieServizi/.../UtilizzoRifiutiOrganici.pdf](http://www.comunemarigliano.it/UfficieServizi/.../UtilizzoRifiutiOrganici.pdf)

<sup>164</sup> Gli impianti di cogenerazione possono beneficiare dei Titoli di Efficienza Energetica, meglio conosciuti come Certificati Bianchi. Si tratta, in poche parole, di un meccanismo economico che incentiva diverse tipologie di interventi di efficienza energetica, tra cui rientra anche la cogenerazione.

<sup>165</sup> Va sempre sottolineato che non si tratta di fonte rinnovabile, ma di un combustibile fossile. Ha però interessanti caratteristiche energetiche e ambientali, che lo rendono certamente preferibile al gasolio.

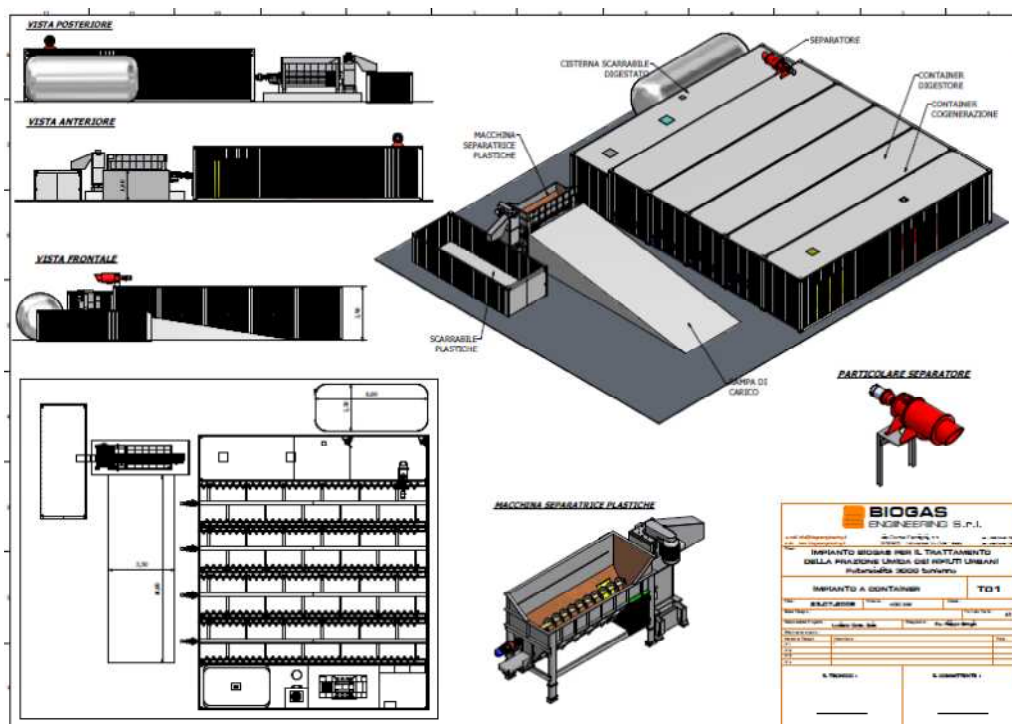
<sup>166</sup> Dopo la captazione e la depurazione il biogas può essere utilizzato come energia primaria per alimentare i motori endotermici di un sistema di cogenerazione.

### 3.6 Potenzialità di un impianto per il trattamento della FORSU attraverso D.A. con produzione di biogas e cogenerazione di energia elettrica/calore

#### 3.6.1 Uno schema con container metallici per un impianto da 4000 t/a

La presente proposta<sup>167</sup> prevede il trattamento di 4.000 tonnellate annue di rifiuto proveniente da raccolta differenziata dell'umido in ambito urbano, attraverso digestione anaerobica con produzione di biogas e cogenerazione di energia elettrica/calore. Il sistema permette di ottenere un recupero completo del rifiuto raccolto, sia in termini di materia sia di energia. Gli output di materia sono costituiti dal biogas, e dal digestato (materiale che si può convenientemente destinare ad un processo di compostaggio con importanti benefici sulla qualità del prodotto finale). Dal punto di vista energetico, il biogas è considerato a tutti gli effetti una fonte rinnovabile ai sensi del Dlgs. 387/03.

La tecnologia è costituita da container metallici con la funzione di digestori anaerobici. Si tratta di dispositivi messi a punto da Biogas Engineering<sup>168</sup> per agevolare la fattibilità di progetti di piccole dimensioni nel campo della raccolta differenziata dell'umido urbano e del suo recupero a scopo energetico. Rispetto ai tradizionali impianti che prevedono la costruzione di opere edili (generalmente vasche in cemento armato), questa soluzione prevede l'installazione di moduli trasportabili e assemblabili, assimilabili a macchine.

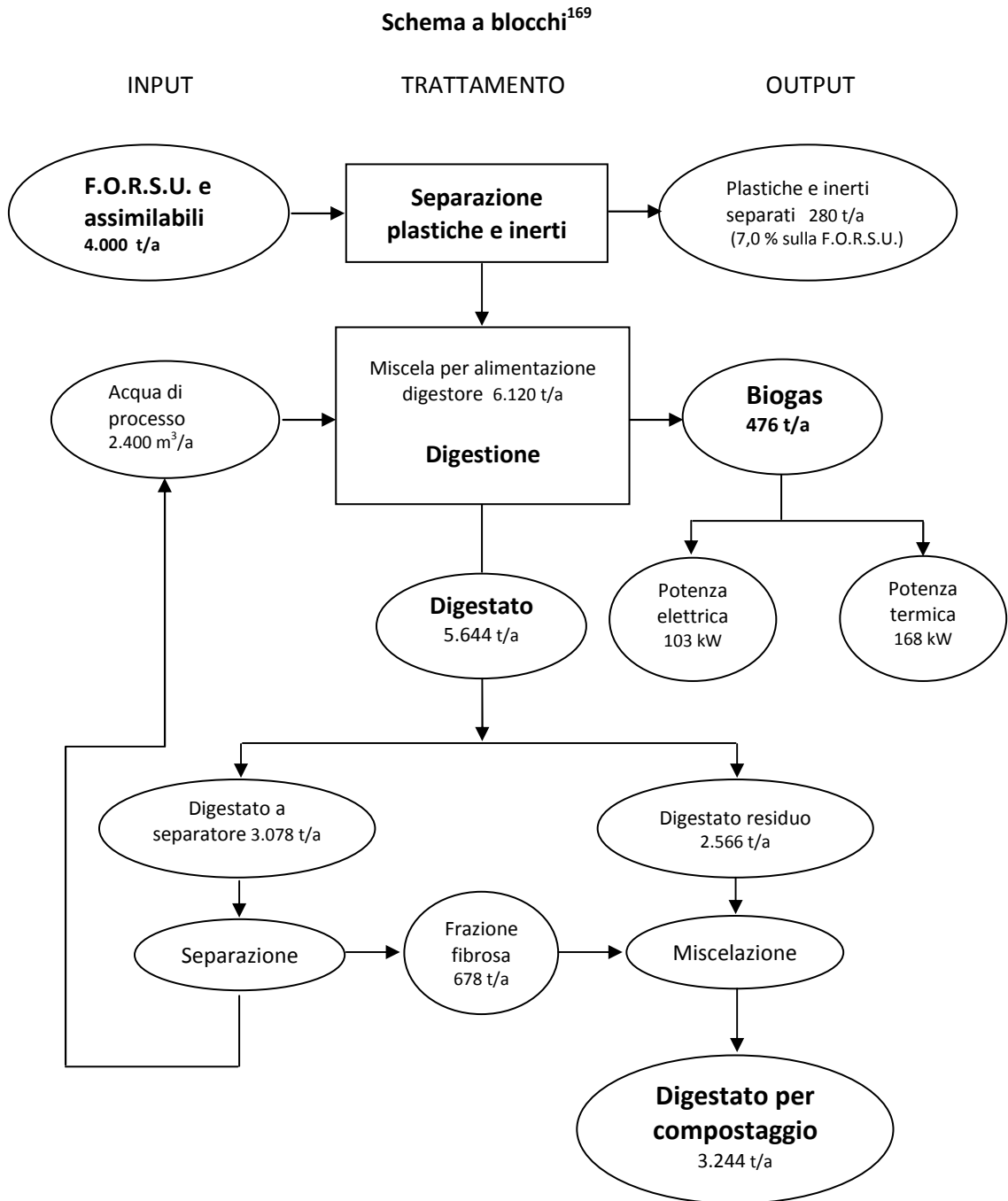


<sup>167</sup> La proposta è stata formulata sulla base della consulenza fornita dalla ditta Biogas Engineering- Noventa Vic.na , Vicenza. Consulente: ing. Federico Gavagnin

<sup>168</sup> Si veda anche articolo estratto da *Il Sole 24 Ore* – "Eventi" del 20.07.09



Nello schema a blocchi di seguito si può vedere la sequenza e l'interazione delle diverse fasi del processo integrato, con l'indicazione delle quantità in gioco:



- Il rifiuto “umido”, costituito dalla F.O.R.S.U., ancora contenuta in sacchetti di plastica, viene sottoposto ad un trattamento preliminare, mirato a: separare i materiali indesiderati (plastiche e inerti), ottenere un materiale pompabile per l'alimentazione ai digestori; per ottenere questo risultato si utilizza parte del liquido di risulta del processo di digestione, che viene ricircolato. Per effettuare

<sup>169</sup> Fonte: Rielaborazione personale su dati Biogas Engineering - Consulente: ing. Federico Gavagnin

quest'operazione si utilizza un macchinario denominato "BESC" oggetto di brevetto da parte di Biogas Engineering<sup>170</sup>.

- Il materiale pompabile viene sottoposto a digestione anaerobica in quattro container metallici del tipo "High Cube", mantenuti alla temperatura di 55°C, nei quali si sviluppa il biogas.
- Il biogas viene inviato ad un ulteriore container, dove viene dapprima depurato per rimuovere l'idrogeno solforato, e successivamente sottoposto a combustione in un gruppo di cogenerazione, in grado di produrre continuamente una potenza elettrica di circa 100 kW; il gruppo è costituito da un motore a combustione interna, un alternatore e un sistema di recupero termico;
- il materiale di risulta "digestato" viene sottoposto ad un'operazione di separazione solido/liquido, utilizzando una separatore a vite senza fine, per un quantitativo limitato a produrre il liquido necessario al separatore delle plastiche, tale quantitativo ammonta a circa il 55% del digestato totale;
- il materiale in uscita risulta costituito dal digestato tal quale residuo, circa il 45% del totale, miscelato con la frazione palabile separata; la sua consistenza è quella di un fango denso pompabile con un contenuto di solidi totali pari a circa l'8%<sup>171</sup>.
- Il processo si svolge tutto all'interno di 6 container, ciascuno dei quali rappresenta un'unità funzionale (UF). Si distinguono 3 tipi di unità funzionale:
- UF1 – Viene suddivisa in 3 porzioni, destinate rispettivamente a: 1) stoccaggio del materiale pompabile proveniente dal separatore della plastiche, da alimentare ai digestori; 2) stoccaggio del liquido separato alla fine del processo e destinato al separatore delle plastiche; 3) stoccaggio della miscela di digestato da inviare al compostaggio. Per questa fase è sufficiente un solo container;
- UF2 – S'identifica con il digestore anaerobico. Al suo interno sono previsti dispositivi di miscelazione (albero a pale), rimozione degli inerti (coclee) e di termostatazione (serpentine di riscaldamento). Nella parte superiore viene accumulato il biogas. Sono necessari per questa fase quattro container;

---

<sup>170</sup> Questo sistema si usa nel caso in cui il rifiuto organico non proviene da raccolta differenziata porta a porta e risulta, quindi pieno di impurità

<sup>171</sup> In base alle analisi effettuate da Biogas engineering S.r.l. sul fango anaerobico digerito da impianto di trattamento rifiuti nel 2007, gli elementi peculiari da evidenziare sono i seguenti:

- la concentrazione di azoto totale risulta superiore a 3 g/l, con una presenza di ammoniaca di circa il 90% e di ciò è necessario tener conto in fase di compostaggio, relativamente alle emissioni atmosferiche;
- il contenuto di carbonio organico è elevato, e valutabile in circa il 30% sulla sostanza secca;
- i coliformi e le salmonelle sono pressoché assenti e questo indica una completa igienizzazione del digestato.

Inoltre l'impatto odorigeno di questo materiale è poco rilevante, in ragione della limitata presenza di molecole appartenenti alle specie chimiche con bassa soglia olfattiva, che si individuano nelle sostanze solforate (in particolare acido solfidrico e mercaptani) e nei composti organici volatili (in particolare acidi organici e aldeidi). Le prime vengono degradate pressoché integralmente ad acido solfidrico nel corso della digestione anaerobica, che è contenuto nel biogas e abbattuto con sistema di depurazione a umido; le seconde, invece, sono convertite in metano e anidride carbonica, ad opera dei batteri anaerobi presenti nei digestori.

- UF3 – Viene suddivisa in 3 porzioni, destinate rispettivamente: 1) trattamento del biogas (desolfurazione a umido + refrigerazione); 2) cogenerazione; 3) alloggiamento quadri elettrici. È necessario un solo container.

### 3.6.1.1 Considerazioni sui bilanci di massa ed energia

Dopo aver eliminato il 7% di plastiche e altri materiali indesiderati, il processo trasforma il rifiuto in ingresso in biogas per circa il 12% del peso iniziale. Il rimanente 81% è costituito da un materiale ad elevato contenuto di componenti azotate e carbonio organico, idoneo per un processo aerobico di compostaggio.

Dal punto di vista energetico, l'input alla centrale di cogenerazione è la potenza termica lorda del biogas, quantificabile in circa 270 kW, che viene convertita in potenza elettrica per circa il 38%. Il cogeneratore permette un recupero di calore dalla camicia motore e dai fumi di combustione raffreddati a 120°C per complessivi 135 kW. Si stima che circa 1/3 di tale calore sia necessario, nelle condizioni di esercizio più gravose (basse temperature invernali), per la termostatazione dei digestori, e che quindi rimangano 90 kW da utilizzare per altri scopi (es: riscaldamento civile). Su base annuale, si stima un funzionamento del cogeneratore per 8.000 ore, al netto delle fermate per manutenzione. In termini di risparmio energetico si stimano:

Energia rinnovabile prodotta	kWh/anno	Energia risparmiata da fonte fossile	
Elettrica	800.000	150	T.E.P. (Tonn. Equiv. di Petrolio)/anno
Termica	720.000	68	ton/anno di gasolio per riscaldamento

Il risparmio di CO<sub>2</sub> si quantifica in circa 460 ton/anno, altrimenti emessa dalla combustione di fonti energetiche di tipo fossile. **Sulla base di questa indicazione possiamo stimare che il risparmio di CO<sub>2</sub> per la mancata utilizzazione di fonti energetiche di tipo fossile è pari a 0,58 kg CO<sub>2</sub> eq anno per kWh prodotto da fonte rinnovabile.**

### 3.6.1.2 Valutazione economica impianto 100 kW

L'investimento per la realizzazione del progetto presentato viene valutato in **800.000,00 € + IVA** che schematicamente sono suddivise in:

A) Macchina deplastificatrice BESC	120.000,00 €
B) Opere elettromeccaniche per digestione anaerobica	480.000,00 €
C) Trattamento biogas e cogenerazione	150.000,00 €
D) Progettazione	50.000,00 €

Nella voce B risulta compresa l'intera opera, completa di collegamenti e montaggi elettrici, idraulici, gas, identificabile nei quattro container della fase UF2, nel container della UF1e in parte del container della UF3 relativo ai quadri elettrici. In funzione della disponibilità di FORSU, la Biogas Engineering ha previsto 3 "taglie" impiantistiche:

FORSU (ton/anno)	Potenza elettrica (kW)	N° digestori (UF2)	Costo indicativo impianto
2.000	50	2	500.000 <sup>172</sup> €
3.000	75	3	650.000 €
4.000	100	4	800.000 €

Il digestato in uscita dal processo anaerobico può convenientemente essere utilizzato per la produzione di compost di qualità. È necessaria una miscelazione con materiale ligno-cellulosico (verde, ramaglie), che dovrà essere fornito in quantità almeno pari alla FORSU in ingresso<sup>173</sup>. Aumentando la quantità di materiale ligno-cellulosico, potrebbe risultare possibile la conduzione del processo di compostaggio all'aperto in quanto il materiale in uscita dai digestori è già stabilizzato e con un basso impatto olfattivo.

### **3.6.2 L' impianto di bio-fermentazione "Tisner Au" nella provincia di Bolzano: una best practice**

Secondo la ditta LADURNER la tecnologia da impiegare è la digestione anaerobica a umido a monostadio, una tecnologia semplice e variabile. Un esempio di impianto di questo tipo ma per una quantità di rifiuto organico in entrata molto maggiore è stato realizzato dalla ditta LADURNER per la Comunità Comprensoriale Burgraviato<sup>174</sup> nella provincia di Bolzano. In questa provincia il "Piano di gestione rifiuti 2000" già prevedeva l'introduzione obbligatoria della raccolta dei rifiuti organici e pertanto, di riflesso, la realizzazione di un impianto adeguato al loro trattamento.

Già nel 1998 era stata individuata la migliore variante economica e tecnologico-aziendale, per smaltire i rifiuti organici dell'intero comprensorio. Basandosi su fattori sia tecnici sia organizzativi e, ovviamente, di natura ambientale, si è optato per una soluzione anaerobica dei rifiuti, ossia per un impianto di fermentazione dei rifiuti organici con successiva decomposizione. Una volta esauritosi il ciclo nel reattore di biogas, alla massa rimanente viene aggiunto del verde tritato, per ottenere infine un compost di ottima qualità. L'impianto è stato ubicato nelle immediate vicinanze della discarica "Tisner Au", a Lana di Sotto. L'impianto di fermentazione dei rifiuti organici con successiva decomposizione è entrato in funzione il 2 maggio 2006<sup>175</sup>. L'impianto di bio-fermentazione "Tisner Au" assolve un compito di grande importanza, perché i rifiuti organici vengono ricondotti nel loro naturale ciclo di distruzione, con la conseguenza che l'accumulo dei rifiuti solidi urbani è notevolmente ridotto. Questo impianto è in grado di trasformare circa 10.000 tonnellate di rifiuti organici all'anno in compost di ottima

<sup>172</sup> Questo costo potrebbe essere ulteriormente abbattuto se il materiale organico venisse conferito in sacchetti biodegradabili ben selezionato.

<sup>173</sup> Per 100 kW saranno necessari sempre 4.000 ton/anno di materiale

<sup>174</sup> <http://www.bzgbga.it/it/1054.htm>

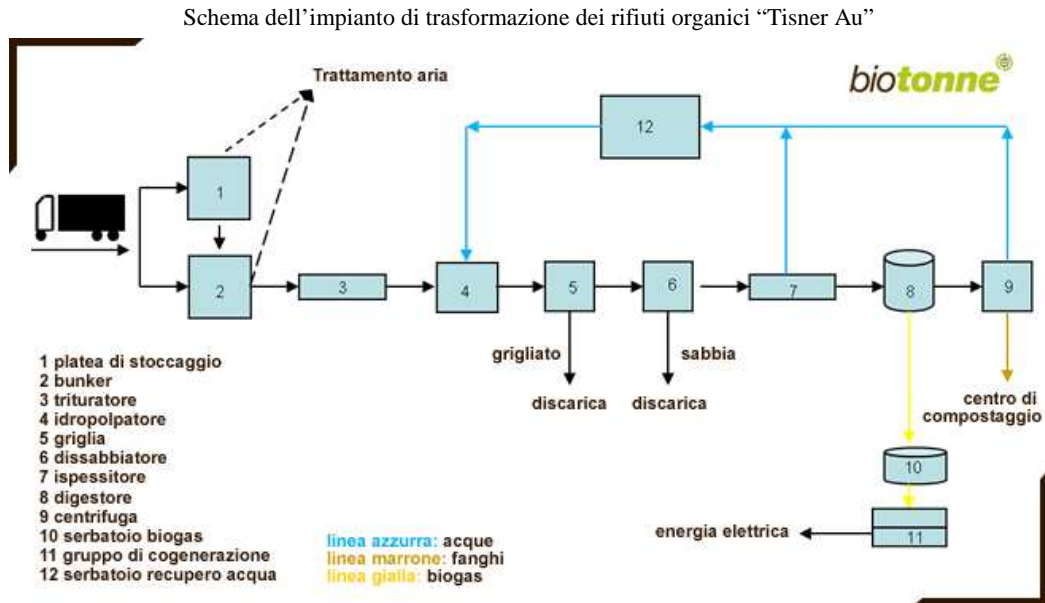
<sup>175</sup> Dopo una gestione di prova dell'associazione temporanea di imprese Ladurner /Atzwanger S.p.A. dal 01.09.2006 l'impianto è gestito dalla ditta Eco-Center S.p.A.

qualità. Le tappe che i rifiuti organici devono percorrere per essere trasformati integralmente in compost, sono raccolta, fermentazione e compostaggio. Partendo dalla prima raccolta differenziata che avviene già nelle abitazioni e dalla successiva raccolta pubblica dei rifiuti organici fino alla loro fermentazione/compostaggio, devono essere percorse diverse tappe, tutte di eguale importanza, affinché la trasformazione dei rifiuti organici possa avvenire con successo. La corretta separazione dei rifiuti organici dai restanti rifiuti solidi urbani nelle abitazioni o nelle aziende costituisce la base per ogni ulteriore sviluppo nel processo di recupero. La raccolta pubblica mirata garantisce il trasporto periodico dei rifiuti organici all'impianto di fermentazione. Nell'impianto di trasformazione "Tisner Au" i rifiuti organici vengono trasformati in compost di alta qualità in breve tempo. I rifiuti organici raccolti vengono dapprima triturati e successivamente annacquati. Poi, il tutto viene pompato nel reattore di biogas, dove i batteri agiscono sulle sostanze organiche producendo il biogas. Il biogas così ottenuto viene quindi trasformato in energia elettrica e calore, passando per uno specifico motore a gas. L'energia elettrica ricavata viene successivamente immessa nella rete elettrica, mentre il calore prodotto viene utilizzato mediante una rete di teleriscaldamento. La massa rimanente, non trasformata dai batteri, viene quindi tolta dal reattore per essere mescolata con del verde tritato, e messa in compostaggio. Il compost ricavato è sottoposto ad un rigoroso controllo di qualità, e può successivamente essere richiesto direttamente ai responsabili dell'impianto<sup>176</sup>. Dal punto di vista tecnico si tratta di un procedimento a umido, monofasico e mesofilo che si articola secondo il seguente schema. Gli automezzi scaricano il rifiuto organico o sulla platea di stoccaggio (1) o direttamente nel bunker (2). Il vano che accoglie le zone di stoccaggio e di lavorazione è mantenuto in depressione in modo da evitare la fuoriuscita di odori e l'aria aspirata da esso viene trattata da un biofiltro. Tramite coclea il rifiuto organico passa prima in un trituratore (3) e poi nell'idropolpatore (4) dove viene miscelato con acqua. La griglia (5) trattiene eventuali impurità come sacchetti di plastica, stoffa e legno, mentre il dissabbiatore (6) separa i materiali più pesanti di dimensioni ridotte come ossa, gusci d'uovo e conchiglie. La massa viene concentrata nell'ispessitore (7) e poi inviata nel digestore (8) dove permane per minimo 16 giorni. La flora batterica presente nel digestore decompone la parte organica del rifiuto sviluppando biogas con circa il 60% di contenuto di metano. Il biogas viene captato e raccolto nel serbatoio biogas (10) e tramite i 2 gruppi di cogenerazione (11), composti da motore a biogas e generatore di corrente,

---

<sup>176</sup> Processo BTA: Il processo è costituito essenzialmente da due fasi: il pre-trattamento e la digestione anaerobica. Per impianti piccoli si utilizza normalmente un processo monofasico, che combina il pre-trattamento a umido con un processo di digestione anaerobica (mesofila o termofila) condotto in un reattore completamente miscelato (CSTR). All'uscita del Grit Removal System la sospensione viene alimentata direttamente nel digestore senza alcun passaggio intermedio. Alla fine del processo di digestione anaerobica, il residuo digerito viene, generalmente, mandato a una sezione di compostaggio aerobico.

viene prodotta energia elettrica. Dal digestore il materiale passa alla disidratazione dove tramite una centrifuga (9) viene disidratato e diventa fango. Il fango viene conferito ad un impianto di compostaggio per la produzione di compost<sup>177</sup>.



Fonte: [www.biotonne.it](http://www.biotonne.it)



L'impianto di trasformazione dei rifiuti organici "Tisner Au"

<sup>177</sup> Questo impianto ha i seguenti dati di funzionamento:

- rifiuti trattati: 10.000 t/a di rifiuto organico
- residui di processo: sabbia e grigliato 950 t/a (ca. 10% del rifiuto trattato)
- risorse prodotte: energia elettrica 2.000 MWh, di cui 40% utilizzata per l'impianto

L'impianto serve 40 comuni della provincia di Bolzano e impiega per il funzionamento 6 persone. L'energia elettrica prodotta è utile al fabbisogno di 450 abitazioni. Il digestore ha un volume 1600 m<sup>3</sup> e la potenza elettrica dei cogeneratori è rispettivamente di 334 KW e 536 KW.

## 4. Caso studio: Borgo Ulivia a Palermo

### 4.1 Scenari operativi

La proposta è quella di utilizzare i rifiuti prodotti a Borgo Ulivia per alimentare un impianto per la produzione di biogas e compost. Dallo sfruttamento del biogas si vuole produrre energia. Questa maniera di gestire i rifiuti urbani può essere un'opportunità per la riqualificazione del quartiere. I rifiuti da problema possono diventare risorsa. Il sistema può avere ricadute positive sia in termini economici, possibile riduzione dei costi di gestione, sia in termini ambientali, minore utilizzazione della discarica e riduzione delle emissioni di gas serra, sia dal punto di vista sociale, rinnovato interesse per la periferia che metabolizza le scorie urbane anche attraverso il coinvolgimento dei suoi stessi abitanti.

Per arrivare a verificarne l'efficienza sono stati necessari i seguenti passi successivi. Innanzitutto è stato inquadrato il quartiere dal punto di vista territoriale mettendo in evidenza il suo rapporto con la città. Dall'esame è apparso evidente come i quartieri periferici, costituiscono circa il 90% del territorio comunale. Essi sono disposti radialmente intorno alle circoscrizioni Centro Storico e Libertà-Montepellegrino dove si trovano i quartieri residenziali più eleganti della città<sup>178</sup>. Borgo Ulivia in particolare si trova in prossimità del fiume Oreto, dove è prevista la realizzazione di un parco fluviale, e nelle sue immediate vicinanze sono presenti numerose aree agricole<sup>179</sup>.

Analizzando il costruito è stato evidenziato come all'interno del quartiere, già in fase di progettazione fossero previste numerose aree verdi. Oggi i piani terra su pilastri sono stati completamente chiusi da cancellate e le aree verdi sono state trasformate per lo più in parcheggi o, tranne qualche caso, sono nell'incuria<sup>180</sup>.

Dall'analisi dei dati statistici sulla popolazione del quartiere<sup>181</sup>, in relazione a quella dell'intera città, è emerso che nel quartiere le famiglie hanno un numero di componenti maggiore rispetto alla media cittadina con un tasso di analfabetismo del 5,66% a fronte di un 2,12% relativo all'intero comune e un tasso di disoccupazione del 48,16% molto alto rispetto a quello della città di Palermo che si attesta al 17,9%.

Per potere valutare in che quota l'energia rinnovabile prodotta possa contribuire al fabbisogno energetico del quartiere è stata fatta una stima dei consumi di energia elettrica

---

<sup>178</sup> Par. 4.3

<sup>179</sup> Par. 4.3.1

<sup>180</sup> Par. 4.4

<sup>181</sup> Par. 4.5

e gas. I valori sono stati calcolati in funzione dei dati relativi ai consumi in Sicilia, in provincia di Palermo e nel comune di Palermo<sup>182</sup>. Si è dovuto operare in tal senso perché non è stato possibile reperire i dati sugli effettivi consumi nell'area oggetto di studio. La proposta è quella di utilizzare i rifiuti per produrre energia, pertanto, è stato necessario quantificare i rifiuti prodotti dal quartiere. In particolare il dato ricercato era la quantità di rifiuto organico prodotto. Per giungere alla determinazione di questo valore si è dovuto operare per approssimazioni successive, in quanto, nel quartiere in esame, non esiste un sistema di raccolta differenziata dell'organico, vengono differenziati solo una parte di vetro, di cartone e indumenti usati pari al 4,02% dei rifiuti prodotti. Sono stati studiati i dati di carattere generale relativi alla città di Palermo verificando l'analogia tra quelli forniti dall'Ispra e dall'Istat e mettendoli in relazione con quelli forniti dall'Amia, l'azienda municipalizzata che a Palermo si occupa della raccolta e dello smaltimento dei rifiuti<sup>183</sup>. Poiché in alcune zone della città, a partire dal febbraio 2010 è stato avviato un progetto per la raccolta differenziata dei rifiuti, sono stati studiati i dati relativi a queste zone per valutare l'incidenza del rifiuto organico sulla quantità totale di rifiuti raccolti. In base ai dati forniti dall'Amia sulla quantità totale di rifiuti raccolti nell'area oggetto di studio è stato possibile con una certa approssimazione, in analogia a quanto accade nei quartieri dove il sistema di raccolta differenziata è già attivo, valutare la quantità di rifiuto organico che potrebbe essere prodotta nell'area di Borgo Ulivia<sup>184</sup>. Sono stati poi determinati i costi base per la raccolta, il trasporto e lo smaltimento dei rifiuti<sup>185</sup>.

In relazione alla quantità di rifiuto organico producibile nel quartiere è stato fatto un dimensionamento dell'impianto per la produzione di biogas e compost<sup>186</sup>. Per il dimensionamento e la scelta della tecnologia più appropriata per l'impianto sono stati presi contatti con diverse aziende che operano nel settore. Il dimensionamento è servito sia per valutare la quantità di biogas e compost producibile con la matrice in ingresso, sia per valutare i costi di realizzazione e gestione dello stesso impianto.

Alla luce di tutto quanto sopra esposto, per arrivare a valutare l'efficienza della proposta si doveva procedere con un'analisi costi/ricavi, nella quale mettere in gioco i costi per la gestione dello smaltimento dei rifiuti, i costi per la gestione e realizzazione dell'impianto per la produzione del biogas e i ricavi derivanti dalla produzione di energia e dalla vendita del compost e con un'analisi dei benefici ambientali derivanti dalla più corretta gestione dei rifiuti.

---

<sup>182</sup> Par. 4.6.1 - 4.6.2

<sup>183</sup> Par. 4.7

<sup>184</sup> Par. 4.7.1

<sup>185</sup> Par. 4.7.2 - 4.7.3

<sup>186</sup> Par. 4.8



Per valutare tutto ciò si è ritenuto opportuno individuare tre scenari<sup>187</sup> differenti che mettessero in evidenza lo stato attuale di gestione dei rifiuti nel quartiere e quello ideale nel quale i rifiuti diventano matrice per la produzione di energia, passando attraverso uno scenario di gestione intermedio, che è quello che già stato avviato in alcuni quartieri della città, che prevede la raccolta differenziata con il conferimento dei rifiuti organici a un grosso impianto di compostaggio già esistente.

Il primo scenario<sup>188</sup> è un'analisi dello stato di fatto. Attualmente i rifiuti di Borgo Ulivia vengono conferiti, tranne un piccola aliquota di raccolta differenziata stradale con le campane, alla discarica di Bellolampo sita a circa 10 Km dal luogo di raccolta. In questa ipotesi sono stati calcolati i costi per la raccolta e il conferimento dei rifiuti in discarica e i costi per la raccolta della quota, se pur piccola, di rifiuti differenziati. In questo scenario, ormai obsoleto, dai rifiuti non si produce energia ma solo danni ambientali. Sono state quantificate, quindi le emissioni di gas serra prodotte dai rifiuti e dai trasporti ed è stato stimato il danno ambientale provocato dal conferimento dei rifiuti organici in discarica. È stata stimata la, seppur minima, riduzione di emissioni di gas serra dovuta all'attività di riciclaggio.

Nel secondo scenario<sup>189</sup> si è ipotizzato di avviare nel quartiere la raccolta differenziata allineandolo a quanto avviene dal febbraio 2010 in altri quattro quartieri della città grazie a un progetto finanziato dal Ministero dell'Ambiente. In questa ipotesi sono stati calcolati i costi per la raccolta e il conferimento dell'organico all'impianto di compostaggio esistente, i costi per la raccolta e il trasporto dei rifiuti differenziati, quali carta, imballaggi metallici, imballaggi in plastica e vetro alle rispettive piattaforme di conferimento e il costo per la raccolta e lo smaltimento della quota residua di rifiuti indifferenziati da portare in discarica. È stata fatta una stima sia sui ricavi derivanti dalla vendita del compost, sia sui benefici, in termini di evitate emissioni di gas serra, derivanti dall'utilizzo dello stesso per la fertilizzazione dei terreni al posto dei concimi chimici. Sono stati, inoltre, valutati i benefici derivanti dal mancato conferimento del rifiuto organico in discarica. È stata stimata la riduzione di emissioni di gas serra dovuta al riciclaggio, ritenendo che si mantenga costante anche nel successivo scenario.

Nel terzo scenario<sup>190</sup> si ipotizza di utilizzare i rifiuti organici del quartiere per alimentare un impianto per la produzione di biogas e compost sito nelle immediate vicinanze dell'area di raccolta. È in questo scenario che si ipotizza di ricavare energia dai rifiuti. Anche in questo caso sono stati calcolati i costi per la raccolta e il conferimento dei rifiuti

---

<sup>187</sup> Par. 4.9

<sup>188</sup> Par. 4.9.1

<sup>189</sup> Par. 4.9.2

<sup>190</sup> Par. 4.9.3

organici all'impianto di compostaggio che diminuiscono notevolmente visto che l'impianto si troverebbe in un'area limitrofa all'area di raccolta. In questo caso l'impianto produrrebbe sia compost sia biogas. Come si vedrà al par.4.8 in questo scenario la quantità di compost prodotta sarà maggiore; infatti, il compostaggio in ambiente anaerobico prevede, nell'ultima fase, l'introduzione di un quantitativo di verde strutturante che nella fattispecie potrebbe provenire dalle potature degli spazi verdi pubblici e privati del quartiere<sup>191</sup>. Sono stati valutati i ricavi derivanti dalla vendita del compost. È stata anche determinata la quantità di biogas prodotta e la sua resa energetica. Sono stati valutati, inoltre, i costi dell'impianto e i benefici ambientali. I valori sono stati raccolti in una tabella riepilogativa al paragrafo 4.10.

## **4.2 Considerazioni sull'esemplarità del caso studio**

La gestione dei rifiuti urbani con la raccolta differenziata e il trattamento dei rifiuti organici in impianto di digestione anaerobica con produzione di biogas e compost non sono una novità. L'innovazione consiste nell'applicare questo tipo di gestione a un quartiere della periferia della città.

Come spesso accade i quartieri periferici risultano quasi sempre dotati di numerosi spazi verdi. Borgo Ulivia, in particolare, è un quartiere della periferia di Palermo dove la presenza di aree verdi avrebbe dovuto avere un ruolo estremamente importante.

Questo genere di quartieri proliferò in tutto il territorio italiano tra gli anni '50 e gli anni '60; sono presenti, infatti, con caratteristiche simili da Como a Caltanissetta e caratterizzano una cospicua parte delle periferie italiane, accomunati da tipologie abitative permeabili, bassa densità abitativa, presenza di spazi verdi e di transizione aperto/chiuso, pubblico/privato.

Il progetto originale di Borgo Ulivia prevedeva un sistema di percorsi pedonali che, attraversando i corpi di fabbrica al pian terreno, mettersero in connessione gli spazi aperti su cui si affacciano gli edifici. La vegetazione era stata progettata con precisione includendo le essenze nel progetto di architettura, non come semplice riempimento dei vuoti o contorno degli spazi aperti, ma facendone elemento formale di composizione del rapporto tra pieni e vuoti.

---

<sup>191</sup> Il rifiuto organico verde derivante dalla potatura dei giardini pubblici e privati non è stato computato nella percentuale di matrice organica stimata per dimensionare l'impianto. Quest'ultima, infatti, è stata determinata in analogia ai dati rilevati nelle zone della città dove è già attivo il sistema di raccolta differenziata. In queste aree, poiché ricadono nel centro della città, la tipologia edilizia è molto diversa da questo quartiere. La percentuale di rifiuto organico rilevata, quindi, non comprende al suo interno grandi quantitativi di rifiuti organici verdi derivanti dalle potature di spazi verdi, cosa che invece accadrebbe in quartieri come quello che si sta analizzando. Questa quantità aggiuntiva di rifiuti organici verdi, come vedremo più avanti al par.4.8, verrà utilizzata, nell'impianto di digestione anaerobica e compostaggio, nella fase finale come verde strutturante per la produzione di compost di qualità.

Questi spazi, come si vedrà più avanti<sup>192</sup>, oggi sono nell'incuria, abbandonati o utilizzati come parcheggio per le auto, mentre, proprio questi spazi, potrebbero diventare una risorsa anche per un sistema di raccolta differenziata più efficiente. All'interno di essi, infatti, potrebbero trovare posto quelle attrezzature necessarie a consentire un'interazione fra gli abitanti e il sistema di raccolta pubblico.

La vicinanza al fiume Oreto, dove è prevista la realizzazione di un parco fluviale, e la presenza di aree agricole limitrofe, lo rendono interessante per potere verificare l'applicabilità della tesi. Infatti, sensibilizzando gli abitanti sulle tematiche ambientali, il compost prodotto dai rifiuti potrebbe essere utilizzato sia per rivitalizzare gli spazi verdi fra gli edifici e ricreare quelle che erano le proposte del progetto originario, sia per fertilizzare i campi delle aree agricole vicine.

I quartieri periferici, come questo di Borgo Ulivia, sono spesso quartieri dormitorio con una popolazione più giovane rispetto al centro cittadino, con un livello culturale più basso e un elevato tasso di disoccupazione. L'idea di introdurre in questa tipologia di quartieri sistemi per la raccolta differenziata e impianti per la gestione del rifiuto organico che possano trattare i rifiuti in situ potrebbe avere ricadute sia in termini di risparmio economico nella gestione dei rifiuti stessi, sia per i benefici ambientali, infatti, con questa gestione il ciclo del rifiuto organico si chiuderebbe all'interno dello stesso quartiere. Il sistema di raccolta differenziata e la gestione degli impianti potrebbe, inoltre, coinvolgere i cittadini del quartiere con la messa in opera di buone pratiche nella gestione dei rifiuti utilizzando forza lavoro in un quartiere dove il tasso di disoccupazione è molto elevato migliorando l'aggregazione sociale e rinnovando l'interesse per la periferia.

A differenza dei quartieri dei centri storici, dove l'introduzione dei sistemi di raccolta differenziata porta a porta comporta delle problematiche dovute alla carenza di spazi dove allocare le attrezzature per rendere funzionale il sistema, questo esempio di quartiere con la notevole quantità di spazi verdi pubblici e privati, attualmente tra l'altro malgestiti, ha in sé grandi potenzialità. La presenza degli spazi verdi diventerebbe sia una risorsa per la produzione di rifiuti organici verdi derivanti dalle potature, sia un luogo dove organizzare delle attrezzature stabili per la raccolta dei rifiuti, sia, infine, il luogo dove utilizzare il compost prodotto dall'impianto di compostaggio, creando un percorso virtuoso. Un verde più curato porterebbe più residui di potature che andrebbero ad alimentare l'impianto per la produzione di compost ed energia.

L'energia prodotta potrebbe, oltre ad essere venduta, anche essere utilizzata in loco per il teleriscaldamento o per alimentare impianti d'illuminazione pubblica o edifici pubblici.

---

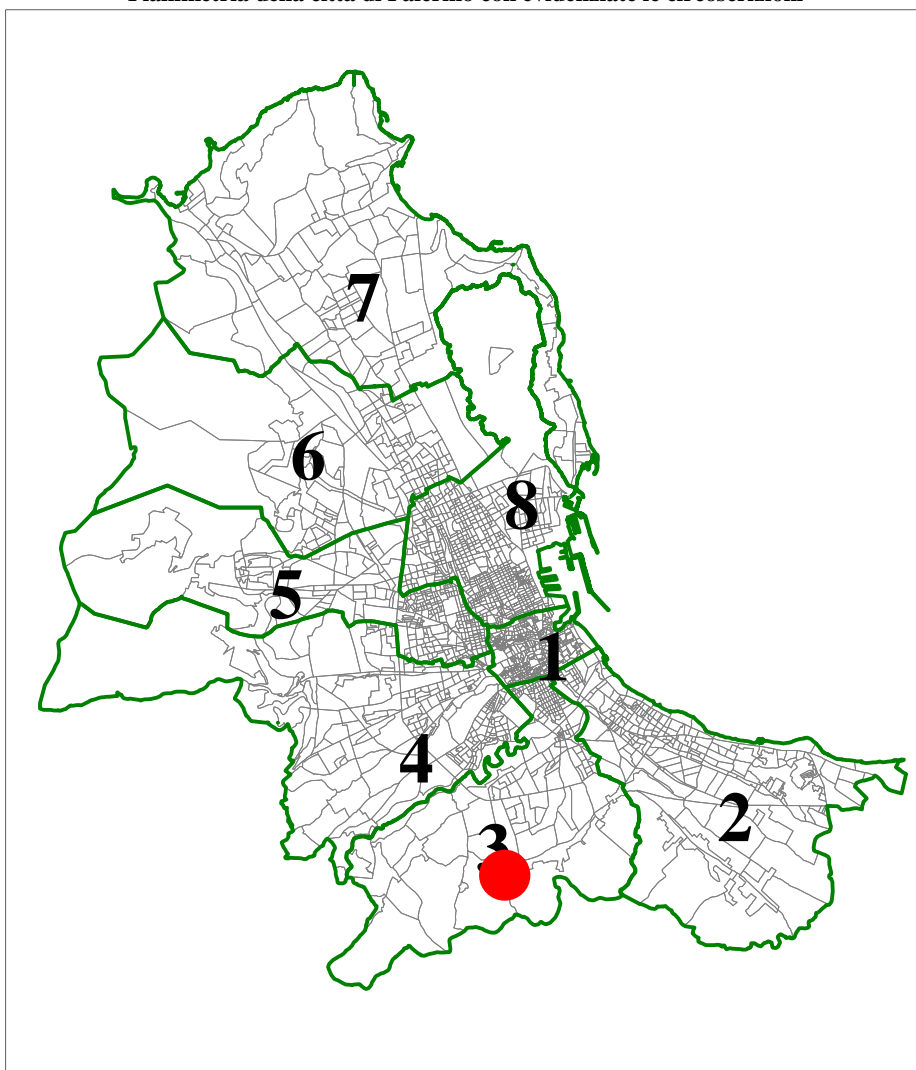
<sup>192</sup> Par. 4.4

È da evidenziare, infine, che questa stessa tipologia di impianti connessa a questa gestione dei rifiuti urbani, potrebbe trovare anche ampia applicazione nei piccoli centri abitati. I piccoli centri urbani, infatti, per superficie, densità edilizia, numero degli abitanti insediati e quantità di rifiuti prodotti possono essere paragonati a singoli quartieri di grandi città. I piccoli centri, inoltre, hanno caratteristiche analoghe a quelle dei quartieri periferici anche per la presenza di aree verdi, aree agricole nelle immediate vicinanze e per lo stretto rapporto tra gli abitanti e il territorio.

### 4.3 Inquadramento territoriale

Il comune di Palermo risulta suddiviso in otto circoscrizioni, evidenziate nella figura seguente, all'interno delle quali trovano posto venticinque quartieri<sup>193</sup>, la cui superficie varia fra poco più di uno ad oltre diciotto km<sup>2</sup>, e cinquantacinque unità di primo livello.

Planimetria della città di Palermo con evidenziate le circoscrizioni



Fonte: Piano Energetico Ambientale del Comune di Palermo

<sup>193</sup> Vedi tabella 20 in Appendice

Con l'eccezione della prima, corrispondente ai due quartieri del Centro Storico, le circoscrizioni hanno una disposizione radiale, e ciascuna di esse (a parte l'ottava) include quartieri sia interni sia esterni<sup>194</sup>. I quartieri sono suddivisi in tre fasce concentriche<sup>195</sup>:

- Centro storico (Tribunali-Castellammare e Palazzo Reale-Monte di Pietà);
- Quartieri interni (tutti i quartieri situati all'interno dell'anello di Viale della Regione Siciliana, nonché Monte Pellegrino);
- Quartieri esterni (tutti gli altri quartieri).
- L'area oggetto di studio appartiene ad un'unità di primo livello<sup>196</sup> del quartiere tredici Villagrazia - Falsomieleso ricadente nella terza circoscrizione (Maredolce).

**COMUNE DI PALERMO - CIRCOSCRIZIONI (2001)**

	<b>Circoscrizione</b>	<b>Quartieri</b>	<b>Residenti (n.)</b>	<b>Superficie (ha)</b>
1	Centro Storico	1 - 2	21.489	248
2	Messina Marina	3 (parte) - 12 - 11	74.452	2.123
3	Maredolce	3 - 13	77.068	2.019
4	Oreto	4 - 5 - 14 - 15 - 16	112.163	2.593
5	Monte Cuccio	6 - 7 - 17 - 18	120.885	1.743
6	Colli	19 - 20	78.548	2.347
7	Monte Gallo	21 - 23 - 25	74.330	3.295
8	Libertà - Montepellegrino	2 - 4 - 8 - 9 - 10	127.749	1.520
<b>Totale comune</b>			<b>686.722</b>	<b>15.888</b>

Fonte: Piano Energetico Ambientale del Comune di Palermo

Nella tavola<sup>197</sup> riportata di seguito è stato messo in evidenza il sistema del verde, delle attività produttive e delle attrezzature per il conferimento dei rifiuti della città.. È stata evidenziata la posizione del quartiere Borgo Ulivia che risulta ubicato in prossimità del fiume Oreto, in una zona ricca di verde agricolo e dove è prevista la realizzazione di un parco fluviale.

<sup>194</sup> Come si può osservare nella tabella 1 in allegato, il Centro Storico occupa una quota assai ridotta del territorio comunale (l'1,6% circa). L'incidenza dei quartieri interni è già 10 volte superiore alla precedente, essendo pari al 16,0%. Ma la gran parte del territorio comunale (l'82,4%) è occupato dai 14 quartieri esterni.

<sup>195</sup> Questa suddivisione territoriale interna è stata adottata dal consiglio comunale nel 1997

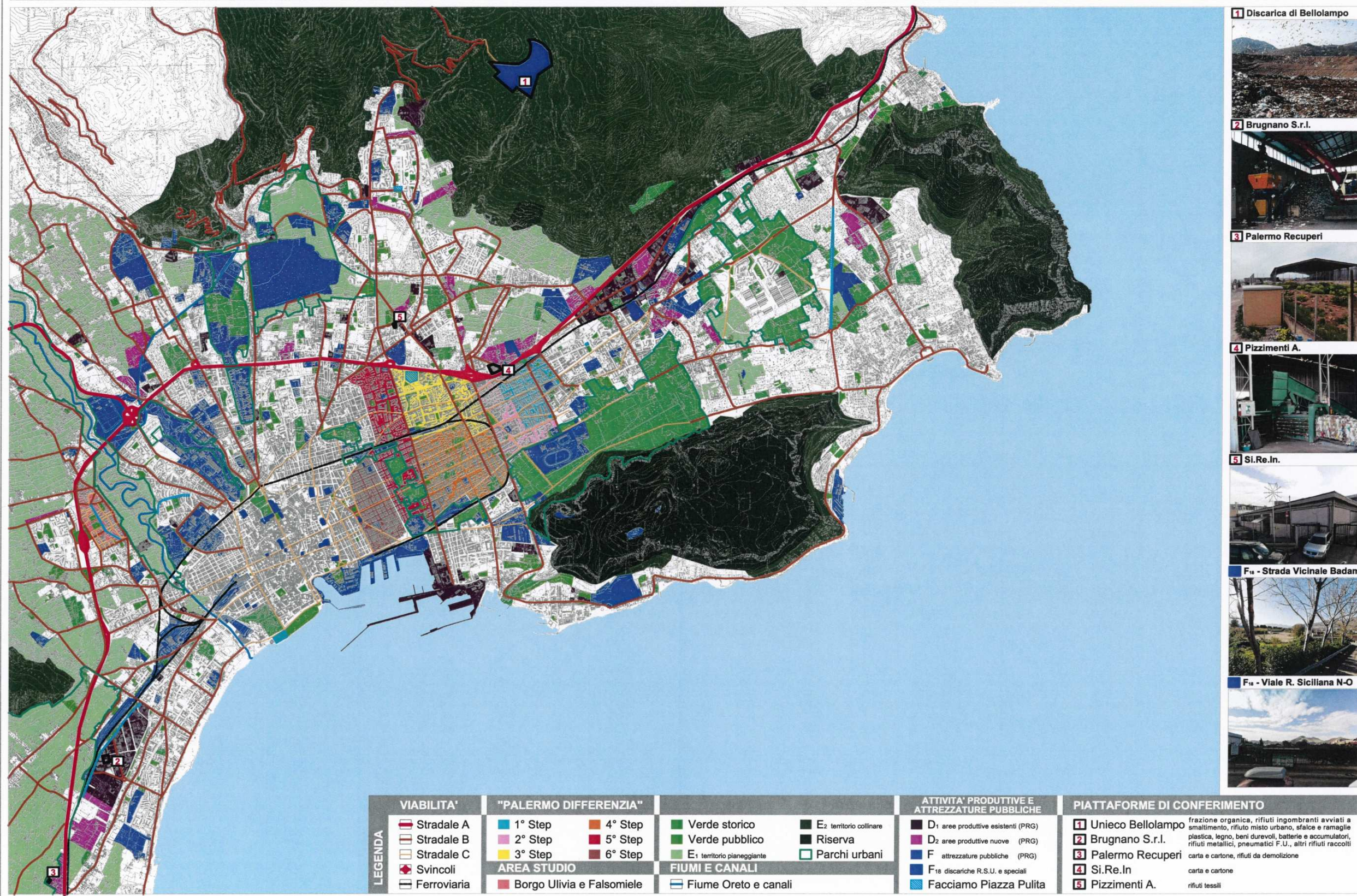
<sup>196</sup> Le unità di primo livello sono suddivisioni urbanistiche del territorio comunale di Palermo.

<sup>197</sup> Le tavole grafiche riportate sono state redatte dal dott. jr. Luca Paparcuri in occasione della sua tesi di laurea della quale è stata relatore la prof. arch Giulia Bonafede e consulente per la raccolta dati e le scelte tecnologiche l'ing. Francesca Grisanti





**Città di Palermo: il sistema del verde, delle attività produttive e delle attrezzature per il conferimento dei rifiuti**



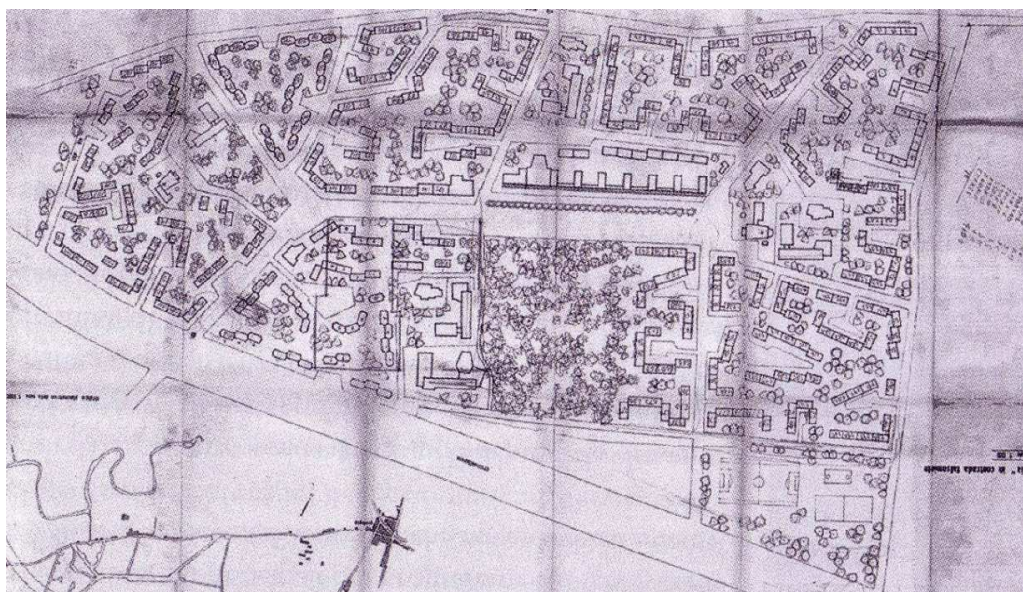






### 4.3.1 *Borgo Ulivia*

Il complesso residenziale di Borgo Ulivia è un'area di edilizia popolare semiperiferica, risultato di diverse iniziative che, sia pure operando sulla base di un unico planivolumetrico predisposto nel 1955, si sono differenziate nella fase esecutiva. Il Piano originario<sup>198</sup>, prevedeva l'insediamento di circa 14.000 persone in 2.340 alloggi, unitamente alla costruzione di vari servizi pubblici tra i quali chiesa, asilo, scuola elementare e media, guardia medica, cinema, bar, ristorante, uffici amministrativi e centro sociale, con l'obiettivo preciso di evitare la realizzazione di un quartiere dormitorio.



La planimetria del quartiere Borgo Ulivia secondo il Piano Caronia, Epifanio, Nicoletti, Ziino<sup>199</sup>.



Fonte : [www.comune.palermo.it/comune/...parchi\\_e.../sun.../scelte\\_strategic.pdf](http://www.comune.palermo.it/comune/...parchi_e.../sun.../scelte_strategic.pdf)

<sup>198</sup> Redatto da Giuseppe Caronia, Luigi Epifanio, Vittorio Ziino con l'ingegnere Vincenzo Nicoletti

<sup>199</sup> Immagine tratta da : Biancucci A, *Giuseppe Samonà e le presenze del progetto*, Il restauro del Nucleo Sperimentale di Borgo Ulivia a Palermo, Edizioni Kappa, Roma, 2007.

Oggi il quartiere, a quasi cinquanta anni dalla sua prima progettazione si presenta in parte incompleto ed in parte già degradato. Solo recentemente sono stati ultimati alcuni servizi collettivi. Non sono mai stati realizzati gran parte dei giardini pubblici previsti nel progetto originario e le aree a questi destinate si presentano oggi come vaste distese prive di ogni sistemazione. Sono stati realizzati 2.330 alloggi. Il quartiere rappresenta oggi una vasta realtà all'interno della periferia palermitana occupando un'area compresa tra la circonvallazione a nord e il fiume Oreto a sud.

#### **4.4 Analisi del costruito e degli spazi di pertinenza**

Il quartiere è costituito per buona parte da isolati di case dormitorio prive della necessaria commistione di funzioni e porta con sé le tipiche caratteristiche di segregazione della periferia moderna. A ciò contribuisce soprattutto l'utilizzo privato del suolo adiacente gli edifici e l'abitudine di recintare, spesso abusivamente, la porzione di spazio antistante la propria casa da parte degli abitanti dei piani terra. Gli spazi comuni sono nell'incuria e le aree residuali sono spesso utilizzate come deposito di rottami o posteggio per le automobili. L'area che nella planimetria viene individuata come campo sportivo è in realtà una vasta area abbandonata che viene usata anche come discarica di rottami. Il complesso progettato dal gruppo di Samonà è l'unico dove i piani terra sono destinati ad attività commerciali ed artigianali. Negli anni, ed anche in tempi assai recenti, alcune iniziative degli enti pubblici hanno permesso la realizzazione di parchi giochi per bambini, campi sportivi ed aree a verde, ma dopo la realizzazione, tali attrezzature sono rimaste prive di controllo e manutenzione e risultano per questo abbandonate e spesso oggetto di furti e atti vandalici.

Spazio per i giochi all'aperto





Aree a verde pubblico



Area del campo sportivo

L'area oggetto di studio presenta al suo interno numerose tipologie edilizie. Il complesso non presenta gravi problemi di degrado strutturale e materiale. Si riscontra una diffusa sostituzione dei serramenti e degli infissi originali e in alcuni casi la chiusura con strutture precarie dei balconi. Si riporta la planimetria dell'area, sulla quale sono stati individuati i vari tipi edilizi. Per rendere più chiara la lettura, la planimetria sarà scomposta in vari stralci per esaminare meglio il costruito e gli spazi di pertinenza che ricadono all'interno delle varie zone.

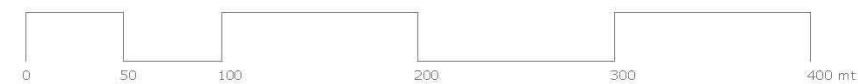




## Pianta Piani Terra

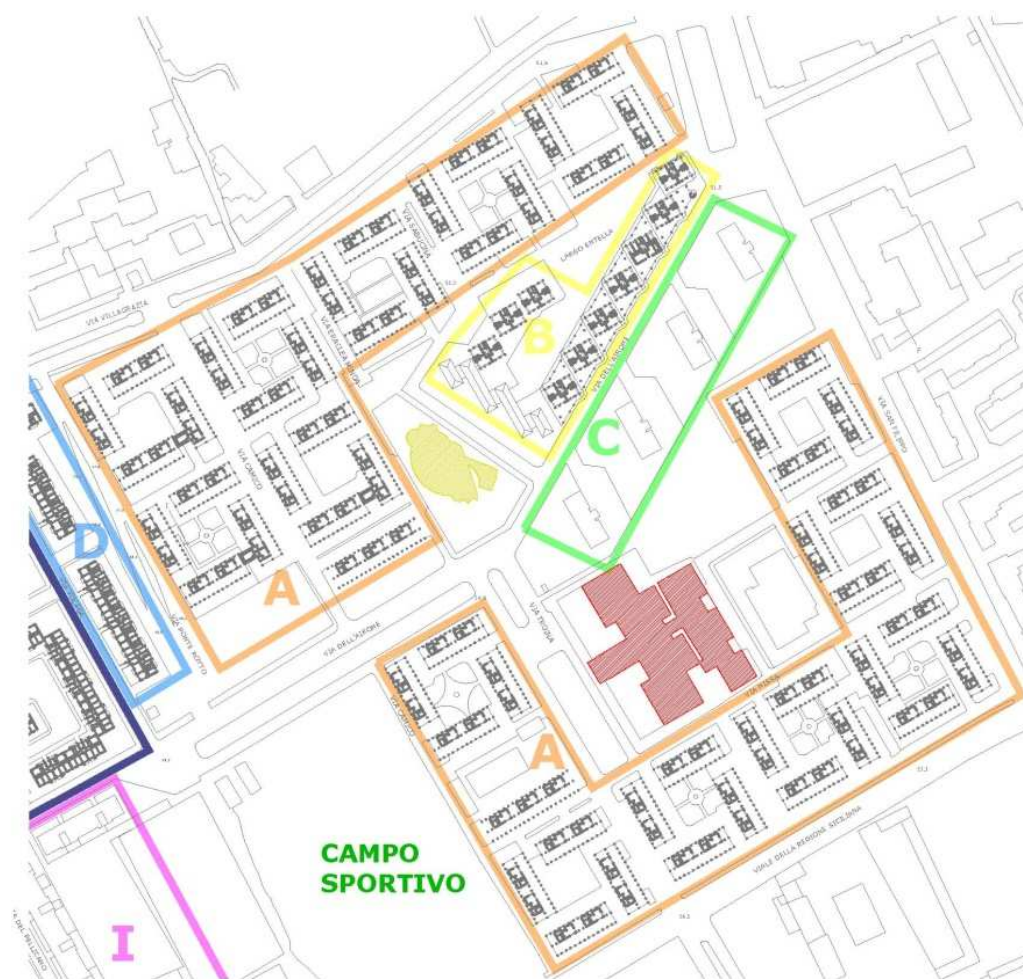


■ SCUOLA    ■ CHIESA    ■ CENTRO SOCIALE





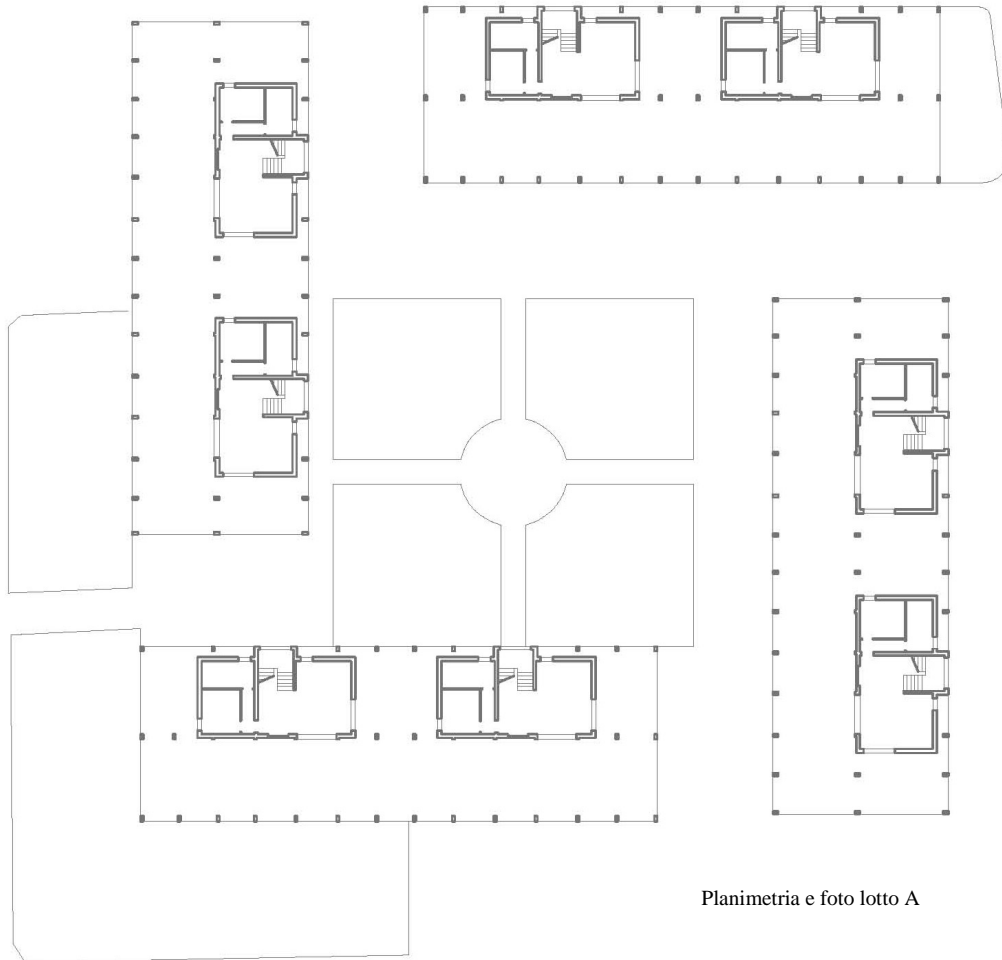




Stralcio relativo ai lotti A- B- C

I lotti individuati dalla lettera "A" sono stati progettati da Bonafede, Calandra, Di Cristina, Gelfo, Mazzacurati, Natoli, Nicoletti, Scavuzzo, Ugo, Vagnetti, Verace, Ziino e costruiti nel 1968 dall'Istituto Autonomo Case Popolari di Palermo con legge di finanziamento regionale 14.02.1963. Sono costituiti da quattro elevazioni fuori terra. Il numero totale degli alloggi è 708 per un totale di 2850 abitanti insediati. In questi edifici non vi sono locali commerciali ma solo residenze. Ogni corpo ha al suo interno dodici alloggi, oltre a due edifici in linea che hanno all'interno 18 alloggi<sup>200</sup>. I corpi da dodici alloggi sono organizzati a formare una corte attorno a un giardino. I piani terra, porticati, dovevano mettere in relazione la corte interna con lo spazio pubblico. Purtroppo sono stati chiusi da cancellate e adibiti prevalentemente al parcheggio delle auto. Queste corti interne possono essere viste come luoghi produttori di rifiuti verdi, ma anche, nell'ambito dell'attivazione di un sistema di raccolta differenziata, come luoghi dove potrebbero trovare posto dei contenitori stabili per la raccolta dei rifiuti verdi e dell'organico, rifiuti che verrebbero poi trasportati agevolmente all'impianto di trattamento. Queste aree, infatti, sono facilmente accessibili.

<sup>200</sup> I dati relativi al numero degli alloggi e degli abitanti insediati sono stati tratti dal progetto esecutivo per la manutenzione straordinaria redatto dall'istituto autonomo delle case popolari di Palermo il 14 giugno 2010

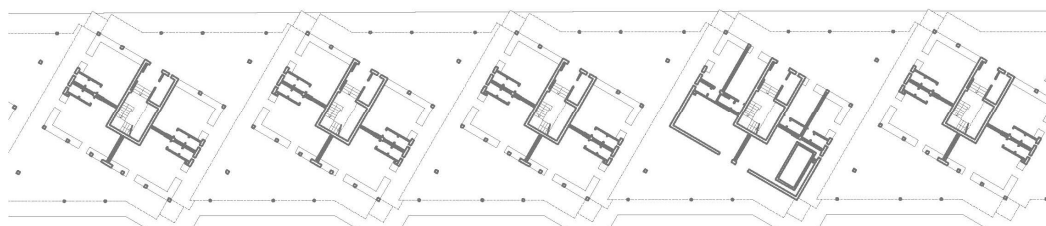


Planimetria e foto lotto A





I lotti individuati dalla lettera "B" sono stati progettati anche loro da Bonafede, Calandra, Di Cristina, Gelfo, Mazzacurati, Natoli, Nicoletti, Scavuzzo, Ugo, Vagnetti, Verace, Ziino e costruiti nel 1968 dall'Istituto Autonomo Case Popolari di Palermo con legge di finanziamento regionale 14.02.1963. Hanno all'interno 72 alloggi e circa 300 abitanti insediati. Le palazzine, a quattro elevazioni, hanno nei piani terra alcuni esercizi commerciali, ma godono anche di spazi verdi che come nel caso precedente possono avere la doppia accezione di spazi produttori di rifiuti verdi e spazi per l'organizzazione della raccolta.



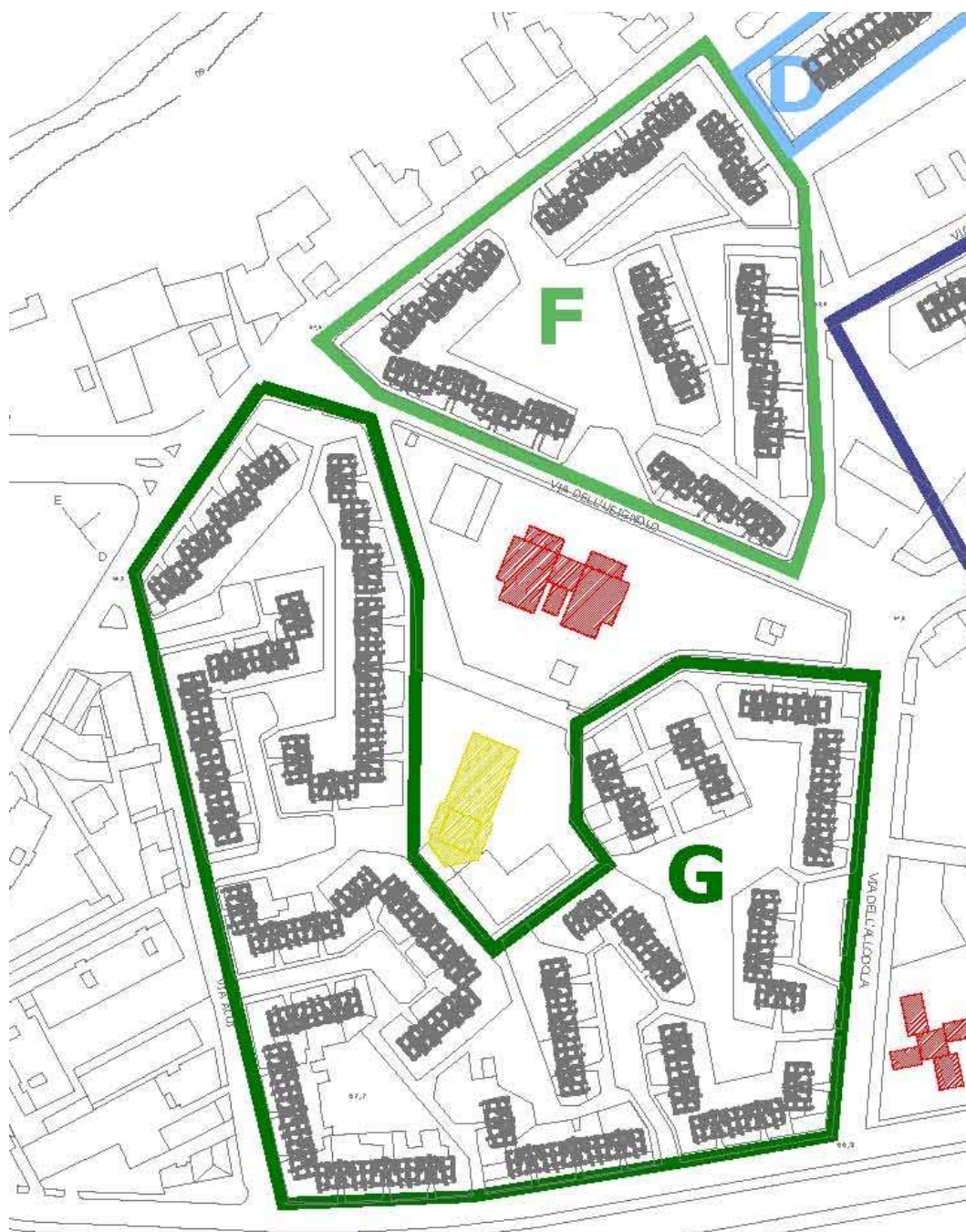
Planimetria e foto lotto B



I lotti individuati dalla lettera "C" sono di più recente costruzione. Sono costituiti da quindici elevazioni fuori terra ed hanno all'interno 120 alloggi, 30 per ogni edificio e circa 500 abitanti insediati. L'area a piano terra attorno agli edifici è recintata e destinata a verde o parcheggio auto.

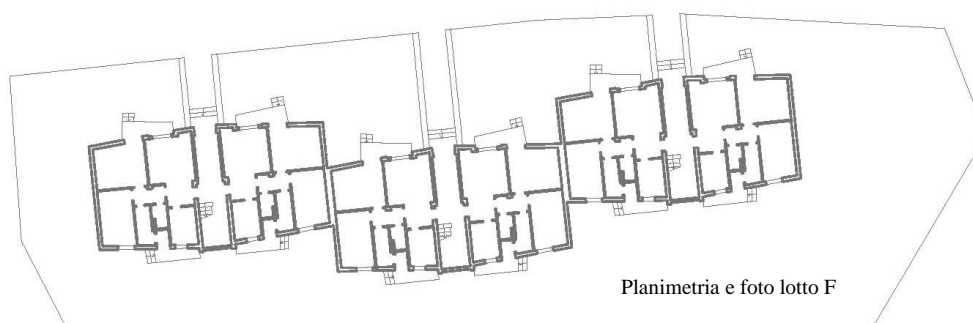
Fotografie lotto C



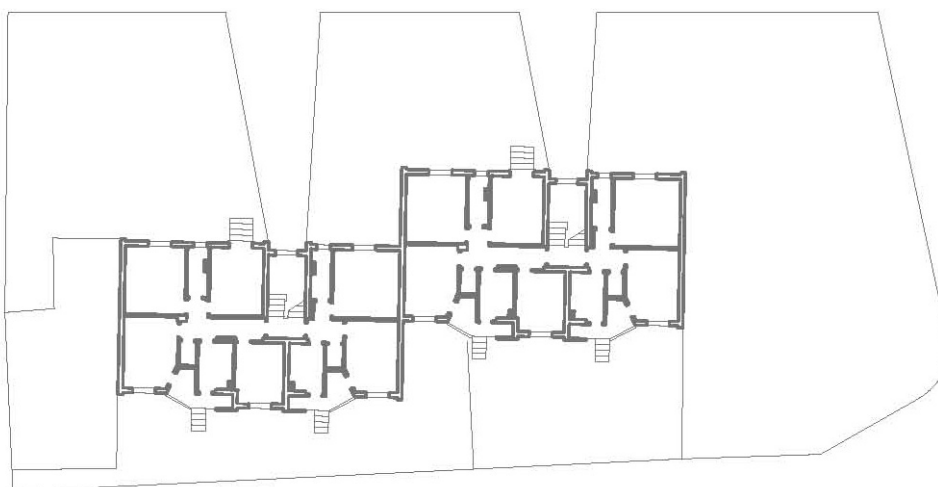


Stralcio relativo ai lotti F- G

I lotti individuati dalla lettera "F" sono stati costruiti nel 1960 dall'Istituto Autonomo Case Popolari di Palermo con legge di finanziamento regionale 22.07.1960 per un totale di 178 alloggi. Le palazzine, destinati a residenze, hanno quattro elevazioni fuori terra. Ai piani terra vi sono spazi recintati di proprietà privata e nessun esercizio commerciale. L'area tra gli edifici, in parte, non è stata pavimentata e in caso di piogge diventa fangosa e poco praticabile.



I lotti individuati dalla lettera "G" sono stati costruiti nel 1958 con la legge Romita, finanziamento regionale del 9.08.1954, per un totale di 558 alloggi atti ad insediare circa 2500 abitanti. Gli edifici hanno sei elevazioni fuori terra. Anche qui ad esclusione della farmacia e di qualche piccolo artigiano non vi sono esercizi commerciali ai piani terra, ma aree destinate a verde.

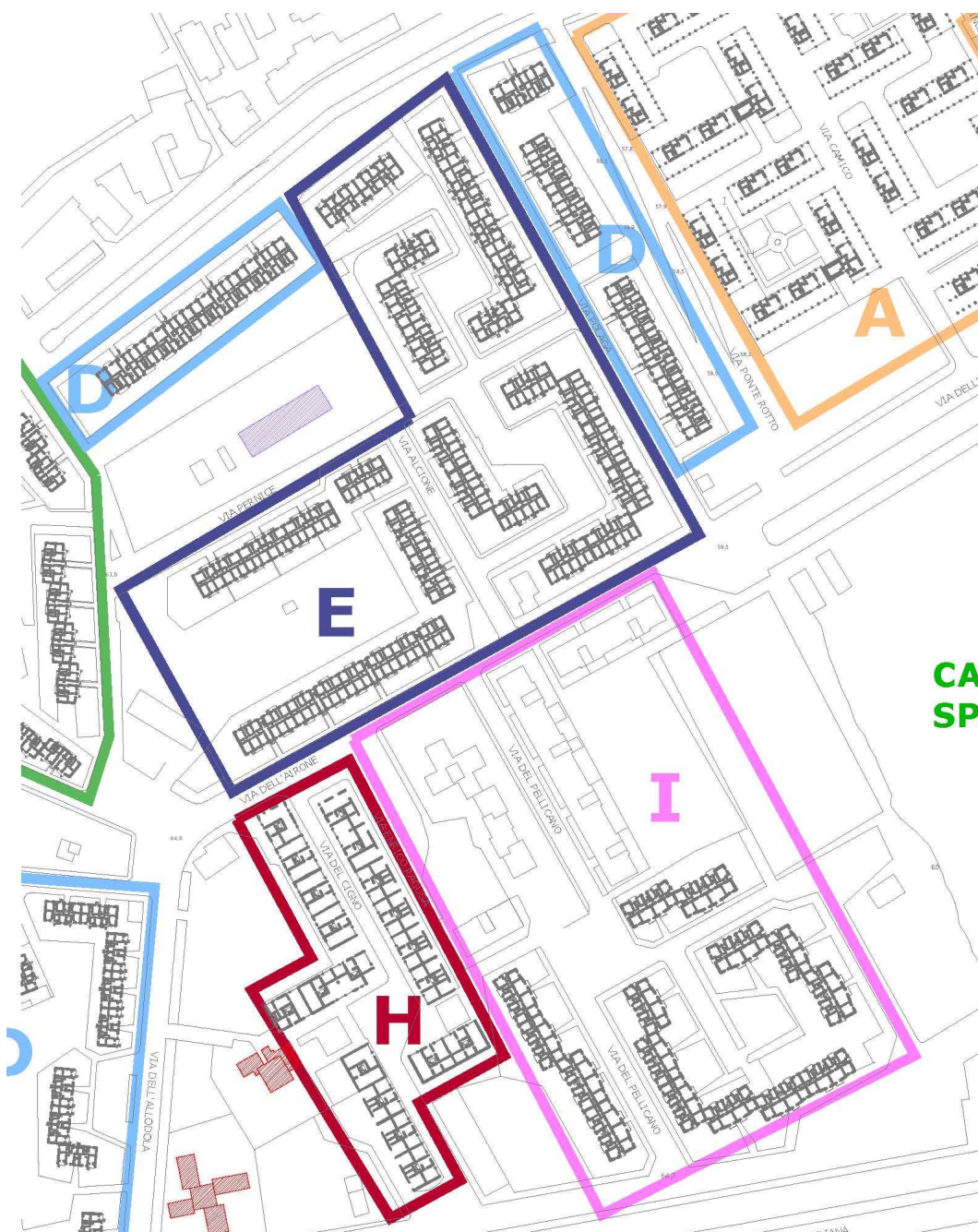


Planimetria degli edifici del lotto G



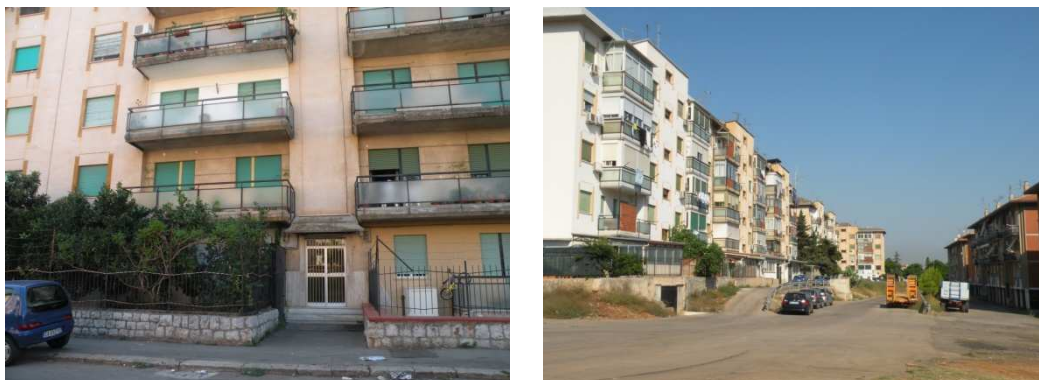


Foto degli edifici del lotto G

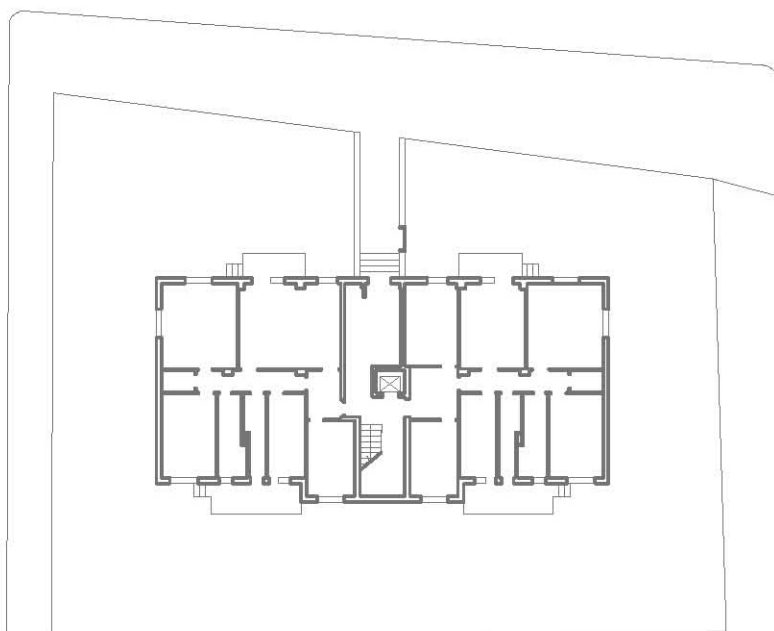


Stralcio relativo ai lotti D- E- H- I

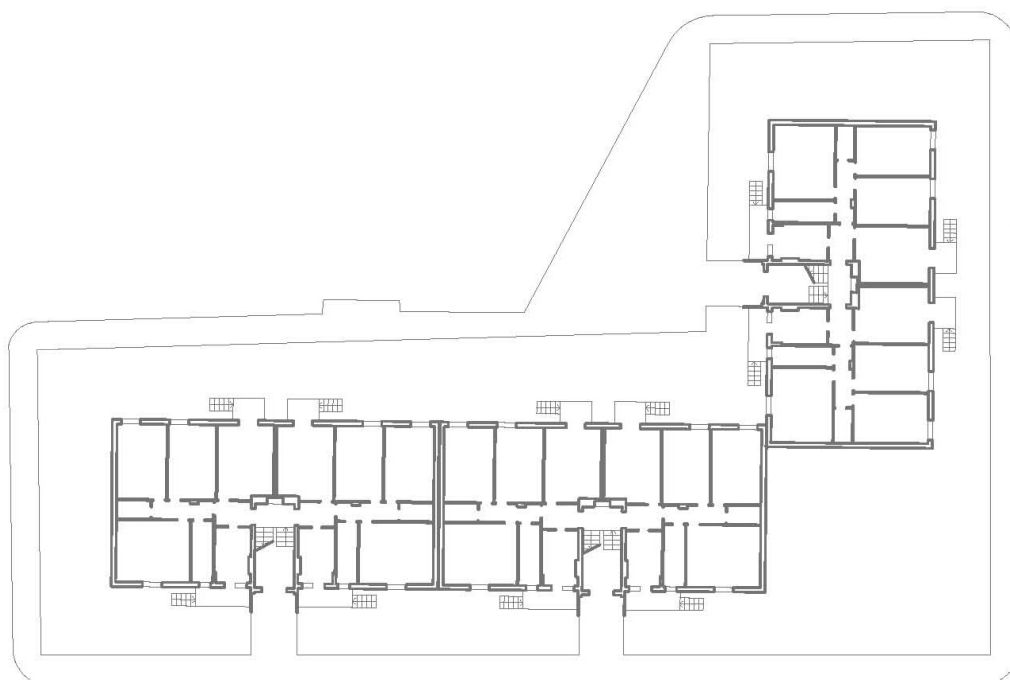
I lotti individuati dalla lettera "D" costruiti nel 1970 dall'Istituto Autonomo Case Popolari di Palermo (legge di finanziamento regionale 01.01.1965), hanno un totale di 60 + 40 alloggi, per 400 abitanti insediati. Destinati a residenze hanno cinque elevazioni fuori terra. Ai piani terra non hanno esercizi commerciali ma spazi verdi privati.



Planimetria e foto degli edifici del lotto D



I lotti individuati dalla lettera "E" sono stati costruiti dall'Istituto Autonomo Case Popolari di Palermo con legge di finanziamento regionale 12.04.1952 per un totale di 232 alloggi con una superficie coperta di 6.422 m<sup>2</sup> e un volume di 90.000 m<sup>3</sup>. Le palazzine hanno quattro elevazioni fuori terra. Non vi sono esercizi commerciali. All'interno dell'area si trova un centro sociale. Anche qui si notano le aree verdi in stato di degrado, che in caso di pioggia diventano fangose e poco praticabili.



Planimetria e foto degli edifici del lotto E

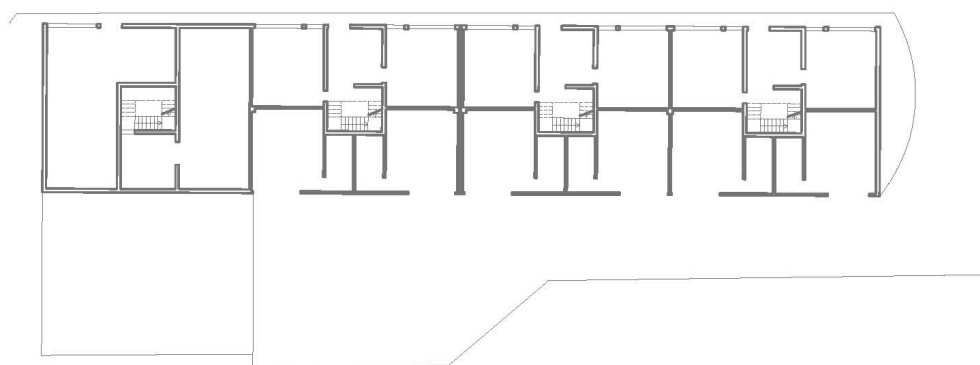


I lotti individuati dalla lettera “**H**” sono stati progettati da Samonà, Bonafede, Calandra, Caracciolo e costruiti nel 1959 dall’Istituto Autonomo Case Popolari di Palermo con legge di finanziamento regionale 22.07.1960 per un totale di 130 alloggi. Sono costituiti da quattro elevazioni fuori terra oltre ad uno stenditoio all’ultimo piano. Questi sono gli unici in cui i piani terra sono destinati ad esercizi commerciali. Non mancano tuttavia le aree verdi tra gli isolati che come negli altri casi sono in stato di abbandono.

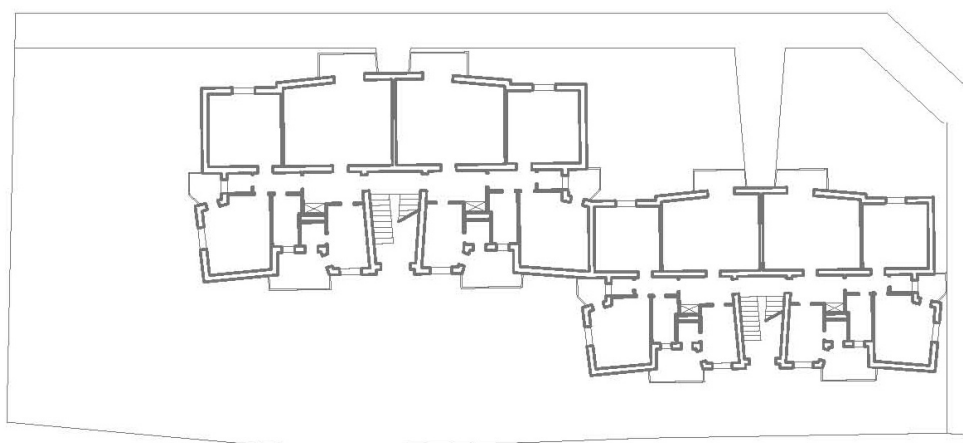




Planimetria e foto degli edifici del lotto H



I lotti individuati dalla lettera "I" sono stati costruiti in parte nel 1963 dall'Istituto Autonomo Case Popolari di Palermo con la legge Tupini del 27.07.1949 per un totale di 130 alloggi con una superficie coperta di 3800 m<sup>2</sup> e un volume di 57.900 m<sup>3</sup>. Altri sono di più recente costruzione ed ospitano un totale di 104 alloggi, distribuiti in cinque elevazioni fuori terra.. Anche qui si trovano pochi esercizi commerciali e molte aree verdi scarsamente curate.



Planimetria degli edifici del lotto I



Foto degli edifici del lotto I

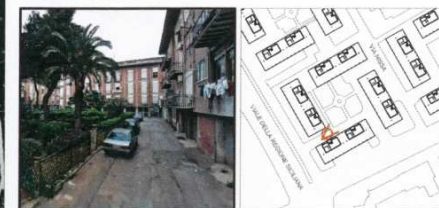
Nella tavola che segue è stata fatta un'analisi delle delle tipologie edilizie, della viabilità e del sistema attuale per la raccolta dei rifiuti nel quartiere.



**Borgo Ulivia: analisi delle tipologie edilizie, della viabilità e del sistema attuale di raccolta**



**Edifici a corte**



**Edifici in linea a blocco**



**Edifici a torre**



**Palazzine**



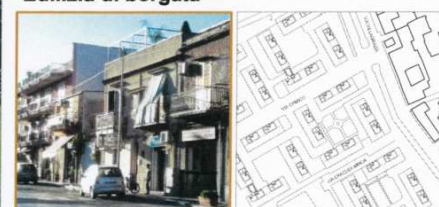
**Edifici in linea isolati**



**Edifici in linea sfalsati**



**Edilizia di borgata**



**Contenitori impiegati per la raccolta rifiuti**



**DATI DEMOGRAFICI A BORGO ULIVIA (Censimento 2001)**

Popolazione residente	6.790
Famiglie residenti	2.303

**EDIFICI E ABITAZIONI A BORGO ULIVIA (Censimento 2001)**

Edifici e complessi di edifici	197
Abitazioni	2.398

**PRODUZIONE DEI RIFIUTI 2008 A BORGO ULIVIA**

Totale (Kg)	2.806.707
-------------	-----------

**PRODUZIONE DEI RIFIUTI 2010 A BORGO ULIVIA**

Totale (Kg)	3.389.457
-------------	-----------

**TIPOLOGIE EDILIZIE**

- Edifici a corte
- Edifici a torre
- Edifici in linea isolati
- Edifici in linea sfalsati
- Edifici in linea a blocco
- Palazzine
- Edilizia di borgata

**VIABILITA'**

- Strade di penetrazione
- Strade di attraversamento
- Strade residenziali
- Aree pedonali
- Parcheggi privati
- Parcheggi pubblici
- Garage
- Area comunale recintata

**SISTEMA DI RACCOLTA**

- Centro di conferimento
- Carta e cartone
- Vetro
- Plastica
- Indifferenziata
- Percorsi interessati dagli autocompattatori

**EDIFICI SPECIALISTICI**

- Sportivi
- Ricreativi
- Istruzione
- Religiosi
- Sociali ed assistenziali
- Commerciali

**SISTEMA DEL VERDE E FIUMI**

- Verde pubblico e di arredo urbano
- Verde di pertinenza degli edifici
- Agrumeti
- Orti
- Mandarineto
- Frutteto
- Agrumi e nespoli
- Agrumi, ulivi e nespoli
- Verde ripariale
- Fiume Oreto

LEGENDA





#### 4.5 Dati statistici sulla popolazione

Secondo i dati anagrafici<sup>201</sup>, alla data del 31 dicembre 2009 il Comune di Palermo contava 656.081 abitanti<sup>202</sup>, ovvero il 4,5% in meno di quelli registrati dal Censimento della Popolazione del 2001. Tale decremento rispecchia l'inversione di tendenza nelle dinamiche demografiche, verificatasi intorno alla metà degli anni Ottanta, quando la popolazione comunale raggiunse il suo massimo storico - intorno ai 720.000 residenti.

La struttura della popolazione per classi di età è fortemente cambiata negli ultimi anni<sup>203</sup>. Le variazioni hanno interessato la popolazione italiana nel suo complesso, in particolare la speranza di vita alla nascita è sensibilmente cresciuta, a fronte di una riduzione del numero di nascite; questi mutamenti, già avviati nel 1981 hanno prodotto un'evidente variazione nella struttura della popolazione per classi di età.

Il comune di Palermo non rappresenta un'eccezione, infatti, la classe di età 0÷14 anni si è sensibilmente ridotta, passando dal 21,1% del 1991 al 15,63% del 2010, a vantaggio delle altre due classi. In particolare nel 2010 gli over 65 hanno una incidenza sul totale del 17,21% guadagnando quasi 6 punti percentuali dal 1991.

Il numero medio dei componenti le famiglie a Palermo al censimento del 2001 era pari a 2,6. I residenti a Palermo in possesso di un titolo di studio ammontavano a 561.750, il gruppo più numeroso aveva conseguito il diploma di licenza media inferiore 34,4%, seguito da diplomati e licenza elementare, entrambi intorno al 27%; i laureati rappresentavano il 10,6% della popolazione con titolo di studio<sup>204</sup>.

Dall'analisi dei dati relativi al quartiere Borgo Ulivia, sempre al censimento del 2001, si rivela un numero medio di componenti per famiglia pari a 3,0 superiore alla media cittadina. Si rileva, inoltre, un maggior tasso di analfabetismo (5,66%) rispetto a quello cittadino (2,12%) seguito da un maggior numero di persone in possesso solo di licenza elementare e media inferiore, mentre nel quartiere è nettamente inferiore alla media cittadina il numero dei diplomati e dei laureati.

Per quanto riguarda il tasso di disoccupazione gli occupati sono soltanto il 51,84% della forza lavoro residente nel quartiere a fronte di un tasso di occupazione nella città di Palermo nel 2009 pari al 82,1%<sup>205</sup>.

---

<sup>201</sup> Tabelle 21 e 22 in Appendice

<sup>202</sup> Residenti ad esclusione dei domiciliati

<sup>203</sup> Grafico 5 in Appendice

<sup>204</sup> Tabella 24 in Appendice

<sup>205</sup> Dato tratto da "Il Mercato del lavoro in Sicilia nel 2009" pubblicato su Notiziario di Statistiche Regionali Anno 2 - n. 2/2010

<b>Dati statistici relativi a Borgo Ulivia (Censimento 2001)</b>		<b>n°</b>	<b>%</b>
dati demografici	Popolazione residente M	3.213	47,32%
	Popolazione residente F	3.577	52,68%
	<b>Popolazione residente M+F</b>	<b>6.790</b>	<b>100,00%</b>
	<b>Famiglie - Totale</b>	<b>2.303</b>	<b>100,00%</b>
	Famiglie - 1 componente	397	17,24%
	Famiglie - 2 componenti	680	29,53%
	Famiglie - 3 componenti	447	19,41%
	Famiglie - 4 componenti	407	17,67%
	Famiglie - 5 componenti	238	<b>10,33%</b>
Famiglie - 6 componenti o più	134	5,82%	
titolo di studio	<b>Popolazione residente di 6 anni e più - Totale</b>	<b>6.434</b>	<b>100,00%</b>
	Popolazione residente di 6 anni e più - Totale con titolo	5.072	78,83%
	Popolazione residente di 6 anni e più - laurea	62	1,22%
	Popolazione residente di 6 anni e più - diploma di scuola sec. sup.	574	11,32%
	Popolazione residente di 6 anni e più - licenza scuola media inferiore	2.010	39,63%
	Popolazione residente di 6 anni e più - licenza elementare	2.426	47,83%
	Popolazione residente di 6 anni e più - alfabeti senza titolo	998	15,51%
Popolazione residente di 6 anni e più - analfabeti	364	5,66%	
mercato del lavoro	<b>Forze lavoro - Totale</b>	<b>1.927</b>	<b>100,00%</b>
	Forze lavoro - Occupati	992	51,48%
	Forze lavoro - Disoccupati e altre persone in cerca di occupazione	504	26,15%
	Forze lavoro - In cerca di prima occupazione (FL)	431	22,37%
	Occupati - Agricoltura	33	3,33%
	Occupati - Industria	246	24,80%
Occupati - Altre attività	713	71,88%	
edifici e abitazioni	<b>Edifici e complessi di edifici di cui: utilizzati</b>	<b>197</b>	<b>98,98%</b>
	di cui: ad uso abitativo	178	90,36%
	<b>Abitazioni di cui: vuote</b>	<b>2.398</b>	<b>4,30%</b>
	Stanze	10.287	
	di cui: in abitazioni vuote	425	4,13%
industria e servizi	unità locali	86	
	addetti alle unità locali	396	

Fonte: Ufficio Statistica del Comune di Palermo

## 4.6 Stima dei consumi di energia elettrica e gas

### 4.6.1 Analisi dei dati sui consumi di energia elettrica e gas in Sicilia e nella provincia di Palermo

Per potere stimare i consumi energetici di Borgo Ulivia si è fatto riferimento a dati più generali relativi ai consumi in Sicilia, nella provincia e nella città di Palermo non essendo reperibili i dati sugli effettivi consumi nell'area oggetto di studio. I dati sono stati ricavati per quanto riguarda la Sicilia e la provincia di Palermo dal sito internet<sup>206</sup> della Terna<sup>207</sup>. I dati più completi<sup>208</sup> che sono stati reperiti, distinti per classe merceologica e

<sup>206</sup> [www.terna.it](http://www.terna.it) -La pubblicazione "Dati Statistici sull'energia elettrica in Italia" è redatta annualmente da Terna. Elaborata fino al 1998 dall'Enel e in seguito dal GRTN, raccoglie i dati relativi alle principali grandezze del settore elettrico nazionale.

<sup>207</sup> Terna - Rete Elettrica Nazionale Società per Azioni (acronimo Terna S.p.A.) è la società responsabile in Italia della trasmissione dell'energia elettrica sulla rete ad alta e altissima tensione su tutto il territorio nazionale, con oltre 62.000 km di linea è il primo operatore indipendente in Europa e il settimo al mondo per chilometri di linee gestite.

<sup>208</sup> Forniti dall'Assessorato Industria della Regione Siciliana

con maggiori dettagli<sup>209</sup>, sono quelli del 2005, pertanto si è pensato di operare la stima studiando i dati del 2005 e quelli del 2009 che sono i più recenti anche se non completi. Poiché la tabella 38 dei dati della Terna relativa ai Consumi di energia elettrica per abitante mette a confronto i dati dell'anno richiesto con quelli del decennio precedente, per dare il tasso medio annuo di crescita dei consumi, questa tabella è stata estrapolata sia per il 2005 che per il 2009<sup>210</sup>.

I consumi di energia totali in Sicilia hanno un andamento con una maggiore crescita negli anni tra il 1995 ed il 2005 dove il tasso medio annuo era del 2,1%; tra il 1999 ed il 2009, invece, la crescita diminuisce con un tasso dell'1,1%. Nel settore domestico, invece, la differenza tra i due decenni è molto più limitata passando dall'1,1% allo 0,8%.

Studiando l'andamento dei consumi di energia per abitante<sup>211</sup> dal 1991 al 2009 si nota come questo si mantiene sostanzialmente stabile tra il 1990 e il 1998; vi è poi un periodo di crescita più sostenuta tra il 1999 ed il 2005 e subisce poi un'inversione di tendenza con una decrescita tra il 2006 ed il 2009.

Dall'analisi dei consumi per settore di utlizzazione degli anni 2005 e 2009<sup>212</sup> si rileva che l'inversione di tendenza riguarda prevalentemente il settore dell'industria, lievemente quelli dell'agricoltura e quello domestico mentre nel terziario la tendenza è ad una crescita.

L'analisi dei consumi del settore terziario in Sicilia conferma l'andamento di crescita già visto con un lieve decremento solo nella pubblica amministrazione. I consumi di energia a Palermo secondo settore di utilizzazione<sup>213</sup> rispecchiano quanto già visto in Sicilia confermando la decrescita nel settore industria e il lieve decremento nel settore domestico.

Per quanto riguarda i consumi di gas<sup>214</sup> per uso domestico gli unici dati reperiti sono quelli dell'Istat. Per completezza sono stati riportati anche i dati relativi al consumo di energia<sup>215</sup> per uso domestico ricavati sempre da fonte Istat che risultano analoghi a quelli già analizzati della Terna.

#### ***4.6.2 Calcolo dei consumi di energia elettrica e gas a Borgo Ulivia***

Per giungere alla determinazione dei consumi di Borgo Ulivia, poiché non si dispone di

---

<sup>209</sup> Questi riportano anche i valori relativi all'illuminazione pubblica per la provincia di Palermo e ai servizi generali edifici per la Sicilia e la provincia di Palermo

<sup>210</sup> Vedi tabelle 25 e 26 in Appendice

<sup>211</sup> Tabella 27 in Appendice

<sup>212</sup> Tabelle 28, 29 e 30 e grafico 6 in Appendice

<sup>213</sup> Tabelle 31 e 32 e grafico 7 in Appendice

<sup>214</sup> Tabella 33 in Appendice

<sup>215</sup> Tabella 34 in Appendice

dati relativi ai consumi effettivi si è operato in funzione dei dati relativi alla Sicilia<sup>216</sup> e dei dati relativi alla provincia di Palermo<sup>217</sup>. Innanzitutto sono stati calcolati i consumi di energia per abitante in Sicilia negli anni 2005 e 2009. Poiché la tabella 32, riportata in allegato, relativa ai dati dei consumi di energia elettrica per classe merceologica in provincia di Palermo e nella regione Sicilia nell'anno 2005 riporta i dati relativi a due classi merceologiche quali illuminazione pubblica e servizi generali edifici che non compaiono nella tabella 28 e nella tabella 31 per queste due classi merceologiche sono stati presi solo i dati relativi al 2005<sup>218</sup>. Nella seguente tabella sono stati riportati i dati dei consumi di energia elettrica per settore in Sicilia in GWh ricavati dalla tabella 28 e dalla tabella 32 per gli anni 2005 e 2009. Considerando il numero degli abitanti in Sicilia nei due anni di riferimento è stato calcolato il consumo in KWh per abitante totale e per uso domestico.

**Tabella A** Calcolo del consumo di energia inKWh per abitante in Sicilia nel 2005 e nel 2009

	Anni	2005	2009
<b>Abitanti Sicilia</b>		<b>5.017.212</b>	<b>5.039.729</b>
<b>Consumo di Energia elettrica per settore [GWh]</b>			
Agricoltura		407,1	406,7
Industria		7.529,5	6.724,9
Terziario		4.920,5	5.564,9
Domestico		5.927,1	5.874,9
Di cui per: illuminazione pubblica			596,1
servizi generali edifici			276,3
<b>Totale GWh</b>		<b>18.784,2</b>	<b>18.571,4</b>
<b>Per abitante kWh</b>		<b>3.744,0</b>	<b>3.685,0</b>
<b>Per uso domestico e abitante kWh</b>		<b>1.181,4</b>	<b>1.166,0</b>

*Rielaborazione personale su dati Terna e Regione Siciliana Assessorato Industria*

Lo stesso è stato fatto per i dati relativi alla provincia di Palermo riportando i dati delle tabelle 31 e 32:

**Tabella B** Calcolo del consumo di energia inKWh per abitante in provincia di Palermo nel 2005 e nel 2009

	Anni	2005	2009
<b>Abitanti provincia di Palermo</b>		<b>1.239.272</b>	<b>1.244.680</b>
<b>Consumo di Energia elettrica per settore [GWh]</b>			
Agricoltura		27,9	30,1
Industria		501,6	472,1
Terziario		1.197,5	1.310,8
Domestico		1.535,1	1.483,7
Di cui per: illuminazione pubblica			111,2
servizi generali edifici			91,6
<b>Totale GWh</b>		<b>3.262,1</b>	<b>3.296,8</b>
<b>Per abitante kWh</b>		<b>2.632,3</b>	<b>2.648,6</b>
<b>Per uso domestico e abitante kWh</b>		<b>1.238,7</b>	<b>1.192,0</b>

*Rielaborazione personale su dati Terna e Regione Siciliana Assessorato Industria*

<sup>216</sup> Tabella 28 in Appendice

<sup>217</sup> Tabella 31 in Appendice

<sup>218</sup> Tabella 32 in Appendice

Per potere determinare il consumo relativo a Borgo Uliva si è calcolato prima il consumo totale in GWh facendo riferimento ai valori calcolati sulla base dei consumi relativi alla Sicilia :

**Tabella A<sub>1</sub>**      **Calcolo del consumo di energia totale in GWh a Borgo Ulivia<sup>219</sup> in riferimento ai consumi in Sicilia nel 2005 e nel 2009**

	Anni	2005	2009
<b>Abitanti a Borgo Ulivia nel 2001</b>		<b>6.790</b>	
Consumo di Energia elettrica per settore [GWh]			
Agricoltura		0,551	0,548
Industria		10,190	9,060
Terziario		6,659	7,498
Domestico		8,021	7,915
Di cui per: illuminazione pubblica			0,807
servizi generali edifici			0,374
Totale GWh		<b>25,421</b>	<b>52,021</b>

*Rielaborazione personale su dati della Tabella A*

Allo stesso modo sono stati stimati consumi totali di Borgo Ulivia in funzione di quelli relativi alla provincia di Palermo:

**Tabella B<sub>1</sub>**      **Calcolo del consumo di energia totale in GWh a Borgo Ulivia<sup>220</sup> in riferimento ai consumi in provincia di Palermo nel 2005 e nel 2009**

	Anni	2005	2009
<b>Abitanti a Borgo Ulivia nel 2001</b>		<b>6.790</b>	
Consumo di Energia elettrica per settore [GWh]			
Agricoltura		0,153	0,164
Industria		2,748	2,575
Terziario		6,561	7,151
Domestico		8,410	8,094
Di cui per: illuminazione pubblica			0,609
servizi generali edifici			0,502
Totale GWh		<b>17,971</b>	<b>17,984</b>

*Rielaborazione personale su dati della Tabella B*

Dall'esame dei risultati è evidente una differenza tra i consumi di Borgo Ulivia calcolati in riferimento a quelli dell'intera regione e quelli calcolati, invece, in riferimento alla provincia di Palermo. In altre provincie siciliane, infatti, risulta sicuramente maggiore l'incidenza dei consumi dovuti al settore industriale e a quello agricolo. Sostanzialmente i dati relativi al settore terziario e a quello domestico rimangono costanti. Considerando, nell'area in oggetto, ininfluenti i consumi relativi all'agricoltura e all'industria sono stati presi come consumi totali a Borgo Ulivia quelli calcolati in riferimento alla provincia di Palermo, riportati nella precedente tabella B<sub>1</sub>. Questi espressi in KWh risultano:

<sup>219</sup> Questi valori sono stati determinati in funzione dei corrispondenti valori della tabella A dividendo per il numero degli abitanti in Sicilia e moltiplicando il risultato per il numero degli abitanti a Borgo Ulivia.

<sup>220</sup> Questi valori sono stati determinati in funzione dei corrispondenti valori della tabella B dividendo per il numero degli abitanti in provincia di Palermo e moltiplicando il risultato per il numero degli abitanti a Borgo Ulivia.

**Tabella C Consumi di energia totale in KWh a Borgo Ulivia nel 2005 e nel 2009**

Consumo di Energia elettrica per settore [kWh]	Anni		2009
	2005	2005	
Agricoltura	—152.865		—164.262
Industria	—2.748.278		—2.575.408
Terziario	6.561.130		7.150.699
Domestico	8.410.848		8.093.906
Di cui per: illuminazione pubblica		609.004	
servizi generali edifici		501.662	
Totale kWh	14.971.975	1.110.666	15.244.605

Rielaborazione personale su dati Tabella A<sub>1</sub>

e dividendo per il numero degli abitanti di Borgo Ulivia (6.790) si è ottenuto:

**Tabella C<sub>1</sub> Consumi di energia in KWh/ab a Borgo Ulivia nel 2005 e nel 2009**

Consumo di Energia elettrica per settore [kWh]	Anni		2009
	2005	2005	
Agricoltura	—		—
Industria	—		—
Terziario	966		1.053
Domestico	1.239		1.192
Di cui per: illuminazione pubblica		90	
servizi generali edifici		74	
Totale kWh/ab	2.205	164	2.245

Rielaborazione personale su dati Tabella C

Volendo fare un paragone, calcolando i consumi per uso domestico in base alla tabella dell'Istat<sup>221</sup> per i 6.790 abitanti stimati nel censimento del 2001:

**Tabella D Consumi di energia per uso domestico a Borgo Ulivia nel 2005 e nel 2009**

	2005	2009
kWh /ab	1270,7	1232,9
kWh	8.628.053	8.371.391

Rielaborazione personale su dati Istat

si ottengono valori in linea con quelli stimati nelle precedenti tabelle C<sub>1</sub> e C.

Per quanto riguarda i consumi di gas non disponendo di altri dati dalla tabella dell'Istat<sup>222</sup> si ricava:

**Tabella E Consumi di gas per uso domestico a Borgo Ulivia nel 2005 e nel 2009**

	2005	2009
m <sup>3</sup> /ab	91,3	98,3
m <sup>3</sup>	619.927	667.457

Rielaborazione personale su dati Istat

Riepilogando i consumi a Borgo Ulivia desunti dalle Tabelle C<sub>1</sub>, D ed E sono i seguenti:

**Tabella F Consumi di energia a Borgo Ulivia secondo settore di utilizzazione nel 2005 e 2009**

Settore	Terziario [kWh/ab]		Domestico* [kWh/ab]		Illuminazione pubblica [kWh/ab]	Servizi generali edifici [kWh/ab]	Gas [m <sup>3</sup> /ab]	
	2005	2009	2005	2009	2005	2005	2005	2009
Anni	966	1.053	1.255	1.212	90	74	91,3	98,3

Rielaborazione personale

\*I valori del settore domestico sono stati ottenuti operando una media tra i valori calcolati sulla base dei dati Terna e quelli calcolati sulla base dei dati Istat.

<sup>221</sup> Tabella 34 in Appendice

<sup>222</sup> Tabella 33 in Appendice



#### 4.7 Stima della produzione di rifiuti urbani e dei costi di gestione

Nell'area di Borgo Ulivia non è stata ancora avviata la raccolta differenziata dei rifiuti urbani. Poiché per la ricerca è necessario stimare la quantità di rifiuto organico che il quartiere può produrre, risulta necessario ricavare questo valore in funzione di altri dati. A tal fine sono stati esaminati innanzitutto dati di carattere più generale.

Secondo i dati forniti dall'APAT<sup>223</sup> la produzione pro capite totale di rifiuti urbani considerata l'intera penisola, il Sud e la Sicilia tra il 2004 e il 2008 si attesta intorno ai 500 chili per abitante all'anno<sup>224</sup>.

Negli stessi anni la percentuale di raccolta differenziata secondo i dati forniti dall'ISPRA<sup>225</sup> sul territorio nazionale è passata da 22,7 al 30,6%, al sud dall'8,1 al 14,7%, mentre in Sicilia è passata dal 5,4 al 6,7%<sup>226</sup>.

Secondo i dati dell'Istat a Palermo, la produzione di rifiuti pro capite si è ridotta dai 628 kg/ab anno del 2000 ai 581 kg/ab anno del 2009 e la percentuale di raccolta differenziata è rimasta sostanzialmente stabile intorno al 5%<sup>227</sup>. Studiando i dati dell'ISPRA relativi alla produzione di rifiuti a Palermo dal 2004 al 2008<sup>228</sup> si nota come dal 2006 ad oggi la produzione di rifiuti pro capite sia in diminuzione. I valori riportati risultano un po' più alti di quelli dell'Istat ma sostanzialmente in linea con essi. In ogni caso si rileva come la produzione di rifiuti pro capite sia molto più elevata della media nazionale e la percentuale di raccolta differenziata sia, invece, molto più bassa<sup>229</sup>.

Nella città di Palermo la raccolta differenziata ha preso avvio con il progetto "*Palermo differenzia*" nel febbraio 2010. Il servizio è stato attivato solo in quattro zone della città.

Il quinto step previsto in realtà per novembre 2010 è stato avviato nel mese di maggio 2011<sup>230</sup>.

I dati forniti dal Dipartimento raccolta differenziata dell'AMIA<sup>231</sup> per i quattro step avviati alla fine di ottobre 2010 sulla composizione merceologica dei rifiuti raccolti<sup>232</sup>

---

<sup>223</sup> L'Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici (APAT) istituita dall'art.38 del D.L.gvo n. 300 del 30.07.1999, svolge i compiti e le attività tecnico-scientifiche di interesse nazionale per la protezione dell'ambiente, per la tutela delle risorse idriche e della difesa del suolo, e nasce dalla fusione tra l'Agenzia nazionale per la Protezione dell'Ambiente (ANPA) ed il Dipartimento per i Servizi tecnici nazionali della Presidenza del Consiglio dei Ministri, secondo il dettato normativo contenuto nel D.P.R. 207, 8.08.2002.

<sup>224</sup> Tabella 35 in Appendice

<sup>225</sup> L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, ISPRA, è stato istituito con la legge 133/2008 di conversione, con modificazioni, del Decreto Legge 25 giugno 2008, n. 112 esso nasce dalla fusione dell'APAT, dell'INFS e dell'ICRAM in un unico istituto.

<sup>226</sup> Tabella 36 in Appendice

<sup>227</sup> Tabella 37 in Appendice

<sup>228</sup> Tabella 38 in Appendice

<sup>229</sup> Il DLgs 5 febbraio 1997, n. 22. "*Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggi*" ipotizzava già di arrivare entro sei anni al 35% di raccolta differenziata

<sup>230</sup> Tabella 39, gra fico 8 in Appendice

<sup>231</sup> L'AMIA è l'azienda municipalizzata che a Palermo si occupa della raccolta e dello smaltimento dei rifiuti; ed anche della progettazione e gestione di tutti gli impianti e le attrezzature necessarie

<sup>232</sup> Tabella 40 in Appendice

mostrano come la quota più consistente di rifiuto, è costituito da materiale organico caratterizzato

da un elevato grado di fermentescibilità. La quota di scarti umidi generati da aree metropolitane tipicamente è dell'ordine del 25÷30 %. Il quantitativo di plastica risulta essere invece coerente ai valori di riferimento. Bassa sembra invece essere la quota di vetro; normalmente il vetro costituisce una quota pari a circa il 10 % mentre per i rifiuti della città di Palermo viene riportato un valore massimo del 3,84%.

Come si evince dai dati<sup>233</sup>, nelle aree interessate al progetto, è stato raggiunto quasi il 70 % di raccolta differenziata e su questa il 36,19% è costituito da rifiuto organico.

Fuori da queste zone<sup>234</sup> il dato complessivo<sup>235</sup> evidenzia come la raccolta differenziata a Palermo si attesta intorno al 4%.

Per quanto riguarda l'area di Borgo Ulivia secondo i dati forniti dall'AMIA<sup>236</sup> i rifiuti prodotti dal quartiere<sup>237</sup> durante l'anno 2008 sono stati pari a 2.606.707 Kg con una media giornaliera di 12.192 Kg e durante l'anno 2010<sup>238</sup> sono stati pari a 3.389.457 Kg con una media giornaliera di 13.676 Kg.

#### **4.7.1 Produzione di rifiuti a Borgo Ulivia**

Facendo riferimento ai dati più aggiornati e considerando che il quartiere conta circa 7000 abitanti, la produzione pro capite di rifiuti nel 2010 si può considerare pari a 570 Kg.

Questi rifiuti attualmente, esclusa una parte di vetro, di cartone e di indumenti usati vengono conferiti interamente in discarica. Sulla base di quanto precedentemente esposto si può ritenere che tolta la parte di rifiuti differenziati che ammonta al 4,02% in discarica vengono conferiti 547 Kg di rifiuti pro capite per un totale di 3.830.000 Kg annui.

Sulla base di quanto sopra esposto i dati relativi alla produzione di rifiuti a Borgo Ulivia sono i seguenti:

**Produzione e raccolta rifiuti a Borgo Ulivia nel 2010**

Abitanti	7.000
Produzione totale RU (t)	3.990
Produzione pro capite RU (kg/ab.*anno)	570
Raccolta indifferenziata (t)	3.830
Raccolta indifferenziata pro capite (kg/ab.*anno)	547
Raccolta differenziata (t)	160,4
RD pro capite ((kg/ab.*anno)	23
Percentuale RD (%)	4,02%

*Rielaborazione personale su dati AMIA*

<sup>233</sup> Tabella 31 e grafico 9 in Appendice

<sup>234</sup> Fuori dall'area del progetto "Palermo differenzia"

<sup>235</sup> Tabella 42 e grafico10 in Appendice

<sup>236</sup> Questi dati sono stati forniti il 3 dicembre 2010

<sup>237</sup> Tabelle 43, 44 in Appendice

<sup>238</sup> Esclusi i mesi di novembre e dicembre

La raccolta differenziata nella città di Palermo, come già visto, è stata avviata a partire da gennaio 2010 solo in alcuni quartieri. Per potere operare una stima delle quantità di rifiuti organici e di rifiuti da avviare a riciclaggio che si possono intercettare nell'area in esame si è fatto riferimento ai dati relativi ai quartieri della città dove il servizio è già attivo. Dall'analisi dei dati relativi alla raccolta differenziata, si evidenzia che la frazione di rifiuti organici è pari a circa il 36% e, tolta la parte di rifiuti da avviare a riciclaggio, quali carta, cartone e imballaggi in plastica metallo e vetro, resta comunque una quota del 33,12% di rifiuti indifferenziati. Pertanto, in base ai dati della raccolta a Borgo Ulivia le quantità annuali di rifiuti suddivisi nelle varie categorie sarebbero quelle riportate nella seguente tabella:

Produzione totale RU	<b>3.990 t</b>	<b>100,0%</b>
Rifiuti organici (FORSU)	1.444 t	36,2%
Carta e cartone	841 t	21,1%
Imballaggi metallici	12 t	0,3%
Imballaggi in plastica	218t	5,5%
Imballaggi in vetro	153 t	3,8%
Indifferenziato	1.321 t	33,1%

*Rielaborazione personale su dati AMIA*

#### **4.7.2 Determinazione dei costi base per la raccolta e il trasporto dei rifiuti**

Sulla base delle informazioni fornite dall'AMIA di Palermo e in base ad altri dati reperiti con la ricerca sono stati determinati i costi base annui per lo smaltimento dei rifiuti. È stato determinato il costo degli autocompattatori. Questo è stato considerato pari a 200.000<sup>239</sup> euro. La sua vita media è di circa dieci anni, e sono stati considerati circa 20.000 euro annui per la manutenzione. Per quanto riguarda l'equipaggio è stato considerato che ogni auto compattatore ha un equipaggio formato da un autista di IV livello e due operatori ecologici di II o III livello<sup>240</sup>. Il consumo di carburante è stato valutato in maniera differente per la raccolta ed il trasporto. Nell'area di raccolta si ritiene che il mezzo abbia un consumo maggiore dovuto alle frequenti soste e ripartenze. Nell'area di raccolta, quindi, si è stimato un consumo di 2 Km/l mentre per il trasporto è stato considerato un consumo di 4 Km/l. Il costo del carburante è stato valutato in circa 1,4 €/l. Detti costi sono riportati nella tabella 45 in Appendice.

<sup>239</sup> AMIA news Palermo, 4/08/2010 Aggiudicata gara per la fornitura di 37 autocompattatori da 24 m<sup>3</sup>

<sup>240</sup> Come indicato dall'AMIA il CCNL a cui fare riferimento per i costi del personale è quello di Federambiente. Un autista costa mediamente all'AMIA 2800 € al mese e un operatore ecologico 2500 € al mese per 14 mensilità.

#### 4.7.3 *Determinazione dei costi base per lo smaltimento dei rifiuti*

Gli impianti di smaltimento che sono stati presi in esame per la determinazione dei costi base sono: la discarica, che attualmente accoglie i rifiuti indifferenziati, le piattaforme di conferimento, destinate ad accogliere rifiuti differenziati riciclabili e l'impianto di compostaggio per i rifiuti organici.

La discarica di Bellolampo, dove vengono conferiti i rifiuti indifferenziati, è sita a circa 10 km da Borgo Ulivia. La tariffa per lo smaltimento è di circa 140 €/t oltre IVA. Per valutare i costi relativi alla discarica si è fatto riferimento a un progetto recente per la realizzazione di una discarica nel territorio del comune di Bolognetta<sup>241</sup> in provincia di Palermo, un comune molto vicino all'area di Borgo Ulivia. Nell'analisi della "*Stima fabbisogno economico per messa in opera discarica R.S.U. sita in c.da Torretta nel Comune di Bolognetta*" il costo per l'approntamento della discarica viene distinto in una parte relativa a *Interventi preparatori e di sistemazione* e una parte relativa a *Interventi finalizzati a start - up gestione* secondo lo schema riportato nella tabella 46 in Appendice. La spesa relativa agli interventi preparatori e di sistemazione della discarica è relativa al periodo di un anno per un abbancamento di rifiuti indifferenziati, comprensivi quindi dei rifiuti organici, pari a 30.000 tonnellate, lo stesso vale per lo start - up di gestione. Nel nostro caso, in funzione dei valori sopraccitati, sono stati calcolati i costi annui per realizzazione e gestione discarica in riferimento ad una tonnellata di rifiuti. I valori sono riportati nella tabella 47 in Appendice.

Nel caso in cui non venissero conferiti in discarica i rifiuti organici il costo annuo di gestione potrebbe essere ridotto, infatti in questa cifra si tiene conto dei costi relativi allo smaltimento del percolato. Smaltire il percolato dalla discarica ha un costo stimato<sup>242</sup> in 30÷40 €/m<sup>3</sup>. Considerando che un metro cubo di percolato è circa una tonnellata in peso e che non portando i rifiuti organici in discarica ne viene comunque prodotta una certa quantità dai residui indifferenziati, il costo annuo di gestione della discarica potrebbe essere ridotto di circa 20 €/t.

Per quanto riguarda i costi per il conferimento dei rifiuti differenziati quali vetro, carta plastica e metalli, verranno considerati solo i costi per la raccolta ed il trasporto. In base alle piattaforme di conferimento e alle relative distanze chilometriche dal luogo di raccolta<sup>243</sup>, escludendo la piattaforma di Mineo in provincia di Catania dove viene conferito solo abbigliamento e quelle di Marsala, Alcamo e Grammichele, dove vengono conferiti rifiuti organici, si può ritenere che la distanza media percorsa dai mezzi per il trasporto alle piattaforme sia pari a 30 Km.

---

<sup>241</sup> [www.coinresatopa4.it/.../63\\_Fabbisogno%20economico%20messa%20in%20funzione%20Discaric](http://www.coinresatopa4.it/.../63_Fabbisogno%20economico%20messa%20in%20funzione%20Discaric).

<sup>242</sup> Questo dato è tratto da un articolo pubblicato sulla rivista "Acqua e Ambiente" nel settembre 2005

<sup>243</sup> Tabella 48 in Appendice

Per quanto riguarda i costi relativi all'impianto di compostaggio, la tariffa<sup>244</sup> per il conferimento della FORSU all'impianto di compostaggio è di 80 €/t. Per valutare i costi di investimento si è fatto riferimento all'impianto di compostaggio di Ponte Rotto (San Casciano Val di Pesa)<sup>245</sup>. Questo impianto è stato dimensionato su un flusso di rifiuti organici di 10.000 t/a. I costi di investimento sono pari a 3.824.880 € per una durata dell'impianto di dieci anni. Il costo di gestione annuo è di 645.890 €/a. In base a questi dati sono stati determinati i valori unitari per la realizzazione e la gestione dell'impianto di compostaggio riportati nella tabella 28 in allegato. La tavola che segue evidenzia le attrezzature e i servizi per il sistema di raccolta rifiuti a Palermo.

---

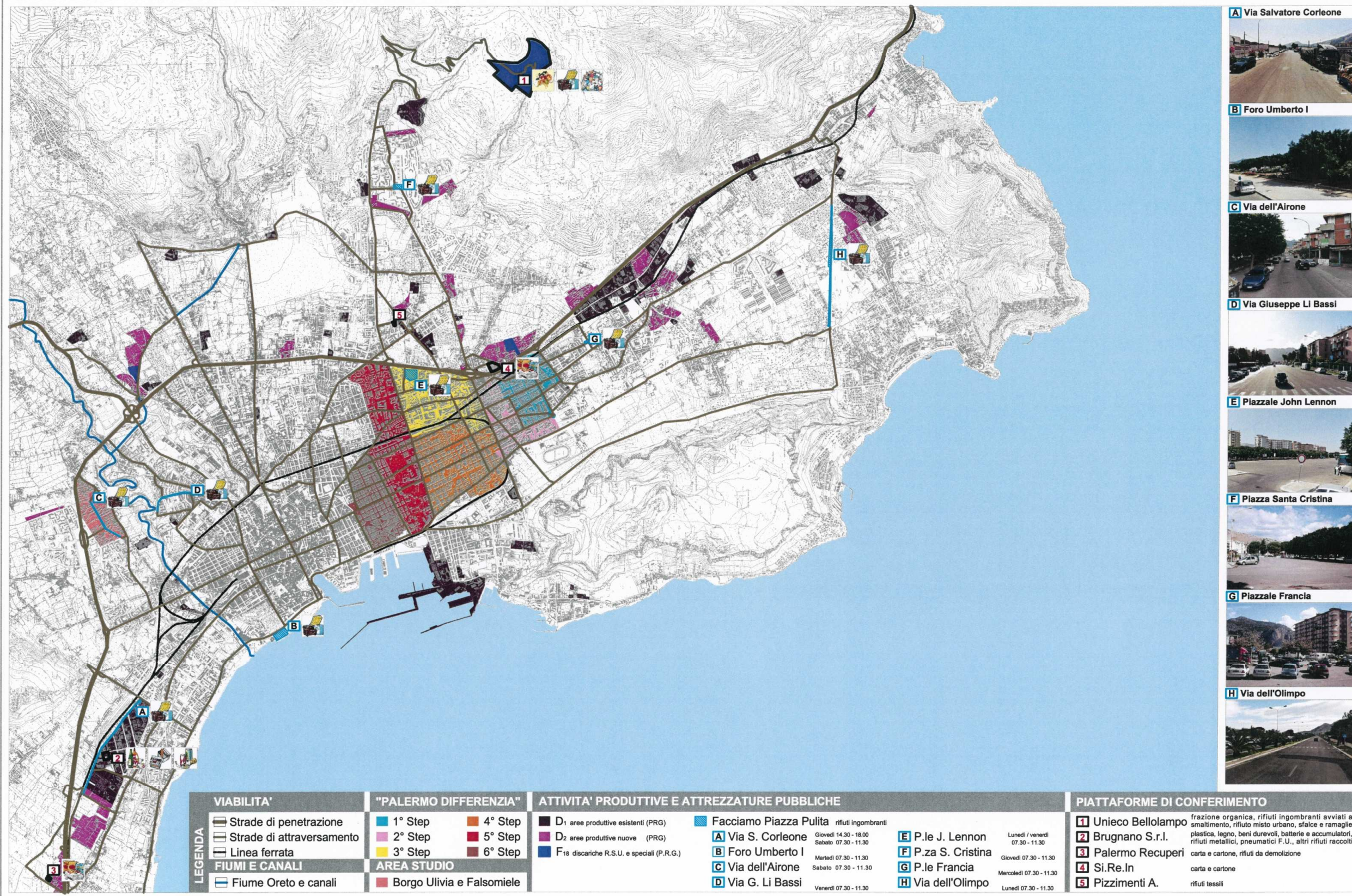
<sup>244</sup> Dato fornito dall'Amia di Palermo

<sup>245</sup> Supplemento al Bollettino Ufficiale della Regione Toscana n. 42 del 17.10.2007





Città di Palermo: attrezzature e servizi per il sistema di raccolta dei rifiuti





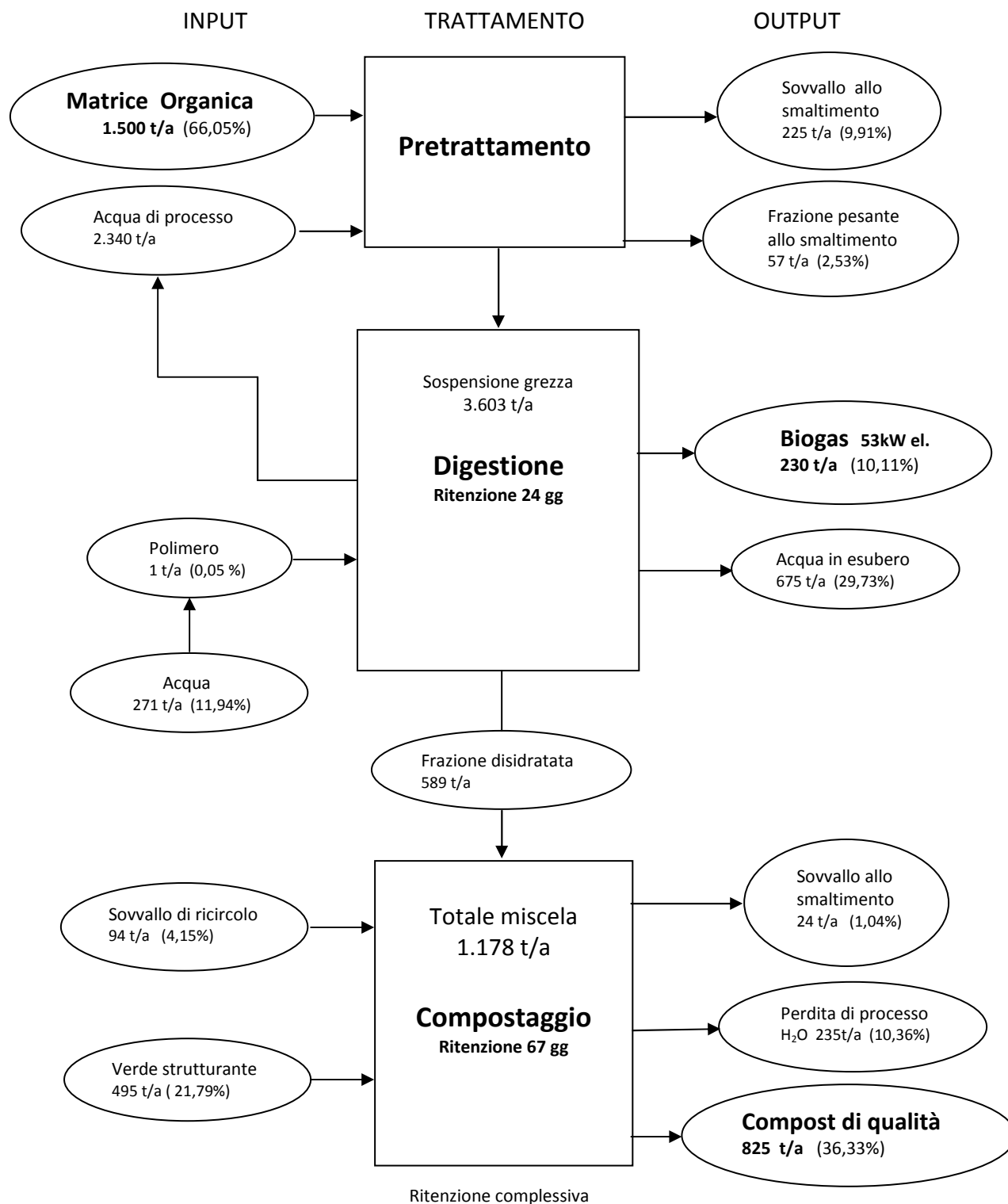




#### 4.8 Analisi della resa energetica di un impianto per la produzione di biogas e compost, scelta delle tecnologie possibili e loro integrabilità

### Impianto di digestione anaerobica e compostaggio<sup>246</sup>

Schema a blocchi



<sup>246</sup> Fonte: LADURNER Impianti S.p.A.

Lo schema a blocchi precedente è stato elaborato su richiesta della scrivente dalla ditta LADURNER Impianti S.p.A. nell'ipotesi di trattare una quantità di rifiuto organico di 1.500 t/a assimilabile a quella prodotta nel quartiere di Borgo Ulivia.

Per quanto riguarda la tecnologia da impiegare la Ladurner consiglia la digestione anaerobica a umido a monostadio, una tecnologia semplice e variabile.

Il sistema di biodigestione Ladurner<sup>247</sup> consiste in un impianto semplice e modulare che consente di trasformare i rifiuti organici in energia pulita. Anche la Biogas Engineering<sup>248</sup> ha proposto un impianto costituito da container metallici con la funzione di digestori anaerobici. Si tratta di dispositivi messi a punto per agevolare la fattibilità di progetti di piccole dimensioni nel campo della raccolta differenziata dell'umido urbano e del suo recupero a scopo energetico. Rispetto ai tradizionali impianti che prevedono la costruzione di opere edili (generalmente vasche in cemento armato), questa soluzione prevede l'installazione di moduli trasportabili e assemblabili, assimilabili a macchine.

Analizzando lo schema a blocchi della Ladurner si evince che da una matrice organica in entrata di 1.500 t/a si riesce a produrre una quantità di biogas di 230 t/a che, considerando il peso specifico del biogas 1,1 kg/m<sup>3</sup>, risultano pari a 209.091 m<sup>3</sup>. Con questa quantità di biogas si ottiene una potenza installata di 53 kW elettrici. Considerando un funzionamento di 8.000 ore/anno si può ipotizzare una produzione di energia elettrica pari a 424.000 kWh. Secondo i dati forniti dalla Zorg Biogas<sup>249</sup> la produzione di biogas da rifiuti organici è pari a 160 m<sup>3</sup>/t e la resa energetica è di circa 1,8÷2 kWh di energia elettrica e 2÷3 kWh di energia termica per m<sup>3</sup> di biogas. Nel nostro caso, quindi considerando le 1.444 tonnellate di rifiuti organici prodotti si otterrebbero 231.040 m<sup>3</sup> di biogas con una resa in energia elettrica di 462.080 kWh e termica di 693.120 kWh da quest'ultima detraendo la quantità di calore necessaria alla termostatazione del digestore<sup>250</sup> che per il clima del quartiere si può ritenere pari a circa 1/6 del calore prodotto, resterebbero 560.000 kWh termici all'anno. Secondo Biogas Engineering<sup>251</sup> l'Energia elettrica prodotta da un impianto di 50 kW sarebbe pari a 400.000 kWh/anno e l'energia termica 675.000 kWh/anno di cui 530.000 utilizzabili. Alla luce di questi dati per il caso studio si stima una quantità di **energia elettrica prodotta** pari a **430.000 kWh/anno** e **termica** pari a **550.000 kWh/anno**<sup>252</sup>. Questa energia prodotta permette di

---

<sup>247</sup> Vedi paragrafo 3.9.2

<sup>248</sup> Vedi paragrafo 3.9.1. Si veda anche articolo estratto da *Il Sole 24 Ore* – "Eventi" del 20.07.09

<sup>249</sup> [www.zorg-biogas.com](http://www.zorg-biogas.com)

<sup>250</sup> Vedi par. 3.6.1.1

<sup>251</sup> Paragrafo 3.9.1.1

<sup>252</sup> Per lo sfruttamento ottimale dell'impianto il biogas deve produrre calore ed elettricità in modo combinato. Solo così si massimizza l'efficienza perché si producono allo stesso tempo due tipi di energia diversa.

risparmiare CO<sub>2</sub> equivalente<sup>253</sup> per la mancata utilizzazione di fonti energetiche di tipo fossile nella misura di 0,58 kg CO<sub>2</sub> eq anno per kWh prodotto da fonte rinnovabile<sup>254</sup>. In realtà volendo quantificare le effettive **emissioni di CO<sub>2</sub> prodotte** in media **da fonti fossili** queste sono stimate in **687 g CO<sub>2</sub>/KWh netto**<sup>255</sup>.

Per valutare i costi di **realizzazione impianto** facendo riferimento ai dati forniti da Biogas Engineering<sup>256</sup> il costo indicativo per un impianto della potenza elettrica di 50 kW è di **500.000 €**. A questo va aggiunto poi un 10% annuo per la **manutenzione** pari a **50.000 €**. Per la gestione dell'impianto secondo le indicazioni di Ladurner<sup>257</sup> sono necessarie 3/4 persone (1 tecnico di direzione; un operatore alla pala e jolly; una segretaria). Secondo Zorg Biogas basterebbe un operatore per la manutenzione e un amministrativo. Se consideriamo, quindi, tre persone per la gestione dell'impianto considerando i costi del personale in analogia a quanto fatto per la raccolta ed il trasporto dei rifiuti<sup>258</sup> si possono stimare per tre persone 109.200 euro annui.

Per il processo di compostaggio è necessario aggiungere un quantitativo di strutturante (verde) di circa 500 t/a. In questo modo si avrà una miscela diretta al compostaggio (frazione digestata più verde) di circa 1.200 t/a per produrre un quantità di compost di qualità di circa 800 t/a (il resto se ne va in acqua e rifiuto alla smaltimento).

#### 4.9 Alternative di scenario: aspetti operativi e gestionali

Per procedere a un'analisi costi/ricavi/benefici della proposta si è ritenuto opportuno ipotizzare tre scenari di riferimento.

##### 4.9.1 Scenario "A" - Stato di fatto Raccolta Indifferenziata

In questo scenario viene presa in esame la situazione attuale relativa alla gestione dei rifiuti urbani di Borgo Ulivia. Come già visto in precedenza<sup>259</sup> il quartiere produce 3.990 tonnellate di rifiuti all'anno. Nel quartiere non è attivo il sistema per la raccolta

---

<sup>253</sup> Le emissioni<sup>253</sup> di "CO<sub>2</sub>equivalente" rappresentano le emissioni totali di gas serra, pesate sulla base del loro contributo all'effetto serra.

La stima delle emissioni aggregate di gas serra si basa sulla seguente relazione:

$$CO_2 eq = \sum_i GWP_i * E_i$$

con: CO<sub>2</sub>eq = emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente in kt/anno;

GWP<sub>i</sub> = "Global Warming Potential", coefficienti IPCC pari a 1 - 0,021 e 0,31 rispettivamente per CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O (IPCC, 2001);

E<sub>i</sub> = emissioni di CO<sub>2</sub> (in kt/anno), CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O (in t/anno)

<sup>254</sup> In questo dato viene considerata l'incidenza dei costi di gestione dell'impianto a energia rinnovabile

<sup>255</sup> ENEL, Rapporto Ambientale 2005

<sup>256</sup> Paragrafo 3.9.1.3

<sup>257</sup> Ladurner come Zorg Biogas non hanno fornito costi di impianto ma indicazioni per poter calcolare i costi di gestione

<sup>258</sup> Tabella 45 in Appendice. Come indicato dall'AMIA il CCNL a cui fare riferimento per i costi del personale è quello di Federambiente. Si considera un operatore di IV livello a 2800 € al mese e due operatori di II o III livello a 2500 € al mese ciascuno per 14 mensilità.

<sup>259</sup> Vedi paragrafo 4.7.1

differenziata vengono differenziati solo una parte di vetro, di cartone e indumenti usati pari al 4,02% dei rifiuti prodotti, pertanto, in discarica vengono conferiti un totale di 3.830 tonnellate annue di rifiuti indifferenziati. In base ai dati forniti dall'AMIA nello scenario attuale per conferire i rifiuti in discarica sono necessari  $1 + 1/3^{260}$  di auto compattatore da  $24 \text{ m}^3$ , vengono, quindi, raccolte 12 t di rifiuti per ogni giorno lavorativo che corrispondono a  $32 \text{ m}^3$  di rifiuti. I chilometri percorsi all'interno dell'area di raccolta si stimano pari a 10. La discarica si trova a circa 10 Km dal luogo di raccolta e quindi i mezzi per andare e tornare percorrono 20 km. Si considerano 310 giorni lavorativi. Considerando la vicinanza con la discarica e considerando che un auto compattatore possa effettuare due turni di raccolta per ogni giorno lavorativo l'incidenza dei mezzi e del personale viene dimezzata rispetto al costo base annuo. In base ai dati sopra riportati e ai costi base calcolati precedentemente<sup>261</sup> si determina il

**Costo annuo per la raccolta e il trasporto dei rifiuti indifferenziati**

costo annuo degli auto compattatori:	$(1+1/3) \times 40.000 \text{ [€]} / 2 =$	26.667 €
costo annuo del personale:	$(1+1/3) \times 109.200^{262} \text{ [€]} / 2 =$	72.800 €
costo annuo del carburante nell'area di raccolta:	$(1+1/3) \times 10 \text{ [Km]} \times 310 \times 0,70 \text{ [€/Km]} =$	2.893 €
costo annuo del carburante per il trasporto a discarica:	$(1+1/3) \times 20 \text{ [Km]} \times 310 \times 0,35 \text{ [€/Km]} =$	2.893 €
	<b>sommano</b>	<b>105.254 €</b>

Per quanto riguarda la quota di rifiuti differenziati<sup>263</sup> questi ammontano a 160 t/a. Considerando il costo e la stazza dei mezzi di raccolta in analogia a quelli usati per i rifiuti indifferenziati si può ritenere che poiché con un mezzo da  $24 \text{ m}^3$  si raccolgono 9 t di rifiuti basterà impiegare un mezzo di questi ogni tre settimane con un totale di 17 turni di raccolta all'anno. I chilometri percorsi dai mezzi all'interno dell'area di raccolta sono gli stessi, quelli per il trasporto alle piattaforme di conferimento in base alle considerazioni fatte al paragrafo 4.7.3 saranno circa 60. In tal modo si determina il

**Costo annuo per la raccolta e il trasporto dei rifiuti differenziati**

costo annuo degli auto compattatori:	$(1) \times 40.000 \text{ [€]} \times 17 / 310 =$	2.194 €
costo annuo del personale:	$(1) \times 109.200 \text{ [€]} \times 17 / 310 =$	5.988 €
costo annuo del carburante nell'area di raccolta:	$(1) \times 10 \text{ [Km]} \times 17 \times 0,70 \text{ [€/Km]} =$	119 €
costo annuo del carburante per il trasporto alle piattaforme:	$(1) \times 60^{264} \text{ [Km]} \times 17 \times 0,35 \text{ [€/Km]} =$	357 €
	<b>sommano</b>	<b>8.658 €</b>

<sup>260</sup> 1/3 perchè alcune strade sono coperte da un secondo itinerario che è interessato solo parzialmente

<sup>261</sup> Tabella 45 in Appendice

<sup>262</sup>  $(2.800 + 2 \times 2.500) \times 14$

<sup>263</sup> Sono i rifiuti differenziati che attualmente si raccolgono a Borgo Ulivia

<sup>264</sup> La distanza media percorsa dai mezzi per il trasporto alle piattaforme di conferimento è 30 Km . Considerando i viaggi di andata e ritorno diventano 60

Sommando i valori ottenuti nelle due precedenti tabelle si ottengono i

<b>Costi totali annui per la raccolta e il trasporto dei rifiuti</b>	
Costo annuo per i rifiuti indifferenziati	105.254 €
Costo annuo per i rifiuti differenziati	8.658 €
<b>sommano</b>	<b>113.912 €</b>

Per quanto riguarda la discarica bisogna valutare sia i costi per il conferimento sia l'incidenza nel nostro scenario dei costi per il suo approntamento. Secondo i costi base già determinati<sup>265</sup> si avranno i seguenti valori:

<b>Costi annui per la discarica</b>	
Realizzazione compresa la progettazione	16,38 [€/t] x 3.830 [t] = 62.735 €
Gestione comprensiva dello smaltimento del percolato	47,18 [€/t] x 3.830 [t] = 180.699 €

I costi di gestione in questo scenario comprendono quelli di smaltimento del percolato prodotto dal conferimento in discarica dei rifiuti organici.

I rifiuti producono danni ambientali dovuti alle emissioni di gas serra. Per quantificarle si fa riferimento a quanto visto al paragrafo 2.3.1. Per ogni kg di rifiuto viene emessa in atmosfera una quantità pari a 0,75 kg di CO<sub>2</sub> eq. Pertanto, considerando la totalità dei rifiuti prodotti nel quartiere, le **emissioni di gas serra dai rifiuti** saranno pari a

$$3.990.000[\text{kg}] \times 0,75 [\text{kg di CO}_2 \text{ eq./ kg}] = 2.992.500 \text{ kg di CO}_2 \text{ eq.}$$

Secondo quanto visto al paragrafo 2.3.2 si può stimare il **risparmio energetico** che si ottiene dalla raccolta differenziata già esistente. I rifiuti differenziati, in questo scenario, ammontano a 160.000 kg/a. In base a questa quantità di scarti già differenziati il risparmio energetico risulterà essere pari a **1.044.324 kWh<sup>266</sup>**.

Sempre in base a quanto già visto al paragrafo 2.3.2 si può stimare la **diminuzione di emissioni di CO<sub>2</sub> dovuta all'attività di riciclaggio**, che sempre in riferimento ai 160.000 kg/a, **risulterà pari a 116.960 kg di CO<sub>2</sub> eq all'anno.<sup>267</sup>**

Per quanto riguarda le emissioni di gas serra dovute ai trasporti. Considerando i litri di gasolio consumati

<b>Litri di gasolio consumati</b>	
Raccolta rifiuti indifferenziati:	
2.893 [€] / 1,4 [€/l] =	2.066 l
Trasporto a discarica rifiuti indifferenziati:	
2.893 [€] / 1,4 [€/l] =	2.066 l
Raccolta rifiuti differenziati:	
119 [€] / 1,4 [€/l] =	85 l
Trasporto a discarica rifiuti differenziati:	
357 [€] / 1,4 [€/l] =	255 l
<b>sommano</b>	<b>4.473 l</b>

<sup>265</sup> Tabella 47 in Appendice

<sup>266</sup> Per ogni chilogrammo di materiale riciclato si possono risparmiare 6,527 kWh (vedi paragrafo 2.3.2)

<sup>267</sup> Un chilogrammo di rifiuti riciclati fa diminuire le emissioni climalteranti di 0,731 kg (vedi paragrafo 2.3.2)

e le emissioni di CO<sub>2</sub> eq pari a 2.650 g per litro di gasolio consumato<sup>268</sup> avremo:

$$4.473 \text{ [l]} \times 2,65 \text{ [kg di CO}_2\text{ eq/l]} = 11.853 \text{ kg di CO}_2\text{ eq/anno}$$

#### 4.9.2 Scenario "B" - Avvio della Raccolta Differenziata con compostaggio della FORSU

In questo scenario si ipotizza di dare avvio alla raccolta differenziata. I costi per la raccolta e lo smaltimento sono stati valutati in analogia a quanto già avviene nelle zone della città dove il servizio è attivo. I quantitativi di rifiuti da smaltire sono stati calcolati stimando una percentuale di raccolta analoga a quella delle zone della città dove il servizio è attivo. Dai dati forniti dall'Amia di Palermo risulta che la frazione organica dei rifiuti urbani<sup>269</sup> nelle aree in cui è stata già avviata la raccolta differenziata viene conferita alle piattaforme Sicilfert, Sirtec e Kalat Ambiente site rispettivamente a Marsala, Alcamo e Grammichele<sup>270</sup>. Quella più vicina alla città sarebbe quella di Alcamo ma la piattaforma al momento è stata chiusa. Pertanto attualmente i rifiuti organici vengono conferiti all'impianto di compostaggio della Sicilfert di Marsala.

##### Produzione e raccolta rifiuti a Borgo Ulivia nell'ipotesi di avviare la Raccolta Differenziata<sup>271</sup>

Produzione totale RU	3.990 t	100,0%
Rifiuti organici (FORSU)	1.444 t	36,2%
Carta e cartone	841 t	21,1%
Imballaggi metallici	12 t	0,3%
Imballaggi in plastica	218 t	5,5%
Imballaggi in vetro	153 t	3,8%
Indifferenziato	1.321 t	33,1%

Rielaborazione personale su dati AMIA

In base al quantitativo di rifiuto organico da smaltire, 1.444 tonnellate, la raccolta potrebbe essere effettuata utilizzando un auto compattatore tre volte a settimana per un totale di 156 turni di raccolta. Nel calcolo del costo del carburante si è tenuto conto della distanza percorsa da Palermo a Marsala che è di 127 Km.

##### Costo annuo per la raccolta e il trasporto dei rifiuti organici (FORSU)

costo annuo degli auto compattatori:	(1) x 40.000 x 156/310 =	20.129 €
costo annuo del personale:	(1) x 109.200 x 156/310 =	54.952 €
costo annuo del carburante nell'area di raccolta:	(1) x 10 [Km] x 156 x 0,70 [€/Km] =	1.092 €
costo annuo del carburante per il trasporto al compostaggio:	(1) x 254 <sup>272</sup> [Km] x 156 x 0,35 [€/Km] =	13868 €
	<b>sommato</b>	<b>90.041 €</b>

<sup>268</sup> Articolo del 15 gennaio 2010 pubblicato su "Tuttotrasporti" e su "Quattroruote"  
<http://www.quattroruote.it/notizie/ecologia/consumi-ed-emissioni-per-capime-di-piu-anidride-carbonica-co2>

<sup>269</sup> Individuata dal codice C.E.R. 200108

<sup>270</sup> Tabella 48 in Appendice

<sup>271</sup> Questi dati sono stati calcolati ipotizzando di avviare nel quartiere la raccolta differenziata, facendo riferimento alle frazioni merceologiche di Tabella 21 e Figura 4 in allegato

<sup>272</sup> La distanza Palermo – Marsala è 127 Km, considerando andata e ritorno diventano 254

Per quanto riguarda la raccolta differenziata di carta, metallo plastica e vetro si ritiene di poterne valutare i costi complessivamente, in quanto alcune piattaforme di raccolta sono anche multi materiale. La distanza percorsa si stima mediamente pari a 60 Km come nello scenario "A". La quantità di rifiuti differenziati ammonterebbe complessivamente a 1.225 tonnellate. Con questa quantità si potrebbero organizzare i turni di raccolta da due a tre volte a settimana per un totale di 135 turni.

**Costo annuo per la raccolta e il trasporto dei rifiuti differenziati**

costo annuo degli auto compattatori:	$(1) \times 40.000 \times 135/310 =$	17.419 €
costo annuo del personale:	$(1) \times 109.200 \times 135/310 =$	47.555 €
costo annuo del carburante nell'area di raccolta:	$(1) \times 10 \text{ [Km]} \times 135 \times 0,70 \text{ [€/Km]} =$	945 €
costo annuo del carburante per il trasporto alle piattaforme:	$(1) \times 60 \text{ [Km]} \times 135 \times 0,35 \text{ [€/Km]} =$	2.835 €
	<b>sommano</b>	<b>68.754 €</b>

I rifiuti indifferenziati ammonterebbero a 1.321 tonnellate e sarebbero necessari quindi quasi tre turni di raccolta settimanali per un totale di 147 turni. Questi rifiuti verrebbero conferiti alla piattaforma di Bellolampo come nello scenario "A".

**Costo annuo per la raccolta e il trasporto dei rifiuti indifferenziati**

costo annuo degli auto compattatori <sup>273</sup> :	$(1) \times (40.000/2) \times 147/310 =$	9.484 €
costo annuo del personale <sup>274</sup> :	$(1) \times (109.200/2) \times 147/310 =$	25.891 €
costo annuo del carburante nell'area di raccolta:	$(1) \times 10 \text{ [Km]} \times 147 \times 0,70 \text{ [€/Km]} =$	1.029 €
costo annuo del carburante per il trasporto a discarica:	$(1) \times 20 \text{ [Km]} \times 147 \times 0,35 \text{ [€/Km]} =$	1.029 €
	<b>sommano</b>	<b>37.433 €</b>

Sommando i valori ottenuti nelle tre precedenti tabelle si ottengono i

**Costi totali annui per la raccolta e il trasporto dei rifiuti**

Costo annuo per i rifiuti organici (FORSU)	90.041 €
Costo annuo per i rifiuti differenziati	68.754 €
Costo annuo per i rifiuti indifferenziati	37.433 €
<b>sommano</b>	<b>196.228 €</b>

Per quanto riguarda gli impianti di smaltimento in questo caso bisogna considerare per i rifiuti organici l'impianto di compostaggio e per i rifiuti indifferenziati la discarica. Per la discarica, in analogia a quanto visto nello scenario "A", bisogna valutare sia i costi per il conferimento sia l'incidenza dei costi per il suo approntamento. Secondo i costi base già determinati<sup>275</sup> si avrebbero i seguenti valori:

<sup>273</sup> Il costo degli autocompattatori viene dimezzato perché si considera che possano essere effettuati due viaggi giornalieri tra il luogo di raccolta e la discarica

<sup>274</sup> Il costo del personale viene dimezzato perché si considera che possano essere effettuati due viaggi giornalieri tra il luogo di raccolta e la discarica

<sup>275</sup> Tabella 47

**Costi annui per l'impianto compostaggio**

Realizzazione compresa la progettazione: ammortamento	38,25 [€/t] x 1.444 [t] =	55.233 €
Gestione	64,59 [€/t] x 1.444 [t] =	93.268 €

**Costi annui per la discarica**

Realizzazione compresa la progettazione: ammortamento	16,38 [€/t] x 1.321 [t] =	21.638 €
Gestione	27,18 [€/t] x 1.321 [t] =	60.911 €

I danni ambientali dovuti alle emissioni di gas serra prodotti dalla totalità dei rifiuti, analogamente a quanto visto nel precedente scenario, sono pari a **2.992.500 kg di CO<sub>2</sub> eq.** Il **risparmio energetico** che si otterrebbe avviando la raccolta differenziata multi materiale, che in questo caso ammonterebbe a 1.225.000 kg/a, risulterebbe essere pari a **7.995.575 kWh<sup>276</sup>** e la **diminuzione di emissioni di CO<sub>2</sub> dovuta all'attività di riciclaggio** di questi materiali **risulterebbe pari a 895.475 kg di CO<sub>2</sub> eq all'anno.<sup>277</sup>**

Le **emissioni di gas serra dovute ai trasporti**, considerando i litri di gasolio consumati

**Litri di gasolio consumati**

Raccolta rifiuti organici:	1.092 [€] / 1,4 [€/l] =	780 l
Trasporto al compostaggio dei rifiuti organici:	13.868 [€] / 1,4 [€/l] =	9.906 l
Raccolta rifiuti differenziati:	945 [€] / 1,4 [€/l] =	675 l
Trasporto alle piattaforme rifiuti differenziati:	2.835 [€] / 1,4 [€/l] =	2.025 l
Raccolta rifiuti indifferenziati:	1.029 [€] / 1,4 [€/l] =	735 l
Trasporto a discarica rifiuti indifferenziati:	1.029 [€] / 1,4 [€/l] =	735 l
	<b>sommato</b>	<b>14.856 l</b>

e le emissioni di CO<sub>2</sub> eq pari a 2.650 g per litro di gasolio consumato<sup>278</sup> si ottiene:

$$14.856 [l] \times 2,65 [kg \text{ di } CO_2 \text{ eq/l}] = 39.368 \text{ kg di } CO_2 \text{ eq/anno}$$

In questo scenario bisogna analizzare i benefici derivanti dal conferimento dei rifiuti organici all'impianto di compostaggio.

Per quanto riguarda i **ricavi** in base ai dati riportati nel sito del "Consorzio italiano compostatori<sup>279</sup>" la percentuale di compost, prodotta dallo scarto organico, si attesta intorno al 45%, nel nostro caso, quindi, si potrebbero produrre circa 650 tonnellate annue di compost. Le condizioni di mercato per i prodotti compostati sono favorevoli<sup>280</sup> e

<sup>276</sup> Vedi paragrafo 2.3.2

<sup>277</sup> Vedi paragrafo 2.3.2

<sup>278</sup> Articolo del 15 gennaio 2010 pubblicato su "Tuttotrasporti" e su "Quattroruote"

<sup>279</sup> APAT-ONR Rapporto Rifiuti 2007

<sup>280</sup> Centemero M., *Il Sistema Compostaggio in Italia: alcuni numeri indice*, Consorzio Italiano Compostatori 2005



mostrano una confidenza crescente da parte degli operatori del settore nei confronti del prodotto, se proveniente da raccolta differenziata.

Gli impieghi del compost vanno dall'utilizzo in tutte le operazioni di giardinaggio all'impiego per le colture intensive ed estensive di pieno campo. Ad oggi gran parte della produzione, concentrata nel Nord Italia, viene venduta all'ingrosso o al dettaglio per applicazioni in giardinaggio, floricoltura e vivaistica.

Spesso il compost viene poi miscelato con materiali torbosi allo scopo di migliorare le qualità dei "suoli artificiali" per le coltivazioni in vaso o fioriera. I prezzi di vendita oscillano dai 5÷10 €/m<sup>3</sup>, per la vendita del prodotto sfuso, ai 100 €/m<sup>3</sup>, per i terricci confezionati e venduti al dettaglio.

Può accadere anche che il compost di qualità sia ceduto gratuitamente agli utilizzatori; ciò si verifica, ad esempio, quando un Ente Pubblico gestisce un impianto di compostaggio senza sviluppare strategie di marketing e commercializzazione facendo affidamento solo sul risparmio conseguito in tema di gestione dei rifiuti.

Considerando che il compost prodotto venga venduto al prezzo minimo di 5 € e che il suo peso specifico sia di circa 400 Kg/m<sup>3</sup> **dalla vendita** si otterrebbero:

$$(650.000 \text{ [Kg]} / 400 \text{ [Kg/m}^3]) \times 5 \text{ [€/m}^3] = 8.125 \text{ €}$$

Per quanto riguarda **i benefici ambientali derivanti dall'uso del compost** in base a quanto riportato al paragrafo 2.4.3 l'utilizzo del compost **in agricoltura** produce una riduzione delle emissioni di gas serra per effetto del carbon sink nel suolo, per effetto del mancato utilizzo dei fertilizzanti chimici e per effetto della sostituzione della torba con compost. Questa riduzione è stata stimata in **65,3 kg di CO<sub>2</sub> eq** per ogni tonnellata di rifiuto avviato a compostaggio. Per la nostra quantità di rifiuti organici (1.444 t) la riduzione di emissioni sarebbe pari a:

$$1.444 \text{ [t]} \times 65,3 \text{ [kg di CO}_2 \text{ eq/ t]} = 94.293 \text{ kg di CO}_2 \text{ eq}$$

#### ***4.9.3 Scenario "C" - Raccolta Differenziata e trattamento in situ della FORSU con produzione di biogas e compost***

In questo scenario si ipotizza di utilizzare i rifiuti organici prodotti dal quartiere per alimentare un impianto integrato per la produzione di compost e biogas sito nelle immediate vicinanze dell'area di raccolta. Come già ipotizzato nello scenario "B" la quantità annuale di rifiuti organici prodotti dal quartiere è stata stimata in 1.444 tonnellate. Come già visto la raccolta di questa quantità di rifiuto può essere effettuata utilizzando un auto compattatore tre volte a settimana per un totale di 156 turni di raccolta. In questo caso però, dovendo conferire i rifiuti in un'area limitrofa a quella di

raccolta, nella stessa giornata l'auto compattatore potrebbe effettuare almeno tre turni e quindi la sua incidenza sui costi si potrà ritenere pari a un terzo. Lo stesso vale per il costo del personale. Nel calcolo del costo del carburante la distanza percorsa sarà quella relativa all'area di raccolta visto che il conferimento avviene all'interno del quartiere. Pertanto i mezzi percorreranno non più di 10 Km. Il costo per trasporto manodopera e carburante diventa:

**Costo annuo per la raccolta e il trasporto dei rifiuti organici (FORSU)**

costo annuo degli auto compattatori:	$(1) \times (40.000/3) \times 156/310 =$	6.710 €
costo annuo del personale:	$(1) \times (109.200/3) \times 156/310 =$	18.317 €
costo annuo del carburante per la raccolta e il conferimento all'impianto:	$(1) \times 10 \text{ [Km]} \times 156 \times 0,70 \text{ [€/Km]} =$	1.092 €
	<b>sommano</b>	<b>26.119 €</b>

Per quanto riguarda la raccolta differenziata di carta, metallo plastica e vetro restando invariate sia le quantità raccolte sia i centri di raccolta i costi rimangono gli stessi dello scenario "B"

**Costo annuo per la raccolta e il trasporto dei rifiuti differenziati**

costo annuo degli auto compattatori:	$(1) \times 40.000 \times 135/310 =$	17.419 €
costo annuo del personale:	$(1) \times 109.200 \times 135/310 =$	47.555 €
costo annuo del carburante nell'area di raccolta:	$(1) \times 10 \text{ [Km]} \times 135 \times 0,70 \text{ [€/Km]} =$	945 €
costo annuo del carburante per il trasporto alle piattaforme:	$(1) \times 60 \text{ [Km]} \times 135 \times 0,35 \text{ [€/Km]} =$	2.835 €
	<b>sommano</b>	<b>68.754 €</b>

Anche per i rifiuti indifferenziati i costi rimangono gli stessi dello scenario precedente

**Costo annuo per la raccolta e il trasporto dei rifiuti indifferenziati**

costo annuo degli auto compattatori <sup>281</sup> :	$(1) \times (40.000/2) \times 147/310 =$	9.484 €
costo annuo del personale <sup>282</sup> :	$(1) \times (109.200/2) \times 147/310 =$	25.891 €
costo annuo del carburante nell'area di raccolta:	$(1) \times 10 \text{ [Km]} \times 147 \times 0,70 \text{ [€/Km]} =$	1.029 €
costo annuo del carburante per il trasporto a discarica:	$(1) \times 20 \text{ [Km]} \times 147 \times 0,35 \text{ [€/Km]} =$	1.029 €
	<b>sommano</b>	<b>37.433 €</b>

Sommando i valori ottenuti nelle tre precedenti tabelle si ottengono i

**Costi totali annui per la raccolta e il trasporto dei rifiuti**

Costo annuo per i rifiuti organici (FORSU)	26.119 €
Costo annuo per i rifiuti differenziati	68.754 €
Costo annuo per i rifiuti indifferenziati	37.433 €
<b>sommano</b>	<b>132.306 €</b>

<sup>281</sup> Il costo degli autocompattatori viene dimezzato perché si considera che possano essere effettuati due viaggi giornalieri tra il luogo di raccolta e la discarica

<sup>282</sup> Il costo del personale viene dimezzato perché si considera che possano essere effettuati due viaggi giornalieri tra il luogo di raccolta e la discarica

Per quanto riguarda gli impianti di smaltimento in questo caso bisogna considerare per i rifiuti organici il nuovo impianto per la produzione di biogas e compost che si ipotizza di realizzare all'interno del quartiere e per i rifiuti indifferenziati la discarica. Per valutare i costi di realizzazione dell'impianto si fa riferimento a quanto visto al paragrafo 4.8

**Costi annui per l'impianto per la produzione di biogas e compost**

Realizzazione compresa la progettazione: ammortamento	50.000 €
Manutenzione	50.000 €
Costi del personale	109.200 €

Per la discarica, in analogia a quanto visto nello scenario "A", bisogna valutare sia i costi per il conferimento sia l'incidenza dei costi per il suo approntamento. Secondo i costi base già determinati<sup>283</sup> si avranno i seguenti valori:

**Costi annui per la discarica**

Realizzazione compresa la progettazione: ammortamento	$16,38 \text{ [€/t]} \times 1.321 \text{ [t]} =$	21.638 €
Gestione	$27,18 \text{ [€/t]} \times 1.321 \text{ [t]} =$	35.905 €

I danni ambientali dovuti alle emissioni di gas serra prodotti dalla totalità dei rifiuti analogamente a quanto visto nei precedenti scenari saranno pari a **2.992.500 kg di CO<sub>2</sub> eq**. Il **risparmio energetico** che si otterrebbe dalla raccolta differenziata multi materiale, restando invariata le quantità di 1.225.000 kg/a, risulterà essere pari a **7.995.575 kWh**<sup>284</sup> e la **diminuzione di emissioni di CO<sub>2</sub> dovuta all'attività di riciclaggio** di questi materiali **risulterà pari a 895.475 kg di CO<sub>2</sub> eq all'anno**.<sup>285</sup>

Le **emissioni di gas serra dovute ai trasporti**, considerando che diminuirebbero i litri di gasolio consumati,

**Litri di gasolio consumati**

Raccolta e conferimento rifiuti organici:	$733 \text{ [€]} / 1,4 \text{ [€/l]} =$	780 l
Raccolta rifiuti differenziati:	$635 \text{ [€]} / 1,4 \text{ [€/l]} =$	675 l
Trasporto alle piattaforme rifiuti differenziati:	$2.835 \text{ [€]} / 1,4 \text{ [€/l]} =$	2.025 l
Raccolta rifiuti indifferenziati:	$691 \text{ [€]} / 1,4 \text{ [€/l]} =$	735 l
Trasporto a discarica rifiuti indifferenziati:	$1.029 \text{ [€]} / 1,4 \text{ [€/l]} =$	735 l
	<b>sommano</b>	<b>4.950 l</b>

in questo caso sarebbero pari a<sup>286</sup>:

$$4.950 \text{ [l]} \times 2,65 \text{ [kg di CO}_2 \text{ eq/l]} = 13.118 \text{ kg di CO}_2 \text{ eq/anno}$$

<sup>283</sup> Tabella 47

<sup>284</sup> Vedi paragrafo 2.3.2

<sup>285</sup> Vedi paragrafo 2.3.2

<sup>286</sup> Le emissioni di CO<sub>2</sub> eq sono pari a 2.650 g per litro di gasolio consumato

In questo scenario poiché si utilizzerebbe un impianto integrato per la produzione di compost e biogas la quantità di compost prodotto sarebbe maggiore<sup>287</sup> per la matrice organica trattata si produrrebbero circa 800 tonnellate di compost. La qualità del compost prodotto da questo tipo di impianti è superiore per cui si potrebbe ipotizzare di venderlo anche ad un prezzo di 10 €/m<sup>3</sup>. **I ricavi dalla vendita del compost** sarebbero quindi:

$$(800.000 \text{ [Kg]} / 400 \text{ [Kg/m}^3]) \times 10 \text{ [€/m}^3] = 20.000 \text{ €}$$

Per quanto riguarda **i benefici ambientali derivanti dall'uso del compost** in base a quanto riportato al paragrafo 2.3.3 l'utilizzo del compost **in agricoltura** produce una riduzione delle emissioni di gas serra per effetto del carbon sink nel suolo, per effetto del mancato utilizzo dei fertilizzanti chimici e per effetto della sostituzione della torba con compost. Questa riduzione è stata stimata in **65,3 kg di CO<sub>2</sub> eq** per ogni tonnellata di rifiuto avviato a compostaggio. Per la nostra quantità di rifiuti organici (1.444 t) la riduzione di emissioni in analogia al precedente scenario sarà pari a:

$$1.444 \text{ [t]} \times 65,3 \text{ [kg di CO}_2 \text{ eq/ t]} = 94.293 \text{ kg di CO}_2 \text{ eq}$$

In questo caso, come nel precedente, i rifiuti organici non vengono portati in discarica. Ma, mentre nel caso precedente vengono conferiti ad un impianto di compostaggio molto lontano dal luogo di raccolta, in questo caso si prevede di conferirli a un impianto per la produzione di biogas e compost sito nelle immediate vicinanze dell'area di raccolta e di trattarli in ambiente anaerobico. Il metano emesso dai rifiuti organici viene, quindi, utilizzato per la produzione di biogas. Poiché come visto al paragrafo 2.3.3 i rifiuti organici emettono tra metano e anidride carbonica 1.476 kg di CO<sub>2</sub> eq per tonnellata, di cui 1.181 derivanti proprio dal metano, si può stimare che trattando la FORSU in ambiente anaerobico le emissioni climalteranti dai rifiuti potrebbero essere ridotte di

$$1.181 \text{ [kg di CO}_2 \text{ eq./ t]} \times 1.444 \text{ [t]} = 1.705.364 \text{ kg di CO}_2 \text{ eq.}$$

Se si va a considerare la quantità di metano effettivamente prodotta dall'impianto che è pari a circa 100.000 m<sup>3</sup> si può valutare con più precisione la diminuzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>. Infatti, poiché un kg di metano emette 21 kg di CO<sub>2</sub> eq e il peso specifico del metano è pari a 0,715 kg/m<sup>3</sup> i nostri 100.000 m<sup>3</sup> emetterebbero lasciati nell'ambiente<sup>288</sup>

$$100.000 \text{ [m}^3] \times 0,715 \text{ [kg/m}^3] \times 21 = 1.501.500 \text{ kg di CO}_2 \text{ eq.}$$

---

<sup>287</sup> Analizzando lo schema a blocchi del paragrafo 4.8 si vede che la matrice organica in ingresso è 1500 t/a. Nelle fase terminale di compostaggio viene immessa una quantità di verde strutturante, che nella fattispecie potrebbe provenire proprio dagli stralci verdi del quartiere, che determina una maggiore produzione di compost: 800 t/a rispetto alle 650 t/a prodotte nello scenario "B" con l'impianto di compostaggio aerobico.

<sup>288</sup> L'impianto produce 209.000 m<sup>3</sup> di biogas il metano nel biogas è circa il 50%

Se si fa precedere al compostaggio la digestione anaerobica<sup>289</sup> della frazione organica dei rifiuti si possono ottenere oltre al controllo dei gas serra:

- recupero di energia tramite DA con produzione di biogas e cogenerazione;
- recupero di materia attraverso il compostaggio delle risulti della DA (il Digestato) con altre matrici selezionate.

Secondo quanto calcolato al paragrafo 4.8 la resa in termini di energia elettrica prodotta dall'impianto sarebbe di 430.000 kWh/anno e considerando che l'impianto lavora in cogenerazione vengono prodotti anche 550.000 kWh/anno termici. Si avrà quindi un totale di energia prodotta da fonte rinnovabile di 980.000 kWh/anno.

Questa energia prodotta da fonti rinnovabili permetterebbe di diminuire ulteriormente le emissioni di CO<sub>2</sub>. Infatti, considerando che le emissioni di CO<sub>2</sub> prodotte in media con le fonti fossili sono stimate in 687 g CO<sub>2</sub>/kWh netto<sup>290</sup>, producendo energia senza utilizzare fonti fossili si potrebbe ottenere un ulteriore risparmio sulle emissioni pari a

$$980.000 \text{ [kWh]} / 1,4 \times 0,687 \text{ [kg CO}_2\text{/kWh]} = 480.900 \text{ kg di CO}_2 \text{ eq all'anno}$$

il valore dell'energia è ridotto del 40% in quanto questa è prodotta in cogenerazione.

L'energia prodotta da fonti rinnovabili può essere ceduta alla rete o utilizzata direttamente.

Se si ipotizza di vendere l'energia elettrica prodotta applicando la tariffa omnicomprensiva<sup>291</sup> di 0,28 €/kWh i ricavi dalla vendita dell'energia ammonterebbero a **120.400 €**

Per quanto riguarda l'energia termica, questa non può essere immagazzinata ma utilizzata immediatamente tramite una rete di teleriscaldamento. Questo è possibile in quanto il luogo di produzione e quello di utilizzazione dell'energia coincidono.

Se si considera la produzione del biogas tal quale prima che venga trasformato in energia come già visto l'impianto produce 209.000 m<sup>3</sup> di biogas<sup>292</sup>, considerando che il metano nel biogas è circa il 50%, fatta salva la quota necessaria alla produzione di calore in cogenerazione per la termostatazione del digestore<sup>293</sup>, si potrebbero cedere alla rete circa 90.000 m<sup>3</sup> di metano e considerando il prezzo del metano ciò comporterebbe, in termini economici, un risparmio di circa 72.000 € per non avere acquistato gas dalla rete di distribuzione cittadina.

Se si pone la questione in termini di soddisfacimento dei bisogni di energia degli abitanti del quartiere l'energia termica prodotta sarebbe sufficiente al fabbisogno di riscaldamento

---

<sup>289</sup> Centemero M., Zanardi W., *Il trattamento biologico dei rifiuti urbani in Italia: compostaggio, trattamento meccanico-biologico, digestione anaerobica*, Consorzio Italiano Compostatori 2008

<sup>290</sup> Vedi paragrafo 3.2

<sup>291</sup> Legge finanziaria 2008

<sup>292</sup> Vedi par.4.8

<sup>293</sup> Vedi par 3.6.1.1

domestico di circa 750 abitanti. Questo valore si determina considerando che il consumo di energia per uso domestico per abitante che è pari a 1.212 kWh<sup>294</sup> e che di questo consumo circa il 60 % è dovuto al riscaldamento<sup>295</sup>.

Allo stesso modo considerando che ogni abitante del quartiere ha un fabbisogno di energia elettrica, escluso il riscaldamento domestico, pari a 1.701,8 kWh<sup>296</sup> l'energia elettrica prodotta coprirebbe il fabbisogno di 255 abitanti.

Se invece si pensasse di cedere il metano contenuto nel biogas prodotto dall'impianto alla rete di distribuzione del gas, considerando che il consumo medio di gas per abitante<sup>297</sup> è pari a 98,3 m<sup>3</sup> questo basterebbe a soddisfare le esigenze di 915 abitanti del quartiere.

I risultati ottenuti nei tre scenari sono stati raccolti e confrontati al successivo paragrafo 4.10.

Nella tavola che segue è stata fatta una comparazione tra il sistema di raccolta rifiuti a Borgo Ulivia e il sistema di raccolta differenziata in un quartiere del centro della città.

---

<sup>294</sup> Vedi par. 4.6.2 Tabella F

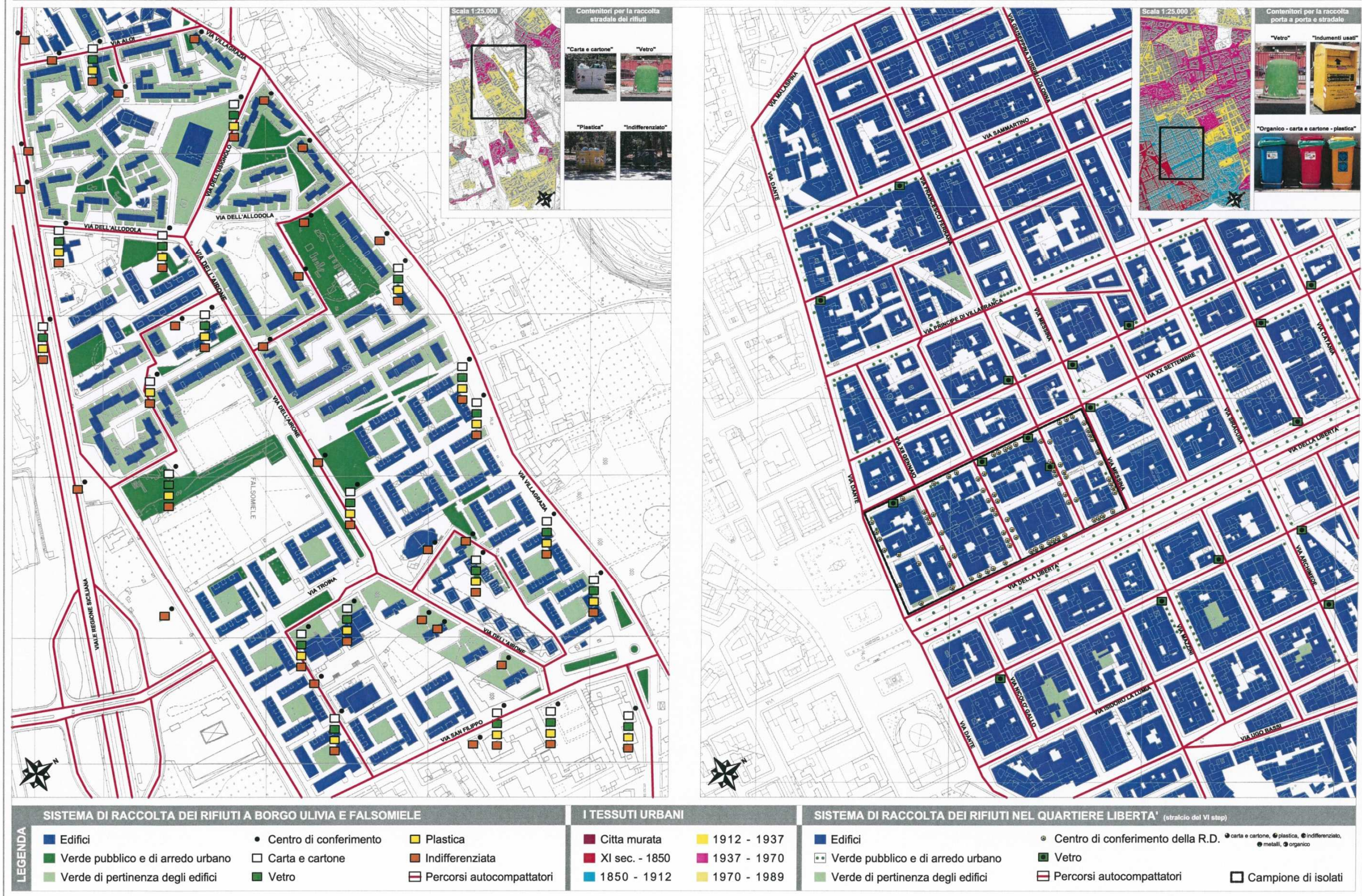
<sup>295</sup> I consumi di energia per usi finali nel settore residenziale sono dovuti per il 68% alla climatizzazione, per il 16% a usi elettrici obbligati, come illuminazione ed elettrodomestici, per l'11% alla produzione di acqua calda sanitaria e per il rimanente 5% a usi cucina. Il settore residenziale è responsabile di circa il 27% delle emissioni nazionali di gas clima-alteranti, di cui il 10% proviene, in particolare, dagli impianti di riscaldamento che, dopo il traffico, sono la maggiore causa d'inquinamento della città. (Fonte ENEA- SICENEA).

<sup>296</sup> Vedi par. 4.6.2 Tabella F

<sup>297</sup> Vedi par. 4.6.2 Tabella F



Città di Palermo: comparazione tra il sistema di raccolta a Borgo Ulivia-Falsomieie e il progetto porta a porta "Palermo differenza" nel quartiere Libertà









#### 4.10 Confronto dei risultati negli scenari ipotizzati

I risultati ottenuti nei tre scenari ipotizzati, raccolti nella tabella che segue, mostrano come rispetto allo stato di fatto (raccolta indifferenziata) si perseguono diversi vantaggi.

Relativamente ai **costi per la gestione dei rifiuti**:

- negli scenari "B" e "C" diminuiscono i costi per la realizzazione e gestione della discarica;

infatti, pur mantenendo attiva la discarica i rifiuti indifferenziati in essa ammassati diminuiscono del 65% con notevole risparmio di uso del suolo e cosa assai più importante, differenziare il rifiuto organico porta ad un notevole risparmio nei costi per la gestione del percolato.

- negli scenari "B" e "C" aumentano i costi annuali per gli impianti di smaltimento e il trasporto;

nello scenario "B" questo è dovuto ai costi per l'impianto di compostaggio e ai costi per il trasporto dei rifiuti, in quanto l'impianto di compostaggio, dove viene condotto il rifiuto organico si trova ad una notevole distanza (circa 150 km) dal luogo di raccolta;

nello scenario "C" i costi per l'impianto per il trattamento dei rifiuti organici sono ancora maggiori rispetto anche a quelli dello scenario "B", ma rispetto allo scenario "B" si ha un notevole risparmio nei costi per il trasporto perché si ipotizza di realizzare l'impianto di smaltimento in un'area limitrofa a quella di raccolta.

Se si guarda ai **ricavi**:

- negli scenari "B" e "C" si possono ottenere ricavi dalla vendita del compost e nello scenario "C" anche dalla vendita e dell'energia prodotta dall'impianto di trasformazione dei rifiuti;

Procedendo ad un' **analisi costi/ricavi** si vede come, in definitiva,

- nello scenario "C", nonostante i costi per la realizzazione dell'impianto di smaltimento, la spesa totale per la gestione dei rifiuti si riduce del 13,63%.

Se si vanno ad analizzare i **benefici ambientali** conseguiti con la nuova gestione dei rifiuti, in termini di **emissioni di gas serra**, si rileva come:

- nello scenario "B" le emissioni di gas serra diminuiscono di circa il 30%, nonostante l'impianto di compostaggio si trovi a notevole distanza dal luogo di raccolta;

questa diminuzione delle emissioni è dovuta sia all'attività di riciclaggio, sia all'utilizzo del compost prodotto in agricoltura in sostituzione dei fertilizzanti chimici;

- nello scenario "C" si arriva ad un totale abbattimento delle emissioni (98,84%);

questo perché oltre all'attività di riciclaggio e all'utilizzo del compost prodotto, il rifiuto organico viene trattato in situ e il metano prodotto dai rifiuti invece di essere rilasciato nell'ambiente viene utilizzato per la produzione di energia.

Riguardo allo scenario "C", che si dimostra preferibile, per la parte "operativa" dell'impianto, occorre precisare, che basta una superficie di 500 m<sup>2</sup>; questa parte è composta dal pre-digestore, il digestore di circa 200 m<sup>3</sup>, il post-digestore, l'unità di cogenerazione da 50 kW e un magazzino di stoccaggio per il compost.

È necessaria poi una zona da destinare ad aree di movimentazione, un ufficio/portineria, magazzini e una zona espositiva/didattica.

Facendo una stima approssimativa<sup>298</sup> servirà per l'intero impianto<sup>299</sup> una superficie pari a circa 5.000 m<sup>2</sup> così suddivisi:

- 500 m<sup>2</sup> destinati al capannone per il conferimento della FORSU e il pretrattamento
- 700 m<sup>2</sup> destinati al capannone per la maturazione del compost grezzo
- 200 m<sup>2</sup> destinati alle platee di stoccaggio per il compost di qualità Q, i sovvalli di ricircolo e il verde)
- 1000 m<sup>2</sup> destinati alle aree di digestione anaerobica e cogenerazione
- 100 m<sup>2</sup> destinati agli uffici amministrativi /pesa/spogliatoi
- 250 m<sup>2</sup> destinati alla zona di biofiltrazione aria
- 2250 m<sup>2</sup> destinati alle zone di movimentazione: ingresso, superfici a verde, parcheggio ecc...

Per quanto riguarda la scelta dell'area dove ubicare l'impianto sulla base delle considerazioni normative viste al paragrafo 2.4.1 vanno individuate quelle aree la cui destinazione d'uso è compatibile con quanto richiesto dalle norme. Uno dei fattori determinanti per la scelta è la superficie minima di 5000 m<sup>2</sup> che il lotto deve avere. Altro elemento è la localizzazione urbanistica del sito sarebbe opportuno, infatti, individuarlo in prossimità di svincoli stradali evitando la vicinanza con edifici scolastici e abitazioni e con dimensioni sufficientemente ampie per potere creare una zona di filtro tra l'impianto e le strutture circostanti. La scelta potrà ricadere sia su aree all'interno del perimetro del quartiere, sia nelle immediate vicinanze per rispettare il principio di prossimità che consente di contenere i costi di gestione e può rendere l'impianto più gradito agli abitanti, cioè, in particolare, perché questi ultimi lo riconoscerebbero a esclusivo servizio del loro stesso quartiere.

---

<sup>298</sup> Secondo Ladurner Impianti

<sup>299</sup> Potenzialità 1.500 t/a Forsu in ingresso

**Tabella di confronto dei risultati negli scenari ipotizzati**

Scenari	Unità di misura	"A"	"B"		"C"	
		Stato di fatto Raccolta Indifferenziata Valore	Avvio della Raccolta Differenziata e compostaggio FORSU Valore      variazione % rispetto ad A"		Raccolta Differenziata Trattamento in situ della FORSU con produzione di biogas e compost Valore      variazione % rispetto ad A"	
Costi per la realizzazione della discarica: ammortamento (quota parte)	€/a	62.735	21.638	-65,51%	21.638	-65,51%
Costi per la gestione della discarica (quota parte)	€/a	180.699	35.905	-80,13%	35.905	-80,13%
Costi per la realizzazione dell'impianto di compostaggio: ammortamento	€/a		55.233			
Costi per la gestione dell'impianto di compostaggio	€/a		93.268			
Costi per realizzazione dell'impianto di produzione biogas e compost: ammortamento	€/a				50.000	
Costi di gestione impianto di produzione biogas e compost	€/a				209.200	
Costi per la raccolta e il trasporto dei rifiuti	€/a	113.912	196.228	72,26%	132.306	16,15%
<b>Sommano Costi annuali</b>	€/a	<b>357.347</b>	<b>402.272</b>	<b>12,57%</b>	<b>449.049</b>	<b>25,66%</b>
Ricavi dalla vendita del compost	€/a	0	-8.125		-20.000	
Ricavi dalla vendita dell'energia	€/a	0	0		-120.400	
<b>Sommano Ricavi annuali</b>	€/a		<b>-8.125</b>		<b>-140.400</b>	
<b>Differenza Costi Ricavi</b>	€/a	<b>357.347</b>	<b>394.147</b>	<b>10,30%</b>	<b>308.649</b>	<b>-13,63%</b>
Emissioni di gas serra dai rifiuti (massima produzione in discarica)	kg di CO <sub>2</sub> eq/a	2.992.500	2.992.500		2.992.500	
Emissioni di gas serra dai trasporti	kg di CO <sub>2</sub> eq/a	11.853	39.368	232,13%	13.118	10,66%
<b>Sommano Emissioni annuali</b>	kg di CO <sub>2</sub> eq/a	<b>3.004.353</b>	<b>3.031.868</b>	<b>0,92%</b>	<b>3.005.618</b>	<b>0,04%</b>
Emissioni di gas serra evitate per attività di riciclaggio (vetro, carta, plastica, metalli)	kg di CO <sub>2</sub> eq/a	-116.960	-895.475	665,63%	-895.475	665,63%
Emissioni di gas serra evitate per trattamento FORSU in impianto di DA	kg di CO <sub>2</sub> eq/a				-1.501.500	
Emissioni di gas serra evitate per utilizzo del compost in agricoltura	kg di CO <sub>2</sub> eq/a		-94.293		-94.293	
Emissioni di gas serra evitate per mancato ricorso a fonti fossili	kg di CO <sub>2</sub> eq/a				-480.900	
<b>Sommano Emissioni evitate annualmente</b>	kg di CO <sub>2</sub> eq/a	<b>-116.960</b>	<b>-989.768</b>	<b>746,25%</b>	<b>-2.972.168</b>	<b>2.441,18%</b>
<b>Emissioni di Gas Serra</b>	kg di CO <sub>2</sub> eq/a	<b>2.887.393</b>	<b>2.042.100</b>	<b>-29,28%</b>	<b>33.449</b>	<b>-98,84%</b>



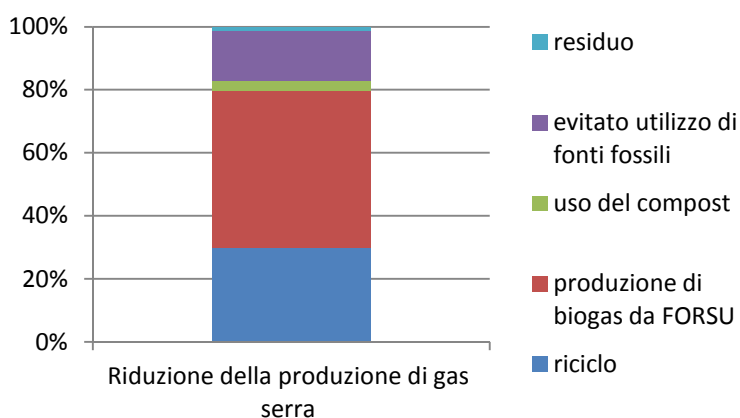
## 5. Considerazioni finali

L'innovazione nella ricerca è soprattutto negli aspetti strategici e metodologici che profilano un'inversione di tendenza nella gestione dei rifiuti urbani. Ciò nel verificare l'opportunità di implementare un sistema per la gestione dei rifiuti urbani con la raccolta differenziata e il trattamento dei rifiuti organici in impianto di digestione anaerobica con produzione di biogas e compost all'interno di un quartiere della periferia della città con funzione prevalentemente residenziale.

Lo studio dell'ipotesi conferma numerosi vantaggi in più dimensioni e una concreta fattibilità.

Dal punto di vista del raggiungimento degli obiettivi previsti dal protocollo di Kyoto<sup>300</sup> lo studio porta alle seguenti considerazioni:

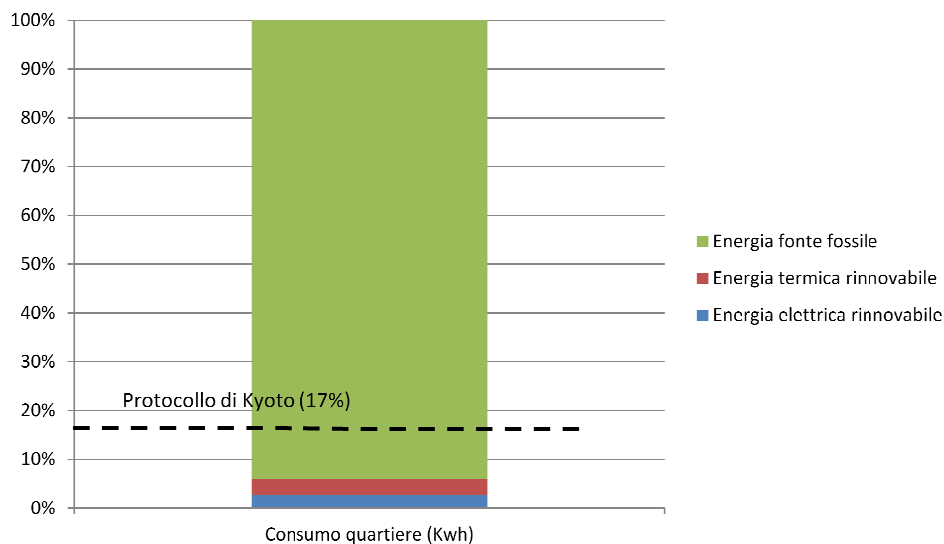
- Le **emissioni di CO<sub>2</sub>**, considerando l'attività di riciclaggio dovuta a una corretta raccolta differenziata, che il biogas emesso dei rifiuti organici viene utilizzato per produrre energia rinnovabile che si andrà a sostituire a quella prodotta da fonte fossile, che il compost prodotto viene utilizzato in agricoltura al posto dei fertilizzanti chimici, potenzialmente diminuiscono del 98,84% quindi quasi completamente. Considerando che nel computo delle emissioni di CO<sub>2</sub> quelle dai rifiuti costituiscono il 4% delle emissioni complessive<sup>301</sup>, si può considerare di riuscire quasi ad abbattere di un 4% il 13% richiesto entro il 2020. Nel grafico che segue sono rappresentate le diminuzioni di emissioni in percentuale dovute alla nuova gestione dei rifiuti.



<sup>300</sup> L'Italia entro il 2020 dovrà ridurre del 13% le emissioni di CO<sub>2</sub> e dovrà coprire con fonti rinnovabili il 17% del consumo interno lordo per uso energetico

<sup>301</sup> Vedi par. 1.2 "Emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente - Distribuzione % in macrosettori"

- Viene prodotta **energia da fonte rinnovabile** pari quasi al 6% dei consumi di energia per usi finali nel quartiere in esame<sup>302</sup> risultato apprezzabile rispetto al 17% richiesto dal protocollo di Kyoto entro il 2020. Nel grafico che segue è rappresentata la produzione di energia da fonte rinnovabile in riferimento ai consumi del quartiere e agli obiettivi previsti dal protocollo di Kyoto.



Gestire il ciclo dei rifiuti organici all'interno del quartiere può diventare un'opportunità per la riqualificazione del quartiere coinvolgendo attivamente i suoi abitanti.

Il sistema di raccolta differenziata e la gestione degli impianti può coinvolgere i cittadini del quartiere con la messa in opera di buone pratiche e con ricadute sull'occupazione in un quartiere dove il tasso di disoccupazione è molto elevato, migliorando l'aggregazione sociale e rinnovando l'interesse per la periferia.

La periferia per le sue caratteristiche intrinseche, può diventare metabolizzatore delle sue stesse scorie interpretandole come una risorsa. La presenza di spazi verdi diventa sia una risorsa per la produzione di rifiuti organici verdi derivanti dalle potature, sia un luogo dove organizzare delle attrezzature stabili per la raccolta dei rifiuti, necessarie a consentire un'interazione fra gli abitanti e il sistema di raccolta pubblico, sia, infine, il luogo dove utilizzare parte del compost prodotto dall'impianto di compostaggio, creando un percorso virtuoso.

Il sistema ha ricadute positive sia in termini economici, per la riduzione dei costi di gestione dei rifiuti, sia in termini ambientali per la minor utilizzazione della discarica e la riduzione delle emissioni di gas serra. Il quartiere da semplice consumatore di energia diventa produttore con il vantaggio di riuscire a gestire autonomamente i rifiuti organici,

<sup>302</sup> I consumi di energia elettrica annui, nel quartiere in esame nel settore terziario, domestico di illuminazione pubblica e servizi generali edifici, ammontano a 16.355.270 kWh (vedi par. 4.6.2 Tab C) e la fonte rinnovabile in esame produce 980.000 kWh annui (vedi par. 4.8).

che tra l'altro sono i più dannosi quando vengono ammassati in discarica, chiudendone il ciclo all'interno del quartiere

La tipologia del quartiere esaminato, a uso prevalentemente residenziale, è molto frequente nel nostro territorio nazionale e la proposta appare replicabile. Quartieri simili a quello preso in esame ne sono stati edificati molti in tutto il territorio italiano tra gli anni '50 e gli anni '60 e caratterizzano una cospicua parte delle periferie italiane accomunati da tipologie abitative permeabili, bassa densità abitativa, presenza di spazi verdi e di transizione aperto/chiuso, pubblico/privato.

A differenza dei quartieri dei centri storici, dove l'introduzione dei sistemi di raccolta differenziata porta a porta comporta delle problematiche dovute alla carenza di spazi dove localizzare le attrezzature per rendere funzionale il sistema, questo esempio di quartiere con la notevole quantità di spazi verdi pubblici e privati ha in sé grandi potenzialità.

L'energia elettrica prodotta dall'impianto di digestione può essere venduta o alimentare impianti d'illuminazione pubblica o edifici pubblici; quella termica può essere utilizzata in loco per il teleriscaldamento.

È da evidenziare, infine, che questa stessa tipologia di impianti connessa a questa gestione dei rifiuti urbani, può trovare anche ampia applicazione nei piccoli centri abitati. I piccoli centri urbani, infatti, per superficie, densità edilizia, numero degli abitanti insediati e quantità di rifiuti prodotti possono essere paragonati a singoli quartieri di grandi città. I piccoli centri, inoltre, hanno caratteristiche analoghe a quelle dei quartieri periferici anche per la presenza di aree verdi, aree agricole nelle immediate vicinanze e per lo stretto rapporto tra gli abitanti e il territorio.





## 6. Bibliografia

### Volumi, Articoli, Atti di convegno

- Atrigna M., Cauditelli M., Faustini N., Pescheta G., *La gestione della frazione umida dei rifiuti urbani* in: "Energia, ambiente e innovazione" fasc. 5, pp. 44÷48 ENEA, 2010.
- Attura F., Cassani S., Monteleone F., *Le Isole Minori. Sistemi di Gestione dei Rifiuti Urbani*, ENEA, Roma 2008.
- Butera Federico M., *Dalla caverna alla casa ecologica. Storia del comfort e dell'energia*, Edizioni Ambiente, Milano 2004.
- Cipriano V., Ivoi I., Santi M., *Linee guida sulla prevenzione dei rifiuti urbani* ONR-Federambiente, 2010.
- Coronidi M., Rossi Marcelli A., Sagnotti G., *Quadro nazionale e azioni per una gestione integrata dei rifiuti*, in: "Energia, ambiente e innovazione" fasc. 6, pp. 26÷58, ENEA 2006.
- Biancucci A., *Giuseppe Samonà e le presenze del progetto, Il restauro del Nucleo Sperimentale di Borgo Ulivia a Palermo*, Edizioni Kappa, Roma 2007.
- Di Biagi P., *La periferia pubblica: da problema a risorsa per la città contemporanea*, in A. Belli (a cura di), *Oltre la città: Pensare la periferia*, Cronopio, Napoli 2006.
- Dierna S. Orlandi F., *Buone Pratiche per il quartiere ecologico*, Alinea, Firenze 2005.
- Franz L., Bergamin L., Paradisi L. *Compost. Una fonte di nuova fertilità*, Veneto Agricoltura (Azienda Regionale per i Settori Agricolo, Forestale e Agroalimentare), Legnaro (Pd) 2009.
- Gerometta M., Crestani C., *La Gestione dei Rifiuti*, AcegasAps, Trieste 2010.
- Lynch K., *Deperire. Rifiuti e spreco nella vita di uomini e città*, CUEN, Napoli 1992.
- Malighetti L.E., *Recupero edilizio e sostenibilità*, Il Sole 24Ore, Milano 2004.
- Risotti G. *Ambiente Urbano*, Dario Flaccovio, Palermo 2007.
- United Nations Framework Convention on Climate Change Tenth session of the Conference of the Parties, (Buenos Aires, dicembre 2004) *La sfida di Kyoto: il Recycling Fund*, Conai 2006
- Vismara R., Grosso M., Cementero M. *Compost ed energia da biorifiuti*, Dario Flaccovio, Palermo 2009.
- Vismara R., Malpei F., Cementero M., *Biogas da rifiuti solidi urbani*, Dario Flaccovio, Palermo 2010.

- Vismara R., Canziani R., Malpei F., Piccinini S., *Biogas da agro zootecnia e agroindustria*, Dario Flaccovio, Palermo 2011.
- AA.VV., *LIBRO BIANCO per la valorizzazione energetica delle FONTI RINNOVABILI*, ENEA, Roma 1999
- AA.VV., *La gestione sostenibile di un ecosistema urbano: l'esperienza del Contratto di Quartiere II a Palermo*, ORSA, Palermo 2007
- AA.VV., *Energia per un futuro sostenibile e fonti rinnovabili* ENEA, Roma 2008
- AA.VV., *Energia dalle Biomasse. Tecnologia e prospettive* ENEA, Roma 2008
- AA.VV., *ENEA e le tecnologia per la gestione sostenibile dei rifiuti* ENEA, 2008
- AA.VV., *Rapporto Energia e Ambiente 2008 Analisi e scenari* ENEA, Roma 2009
- AA.VV., *Rapporto Energia e Ambiente 2009 Analisi e scenari* ENEA, Roma 2010
- AA.VV., *Energia da rifiuti in Italia: potenzialità di generazione e contributo alle politiche di mitigazione dei cambiamenti climatici* CMCC – Ecocerved 2010

#### **Report dati, Dossier**

- ISTAT *13° Censimento Generale della Popolazione e delle Abitazioni*, (20 Ottobre 1991), 1995
- Provincia di Pavia, Settore tutela e valorizzazione ambientale, *Studio sulle fonti energetiche rinnovabili in provincia di Pavia*, Associazione Rete di Punti Energia 2002
- Ufficio Statistico Città di Palermo, *Panormus: Annuario di statistica del comune di Palermo* 2001, 2002, 2003, 2004, 2005 ,2006 ,2007 ,2008
- APAT-ONR *Rapporto Rifiuti*, 2005
- ISTAT *14° Censimento Generale della Popolazione e delle Abitazioni*, (21 Luglio 2005), 2006
- ELREN (European Leader Renewable Energy Network), *Manuale di divulgazione sulle Energie Rinnovabili* Tipperary Institute, Ireland 2007
- APAT-ONR *Rapporto Rifiuti*, 2007
- AA.VV. *Rapporto Compost Abruzzo*, Consorzio Italiano Compostatori, Roma 2007
- *Dossier Energia dai rifiuti senza CO2: la gestione sostenibile degli scarti organici* Legambiente 2008
- AA.VV., *Rapporto dell'Osservatorio Nazionale sui Rifiuti* 2008
- ISPRA *Rapporto Rifiuti Urbani*, Roma 2009
- APAT *Annuario dei dati ambientali*, 2001÷2010
- Regione Siciliana, Servizio Statistica ed Analisi Economica, *Notiziario di Statistiche Regionali* a cura del Servizio Statistica della Regione Siciliana in collaborazione con ISTAT, Anno 2, n. 2/2010

- Istituto Autonomo Case Popolari di Palermo *Progetto esecutivo per la manutenzione straordinaria di edifici ubicati all'interno della III circoscrizione* Maggio 2010
- Demo-Istat, Demografia in cifre, 21 Ottobre 2010
- ARPA *Rifiuti urbani della Sicilia Rapporto 2004÷2010*, Ottobre 2010

### **Normativa e Legislazione**

- Direttiva 15 luglio 1975, n. 75/442/CEE *Direttiva del Consiglio relativa ai rifiuti* (G.U.C.E. 25 luglio 1975 n. L 194)
- Legge 10 Gennaio 1991, n.10, *Norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia*, (G.U.R.I. 16 gennaio 1991 Suppl. Ord. n.13)
- Direttiva 12 dicembre 1991, n. 91/689/CEE *Direttiva del Consiglio relativa ai rifiuti pericolosi* (G.U.C.E. 31 dicembre 1991 n. L 377)
- Direttiva 18 marzo 1991, n. 91/156/CEE *Modifica alla direttiva 75/442/CEE relativa ai rifiuti* (G.U.C.E. 26 marzo 1991 n. L 78)
- Decisione 24 maggio 1996 n. 96/350/CE *Decisione della Commissione che adatta gli allegati II A e II B della direttiva 75/442/CEE del Consiglio relativa allo smaltimento dei rifiuti* (G.U.C.E. 6 giugno 1996 n. L 135)
- D.L.vo 5 febbraio 1997, n. 22 *Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e i rifiuti di imballaggio* (G.U.R.I. 15 febbraio 1997 Suppl. Ord. n. 38)
- 1998 *Piano Energetico Ambientale del Comune di Palermo*
- Direttiva 26 aprile 1999, n.1999/31/CE *Direttiva del Consiglio relativa alle discariche di rifiuti* (G.U.C.E. 16 luglio 1999 n. L 182)
- Direttiva 4 dicembre 2000, n. 2000/76/CE *Direttiva del parlamento europeo e del Consiglio sull'incenerimento dei rifiuti* (G.U.C.E. 28 dicembre 2000 n. L 332)
- Ordinanza Commissariale del 29 maggio 2002 *Linee guida per la progettazione e la gestione degli impianti di compostaggio* (G.U.R.S. 14 giugno 2002, n.27 parte I)
- Ordinanza Commissariale n. 1166 del 18 dicembre 2002 *Adozione piano di gestione dei rifiuti e piano delle bonifiche in Sicilia* (G.U.R.S. 14 marzo 2003, n.57 parte I)
- D. Lgs. 29 dicembre 2003, n. 387 *Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità* (G.U.R.I. 31 gennaio 2004 Suppl. Ord. n.17)
- Direttiva 5 aprile 2006, n. 2006/12/CE *Direttiva del parlamento europeo e del Consiglio relativa ai rifiuti* (Gazzetta ufficiale dell'Unione europea 27 aprile 2006 n. L 114/9)

- D. L.vo 3 aprile 2006, n. 152 *Norme in materia ambientale* (Suppl. alla G.U.R.I. n. 88 del 14 aprile 2006)
- Direttiva 15 gennaio 2008, n. 2008/1/CE *Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio sulla prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento* (GU 29 gennaio 2008 n. L 24)
- Direttiva 19 Novembre 2008 n. 2008/98/CE *Direttiva del parlamento europeo e del consiglio del relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive* (Gazzetta ufficiale dell'Unione europea 22 novembre 2008 n. L 312/3)
- D.M. 18 dicembre 2008 *Incentivazione della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, ai sensi dell'art.2, comma 150 della legge 24 dicembre 2007 n.244* (G.U.R.I. 2 gennaio 2009, n. 1)
- 3 febbraio 2009 *Delibera della Giunta Regionale Siciliana Approvazione del Piano Energetico Ambientale Regionale Siciliano*
- Direttiva 23 aprile 2009 n. 2009/28/CE *Direttiva sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE* (Gazzetta ufficiale dell'Unione europea 5 giugno 2009, n. L 140/17)
- Dlgs 3 dicembre 2010 n. 205 *Disposizioni di attuazione della direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive* (Suppl. Ord. alla G.U.R.I. n. 288 del 10 dicembre 2010)
- LEGGE 8 aprile 2010, n. 9 *Gestione integrata dei rifiuti e bonifica dei siti inquinati* (G.U.R.S. 12 aprile 2010)
- Ministero dello sviluppo economico D.M. 10 settembre 2010 *Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili* (G.U.R.I. 18 settembre 2010, n. 219)
- Regione Siciliana 14 ottobre 2010 *Revisione del piano di gestione dei rifiuti solidi urbani*

### **Webgrafia**

[http://www.compost.it/biblio/2005\\_12\\_06\\_dig\\_anaer\\_comp/Piccinini-MI-6-12-05.pdf](http://www.compost.it/biblio/2005_12_06_dig_anaer_comp/Piccinini-MI-6-12-05.pdf)

[Piccinini S., *La digestione anaerobica e il compostaggio:l'integrazione operativa dei due sistemi* CRPA, Reggio Emilia 2005]

[www.idro.net/file/acqua0905.pdf](http://www.idro.net/file/acqua0905.pdf)

[Acqua e Ambiente, anno I, settembre 2005 *Percolato: trattarlo in sito*, Idrodepurazione, Serengno (MI)]

<http://www.compost.it/materiali/Sistema Compost 2004 - Massimo.pdf>

[Centemero M., *Il Sistema Compostaggio in Italia: alcuni numeri indice* (Consorzio Italiano Compostatori 2005)]

[http://www.compost.it/files/2007\\_02/3forum2007\\_biblioteca/CIC\\_CentemeroDA\\_Forum\\_Padova\\_2007.pdf](http://www.compost.it/files/2007_02/3forum2007_biblioteca/CIC_CentemeroDA_Forum_Padova_2007.pdf)

[Centemero M., *Integrazione tra sistemi aerobici e anaerobici* Consorzio Italiano Compostatori Forum Interregionale sul compostaggio Legnaro (PD) 2007]

[http://www.compost.it/index.php?option=com\\_content&view=category&layout=blog&id=56&Itemid=148](http://www.compost.it/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=56&Itemid=148)

[Centemero M., Zanardi W., *Il trattamento biologico dei rifiuti urbani in Italia: compostaggio, trattamento meccanico-biologico, digestione anaerobica* Consorzio Italiano Compostatori 2008]

<http://www.waste-management-world.com/index.html>

[De Baere L., Mattheeuws B., *State-of-the-art 2008. Anaerobic digestion of solid waste* in: "Waste Management World", Jul-Aug, pp.77÷90 2008]

[http://www.gestionale.legambiente.org/ecosportello/uploads/File/convegni/atticonvegno\\_def/relazioni\\_pomeriggio/Biotec.pdf](http://www.gestionale.legambiente.org/ecosportello/uploads/File/convegni/atticonvegno_def/relazioni_pomeriggio/Biotec.pdf)

[Bozano Gandolfi P., (Biotec Sistemi S.r.l.) *Manifesto per un'energia da rifiuti senza CO<sub>2</sub>. La Digestione Anaerobica*, Ecosportello LEGAMBIENTE 2009]

<http://www.megaliafoundation.it/conv.maggio10/docs/bozano.pdf>

[Bozano Gandolfi P., (Biotec Sistemi S.r.l.) *Produzione di biogas e di energia da rifiuti e da biomasse*, ATI Bioenergie 2010]

[http://www.napoliassise.it/Gestione\\_rifiuti\\_cambiamento\\_climatico\\_Favoino\\_Montanarella.pdf](http://www.napoliassise.it/Gestione_rifiuti_cambiamento_climatico_Favoino_Montanarella.pdf)

[Favoino E., Montanarella L., *La gestione delle biomasse tra recupero energetico e valorizzazione agronomica una valutazione delle diverse opzioni alla luce delle strategie di sostenibilità ambientale* Scuola Agraria del Parco di Monza in collaborazione con Ispra]

[www.ladurnerambiente.it/544.pdf](http://www.ladurnerambiente.it/544.pdf)

[Confalonieri A., *La digestione anaerobica dei rifiuti urbani in Europa: un'indagine di settore*, Scuola Agraria del Parco di Monza]

[http://www.crupa.it/media/documents/crupa\\_www/Settori/Ambiente/Download/Archivio-2/AD-Piccinini.pdf](http://www.crupa.it/media/documents/crupa_www/Settori/Ambiente/Download/Archivio-2/AD-Piccinini.pdf)

[Piccinini S., *La digestione anaerobica dei rifiuti organici ed altre biomasse: la situazione e le prospettive in Italia* CRPA , Reggio Emilia]

[http://www.compost.it/biblio/2010\\_ecomondo/5Confalonieri\\_Ecomondo2010.pdf](http://www.compost.it/biblio/2010_ecomondo/5Confalonieri_Ecomondo2010.pdf)

[Confalonieri A., *Novità e prospettive sulla digestione anaerobica dei rifiuti urbani in Europa e nel nostro paese*, Scuola Agraria del Parco di Monza]

[http://www.liuc.it/cmgenerale/unitis/cm/upload/Energia rinnovabile dai rifiuti urbani e industriali.pdf](http://www.liuc.it/cmgenerale/unitis/cm/upload/Energia_rinnovabile_dai_rifiuti_urbani_e_industriali.pdf)

[Ghiringhelli G, *Energia rinnovabile dai rifiuti urbani e industriali un'opportunità economica e ambientale* Università Carlo Cattaneo]

[www.aiel.cia.it/immagini/.../A4E BOOKLET BIOGAS.pdf](http://www.aiel.cia.it/immagini/.../A4E_BOOKLET_BIOGAS.pdf)

[Francescato V., Antonini E., "*Energia elettrica e calore dal biogas*" AIEL 2007]

[www.cityfarmer.org/biogasPaul.html](http://www.cityfarmer.org/biogasPaul.html)

[Henderson P., *Anaerobic Digestion in Rural China*]

<http://www.apat.gov.it/.htm>

<http://www.zorg-biogas.it/?lang=it>

<http://www.ladurnerecologia.it/>

<http://www.terra-viva.it/>

[Terraviva Consulenza e distribuzione Sistemi Biogas ITALIA]

[http://www.apat.gov.it/site/contentfiles/00158100/158117 Rap rifiuti urbani2009.pdf](http://www.apat.gov.it/site/contentfiles/00158100/158117_Rap_rifiuti_urbani2009.pdf)

[http://pti.regione.sicilia.it/portal/page/portal/PIR\\_PORTALE/PIR\\_LaNuovaStrutturaRegionale/PIR\\_AssessoratoEconomia/PIR\\_DipBilancioTesoro/PIR\\_ServizioStatistica/PIR\\_2092834.068146905/PIR\\_534700.7672519999](http://pti.regione.sicilia.it/portal/page/portal/PIR_PORTALE/PIR_LaNuovaStrutturaRegionale/PIR_AssessoratoEconomia/PIR_DipBilancioTesoro/PIR_ServizioStatistica/PIR_2092834.068146905/PIR_534700.7672519999)

<http://demo.istat.it/ric/index.html>

<http://www.gruppo.acegas-aps.it/upload/quaderni/TS-ambiente.pdf>

<http://www.gse.it/GSE%20Informa/pagine/rinnovabili2008.aspx>

<http://www.acs.enea.it/documentazione/editoria/10.pdf>

[Bemporad E., M. Coronidi, Sagnotti G., *La riduzione delle emissioni di gas-serra nel settore della gestione dei rifiuti: un contributo agli obiettivi del protocollo di Kyoto*]

<http://www.terna.it/default.aspx?tabid=418>

[http://www.regione.sicilia.it/industria/use/p7\\_energia\\_sicilia\\_dati\\_osservatorio.html](http://www.regione.sicilia.it/industria/use/p7_energia_sicilia_dati_osservatorio.html)

<http://www.amianet.it/>

<http://www.quattroruote.it/notizie/ecologia/consumi-ed-emissioni-per-capirne-di-piu-anidride-carbonica-co2>

<http://www.cmcc.it/ricerca/progetti/e-mc2>

<http://www.provincia.pv.it/provinciapv/brick/studiofer>

<http://www.calrecycle.ca.gov/publications/Organics/2008011.pdf>

[California Integrated Waste Management Board *Current Anaerobic Digestion Technologies Used for Treatment of Municipal Organic Solid Waste* California Environmental Protection Agency Current 2008]

<http://www.rifiutilab.it/downloads/Relazione-emergenza-CORTE-CONTI-6-2007-G.pdf>



## **Appendice**



## **Tabelle**



## Elenco delle Tabelle

- Tabella 1 Produzione pro capite di rifiuti urbani per regione - Anni 2004-2008
- Tabella 2 Produzione pro capite di rifiuti in Sicilia - Anni 2004-2008
- Tabella 3 Produzione percentuale di rifiuti per provincia - Anni 2004-2008
- Tabella 4 Esiti delle analisi merceologiche condotte sul rifiuto in ingresso alla piattaforma Bellolampo (percentuale di ingombranti)
- Tabella 5 Esiti delle analisi merceologiche condotte sul rifiuto in ingresso alla piattaforma Bellolampo (potere calorifico del rifiuto)
- Tabella 6 Produzione di rifiuti urbani suddivisi in differenziati, indifferenziati e ingombranti Anni 2007 - 2008 (t)
- Tabella 7 Ripartizione percentuale della raccolta differenziata – Anni 2004 – 2008
- Tabella 8 Raccolta differenziata per Provincia – Quantità e percentuale - Anni 2004 - 2008
- Tabella 9 Elenco delle ditte che ricevono la frazione umida della raccolta differenziata (2008)
- Tabella 10 Confronto tra il numero delle Ditte che ricevono e trattano la frazione umida etra le quantità ricevute e quelle trattate o messe in riserva - Anno 2008
- Tabella 11 Elenco delle ditte che trattano la frazione umida della raccolta differenziata
- Tabella 12 Quantità trattata di frazione umida della raccolta differenziata - Anno 2008
- Tabella 13 Impianti di compostaggio in Sicilia in esercizio, in costruzione ed in istruttoria
- Tabella 14 Compostaggio di Rifiuti Urbani
- Tabella 15 Impianti di compostaggio: fabbisogno impiantistico
- Tabella 16 Caratterizzazione del rifiuto urbano per aree demografiche
- Tabella 17 Emissioni evitate annualmente a seguito delle attività di raccolta differenziata (t/a)
- Tabella 18 Parametri di emissione assunti (kg/t di materiale) - Emissioni materiale vergine
- Tabella 19 Emissioni attività di riciclaggio
- Tabella 20 Quartieri di Palermo e relativa superficie
- Tabella 21 Popolazione residente a Palermo (1951-2009)
- Tabella 22 Popolazione residente nel comune e nella provincia di Palermo – valori assoluti e percentuali
- Tabella 23 Popolazione residente, ripartizione per sesso nel comune di Palermo
- Tabella 24 Residenti di 6 anni e più con titolo di studio - valori assoluti e percentuali - comune di Palermo – 2001
- Tabella 25 Consumi di energia elettrica per abitante in Sicilia nel 1995 e nel 2005
- Tabella 26 Consumi di energia elettrica per abitante in Sicilia nel 1999 e nel 2009
- Tabella 27 Andamento dei consumi di energia in Sicilia per abitante dal 1990 al 2009
- Tabella 28 Consumi di energia elettrica in Sicilia secondo settore di utilizzazione
- Tabella 29 Consumi di energia elettrica del settore terziario secondo tipo di attività(servizi vendibili)
- Tabella 30 Consumi di energia elettrica del settore terziario secondo tipo di attività (servizi non vendibili)
- Tabella 31 Consumi di energia elettrica nella provincia di Palermo secondo settore di utilizzazione
- Tabella 32 Dati relativi ai consumi di energia elettrica per classe merceologica in provincia di Palermo e nella regione Sicilia nell'anno 2005
- Tabella 33 Consumi di gas a Palermo per uso domestico dal 2000 al 2009
- Tabella 34 Consumi di energia per uso domestico a Palermo dal 2000 al 2009

- Tabella 35 Produzione di rifiuti urbani pro capite anni 2004- 2008
- Tabella 36 Quantità di rifiuti urbani raccolti in modo differenziato e percentuale sul totale 2004-2008
- Tabella 37 Produzione di rifiuti a Palermo dal 2000 al 2009
- Tabella 38 Produzione e raccolta rifiuti a Palermo anni 2004- 2008
- Tabella 39 Zone servite dalla raccolta differenziata nella città di Palermo
- Tabella 40 Dato complessivo Progetto Porta a Porta Palermo Differenzia periodo 08/02 - 30/10/2010
- Tabella 41 Dato complessivo Progetto Porta a Porta "Palermo Differenzia" periodo 08/02 - 30/10/2010
- Tabella 42 Dato complessivo Raccolta Differenziata Stradale, altri servizi porta a porta fuori dall'area interessata dal Progetto Ministeriale "Palermo Differenzia" periodo Gennaio - Settembre 2010
- Tabella 43 Quantità di rifiuti raccolti a Borgo Ulivia nel 2008
- Tabella 44 Quantità di rifiuti raccolti a Borgo Ulivia nel 2010
- Tabella 45 Costi base per la raccolta e il trasporto dei rifiuti
- Tabella 46 Stima del fabbisogno economico per messa in opera discarica R.S.U. nel comune di Bolognetta
- Tabella 47 Costi base per lo smaltimento dei rifiuti
- Tabella 48 AMIA S.p.A. Scheda 2010 - Piattaforme di conferimento

**Tabella 1 Produzione pro capite di rifiuti urbani per regione - Anni 2004-2008 (Kg\*ab/anno)**

Anno		2004	2005	2006	2007	2008
Nord	Piemonte	515	513	523	516	509
	Valle D'aosta	591	594	599	601	608
	Lombardia	510	503	518	512	515
	Trentino A. A.	490	485	495	486	496
	Veneto	465	480	498	491	494
	Friuli V. G.	490	498	492	506	497
	Liguria	599	601	609	610	612
	Emilia Romagna	657	666	677	673	680
	<b>Valore Medio</b>	<b>530</b>	<b>531</b>	<b>544</b>	<b>539</b>	<b>541</b>
Centro	Toscana	693	697	704	694	686
	Umbria	555	641	661	639	613
	Marche	543	573	565	564	551
	Lazio	597	617	611	604	594
		<b>Valore Medio</b>	<b>617</b>	<b>639</b>	<b>637</b>	<b>630</b>
Sud	Abruzzo	522	532	534	527	524
	Molise	382	415	405	404	420
	Campania	481	485	497	491	468
	Puglia	489	486	511	527	523
	Basilicata	398	385	401	414	386
	Calabria	470	467	476	470	459
	Sicilia	508	520	542	536	526
	Sardegna	532	529	519	519	507
	<b>Valore Medio</b>	<b>491</b>	<b>494</b>	<b>509</b>	<b>508</b>	<b>496</b>
<b>Valore Medio Nazionale</b>		<b>524</b>	<b>534</b>	<b>542</b>	<b>539</b>	<b>533</b>

Fonte dati: ISPRA – Elaborazione: Sezione regionale del Catasto rifiuti della Sicilia

**Tabella 2 Produzione pro capite di rifiuti in Sicilia - Anni 2004-2008 (Kg \* ab/anno)**

Provincia	2004	2005	2006	2007	2008
Agrigento	425	428	494	463	466
Caltanissetta	448	467	486	468	463
Catania	583	639	599	600	574
Enna	417	426	423	430	414
Messina	445	410	495	525	502
Palermo	536	576	594	571	568
Ragusa	516	499	496	501	489
Siracusa	511	422	517	517	522
Trapani	487	516	509	495	496
<b>Totale regionale</b>	<b>507</b>	<b>521</b>	<b>542</b>	<b>536</b>	<b>526</b>

Fonte dati: ISPRA – Elaborazione: Sezione regionale del Catasto rifiuti della Sicilia

**Tabella 3 Produzione percentuale di rifiuti per provincia - Anni 2004-2008**

Provincia	2004	2005	2006	2007	2008
Agrigento	7,6	7,5	8,3	7,8	8,0
Caltanissetta	4,9	4,9	4,9	4,7	4,8
Catania	24,5	26,3	24,5	24,1	23,5
Enna	2,9	2,8	2,7	2,8	2,7
Messina	11,5	10,2	11,9	12,8	12,4
Palermo	26,1	27,3	27,1	26,3	26,7
Ragusa	6,2	5,9	5,6	5,8	5,8
Siracusa	8,0	6,5	7,6	7,7	7,9
Trapani	8,3	8,6	8,1	8,0	8,2

Fonte dati: ISPRA – Elaborazione: Sezione regionale del Catasto rifiuti della Sicilia



**Tabella 4** Esiti delle analisi merceologiche condotte sul rifiuto in ingresso alla piattaforma Bellolampo (la seconda riga in corsivo si riferisce alla percentuale di ingombranti)

Data e provenienza rifiuto	Sostanza organica e vario	Plastica e gomma	Carta e cartoni	Tessili e legno	Inerti (vetro, ceramica e pietre)	Metalli	Sottovaglio (< 20 mm)
20/06/2002 <i>Torretta (PA)</i>	41,6% 0%	17,61% 0,72%	13,85% 0%	7,23% 0,46%	3,82% 0%	1,59% 1,21%	14,75%
20/06/2002 Palermo centro storico	16,41% 0%	10,95% 0,73%	32,82% 1,18%	2,94% 0,32%	1,55% 0%	1,74% 0,15%	33,59%
20/06/2002 Palermo Brancaccio	13,80% 0%	17,64% 1,66%	30,09% 0,10%	7,53% 0%	2,39% 0%	3,38% 0,45%	25,17%

Fonte: Piano di gestione dei rifiuti in Sicilia

**Tabella 5** Esiti delle analisi merceologiche condotte sul rifiuto in ingresso alla piattaforma Bellolampo (indagine finalizzata alla determinazione del potere calorifico del rifiuto)

Data e provenienza rifiuto	Organico e verde	Plastica	Carta e cartoni	Tessili e legno	Vetro	Alluminio
16/09/2002 Palermo Zen 1	30,75%	18,05%	20,36%	6,91%	9,64%	0,58%
	Metalli ferrosi	Metalli non ferrosi	Pannolini	Poliaccoppiati	Pelli e cuoio	Altri inerti
	2,52%	0,3%	4,82%	1,91%	0,62%	3,55%
Data e provenienza rifiuto	Organico e verde	Plastica	Carta e cartoni	Tessili e legno	Vetro	Alluminio
16/09/2002 Palermo Zona res. 2004	28,08%	17,07%	27,21%	3,01%	7,03%	3,27%
	Metalli ferrosi	Metalli non ferrosi	Pannolini	Poliaccoppiati	Pelli e cuoio	Altri inerti
	3,58%	0,33%	4,78%	2,48%	0,87%	2,30%

Fonte: AMIA

**Tabella 6** Produzione di rifiuti urbani suddivisi in differenziati, indifferenziati e ingombranti Anni 2007 - 2008 (t)

Provincia	2007			2008		
	Raccolta differenziata	Indifferenziati	Ingombranti a smaltimento	Raccolta differenziata	Indifferenziati	Ingombranti a smaltimento
Agrigento	22.840	188.155	8	22.764	189.423	0
Caltanissetta	3.723	123.765	60	6.985	118.948	127
Catania	39.280	609.419	390	39.051	583.288	466
Enna	5.113	69.340	259	3.456	68.248	76
Messina	12.420	331.237	0	15.427	313.556	0
Palermo	46.582	661.346	1.980	46.263	655.922	5.207
Ragusa	11.042	144.695	372	10.690	142.754	137
Siracusa	7.199	200.051	20	8.515	200.413	1.355
Trapani	16.607	199.297	0	25.143	191.902	295
Totale Sicilia	164.806	2.527.303	3.089	178.294	2.464.464	7.664

Fonte dati: ISPRA - Elaborazione: Sezione regionale del Catasto rifiuti della Sicilia

**Tabella 7** Ripartizione percentuale della raccolta differenziata - Anni 2004 - 2008

Anno	fraz. umida, verde	carta	vetro	plastica	metallo	legno	RAEE	altri ingom.	tessile	selett.	altro
2004	31,4	30,5	14,9	5,0	5,1	6,8	1,0	2,3	0,8	0,4	1,8
2005	31,6	30,0	15,1	5,3	4,4	6,7	1,3	2,4	0,8	0,4	1,8
2006	32,2	30,2	14,8	5,5	4,0	6,9	1,3	1,9	0,8	0,4	1,9
2007	32,5	30,1	14,5	5,6	4,0	7,2	1,3	2,2	0,8	0,3	1,4
2008	33,6	29,5	15,1	5,8	3,6	6,9	1,6	2,2	0,8	0,3	0,6

Fonte dati: ISPRA - Elaborazione: Sezione regionale del Catasto rifiuti della Sicilia

**Tabella 8 Raccolta differenziata per Provincia – Quantità e percentuale – Anni 2004 – 2008**

Anno	2004		2005		2006		2007		2008	
	Quantità (t)	Perc. (%)	Quantità (t)	Perc. (%)	Quantità (t)	Perc. (%)	Quantità (t)	Perc. (%)	Quantità (t)	Perc. (%)
Agrigento	12.057	6,2	12.199	6,2	20.662	9,2	22.840	10,8	22.764	10,7
Caltanissetta	5.579	4,5	5.122	4,0	5.406	4,1	3.723	2,9	6.985	5,5
Catania	29.060	4,6	38.780	5,6	32.857	5,1	39.280	6,1	39.051	6,3
Enna	3.974	5,5	5.404	7,3	5.138	7,0	5.113	6,8	3.456	4,8
Messina	7.403	2,5	5.024	1,9	8.977	2,8	12.420	3,6	15.427	4,7
Palermo	46.610	7,0	40.161	5,6	67.514	9,2	46.582	6,6	46.263	6,5
Ragusa	13.426	8,5	12.014	7,8	12.066	7,9	11.042	7,1	10.690	7,0
Siracusa	8.411	4,1	7.949	4,7	7.062	3,4	7.199	3,5	8.515	4,0
Trapani	11.746	5,6	16.481	7,3	19.324	8,7	16.607	7,7	25.143	11,6
<b>Totale Sicilia</b>	<b>138.266</b>	<b>5,4</b>	<b>143.134</b>	<b>5,7</b>	<b>179.006</b>	<b>6,6</b>	<b>164.806</b>	<b>6,2</b>	<b>178.294</b>	<b>6,7</b>

Fonte dati: ISPRA - Elaborazione: Sezione regionale del Catasto rifiuti della Sicilia

**Tabella 9 Elenco delle ditte che ricevono la frazione umida della raccolta differenziata (2008)**

Provincia	Comune	Località	Ditta	Quantità di frazione umida ricevuta (t)
AG	Sciacca	C.da S.Maria - Z.I.	S.A.M. S.R.L.	123
CT	Franeffreddo	Ponte Minissale	Impresa Edile Russo Rosario	1.864
	Grammichele	C.da Poggiarelli	Kalat Ambiente	9.241
	Misterbianco	Via Campo Sportivo	Con.Te.A.	405
	Motta	Oikos S.R.L.	Oikos S.R.L.	12
	Ramacca	Ofelia Ambiente S.R.L.	Ofelia Ambiente S.R.L.	1.112
	San Gregorio		Suneto Ambiente S.P.A.	4
EN	Enna	C.da Ciaramito - Azi Z.I.	Sicilia Ambiente S.P.A.	1.058
ME	Messina	C.da Pace C/O Inceneritore	Messinambiente S.P.A.	4
PA	Castellana	C.da Balza di Cetta	Alte Madonie Ambiente	17
	Palermo	C.da Bellolampo S.P. 1 Km4+900	Amia S.p.A.	11.683
RG	Modica	Zona A.S.I. C.da Fargione	Eco.Dep. di Morando G & C.	31
	Modica	C.da Grotta Dell'acqua	Imp. Puccia Giorgio	33
	Ragusa	C.da Cava Dei Modicani	Discarica Comunale Cava dei Modicani	1
SR	Francofonte	C.da Roccarazzo	Mov Ter S.n.c. Di Brullo	73
TR	Alcamo	C.da Setterino Ss 113 Km	Surtec S.R.L.	4.575
	Marsala	C.da Maimone	Sicilfert	1.429
	Trapani	C.da Belvedere	Citta' di Trapani	78
	Trapani	C.da Borranea	Comune di Trapani	509
	Trapani	C.da Belvedere	Trapani Servizi S.P.A.	27
<b>Totale</b>				<b>32.280</b>

**Tabella 10 Confronto tra il numero delle Ditte che ricevono e trattano la frazione umida e tra le quantità ricevute e quelle trattate o messe in riserva - Anno 2008**

Provincia	Ditte (n)		Quantità di frazione umida (t)		
	ricevono la frazione umida	trattano la frazione umida	ricevuta (a)	trattata o messa in riserva (b)	Differenza (a-b)
AG	1	1	123	265	-142
CL	0	0			
CT	6	4	12638	26936	-14298
EN	1	1	1058	1853	-795
ME	1	0	4		4
PA	2	0	11700		11700
RG	3	1	65	41	24
SR	1	1	73	170	-92
TR	5	2	6618	36595	-29977
<b>Totale</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>32279</b>	<b>65860</b>	<b>-33581</b>

Elaborazione: Sezione regionale del Catasto Rifiuti della Sicilia

**Tabella 11** Elenco delle ditte che trattano la frazione umida della raccolta differenziata

Provincia	Comune	Ragione Sociale	Località	Quantità di frazione umida (t)			Operazione	
				prodotta	ricevuta da Terzi	conferita a Terzi	Recupero R3 (t)	Messa in riserva R13 (t)
AG	Sciacca	S.Am S.r.l. Sistemi Ambientali	C.da Santa Maria	0	145	8	265	0
CT	Calatabiano	Impresa Edile Russo Rosario	C.da Marauli'	36	1.919	0	1.956	0
	Catania	Ofeia Ambiente S.R.L.	Via S.P. 69 Zona Industriale-	0	551	0	221	210
	Grammichele	Kalat Ambiente S.P.A.	C.da Poggarelli	0	24.040	0	24.040	0
	Misterbianco	Consorzio Con.Te.A	Via Campo Sportivo	1	507	0	0	509
EN	Valguarnera C.	Sicilia Ambiente S.P.A.	Zona Ind.Le Dittaino	0	1.853	0	1.853	0
RG	Modica	Puccia Giorgio	Modica - Ragusa	6	35	0	41	0
SR	Francofonte	Mov. Ter Di Brullo Giovanni & C S.n.c.	C.da Roccarazzo	0	170	0	0	170
TP	Alcamo	Sirtec S.R.L.	C.da Setterino	0	22.778	0	22.805	28
	Marsala	Sicifert S.R.L.	C.da Maimone	0	13.763	0	13.760	3
			Totale	43	65.762	8	64.940	919

Elaborazione: Sezione regionale del Catasto Rifiuti della Sicilia 2008

**Tabella 12** Quantità trattata di frazione umida della raccolta differenziata - Anno 2008

Provincia	Comune	Quantità di frazione umida (t)			Operazione	
		prodotta	ricevuta da Terzi	conferita a Terzi	Recupero R3 (t)	Messa in riserva R13 (t)
AG	Sciacca	0	145	8	265	0
CT	Calatabiano	36	1.919	0	1.956	0
	Catania	0	551	0	221	210
	Grammichele	0	24.040	0	24.040	0
	Misterbianco	1	507	0	0	509
EN	Valguarnera C.	0	1.853	0	1.853	0
RG	Modica	6	35	0	41	0
SR	Francofonte	0	170	0	0	170
TP	Alcamo	0	22.778	0	22.805	28
	Marsala	0	13.763	0	13.760	3
		43	65.762	8	64.940	919

Elaborazione: Sezione regionale del Catasto Rifiuti della Sicilia



**Tabella 13 Impianti di compostaggio in Sicilia in esercizio, in costruzione ed in istruttoria**

Provincia	Titolarità	ATO	Località	Potenzialità (ton/anno)	Legenda
Agrigento	SO.GE.I.R. S.P.A. ATO AG1	AG1	Sciacca	10.000	In esercizio
Agrigento	DEDALO AMBIENTE SPA.	AG3	Ravanusa	16.000	In istruttoria
Agrigento	SICILFERT	AG3	Licata	6.000	Impianto privato
<b>PROVINCIA DI AG</b>				<b>32.000</b>	
Caltanissetta	ATO CL 2	CL2	Gela	11.500	In costruzione
Caltanissetta	ATO CL1	CL1	S. Cataldo	9.300	In istruttoria
<b>PROVINCIA DI CL</b>				<b>20.800</b>	
Catania	KALAT AMBIENTE S.P.A.	CT5	Graumichele	22.000	In esercizio
Catania	SIMETO AMBIENTE S.P.A.	CT3	Paternò	11.900	In Istruttoria
Catania	ETNA AMBIENTE S.R.L.	CT3	Misterbianco	1.750	non finanziato né dall'Ufficio del Commissario né dall'ARRA
<b>PROVINCIA DI CT</b>				<b>35.650</b>	
Enna	ENNAEUNO S.P.A.	EN1	Dittaino	11.000	In esercizio
<b>PROVINCIA DI EN</b>				<b>11.000</b>	
Palermo	ECOLOGIA E AMBIENTE S.P.A.	PA5	Castelbuono	7.500	In esercizio
Palermo	ALTO BELICE AMBIENTE S.P.A.	PA2	Bisacquino	7.500	Non in esercizio
Palermo*	AMIA SPA	PA3	Palermo	96.000	In istruttoria
Palermo	SERVIZI COMUNALI INTEGRATI RSU	PA1	Terrasini		In istruttoria
<b>PROVINCIA DI PA</b>				<b>60.000</b>	
Ragusa	ATO RG1 S.P.A.	RG1	Ragusa	5.500	* in attesa espletamento gara per affidamento gestione impianto
Ragusa	ATO RG1 S.P.A.	RG1	Vittoria	8.000	* in attesa espletamento gara per affidamento gestione impianto
<b>PROVINCIA DI RG</b>				<b>13.500</b>	
Siracusa	ATO SR1	SR1	Siracusa	60.000	In istruttoria
Siracusa	ATO SR2	SR2	Noto	8.000	In istruttoria
<b>PROVINCIA DI SR</b>				<b>68.000</b>	
Trapani	BELICE AMBIENTE S.P.A.	TP2	Castelvetrano	7.000	Non in esercizio
Trapani	DITTA FODERA'	TP1	Marsala	30.000	Impianto privato
Trapani	DITTA D'ANGELO	TP1	Alcamo	15.000	Impianto privato
<b>PROVINCIA DI TP</b>				<b>52.000</b>	
<b>TOTALE</b>				<b>343.950</b>	
<i>*Programmato nell'ambito dell'infrastrutturazione della piattaforma Bellolungo su fondi CIPE</i>					

Fonte dati: Agenzia Regionale Rifiuti e Acque – Osservatorio sui Rifiuti

**Tabella14 Compostaggio di Rifiuti Urbani**

Anno	Produzione RU (t)	Rifiuti trattati in impianti di compostaggio (t)	% dei rifiuti trattati in impianti di compostaggio rispetto al tot. prodotto
2004	2.544.316	47.757	1,88
2005	2.614.078	65.412	2,5
2006	2.717.967	66.074	2,43
2007	2.695.198	130.263	4,83
2008	2.650.411	125.428	4,73

Fonte dati MUD

**Tabella 15 Impianti di compostaggio: fabbisogno impiantistico**

Provincia	Frazione organica (30% Di RSU totale) (ton)	Capacità impianti in funzione	Capacità impianti esistenti ma non funzionanti	Capacità impianti previsti (ton/anno)	Fabbisogno impiantistico (ton/anno)
AG*	61.591	16.000		16.000	29.591
CL	35.859			20.800	15.059
CT	184.242	22.000		13.650	148.592
EN	21.281	11.000			10.281
ME	97.785				97.785
PA	205.274	7.500	7.500	45.000	145.274
RG	45.612		13.500		32.112
SR	62.656			68.000	
TP**	66.294	45.000	7.000		14.294
<b>Totale</b>	<b>780.595</b>	<b>101.500</b>	<b>28.000</b>	<b>163.450</b>	<b>487.645</b>

\*è incluso un impianto privato da 6.000 t/anno \*\* gli impianti in funzione sono privati

**Tabella 16 Caratterizzazione del rifiuto urbano per aree demografiche**

TABELLA 2 A.P.	A	B	C	NOTE
FRAZIONE MERCEOLOGICA	Ambiti con centri urbani n° ab > 300.000	Ambiti con centri urbani n° ab < 150.000	Ambiti provinciali	
	%	%	%	
Sottovaglio < 20mm (*)	10,79		5,54	(*) Fraz. umida 170-80 %
Organico	18,37	30,40	38,42	
Verde	1,80		1,17	
<b>Totale "frazione umida"</b>	<b>28,90</b>	<b>30,40</b>	<b>43,47</b>	
Plastica film (*)	7,19	5,00	5,00	(*) 100 % Frazione CONAI
Altra plastica (**)	6,14	5,10	4,70	(**) Si stima il 20 % Riciclabile
Imbal. e conten. in plastica (*)	3,73	5,80	3,53	(*) 100 % Frazione CONAI
<b>Totale plastica riciclabile</b>	<b>12,15</b>	<b>11,82</b>	<b>9,47</b>	
Carta riciclabile	14,70	6,10	3,90	
Altra carta	7,14	3,50	7,14	
Cartone teso	3,73	11,00	3,12	
Cartone ondulato	1,85		4,16	
<b>Totale carta/cartone ricicl. (*)</b>	<b>27,22</b>	<b>20,60</b>	<b>18,32</b>	(*) 100 % Frazione CONAI
Pannolini	4,78	6,80	5,72	
Poliaccoppiati prev. carta			2,22	
Poliaccoppiati prev. plastica			0,42	
Poliaccoppiati prev. alluminio			0,01	
<b>Totale poliaccoppiati</b>	<b>2,48</b>	<b>1,90</b>	<b>2,65</b>	
<b>Legno (*)</b>	<b>0,97</b>	<b>1,20</b>	<b>0,80</b>	(*) 100 % Frazione CONAI
Tessili naturali			2,07	
Altri tessili			0,96	
<b>Totale tessili riciclabili</b>	<b>2,04</b>	<b>4,50</b>	<b>3,03</b>	
Pelli e cuoio	0,87		0,44	
<b>Vetro (*)</b>	<b>5,69</b>	<b>6,60</b>	<b>6,23</b>	(*) 100 % Frazione CONAI
Altri inerti	0,75	2,20	1,70	
<b>Alluminio (*)</b>	<b>3,27</b>	<b>1,80</b>	<b>0,42</b>	(*) 100 % Frazione CONAI
Materiali ferrosi	3,58	2,50	1,60	
<b>Acciaio (*)</b>	<b>0,33</b>	<b>0,20</b>	<b>0,14</b>	(*) 100 % Frazione CONAI
Pile			0,00	Percent. R.U. inerte e ferroso
Farmaci			0,10	A B C
Altri rifiuti pericolosi e non		0,46	0,08	13,82 13,30 10,18
<b>RAEE</b>			<b>0,28</b>	
<b>TOTALE</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	

Fonte dati: Revisione del piano di gestione dei rifiuti solidi urbani in Sicilia

**Tabella 17 Emissioni evitate annualmente a seguito delle attività di raccolta differenziata (t/a)**

	Vetro	Carta	Plastica	Metalli	Alluminio	Totale
CO <sub>2</sub> bio	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
CO <sub>2</sub> fossile	11.618,930	13.384,800	20.178,149	4.532,000	4.378,000	54.091,879
CO	34,048	12,830	27,498	36,432	37,070	147,879
SO <sub>x</sub> come SO <sub>2</sub>	115,261	76,824	130,472	8,272	32,120	362,948
H <sub>2</sub> S	0,000	0,000	-0,014	0,000	0,000	-0,014
NO <sub>x</sub> come NO <sub>2</sub>	-48,691	93,060	140,662	4,354	9,119	198,504
N <sub>2</sub> O	0,024	-0,752	-0,062	0,007	0,024	-0,759
NH <sub>3</sub>	2,300	-6,087	0,010	0,000	0,008	-3,769
P	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
polveri	36,034	54,054	25,404	0,572	12,716	128,780
Alogeni	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Cl come HCl	0,994	0,519	0,809	-0,128	0,410	2,604
Br come HBr	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
F come HF	-0,510	0,043	0,020	0,251	0,037	-0,160

**Tabella 18 Parametri di emissione assunti (kg/t di materiale) - Emissioni materiale vergine**

	Vetro	Carta	Plastica	Metalli	Alluminio
CO <sub>2</sub> bio	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
CO <sub>2</sub> fossil	1207,7300	860,0000	2254,0000	2970,0000	7036,6667
CO	2,1094	0,7160	2,7900	18,4333	56,3000
SO <sub>x</sub> come SO <sub>2</sub>	6,9811	3,3700	13,6000	6,2267	50,1000
H <sub>2</sub> S	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
NO <sub>x</sub> come NO <sub>2</sub>	0,3952	3,7200	14,0000	4,5460	14,7067
N <sub>2</sub> O	0,0030	0,0207	0,0060	0,0096	0,0383
NH <sub>3</sub>	0,1271	0,0753	0,0010	0,0020	0,0125
P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
polveri	2,6579	1,5200	2,4900	1,4167	19,5333
Alogeni	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Cl come HCl	0,1124	0,0262	0,0790	0,0867	0,6417
Br come HBr	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
F come HF	-0,0042	0,0025	0,0022	0,1103	0,0677
idrocarburi	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

**Tabella 19 Emissioni attività di riciclaggio**

	Vetro	Carta	Plastica	Metalli	Alluminio
CO <sub>2</sub> bio	0,0000	0,0000	0,0000		
CO <sub>2</sub> fossil	579,0000	522,0000	343,1904	1253,3333	403,3333
CO	0,2670	0,3920	0,1860	4,6333	0,1333
SO <sub>x</sub> come SO <sub>2</sub>	0,7440	1,4300	1,2447	3,0933	1,4333
H <sub>2</sub> S	0,0000	0,0000	0,0014	0,0000	0,0000
NO <sub>x</sub> come NO <sub>2</sub>	3,0300	1,3700	0,6797	2,8967	0,8900
N <sub>2</sub> O	0,0017	0,0397	0,0119	0,0070	0,0019
NH <sub>3</sub>	0,0026	0,2290	0,0001	0,0019	0,0004
P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
polveri	0,7080	0,1550	0,0844	1,2000	0,2667
Alogeni	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Cl come HCl	0,0586	0,0131	0,0024	0,1350	0,0200
Br come HBr	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
F come HF	0,0234	0,0014	0,0003	0,0154	0,0122
idrocarburi	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Fonte : Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft - Buwal: Schriftenreihe Umwelt nr 250 I/II Abfälle "Okoinventare für Verpackungen" 1996

**Tabella 20 Quartieri di Palermo e relativa superficie**

	Quartiere	Superficie km <sup>2</sup>
1	Tribunali - Castellammare	1,14
2	Palazzo Reale - Monte di Pietà	1,35
3	Oreto - Stazione	3,21
4	Montegrappa - Santa Rosalia	2,68
5	Cuba - Calatafimi	1,65
6	Zisa	1,59
7	Noce	1,06
8	Malaspina - Palagonia	1,41
9	Libertà	2,52
10	Politeama	2,28
11	Settecannoli	7,75
12	Brancaccio - Ciaculli	12,61
13	<b>Villagrazia - Falsomiele</b>	<b>18,21</b>
14	Mezzomonreale - Villa Tasca	8,90
15	Altarello	1,95
16	Boccadifalco	10,98
17	Uditore - Passo di Rigano	3,97
18	Borgo Nuovo	11,00
19	Cruillas - C.E.P.	10,63
20	Resuttana - San Lorenzo	12,91
21	Tommaso Natale - Sferracavallo	10,49
22	Partanna - Mondello	14,39
23	Pallavicino	4,94
24	Monte Pellegrino	8,90
25	Arenella - Vergine Maria	2,36
	<b>TOTALE</b>	<b>158,88</b>
	Centro storico	2,46
	Quartieri interni	25,32
	Quartieri esterni	130,51

Fonte: Piano Energetico Ambientale del Comune di Palermo

**Tabella 21 Popolazione residente a Palermo (1951-2009)**

Anno	1951	1961	1971	1981	1991	2001	2009
abitanti	490.692	587.985	642.814	701.782	698.556	686.722	656.081

Fonte: ISTAT

**Tabella 22 Popolazione residente nel comune e nella provincia di Palermo – valori assoluti e percentuali**

	1971	1981	Variazioni	1991	Variazioni	2001	Variazioni	2010	Variazioni
Palermo	642.814	701.782	9,20%	698.556	-0,50%	686.722	-1,70%	656.081	-4,50%
Provincia di Palermo	1.124.015	1.198.575	6,60%	1.224.778	2,20%	1.235.923	0,90%	1.246.094	0,80%

Fonte: ISTAT

**Tabella 23 Popolazione residente, ripartizione per sesso nel comune di Palermo**

	Maschi	Femmine	Totale
Palermo	328.424	358.298	686.722
Percentuale	47,82%	52,18%	100,00%

Fonte: ISTAT

**Tabella 24 Residenti di 6 anni e più con titolo di studio - valori assoluti e percentuali - comune di Palermo – 2001**

	Analfabeti	Alfabeti senza titolo	Licenza elementare	Licenza media inf.	Diplomati	Laureati	Totale con titolo	Totale
Valori assoluti	13.666	68.894	154.055	193.232	154.728	59.735	561.750	644.310
Valori percentuali	2,12%	10,69%	27,42%	34,40%	27,54%	10,63%	87,19%	100,00%

Fonte: Istat 14° Censimento della popolazione e delle abitazioni 2001



**Tabella 25 Consumi di energia elettrica per abitante in Sicilia nel 1995 e nel 2005**

Totale			di cui domestico		
kWh/ab.	kWh/ab.	tasso medio annuo	kWh/ab.	kWh/ab.	tasso medio annuo
1995	2005	2005/1995	1995	2005	2005/1995
3.050	3.745	2,1%	1.062	1.182	1,1%

Fonte Terna

**Tabella 26 Consumi di energia elettrica per abitante in Sicilia nel 1999 e nel 2009**

Totale			di cui domestico		
kWh/ab.	kWh/ab.	tasso medio annuo	kWh/ab.	kWh/ab.	tasso medio annuo
1999	2009	2009/1999	1999	2009	2009/1999
3.294	3.685	1,1%	1.078	1.166	0,8%

Fonte Terna

**Tabella 27 Andamento dei consumi di energia in Sicilia per abitante dal 1990 al 2009**

anno	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Kwh/ab	2.800	2.909	3.015	3.085	3.050	3.050	2.981	3.042	3.082	3.294	3.420	3.497	3.590	3.691	3.688	3.745	3.823	3.798	3.788	3.685

Fonte Terna

**Tabella 28 Consumi di energia elettrica in Sicilia secondo settore di utilizzazione**

Settore	Agricoltura		Industria		Terziario		Domestico		Totale	
Anni	2005	2009	2005	2009	2005	2009	2005	2009	2005	2009
GWh	407,1	406,7	7529,5	6.724,9	4920,5	5.564,9	5927,1	5.874,9	18.784,2	18.571,4

Fonte Terna

**Tabella 29 Consumi di energia elettrica del settore terziario secondo tipo di attività (servizi vendibili)**

Settore	Trasporti		Comunicazione		Commercio		Alberghi, Ristoranti e Bar		Credito ed Assicurazioni		Altro		Totale	
Anni	2005	2009	2005	2009	2005	2009	2005	2009	2005	2009	2005	2009	2005	2009
GWh	390,1	433,8	206,2	234,5	1272,6	1.491,2	633,9	692,6	100,5	109,1	743,8	990,5	3347,1	3951,8

Fonte Terna

**Tabella 30 Consumi di energia elettrica del settore terziario secondo tipo di attività (servizi non vendibili)**

Settore	Pubblica Amministrazione		Illuminazione Pubblica		Altro		Totale	
Anni	2005	2009	2005	2009	2005	2009	2005	2009
GWh	451,3	449,4	596,1	598,1	526,0	565,5	1.573,5	1.613,1

Fonte Terna

**Tabella 31 Consumi di energia elettrica nella provincia di Palermo secondo settore di utilizzazione**

Settore	Agricoltura		Industria		Terziario		Domestico		Totale	
Anni	2005	2009	2005	2009	2005	2009	2005	2009	2005	2009
GWh	27,9	30,1	501,6	472,1	1.197,5	1.310,8	1.535,1	1.483,7	3.262,1	3.296,8

Fonte Terna

**Tabella 32 Dati relativi ai consumi di energia elettrica per classe merceologica in provincia di Palermo e nella regione Sicilia nell'anno 2005**

Classe merceologica	Provincia di Palermo	Sicilia
AGRICOLTURA	27,9	407,1
INDUSTRIA	501,6	7.529,50
TERZIARIO	1.197,50	4.775,30
DOMESTICO	1.535,10	5.927,10
Illuminazione Pubblica	111,2	596,1
di cui serv. gen. edifici	91,6	276,3
<b>TOTALE</b>	<b>3.262,00</b>	<b>19.511,40</b>

Fonte : rielaborazione su dati forniti da Regione Siciliana Assessorato Industria

**Tabella 33 Consumi di gas a Palermo per uso domestico dal 2000 al 2009**

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
m <sup>3</sup> x ab	53,1	57,2	59,9	78,7	75,5	91,3	85,1	78,9	80,5	98,3

Fonte Istat dati ambientali nelle città

**Tabella 34 Consumi di energia per uso domestico a Palermo dal 2000 al 2009**

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
kWh x ab	1186,5	1143,7	1191,8	1203,8	1248,3	1270,7	1301,5	1241,8	1228,6	1232,9

Fonte Istat dati ambientali nelle città

**Tabella 35 Produzione di rifiuti urbani pro capite anni 2004- 2008 (Kg/ab\*anno)**

	2004	2005	2006	2007	2008
Italia	533	539	550	546	541
Sud	491	494	509	508	496
Sicilia	508	520	542	536	526

Fonte: APAT

**Tabella 36 Quantità di rifiuti urbani raccolti in modo differenziato e percentuale sul totale 2004-2008**

	2004		2005		2006		2007		2008	
	tonnellate	% RD	tonnellate	% RD	tonnellate	% RD	tonnellate	% RD	tonnellate	% RD
Italia	7.066.800	22,7%	7.672.000	24,2%	8.375.000	25,8%	8.960.000	27,5%	9.937.200	30,6%
Sud	823.000	8,1%	905.800	8,8%	1.077.200	10,2%	1.225.700	11,6%	1.516.900	14,7%
Sicilia	138.266	5,4%	143.133	5,5%	179.004	6,6%	164.805	6,1%	178.294	6,7%

Fonte: Ispra e Osservatorio Nazionale Rifiuti 2008

**Tabella 37 Produzione di rifiuti a Palermo dal 2000 al 2009 (Kg x ab)**

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Raccolta rifiuti urbani	628,2	601,0	515,1	545,2	605,8	614,1	636,3	615,2	595,1	581,7
Raccolta differenziata	4,8%	5,5%	5,9%	6,2%	7,5%	8,1%	6,9%	4,1%	4,6%	5,5%

Fonte Istat dati ambientali nelle città

**Tabella 38 Produzione e raccolta rifiuti a Palermo anni 2004- 2008**

	2004	2005	2006	2007	2008
Abitanti	675.277	670.820	666.552	663.173	659.433
Produzione totale RU (t)	386.348	440.337	450.902	417.122	410.880
Produzione pro capite RU (kg/ab.*anno)	572	656	676	629	623
Raccolta indifferenziata (t)	349.259	403.349	398.146	391.260	385.405
Raccolta indifferenziata pro capite (kg/ab.*anno)	517	601	597	590	584
Raccolta differenziata (t)	37.089	36.988	52.756	25.862	25.475
RD pro capite ((kg/ab.*anno)	55	55	79	39	39
Percentuale RD (%)	9,6%	8,4%	11,7%	6,2%	6,2%

Fonte: Ispra Rapporto rifiuti urbani 2009

**Tabella 39 Zone servite dalla raccolta differenziata nella città di Palermo**

	Abitanti serviti	N° utenze commerciali servite	N° strade servite	Superficie Totale (m <sup>2</sup> )
I° STEP (8 feb 2010)	14.084	470	33	650.326
II° STEP (26 mar 2010)	18.174	400	42	661.253
III° STEP (22 giugno 2010)	16.768	700	72	1.133.897
IV° STEP (26 sett. 2010)	26.778	1.550	97	1.343.714
V° STEP (nov. 2010)	22.208	1.080	122	1.463.484
Tot.	<b>98.012</b>	<b>4.200</b>	<b>366</b>	<b>5.252.674</b>

Fonte Amia

**Tabella 40** Dato complessivo Progetto Porta a Porta Palermo Differenzia periodo 08/02 - 30/10/2010 (dati in kg.)

Frazione Merceologica	Totale	%
Carta e Cartone	1.755.372	21,08
Imballaggi metallici	23.700	0,28
Organico	3.013.100	36,19
Imballaggi in Plastica	455.720	5,47
Imballaggi in Vetro	320.030	3,84
Indifferenziato - Non Riciclabile	2.757.740	33,12
<b>Totale complessivo</b>	<b>8.325.662</b>	<b>100,00</b>

Fonte Amia

**Tabella 41** Dato complessivo Progetto Porta a Porta "Palermo Differenzia" periodo 08/02 - 30/10/2010 (dati in kg.)

Frazioni	Totale	%
Raccolta Differenziata	5.567.922	66,88
Non Riciclabile	2.757.740	33,12
<b>Totale complessivo</b>	<b>8.325.662</b>	<b>100,00</b>

Fonte Amia

**Tabella 42** Dato complessivo Raccolta Differenziata Stradale, altri servizi porta a porta fuori dall'area interessata dal Progetto Ministeriale "Palermo Differenzia" periodo Gennaio - Settembre 2010 (dati in kg.)

Frazione Merceologica	Totale	%
R.D. Stradale e altri servizi p.p fuori area Palermo Differenzia	10.628.887	4,02%
Indifferenziato <sup>303</sup>	254.000.000	95,98%
<b>Totale complessivo in Kg</b>	<b>264.628.887</b>	<b>100,00%</b>

Fonte Amia

**Tabella 43** Quantità di rifiuti raccolti a Borgo Ulivia nel 2008

Produzione mensile		Media giornaliera	
Mese	Kg	Mese	Kg
Gennaio	261.940	Gennaio	12.445
Febbraio	224.197	Febbraio	14.715
Marzo	268.897	Marzo	13.804
Aprile	309.360	Aprile	13.340
Maggio	178.807	Maggio	10.307
Giugno	193.493	Giugno	12.564
Luglio	203.567	Luglio	9.590
Agosto	158.293	Agosto	9.824
Settembre	115.353	Settembre	12.172
Ottobre	312.333	Ottobre	13.455
Novembre	190.737	Novembre	11.712
Dicembre	189.730	Dicembre	12.382
<b>Totale</b>	<b>2.606.707</b>	<b>Media</b>	<b>12.192</b>

Fonte Amia

**Tabella 44** Quantità di rifiuti raccolti a Borgo Ulivia nel 2010

Produzione mensile		Media giornaliera	
Mese	Kg	Mese	Kg
Gennaio	330.310	Gennaio	13.798
Febbraio	335.017	Febbraio	14.227
Marzo	360.827	Marzo	13.252
Aprile	381.503	Aprile	13.390
Maggio	346.010	Maggio	13.572
Giugno	350.720	Giugno	13.868
Luglio	333.217	Luglio	13.208
Agosto	276.520	Agosto	12.390
Settembre	323.267	Settembre	13.910
Ottobre	352.067	Ottobre	15.142
Novembre		Novembre	
Dicembre		Dicembre	
<b>Totale</b>	<b>3.389.457</b>	<b>Media</b>	<b>13.676</b>

Fonte Amia

<sup>303</sup> dato riferibile alla popolazione cittadina al netto dei residenti all'interno dell'area Palermo Differenzia (stima a settembre)

**Tabella 45 Costi base per la raccolta e il trasporto dei rifiuti**

costo annuo di un auto compattatore	$200.000/10 + 20.000 =$	40.000 €
costo annuo dell'equipaggio di un auto compattatore	$(2.800 + 2 \times 2.500) \times 14 =$	109.200 €
costo del carburante nell'area di raccolta per Km percorso	$1/2 [l / Km] \times 1,4 [€/l] =$	0,70 €/Km
costo del carburante per il trasporto all'impianto di smaltimento per Km percorso	$1/4 [l / Km] \times 1,4 [€/l] =$	0,35 €/Km

Fonte: Rielaborazione personale su dati Amia

**Tabella 46 Stima del fabbisogno economico per messa in opera discarica R.S.U. nel comune di Bolognetta**

A) Interventi preparatori e di sistemazione	€ 491.400
B) Interventi finalizzati a start - up gestione	€ 1.415.442
sommano	€ 1.906.842

Fonte: Rielaborazione personale su dati COINRES Ato PA4

[www.coinresatopa4.it/.../63\\_Fabbisogno%20economico%20messa%20in%20funzione%20Discaric.](http://www.coinresatopa4.it/.../63_Fabbisogno%20economico%20messa%20in%20funzione%20Discaric.)

**Tabella 47 Costi base per lo smaltimento dei rifiuti**

costo annuo di realizzazione discarica	16,38 €/t
costo annuo di gestione discarica con conferimento rifiuti organici	47,18 €/t
costo annuo di gestione discarica senza conferimento rifiuti organici	27,18 €/t
costo annuo di realizzazione impianto di compostaggio	38,25 €/t
costo annuo di gestione impianto di compostaggio	64,59 €/t

Fonte: Rielaborazione personale su dati COINRES Ato PA4, Amia, Bollettino Ufficiale della Regione Toscana

**Tabella 48 AMIA S.p.A. Scheda 2010 - Piattaforme di conferimento**

Piattaforma	Destinazione	Comune e CAP (PR)	C.E.R. CONFERITI	Tipologia di rifiuti	Distanza da Borgo Ulivia [Km]
BRUGNANO	ZONA INDUSTRIALE BRANCACCIO	Palermo	160103 - 160104 - 160601 - 200134 - 200139 - 200138	pneumatici, veicoli fuori uso, batterie, plastica abbigliamento	3
ALBA Soc. Coop Sociale a.r.l.	Via Luigi Capuana, 30	Mineo 95044 - (CT)	200110		221
ECO. PA s.r.l.	C.DA NOTARBARTOLO	TERMINI IMERESE 90018 - (PA)	160119 - 200139	plastica	42
ECOFARMA SRL	Via Dominici, Zona industriale	Carini 90044 - (PA)	200132	medicinali	30
LVS s.r.l.	C.DA CANNE MASCHE	TERMINI IMERESE 90018 - (PA)	150101 - 150102 - 150103 - 150104 - 150107 - 191202 - 190103 - 200123 - 200135 - 200136	carta, plastica, legno, vetro, apparecchiature elettroniche fuori uso	42
P.A.S. soc. coop	Via don Milani, 32/E	Carini 90044 - (PA)	160103	pneumatici	30
PALERMO RECUPERI	Viale Regione Siciliana, 1427 S/E	loc. Brancaccio 90100 Palermo	150101 - 150102 - 150106 - 200101	carta, plastica, materiali misti	3
RECUPERO ROTTAMI S.R.L.	ZONA INDUSTRIALE s.n.	TERMINI IMERESE 90018 - (PA)	150103 - 200138	legno	42
RELTi srl	Stab. C.da Notarbartolo,	Via Trabucco, 65 Palermo	200139 - 160103	plastica, pneumatici	2
SIREIN di Citarda M.R.	VIA BUZZANCA, 90	Palermo	150101 - 200101	carta, cartone	2
TRINACRIA METALLI	ZONA INDUSTRIALE CARINI	Carini 90044 - (PA)	170405 - 170407 - 200140	ferro, acciaio, metalli misti	30
UNIECO	Località BELLOLAMPO	Palermo	200301	rifiuti indifferenziati	10
Sicilfert	C/da Maimone S.S. 188 Km. 12,800	Marsala 91025 - (TP)	200108	rifiuti organici	127
Sirtec	Contrada Setterino	Alcamo 91011 - (TP)	200108	rifiuti organici	67
Kalat Ambiente	c.da poggiarelli	Grammichele 95042 - (CT)	200108	rifiuti organici	258

## **Grafici**



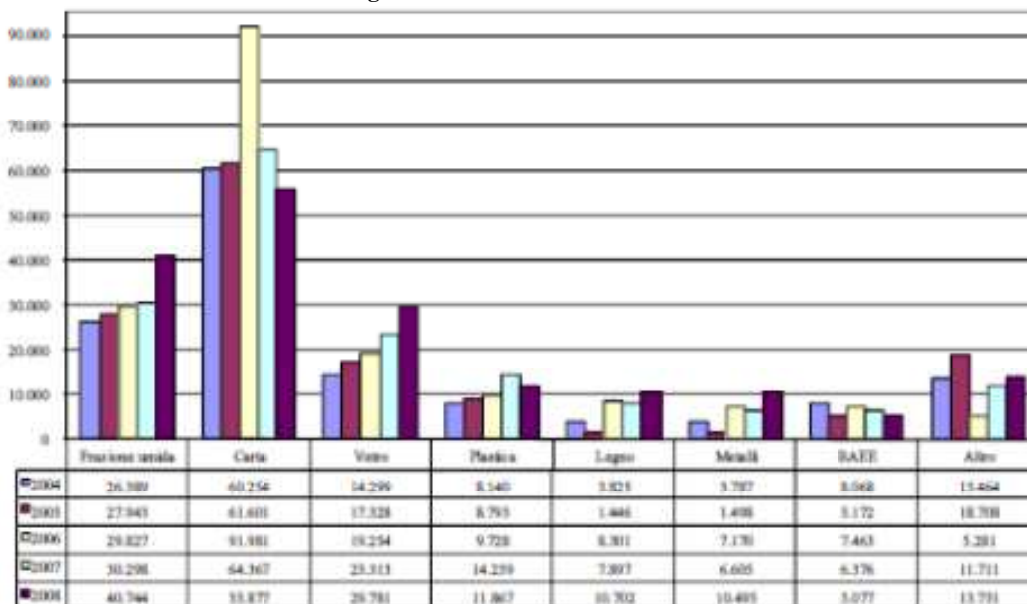
### Elenco dei Grafici

- Grafico 1 Frazioni merceologiche della raccolta differenziata – Anni 2004 – 2008
- Grafico 2 Frazioni merceologiche della raccolta differenziata in Sicilia – Anno 2008
- Grafico 3 Situazione attuale impianti di compost rispetto alla produzione annua 2009
- Grafico 4 Ripartizione percentuale della raccolta differenziata, anni 2004-2008
- Grafico 5 Composizione della popolazione di Palermo per classi di età – variazioni %
- Grafico 6 Consumi di energia elettrica a Palermo secondo settore di utilizzazione
- Grafico 7 Percentuale dei consumi di energia elettrica in Sicilia secondo settore utilizzazione
- Grafico 8 Dipartimento Raccolta Differenziata Dato complessivo Progetto Porta a Porta "Palermo Differenzia" periodo 08/02 - 30/10/2010 (frazione merceol. valori in %)
- Grafico 9 AMIA S.p.a Dipartimento R.D. "Palermo Differenzia" Raccolta su aree interessate step 1 + step 2 + step 3 + step 4 periodo 08/02 - 30/10/2010 ( dati in % sul totale)
- Grafico 10 Raccolta Differenziata Stradale, altri servizi porta a porta fuori dall'area interessata dal Progetto Ministeriale "Palermo Differenzia" periodo Gennaio – Settembre 2010 (dati in % sul totale)



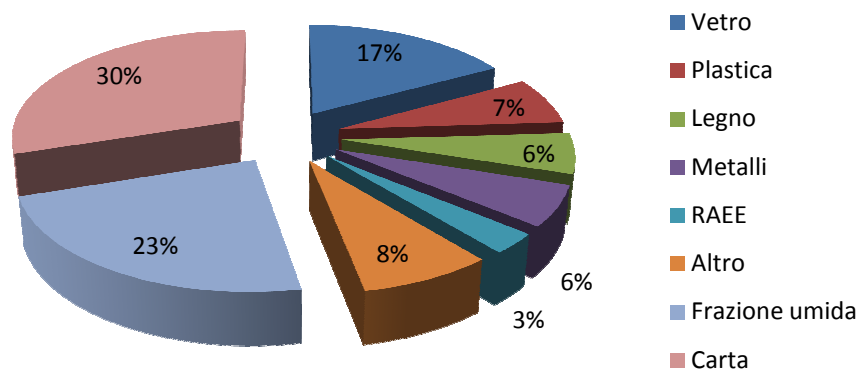


**Grafico 1** Frazioni merceologiche della raccolta differenziata – Anni 2004 – 2008



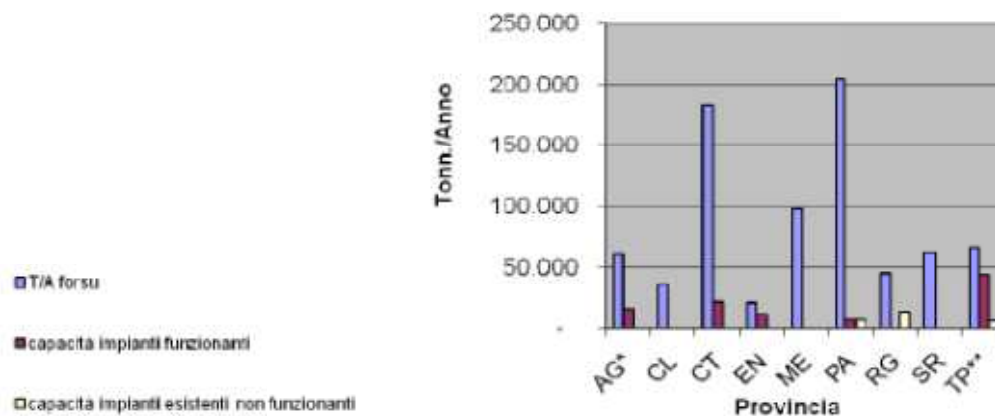
Fonte dati: ISPRA

**Grafico 2** Frazioni merceologiche della raccolta differenziata in Sicilia – Anno 2008

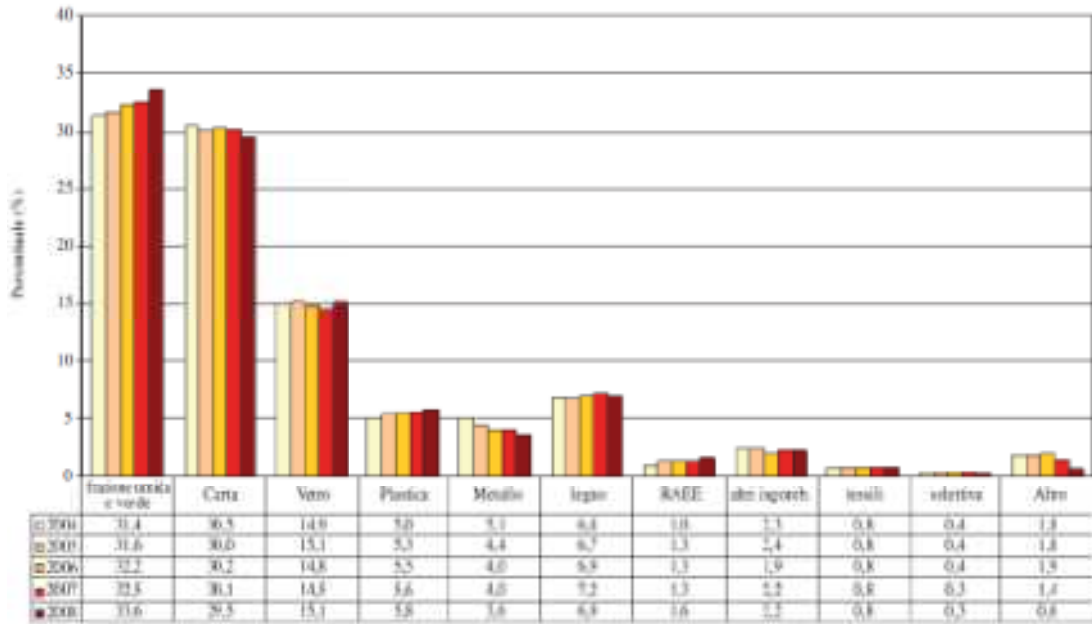


Fonte dati: ISPRA. Elaborazione: Sezione regionale del Catasto rifiuti della Sicilia

**Grafico 3** Situazione attuale impianti di compost rispetto alla produzione annua 2009

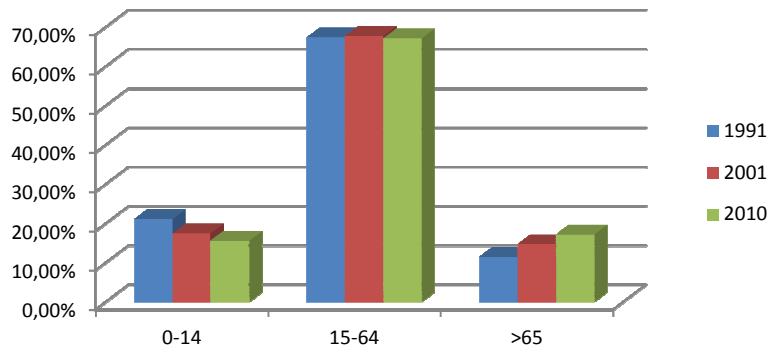


**Grafico 4 Ripartizione percentuale della raccolta differenziata, anni 2004-2008**



Fonte: Rapporto Rifiuti Urbani Edizione 2009

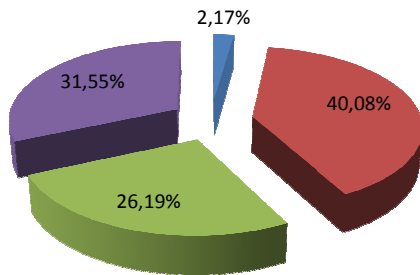
**Grafico 5 Composizione della popolazione di Palermo per classi di età – variazioni %**



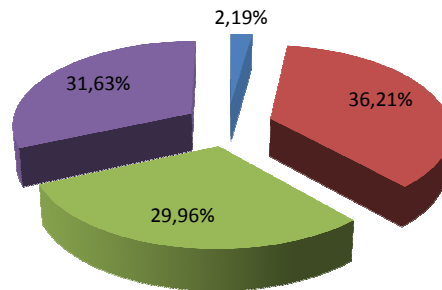
Rielaborazione personale su Fonte: ISTAT

**Grafico 6 Consumi di energia elettrica a Palermo secondo settore di utilizzazione**

Anno 2005



Anno 2009



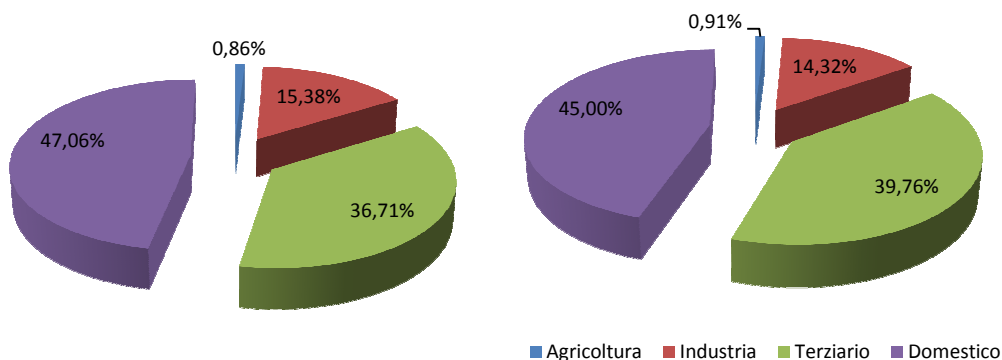
■ Agricoltura ■ Industria ■ Terziario ■ Domestico

Rielaborazione personale su dati Terna

**Grafico 7 Percentuale dei consumi di energia elettrica in Sicilia secondo settore di utilizzazione**

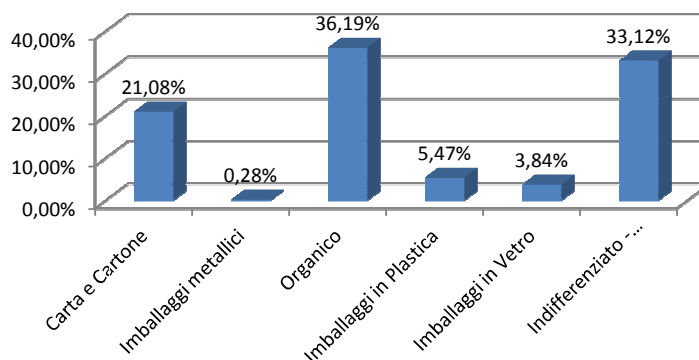
Anno 2005

Anno 2009



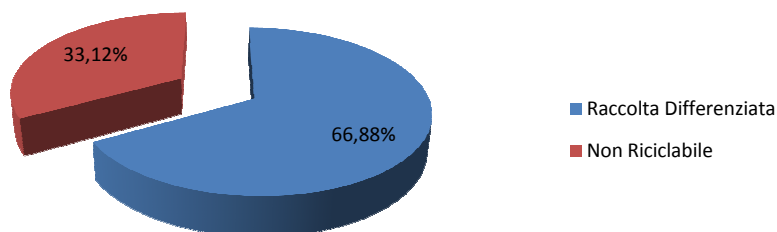
Rielaborazione personale su dati Terna

**Grafico 8 Dipartimento Raccolta Differenziata**  
**Dato complessivo Progetto Porta a Porta "Palermo Differenzia"**  
**periodo 08/02 - 30/10/2010 ( frazione merceologica valori in %)**



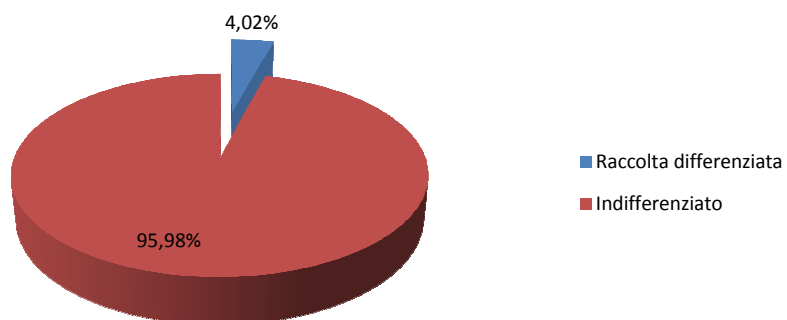
Rielaborazione personale su dati Amia

**Grafico 9 AMIA S.p.a Dipartimento R.D. "Palermo Differenzia"**  
**Raccolta su aree interessate step 1 + step 2 + step 3 + step 4**  
**periodo 08/02 - 30/10/2010 ( dati in % sul totale) (R.D. raggiunta 66,88 %)**



Rielaborazione personale su dati Amia

**Grafico 10** **Raccolta Differenziata Stradale, altri servizi porta a porta fuori dall'area interessata dal Progetto Ministeriale "Palermo Differenzia" periodo Gennaio – Settembre 2010 (dati in % sul totale)**



*Rielaborazione personale su dati Amia*