

## IPOTESI DI PIANO DI GESTIONE DEI RIFIUTI URBANI

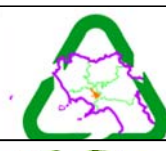
*Con L'Europa investiamo nel Vostro futuro!*



FONDI  
STRUTTURALI  
EUROPEI  
2014-2020



Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca  
Dipartimento per la Programmazione  
Direzione Generale per interventi in materia di edilizia  
scuolastica, per la gestione dei fondi strutturali per  
l'istruzione e per l'innovazione digitale  
Ufficio IV



### ISTITUTO STATALE di ISTRUZIONE SUPERIORE "Antonio Rosmini"

Via Ugo De Fazio – 80036 Palma Campania (NA)

**Polo Liceale: NAPC11601V Classico, Scientifico, Scienze Umane, Linguistico, Musicale**

**Polo Tecnico: NATD11601T Costruzione – Ambiente-Territorio, Amministrazione Finanziaria e Marketing,  
Agraria – agroalimentare e Agroindustriale**

sede centrale Tel. 0818241201 fax 0815106814 sede succursale tel./fax 0818242125

Codice ISIS – NAIS11600G - C.F.84004410639

E.mail [NAIS11600G@istruzione.it](mailto:NAIS11600G@istruzione.it)

[NAIS11600G@PEC.ISTRUZIONE.IT](mailto:NAIS11600G@PEC.ISTRUZIONE.IT)

<http://www.isisrosmini.gov.it>

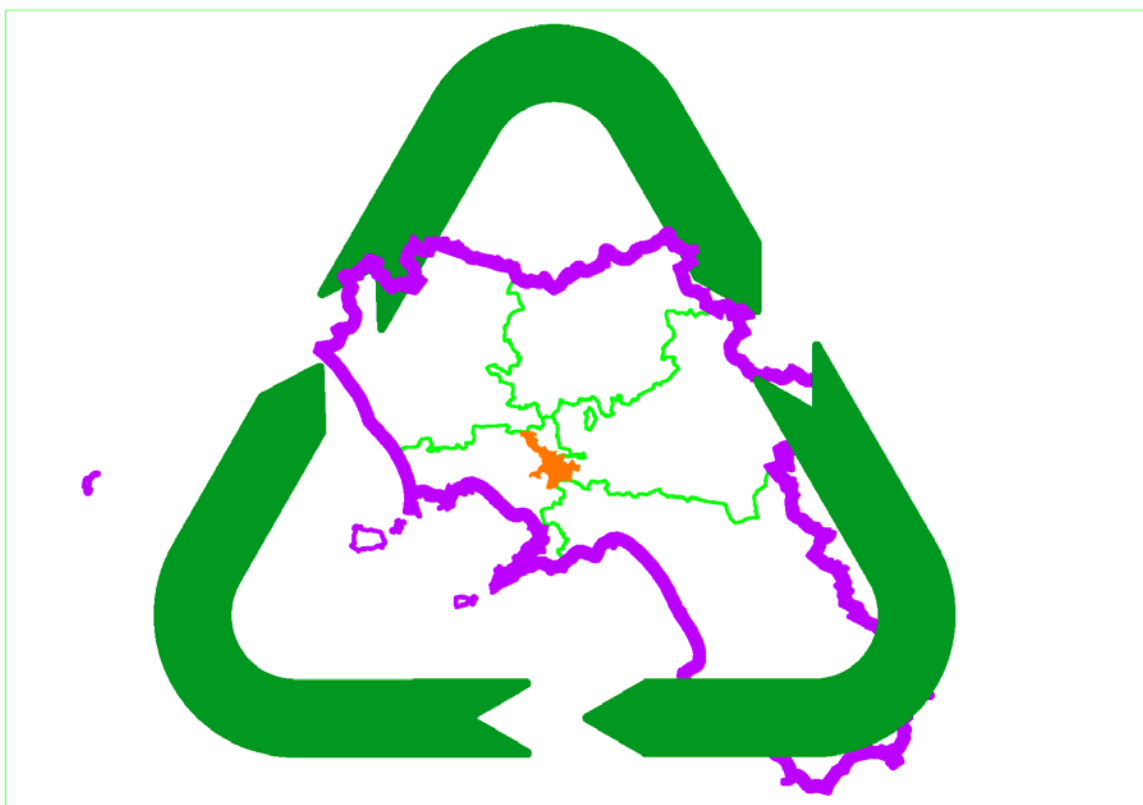
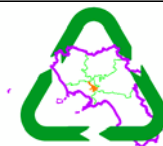


### IV CONCORSO A PREMI “LO SVILUPPO LOCALE CHE VORREI: EQUO E SOSTENIBILE” “LE QUATTRO ERRE”

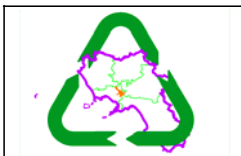
Il Dirigente Scolastico  
Prof. Domenico Corcione



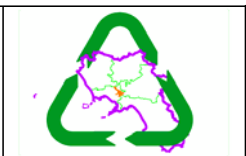
**IPOTESI DI PIANO DI GESTIONE DEI RIFIUTI URBANI  
PER L'AGRO NOLANO-LAURETANO**



*IPOTESI DI PIANO DI GESTIONE DEI RIFIUTI URBANI PER L'AGRO  
NOLANO-LAURETANO*



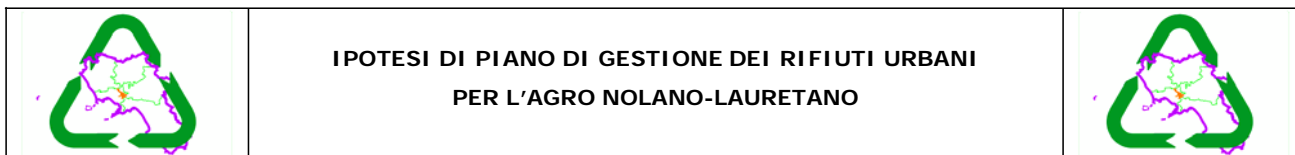
## IPOTESI DI PIANO DI GESTIONE DEI RIFIUTI URBANI PER L'AGRO NOLANO-LAURETANO



### INDICE

PREMESSA .....	
2. QUADRO DI SINTESI .....	
2.1 La situazione in Italia .....	
2.2.1 La politica della gestione dei rifiuti .....	
2.2.2 La produzione dei rifiuti, l'indice di raccolta differenziata .....	
2.2.3 La situazione impiantistica – gli inceneritori al .....	
2.2 La situazione in Campania .....	
3. QUADRO CONOSCITIVO .....	
3.1 Inquadramento territoriale .....	
3.2 La situazione demografica e il suo trend evolutivo .....	
3.3 La produzione dei rifiuti e la composizione merceologica .....	
3.4 La raccolta differenziata .....	
4. RELAZIONE DI PIANO .....	
4.1 Obiettivi del piano .....	
4.3 Scenari di pianificazione .....	
4.3.1 I dati a disposizione .....	
4.3.2 Ipotesi adottate per la ricostruzione degli scenari .....	
4.4 Funzionamento del sistema di smaltimento ipotizzato .....	
4.4.1 Scenario a breve tempo (2008 – 2010) .....	
4.4.1.1 Calcolo delle quantità da smaltire .....	
4.4.1.2 L'inceneritore .....	
4.4.1.3 Il compostaggio .....	
4.4.1.4 La discarica controllata .....	
4.4.2 Scenario a lungo tempo (2018 – 2020) .....	
4.4.2.1 Calcolo delle quantità da smaltire .....	
4.4.2.2 L'inceneritore .....	

4.4.2.3 Il compostaggio .....	
4.4.2.4 La discarica controllata.....	
4.4.3 Scenari a confronto .....	
4.5 Indirizzi per il posizionamento del sistema impiantistico .....	
<i>ALLEGATI</i> .....	
<i>SCHEMA DI FUNZIONAMENTO SCENARIO A BREVE TEMPO</i> .....	
<i>SCHEMA DI FUNZIONAMENTO SCENARIO A LUNGO TEMPO</i> .....	



## **PREMESSA**

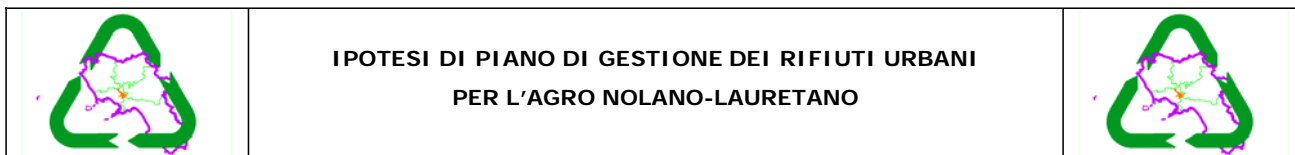
Nella società odierna i rifiuti e le problematiche derivanti dalla mancanza di un loro corretto smaltimento rappresentano uno degli indici di riferimento per la qualità dell'ambiente, riflettendo altresì l'inefficienza con cui la società stessa utilizza le risorse disponibili. È dall'incapacità di controllare la formazione dei rifiuti ad un livello compatibile con il proprio sviluppo e di organizzarne in modo concreto e razionale lo smaltimento che nasce l'emergenza rifiuti, marcatamente presente in una realtà come quella italiana dove rimangono molte le perplessità in relazione ai pochi risultati raggiunti.

Tale panorama, alla scala della realtà campana, si esalta in una situazione globale di crisi. La causa è da ritrovarsi soprattutto nell'assenza di uno o più efficaci piani di gestione dei rifiuti che organizzino e disciplinano l'intero sistema integrato dei rifiuti, a partire dalla loro produzione fino allo smaltimento finale. La diretta conseguenza di ciò è anche l'assenza di un adeguato sistema impiantistico: si pensi che ad oggi in Campania non è stato ancora realizzato/messo in esercizio un termovalorizzatore capace di far testa alle esigenze di un bacino di utenza consistente. La stessa raccolta differenziata attualmente si attesta a valori troppo bassi. Il concetto della discarica come soluzione unica per il conferimento del "tal quale", ha portato in rapido tempo alla saturazione di molti spazi idonei e alla ricerca anche affannata di nuovi siti non sempre rispondenti alle migliori norme ingegneristiche, ambientali e sanitarie. Di contro, la volontà di alcuni comuni, purtroppo ancora troppo pochi, che si sono impegnati nella riorganizzazione del loro sistema di smaltimento dei rifiuti attraverso la promozione della RD e il raggiungimento di più alti valori di efficienza, lascia aperta ancora la speranza verso la risoluzione del problema. Soluzione che, nell'ottica di un continuo ritardo della riorganizzazione regionale del problema, troverebbe più rapida strada se, ad esempio, più comuni limitrofi si stringessero in un'alleanza strategica.

Ed è proprio in quest'ottica che si inserisce il progetto in oggetto. L'idea è quella di sviluppare un'ipotesi di Piano di Gestione dei Rifiuti Urbani per l'Area di Nola e Lauro che fotografi la situazione attuale di otto comuni limitrofi (Nola, Palma Campania, Carbonara di Nola, San Paolo Belsito, Liveri, Domicella, Lauro, Marzano di Nola), definisca degli obiettivi migliorativi, sviluppi un sistema di gestione dei rifiuti.

Il progetto è stato redatto prendendo in considerazione i dati di produzione e di smaltimento dei rifiuti di questi paesi.

I dati di produzione e la composizione merceologica sono stati reperiti dal sito [www.comuniricicloni.org](http://www.comuniricicloni.org). "Comuni Ricicloni" ha la finalità di lanciare un monito ed un invito



alle istituzioni regionali, provinciali e comunali a fare di più, visto i risultati irrisori di ancora troppi comuni campani. Il lavoro di ricerca e di analisi é basato sui dati dell'ARPAC e dell'Osservatorio Rifiuti della Provincia di Salerno.

## **ARTICOLAZIONE DEL PIANO**

Il piano riguarda otto comuni limitrofi ed in particolare i comuni di Nola, Palma Campania, San Paolo Belsito, Liveri, Carbonara di Nola, Domicella, Marzano di Nola, Lauro. La scelta è derivata da una duplice esigenza. La prima di carattere prettamente conoscitiva. Scegliere dei comuni del territorio ha dato la possibilità di confrontare direttamente con i dati ed i risultati di una realtà ben nota. La seconda di carattere prettamente tecnica. Il piano di gestione rifiuti si applica agli ATO, secondo quanto previsto dalla normativa vigente. L'ipotesi è stata quella di considerare questi otto comuni limitrofi, per certi sensi simili, come una sorta di ATO cui applicare un disegno di pianificazione. Da qui l'esigenza di non produrre un documento che fosse solo una pura esercitazione, ma che rispecchiasse anche i criteri tecnici richiesti per la redazione di un "*Piano Gestione Rifiuti*".

Quanto premesso, schematicamente si sintetizzano i contenuti del piano:

"Quadro di sintesi" illustrativo della situazione in Italia in ordine alla politica della gestione dei rifiuti, alla produzione dei rifiuti, all'indice di raccolta differenziata rifiuti e alla situazione impiantistica, con particolare riguardo alla situazione in Campania.

"Quadro conoscitivo" viene fotografato lo stato dei fatti. Dopo una descrizione del comprensorio ove ricadono gli otto comuni, per ognuno dei quali è stata ricostruita la situazione demografica ed il suo trend evolutivo. Sono stati analizzati gli indici di produzione pro capite, la composizione merceologica dei rifiuti e gli indici di raccolta differenziata.

"Relazione di Piano", è quello cardine. Sono stati analizzati i dati a disposizione ed in base a questi è stato ipotizzato un sistema impiantistico di smaltimento finale. Sono stati ipotizzati due scenari di riferimento, uno a breve tempo ed uno a lungo tempo, e per ognuno degli stessi è stato analizzato il funzionamento del sistema impiantistico. Sono stati definiti alcuni obiettivi da perseguire per migliorare la gestione dei rifiuti. Infine, sono state definite delle linee guida per l'individuazione di aree non idonee alla localizzazione del sistema di smaltimento finale dei rifiuti.

## 2. QUADRO DI SINTESI

### 2.1 La situazione in Italia

#### 2.2.1 La politica della gestione dei rifiuti

L'Italia produce ogni anno 29 milioni di tonnellate di rifiuti solidi urbani. La politica della gestione rifiuti è ancora fortemente orientata alle discariche dove viene stoccato il 67,1% dei prodotti. Il 24,2% dei rifiuti segue altre strade (compostaggio, riciclaggio) mentre solo il restante 8,7% dei rifiuti viene incenerito tramite gli inceneritori o termovalorizzatori.

La gestione dei rifiuti è strutturata in 3 punti principali:

1. **PREVENZIONE** riduzione della quantità e pericolosità dei rifiuti prodotti
2. **RICICLAGGIO e RECUPERO**
3. **SMALTIMENTO** finale, in condizioni di sicurezza con riduzione del ricorso alla discarica

#### 1. PREVENZIONE

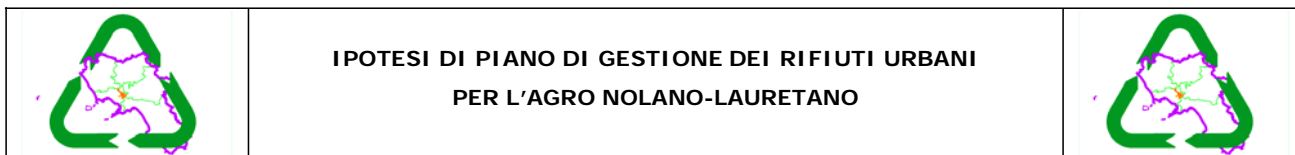
> > il rifiuto da onere ambientale a opportunità di sviluppo < <

La Prevenzione richiede il controllo ed il miglioramento continuo delle prestazioni e dell'efficienza ambientale, a tal fine le imprese produttrici dovranno provvedere alla:

- ③ **introduzione di sistemi di gestione ambientale** all'interno dei processi industriali e dei servizi (certificazioni ambientali);
- ③ **modificazione delle tecnologie di processo** per ridurre l'inquinamento (eco-efficienza dei cicli di produzione e di consumo);
- ③ **miglioramento dei sistemi di abbattimento delle emissioni** (aria, acqua, suolo );
- ③ **perseguimento dell'efficienza energetica e della riduzione della produzione dei rifiuti;**
- ③ **innovazione ambientale di prodotto**, oltre che di processo , attraverso il miglioramento delle prestazioni ambientali del prodotto e delle potenzialità di riutilizzo e recupero anche a fine vita.

**Il Ministero dell'Ambiente, nell'ambito dei propri compiti istituzionali, ha individuato la Strategia del Riorientamento dei sistemi industriali di processo/prodotto tra gli obiettivi specifici da inserire nei POR e nei DOCUP redatti dalle Regioni per l'utilizzazione dei Fondi Strutturali Comunitari.**





Le imprese, quindi, potranno accedere ai finanziamenti comunitari, predisponendo, in conformità delle richieste contenute nei bandi in preparazione da parte delle Regioni, adeguati progetti che, perseguendo il principio della sostenibilità ambientale, realizzino le azioni sopra esposte.

La realizzazione di interventi volti al riorientamento dei processi/prodotti è in grado di determinare:

#### **una drastica riduzione**

- ③ dei consumi energetici;
- ③ dell'uso di materie prime;
- ③ della produzione dei rifiuti;
- ③ delle emissioni inquinanti nei comparti ambientali (aria, acqua, suolo);

#### **un netto miglioramento**

- ③ dei prodotti eco-compatibili;
- ③ delle condizioni di lavoro degli addetti;
- ③ della competitività delle imprese.

#### **Uno " sviluppo" Sostenibile**

### **2. RICLAGGIO E RECUPERO**

>>i rifiuti come risorsa<<

**Il Decreto Legislativo 22/97**, dopo la prevenzione e la riduzione della produzione e della pericolosità dei rifiuti, **assegna un ruolo centrale alla Gestione Integrata dei Rifiuti**, il rifiuto deve, quindi, essere gestito in modo da conseguire obiettivi di riciclaggio e di recupero e, ridurre il flusso dei rifiuti avviati allo smaltimento. Per i rifiuti urbani la gestione integrata richiede la realizzazione di obiettivi minimi di raccolta differenziata e di riciclaggio e, in secondo luogo, la produzione e l'utilizzo di combustibile da rifiuto. Sotto il profilo organizzativo, inoltre, è necessario che in ciascun ambito territoriale i Comuni attivino adeguate forme di cooperazione e coordinamento per razionalizzare la gestione dei rifiuti. Per quanto riguarda i rifiuti speciali, le attività di riciclaggio e recupero sono favorite con apposite semplificazioni delle procedure amministrative di autorizzazione. Infine, sono stabiliti specifici obiettivi di recupero e riciclaggio dei rifiuti da imballaggio ed è dettata una specifica disciplina per la gestione di tali rifiuti.



**Le strategie del RIUSO e del RECUPERO, in definitiva, si concentrano su due azioni:**

- ③ ottimizzazione dei sistemi di raccolta dei rifiuti urbani che dovranno risultare efficaci sotto il profilo tecnico, economico e ambientale.
- ③ sviluppo del mercato del riuso e del recupero dei rifiuti.

**Per un corretto sviluppo del mercato del riuso e del recupero dei rifiuti occorre potenziare:**

- il sistema industriale del recupero;
- il mercato dei prodotti riutilizzabili;
- il mercato dei prodotti e delle materie prime seconde ottenute dal recupero dei rifiuti.

Carta, plastica, vetro, metalli ferrosi, ecc.... **tutti assumono "valore di RISORSA" se si sviluppano sistemi integrati di trattamento dei rifiuti**, in un'ottica di integrazione sia funzionale che organizzativa, sia territoriale che di competenze.

### **3. SMALTIMENTO**

In sintesi, il settore è in crescita, in grande maggioranza di proprietà pubblica, in cui gli aspetti più sfidanti attengono ai processi di razionalizzazione e ammodernamento tecnologico, organizzativo e gestionale, teso alla realizzazione d'un sistema industriale che possa competere in Europa.

La produzione di rifiuti solidi urbani è cresciuta in modo significativo con un valore pro capite annuale pari mediamente a 538 Kg/Ab.

Il 58,1% è stato smaltito in discarica, il 23,1% è stato oggetto di raccolta differenziata, il 10,1% è stato smaltito mediante incenerimento e l'8,7% è stato oggetto di attività di compostaggio.

### 2.2.2 La produzione dei rifiuti, l'indice di raccolta differenziata

La crescita dei consumi e del numero di nuclei familiari spiegano l'aumento della **produzione di rifiuti**. Dal rapporto rifiuti, da fonte APAT, è stato ricostruito il seguente andamento della produzione di rifiuti nell'ultimo decennio:

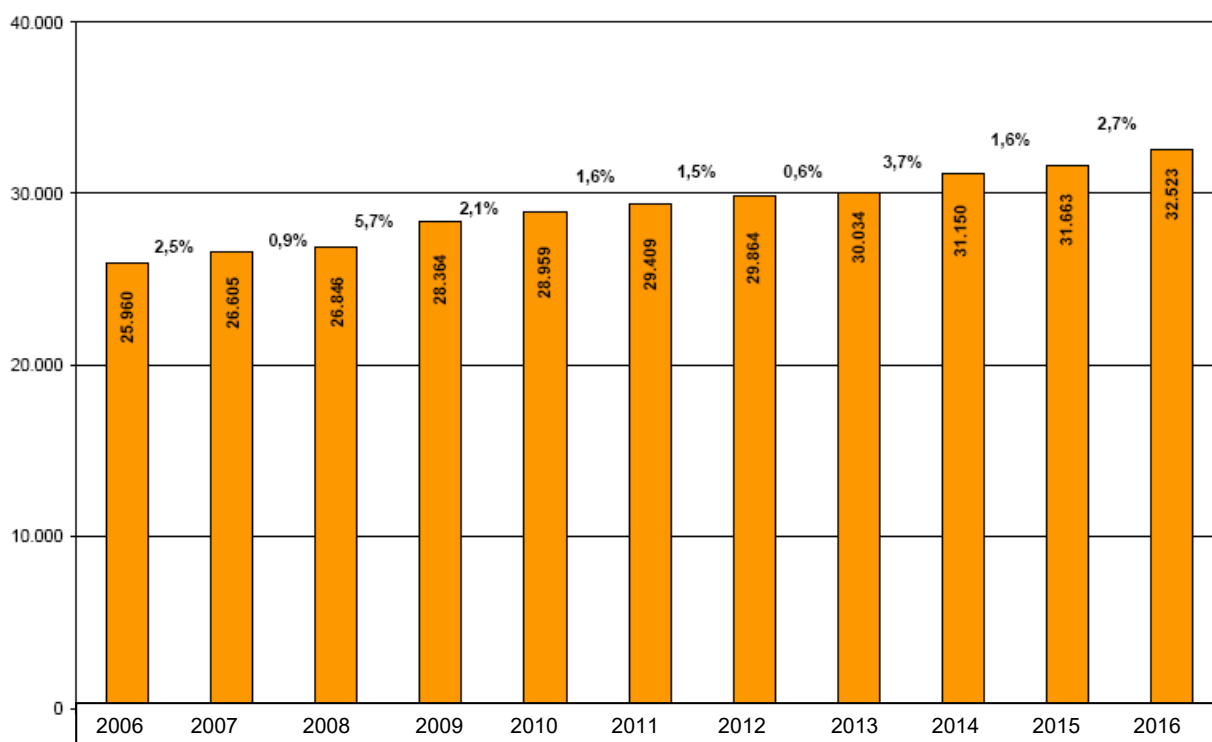


figura 1: Andamento della produzione dei rifiuti in Italia

Dal grafico si evince che la produzione di rifiuti urbani in un decennio è cresciuta dal 25.960 al 32.523.

E' stata stilata anche una classifica delle Regioni maggiormente produttrici di rifiuti. I dati rilevano che la Regione che produceva di più era la Toscana con 704kg pro capite all'anno a fronte della Basilicata che con 401Kg pro capite si collocava all'ultimo posto.

	Regione	<div>PRODUZIONE RIFIUTI PRO CAPITE</div> <div>(kg per abitante per anno)</div>
1.	<b>Toscana</b>	<b>704 kg</b>
2.	Emilia Romagna	677 kg
3.	Umbria	661 kg
4.	Lazio	611 kg
5.	Liguria	609 kg

**Figura 2:** Le cinque Regioni con maggiore produzione di rifiuti pro capite

	Regione	Produzione pro capite RU (kg/abitante per anno)
17.	Trentino Alto Adige	495
18.	Friuli Venezia Giulia	492
19.	Calabria	476
20.	<b>Molise</b>	<b>405</b>
21.	<b>Basilicata</b>	<b>401 kg</b>

**Figura 3:** Le cinque Regioni con minore produzione di rifiuti pro capite

In tutte le Regioni di Italia attualmente si registra una percentuale di rifiuto che viene conferito secondo le modalità della **raccolta differenziata**. I dati a disposizione rilevano una centra dicotomia tra le varie Regioni.

L'incremento della percentuale di raccolta differenziata dipende dai seguenti fattori: densità della popolazione, quantità di rifiuti prodotti, tasso di istruzione e tasso di disoccupazione. Il grado di raccolta differenziata risulta essere influenzato positivamente dalla produzione di rifiuti e negativamente dal tasso di disoccupazione (cui il grado di istruzione è correlato), mentre non ha rilevanza il dato regionale sulle densità abitative.

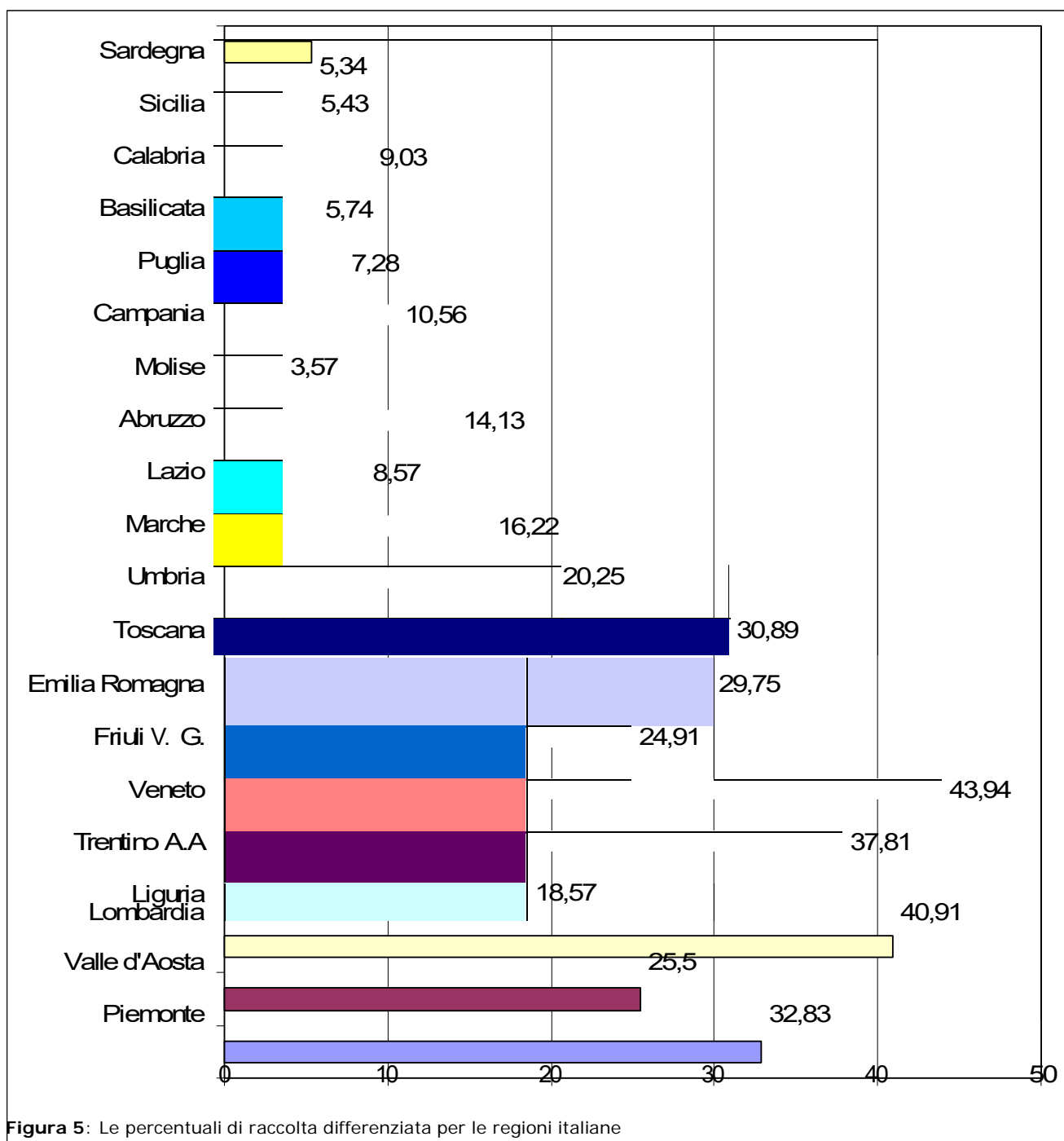
I dati sull'incidenza della raccolta differenziata dei rifiuti urbani (% su totale dei rifiuti prodotti) mostrano come immaginabile il divario fra nord e sud.

	VARIAZIONI IN % NEL BIENNIO		
NORD	37,90	39,00	+2,00 %
CENTRO	19,20	20,00	+ 0,8 %
SUD	8,8	10,2	+1,4 %

**Figura 4:** Le percentuali di raccolta differenziata tra nord, cento e sud

Il primo fattore frenante del riciclo dei rifiuti è rappresentato dallo scarso impegno politico, soprattutto di molte autonomie locali, nell'incentivare la raccolta differenziata in molte realtà territoriali e nel contribuire a realizzare un bilancio economico nelle attività d'impresa in tale settore, attraverso diverse forme di sostegno.



In sintesi i dati ci riferiscono di un incremento di produzione della filiera del riciclaggio, che incoraggia gli sforzi nel convertire il paradigma "rifiuto=pericolo" in "rifiuto=risorsa".



### 2.2.3 La situazione impiantistica – gli inceneritori

Per quanto riguarda, infine, la **situazione impiantistica**, si riporta a seguire una tabella in cui vengono indicati gli inceneritori funzionanti attualmente. I dati rilevati, evidenziano ancora un netto divario tra Nord e Sud. La maggior parte degli impianti sono concentrati a Nord: 39 impianti a Nord e Centro Nord contro 11 al Sud e Centro/Sud.

	Regione	Provincia	Comune	Note
2	Piemonte	VB	Mergozzo	
	Piemonte	VC	Vercelli	
13	Lombardia	CR	Cremona	
	Lombardia	VA	Busto Arsizio	
	Lombardia	CO	Como	
	Lombardia	MI	Milano	
	Lombardia	BS	Brescia	
	Lombardia	BG	Bergamo	
	Lombardia	MI	Desio	
	Lombardia	MI	Sesto S. Giovanni	
	Lombardia	PV	Carteolona	
	Lombardia	PV	Parona	
	Lombardia	MI	Trezzo d'Adda	
	Lombardia	BG	Dolmine	
	Lombardia	LC	Valmadrera	
1	Trentino Alto Adige	BZ	Bolzano	
4	Veneto	PD	Padova	
	Veneto	VR	Verona	
	Veneto	VI	Schio	
	Veneto	VE	Venezia	
1	Friuli Venezia Giulia	TS	Trieste	
8	Emilia Romagna	MO	Modena	
	Emilia Romagna	FE	Ferrara	
	Emilia Romagna	RE	Reggio Emilia	
	Emilia Romagna	BO	Granarolo dell'Emilia	
	Emilia Romagna	RA	Ravenna	
	Emilia Romagna	RN	Coriano	
	Emilia Romagna	FO	Forlì	
	Emilia Romagna	PC	Piacenza	
8	Toscana	LI	Livorno	
	Toscana	FI	Rufina	
	Toscana	AR	Arezzo	

	<p align="center"><b>IPOTESI DI PIANO DI GESTIONE DEI RIFIUTI URBANI PER L'AGRO NOLANO-LAURETANO</b></p>	
---	--	---

	Toscana	PT	Montale	
	Toscana	PI	Ospedaletto	
	Toscana	LU	Castelnuovo di Garfagnana	
	Toscana	SI	Poggibonsi	
	Toscana	LU	Pietrasanta	
1	Umbria	TE	Terni	
1	Marche	MC	Tolentino	
3	Lazio	FR	S.Vittore del Lazio	Si tratta di due linee analoghe ma funzionalmente indipendenti situate nella stessa area
	Lazio	RM	Colleferro	
	Lazio	RM	Colleferro	
2	Puglia	TA	Massacra	Ha aperto nel 2006 solo per alcuni mesi. Attualmente non operativo
	Puglia	TA	Statte	
2	Basilicata	PZ	Melfi	
	Basilicata	PZ	Potenza	
1	Calabria	RC	Gioia Tauto	
1	Sicilia	ME	Messina	
2	Sardegna	CA	Capoterra	
	Sardegna	NU	Macomer	

## 2.2 La situazione in Campania

Con il circa 10% di Raccolta Differenziata, la Regione Campania si colloca tra le regioni ultime per un adeguato sistema di gestione dei rifiuti.

Tale inefficienza ha portato più volte la realtà campana al centro di cronache e critiche per la questione "emergenza rifiuti".

L'emergenza rifiuti in Campania ha una data lontana: **1994**. Il Governo Centrale affidava al Prefetto di Napoli poteri straordinari per fronteggiare la grave situazione della gestione rifiuti che per decenni aveva visto fiorire gli interessi delle ecomafie ed una scellerata e criminale gestione dello smaltimento dei rifiuti con discariche, reali sversatoi di rifiuti pericolosi, tossici nocivi provenienti dalle più svariate regioni d'Italia. Nel **1996** ulteriori poteri Commissariali venivano affidati al Presidente della Regione Campania, che avrebbe dovuto predisporre un Piano Complessivo per la gestione integrata dei rifiuti: dalla raccolta allo smaltimento. Si deve arrivare al **1997** anno nel quale si cominciava a delineare le strategia complessiva del Commissariato Emergenza Rifiuti. All'inizio del **2001** si registrava una nuova pesante crisi risolta solo riaprendo provvisoriamente le discariche.

### 3. QUADRO CONOSCITIVO

#### ***3.1 Inquadramento territoriale***

I comuni di Nola, Palma Campania, Carbonara di Nola, Liveri, San Paolo Belsito, Lauro, Domicella e Marzano di Nola, sui quali si incentra il progetto in esame, ricadono nell'agro nolano-lauretano.

L'agro nolano-lauretano è quel tratto del piano campano che si incunea fra il Vesuvio e l'Appennino, comprendendo una vasta zona a confine tra la provincia di Napoli ed Avellino che si estende fino a Marigliano, San Giuseppe, Baiano. Il suo nome deriva dalle città di Nola e Lauro, fulcri di tradizioni, costumi, dialetti.

Localizzato nella parte più interna della piana campana, l'agro nolano-lauretano si ubica ad oriente rispetto alla città di Napoli, limitato geograficamente a nord-est da un "confine chiuso", costituito dal Preappennino Campano, e sugli altri lati dall'Area Vesuviana Nord-orientale e dall'immediato hinterland partenopeo, attraverso una fascia di comuni costituenti quello che chiamiamo il suo "confine aperto".

La conformazione orografica è pressoché pianeggiante; spingendosi verso l'interno nel laureano, il territorio inizia ad "arrampicarsi" verso l'appennino baianese. Per l'area nolana, che rappresenta la porzione pianeggiante, un tempo si parlava di campagna nolana, a sostegno di ciò rimane il fatto che in tutti i comuni ricadenti in tale ambito la misura agraria di superficie è il moggio nolano (più grande del moggio napoletano).

I comuni che fanno parte di questo Territorio sono a loro volta raggruppabili nei sei seguenti subcomprensori:

- **BAIANESE:** Avella, Baiano, Mugnano del Cardinale, Quadrelle, Sirignano, Sperone.
- **VALLO DI LAURO:** Domicella, Lauro, Marzano di Nola, Moschiano, Pago del Vallo di Lauro, Quindici, Taurano.
- **NUCLEO CENTRALE:** Camposano, Casamarciano, Cicciano, Cimitile, Comiziano, Liveri, Nola, Roccarainola, San Paolo Belsito, San Vitaliano, Saviano, Scisciano, Tufino, Visciano.
- **NUCLEO OCCIDENTALE:** Brusciano, Castello di Cisterna, Mariglianella, Marigliano.
- **AREA PALMESE:** Carbonara di Nola, Palma Campania, San Gennaro Vesuviano.
- **AREA EST-VESUVIANA:** Ottaviano, Poggiomarino, San Giuseppe Vesuviana, Somma Vesuviana, Striano, Terzigno.

La storia di questa terra gira un po' intorno alle vicissitudini della "capitale" Nola. Infatti, quasi tutti i comuni dell'agro nolano non hanno una loro vera e propria storia, bensì dividono la loro con quella di Nola e dei suoi sedici casali: Saviano, Sant'Erasmo, Sirico, San Paolo,



Livardi, Liveri, Cimitile, Camposano, Cumignano, Faibano, Gallo, Risigliano, Vignola, Scaravito, Tufino, Casamarciano, ai quali se ne aggiunsero molti altri.

Dopo le guerre sannitiche, Nola divenne fedelissima a Roma, che la elevò a municipium, le permise di avere un Senato proprio e perfino di coniare monete. Per la feracità delle sue terre e per il clima dolce delle sue colline e del mare non lontano, molti patrizi si trasferirono in questa città e vi costruirono ville e mausolei. Altri coloni si stanziarono nell'agro, favoriti dalla distribuzione delle terre conquistate; vi costruirono le proprie case, dapprima modeste e povere poi più ampie con vaste corti, fino a formare dei villaggi e borgate. Tali villaggi in epoca molto posteriore divennero dei veri e propri comuni autonomi (ciò avvenne durante il ducato di Napoli) e presero il nome dalle ville dei patrizi ivi stanziatisi. Così, ad esempio, Faibano da *praedium Fabianum* (gens Fabia); Scisciano da *fundus Settianus*; Pomigliano da gens *Pomelia*; Marigliano da *praedium Marianum*, o meglio da gens Marilia; Ottaviano (NA) da *Octavianus* ecc.

Finita la signoria degli Orsini, Nola divenne una città libera e con i suoi sedici casali formò una università, cioè un gran municipio, che non ebbe però lunga durata, ma si smembrò per l'autonomia che andavano acquistando i suoi casali.

Furono così eretti a comuni: Cimitile, Casamarciano, Liveri, Cumignano con Gallo, Tufino con Risigliano e Vignola, San Paolo con Livardi e Scaravito, Sant'Ermio e Sant'Erasmo, Sirico e Saviano, Camposano e Faibano.

Il territorio nolano, in antichità, era per la maggior parte ricoperto da boschi in parte protetti come *selve sacre*, ma già nei primi secoli dell'impero romano lo sfruttamento del legname era diventato talmente intensivo che nel IV secolo Frontino scriveva che i boschi erano oramai scomparsi, da tutta la pianura campana e rimanevano soltanto sulle montagne. Queste *selve sacre* o *selve di pianura* erano costituite da boschi di lecci e di sughero con tutto il loro corteggio di piante arbustive. Boschi ricoprono ancora oggi le alture dell'agro nolano-lauretano lasciando spazio all'urbanizzazione, all'industrializzazione e all'agricoltura le aree della piana.

La città di Nola e i suoi casali fin dal 1529 fecero acquisto dal Regio Fisco, con l'approvazione della Camera della Sommaria del Regno, dei due latifondi Bosco Fangone di moggia 605 (Ha 242) e Bosco Gaudio di moggia 113 (Ha 45,2), per il prezzo complessivo di ducati 11.450, dati in enfiteusi a principi, marchesi e baroni, dai quali dipendevano detti casali, con godimento degli usi civici.

E ciò ad evitare che il Regio Fisco li avesse alienati ad altri baroni. I due latifondi divennero quindi proprietà comunali, e tali rimasero per oltre tre secoli, non appartenenti cioè a quelle terre da ripartirsi tra i cittadini non possidenti in forza delle leggi 1° nov. 1806 e 3 dic. 1808, promulgate dai bonapartisti.

La quotizzazione di dette terre, disposta in base alle citate leggi, era dunque non solo illegale, ma anche arbitraria perché le originarie terre demaniali erano diventate vere e proprie terre patrimoniali, così accatastate, non soggette quindi agli usi civici e alla promiscuità di commercio fra i cittadini.

Nondimeno il Ministro Di Rudini, nel 1891, ne aveva ordinata la quotizzazione fra i cittadini non possidenti, con l'obbligo di un piccolo canone annuo.

Tommaso Vitale, sindaco di Nola, coadiuvato efficacemente dal colto e intelligente segretario del Comune Cav. Raffaele De Sena, spese tutta la sua attività per evitare tale sconcio, con un'opera assidua e tenace durata alcuni anni. E ciò non allo scopo di defraudare la classe colonica di un diritto, ma di trasformare una proprietà, erroneamente ritenuta demaniale, mal coltivata, poco redditizia e in parte derelitta, in una proprietà patrimoniale, ripartita tra enti, che rappresentavano gli interessi della collettività.

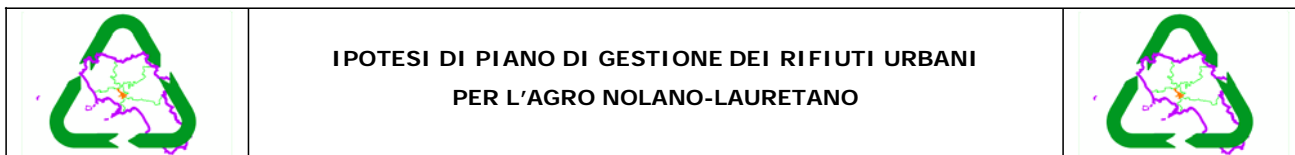
Quotizzandosi i terreni, dei Boschi Fangone e Gaudio tra tutti i cittadini non abbienti, costoro sarebbero diventati singolarmente proprietari di minuscoli appezzamenti di terreno che, col tempo, avrebbero finito con l'essere venduti a prezzi irrisori a capitalisti speculatori: cosa antipatica e deleteria.

Dopo la morte di Tommaso Vitale, i due boschi divennero sempre più ristretti, piccoli latifondisti e coloni non possidenti occuparono le due aree, frazionandole in mille fazzoletti di terra. Mai Tommaso Vitale fu più lungimirante di allora, i suoi timori si avverarono successivamente, i fertili terreni di Bosco Fangone e Gaudio furono brutalmente espropriati e venduti in epoca moderna ai recenti "Conquistadores" venuti dalla vicino Napoli, con la complicità di amministratori locali corrotti e privi di scrupoli. Così i "gioielli di famiglia" che per oltre tre secoli avevano rappresentato la vera ricchezza della città di Nola divennero terra di conquista per capitalisti speculatori.

La ricchezza dei beni culturali del territorio Nolano - Lauretano si presenta con facies proprie fin dal secondo millennio avanti Cristo e prosegue poi ininterrottamente, attraverso le varie colonizzazioni e culture, con marcati passaggi nelle fasi osca, etrusca, greca, romana, longobarda, bizantina, normanna, eccetera, fino ai nostri giorni.

Le città principali e più ricche di storia di questo territorio sono Nola, la principale e centrale, e Avella, le cui origini preromane sono antichissime. Ma le vestigia storiche e archeologiche si può dire che interessino tutti i centri sunnominati, con una straordinaria ricchezza complessiva di beni culturali.

Il patrimonio etno-antropologico del Territorio Nolano è ricco a sua volta di coinvolgenti e significative espressioni quali le feste del Majo nel Baianese, la festa delle Lucerne di Somma, il folclore religioso, le tradizioni del Carnevale, e trova la sua massima espressione nella suggestiva processione dei Gigli di Nola.



Anche le risorse naturalistiche dell'area del Massiccio del Partenio, con i suoi paesaggi, i suoi boschi, le sue sorgenti, le sue acque sotterranee, il suo patrimonio geologico, floristico e faunistico, costituiscono un bene enorme non solo per la fascia pedemontana ma per l'intero Territorio Nolano.

Infine il patrimonio letterario e scientifico prodotto da scrittori del Territorio Nolano, o da altri autori ma inerente questo stesso contesto, ha raggiunto ormai una quantità e qualità davvero notevole e spesso di riconosciuto valore.

Esiste un progetto di legge per istituire una nuova provincia quella di Nola anche se la regione Campania non si è ancora pronunciata, per le molteplici resistenze a questo progetto. Basti pensare che il disegno di legge originario prevedeva 40 comuni, che dovevano far parte della nuova entità territoriale. Ma per la forte opposizione dei parlamentari avellinesi e, pur in presenza di forte contrarietà dei comuni vesuviani (in modo particolare Ottaviano e Somma Vesuviana), il progetto, è stato ridimensionato a 27 comuni, quelli elencati tutti della provincia di Napoli:

Nola, Acerra, Brusciano, Camposano, Carbonara di Nola, Casamarciano, Castello di Cisterna, Cicciano, Cimitile, Comiziano, Liveri, Mariglianella, Marigliano, Ottaviano, Palma Campania, Poggiomarino, Roccarainola, San Gennaro Vesuviano, San Giuseppe Vesuviano, San Paolo Bel Sito, San Vitaliano, Saviano, Scisciano, Somma Vesuviana, Terzigno, Tufino, Visciano

Comunque si attende che venga presentato in Parlamento un emendamento al DDL affinché anche i comuni di Ottaviano e di Somma Vesuviana vengano esclusi da questa ipotizzata provincia.

### ***3.2 La situazione demografica e il suo trend evolutivo***

Nel presente paragrafo viene riportata la situazione demografica e il suo trend evolutivo per gli otto Comuni in esame. L'importanza di tale dato risiede nel fatto che qualunque sistema si voglia adottare per la gestione e lo smaltimento dei rifiuti deve necessariamente prevedere la conoscenza della quantità di rifiuti prodotta. Tale valore, come si vedrà nel paragrafo successivo, dipende dal numero di abitati residenti che rappresentano i produttori del RSU.

#### **Nola**

Nola, comune della provincia di Napoli, ha una superficie di 39 Km<sup>2</sup> e il numero di abitanti ammonta attualmente a 33000. Da fonte Istat si può ricavare il grafico del suo trend evolutivo:

Attualmente, ha una densità di 846,15 abitanti per chilometro quadrato; ogni abitante produce al giorno 1,17 kg di rifiuti.

La raccolta differenziata ha una percentuale di 40,00 %.

#### **Palma Campania**

Palma Campania, comune della provincia di Napoli, ha una superficie pari a 20 km<sup>2</sup> e il numero di abitanti ammonta a 14485. Da fonte Istat si può ricavare il grafico del suo trend evolutivo:

Ha una densità di 724,25 abitanti per chilometro quadrato; ogni abitante produce al giorno 1,06 kg di rifiuti.

La raccolta differenziata ha una percentuale di 49,50 %.



Carbonara di Nola, comune della provincia di Napoli, ha una superficie pari a 3,53 km<sup>2</sup> e il numero di abitanti ammonta a 2110. Da fonte Istat si può ricavare il grafico del suo trend evolutivo:

Ha una densità di 597,73 abitanti per chilometro quadrato; ogni abitante produce al giorno 0,86 kg di rifiuti.

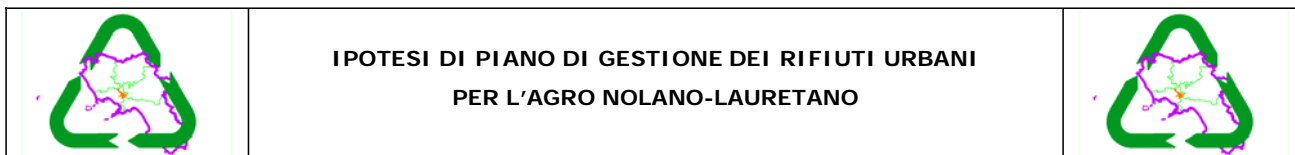
La raccolta differenziata ha una percentuale di 52,1 %.

## San Paolo Bel Sito

San Paolo Bel Sito, comune della provincia di Napoli, ha una superficie pari a 2,97 km<sup>2</sup> e il numero di abitanti ammonta a 3371. Da fonte Istat si può ricavare il grafico del suo trend evolutivo:

Ha una densità di 1135 abitanti per chilometro quadrato; ogni abitante produce al giorno 1,33 kg di rifiuti.

La raccolta differenziata ha una percentuale di 41%.



### **Liveri**

Liveri, comune della provincia di Napoli, ha una superficie pari a 2,63 km<sup>2</sup> e il numero di abitanti ammonta a 1815. Da fonte Istat si può ricavare il grafico del suo trend evolutivo:

Ha una densità di 706,46 abitanti per chilometro quadrato; ogni abitante produce al giorno 1,59 kg di rifiuti.

La raccolta differenziata ha una percentuale di 31,1%.

### **Domicella**

Domicella, comune della provincia di Avellino, ha una superficie pari a 6,50 km<sup>2</sup> e il numero di abitanti ammonta a 1756. Da fonte Istat si può ricavare il grafico del suo trend evolutivo:

Ha una densità di 270,15 abitanti per chilometro quadrato; ogni abitante produce al giorno 0,94 kg di rifiuti.

La raccolta differenziata ha una percentuale di 50,1%.

### **Lauro**

Lauro, comune della provincia di Avellino, ha una superficie pari a 11,10 km<sup>2</sup> e il numero di abitanti ammonta a 3629.:

Ha una densità di 326,93 abitanti per chilometro quadrato; ogni abitante produce al giorno 0,51 kg di rifiuti.

La raccolta differenziata ha una percentuale di 37,9%.

### **Marzano di Nola**

Marzano di Nola, comune della provincia di Avellino, ha una superficie pari a 4,62 km<sup>2</sup> e il numero di abitanti ammonta a 1702. Da fonte Istat si può ricavare il grafico del suo trend evolutivo:

Ha una densità di 368,40 abitanti per chilometro quadrato; ogni abitante produce al giorno 0,75 kg di rifiuti.

La raccolta differenziata ha una percentuale di 50,3%.



### 3.3 La produzione dei rifiuti e la composizione merceologica

I dati di produzione media pro capite al giorno sono stati rilevati dal sito [www.comuniricicloni.org](http://www.comuniricicloni.org) ove sono stati rappresentati gli scenari di produzione. Tali valori sono stati già indicati nel paragrafo precedente. In questo paragrafo viene effettuato il calcolo complessivo dei rifiuti prodotti all'anno.

La produzione giornaliera di rifiuto per comune può essere facilmente ricavata attraverso la seguente formula:

$$P_{comune} = P_{procapite} \cdot N_{abt}$$

Si riporta a seguire una tabella contenenti i risultati del calcolo:

Comune	$P_{procapite} [kg / abt \cdot g]$	$N_{abt} [2008]$	$P_{comune} [kg / g]$
Nola	1,17	33000	38610
Palma Campania	1,06	14485	15354.1
Carbonara di Nola	0,86	2110	1814.6
San Paolo Belsito	1,33	3371	4483.43
Liveri	1,59	1815	2885.85
Domicella	0,94	1756	1650.64
Lauro	0,51	3629	1850.79
Marzano di Nola	0,75	1702	1276.5

Dai dati riportati in tabella è possibile ricavare, il numero totali di abitati e la produzione giornaliera per l'intero comprensorio preso in esame:

$$N_{abtTOT} = 61868$$

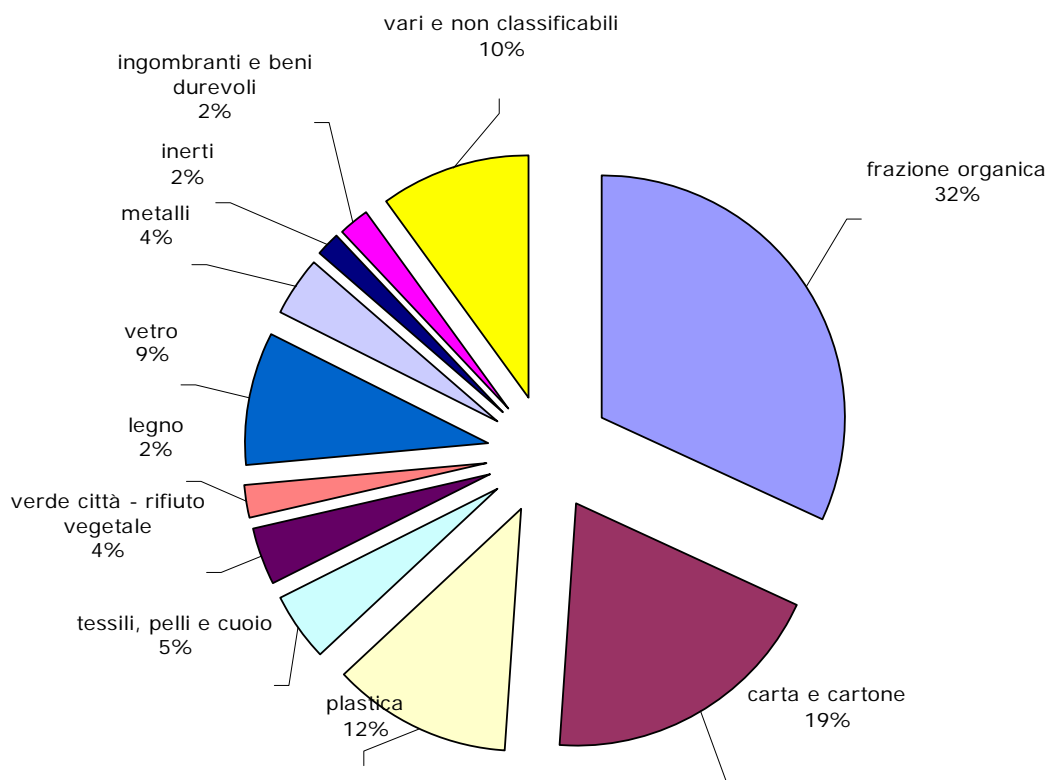
$$P_{TOT} = 67925.91[kg / g]$$

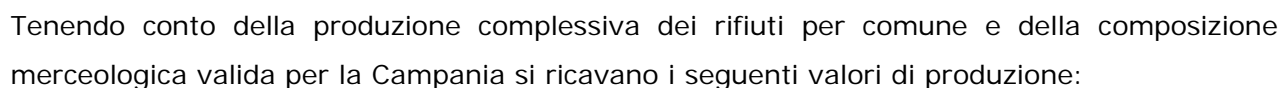
Moltiplicando i rifiuti totali giornalieri per 365 (numero di giorni in un anno) si ricava la quantità annua di rifiuti prodotti:

$$P_{TOT} = 24792957,15[kg / a]$$

Per ricavare la composizione merceologica dei rifiuti si è fatto riferimento ai dati disponibili in letteratura scientifica relativi alla composizione merceologica dei rifiuti prodotti in Campania, ritenendo la stessa rappresentativa per tutti i comuni. Si riportano a seguire una tabella ed un diagramma dei dati rilevati:

Composizione merceologica dei rifiuti prodotti in Campania	
frazione organica	32
carta e cartone	19
plastica	12
tessili, pelli e cuoio	4,5
verde città - rifiuto vegetale	4
legno	2
vetro	9
metalli	4
inerti	1,5
ingombranti e beni durevoli	2
vari e non classificabili	10





Quantità di rifiuti (t/a)	Nola	Palma Campania	Carbonara di Nola	San Paolo Belsito	Liveri	Domicella	Lauro	Marzano di Nola
Frazione Organica	4509,65	1793,36	211,95	523,66	337,07	192,79	216,17	149,10
Carta e cartone	2677,60	1064,81	125,84	310,93	200,13	114,47	128,35	88,53
Plastica	1691,12	672,51	79,48	196,37	126,40	72,30	81,06	55,91
tessili, pelli e cuoio	634,17	252,19	29,80	73,64	47,40	27,11	30,40	20,97
verde città - rifiuto vegetale	563,71	224,17	26,49	65,46	42,13	24,10	27,02	18,64
Legno	281,85	112,08	13,25	32,73	21,07	12,05	13,51	9,32
Vetro	1268,34	504,38	59,61	147,28	94,80	54,22	60,80	41,93
Metalli	563,71	224,17	26,49	65,46	42,13	24,10	27,02	18,64
Inerti	211,39	84,06	9,93	24,55	15,80	9,04	10,13	6,99
Ingombranti e beni durevoli	281,85	112,08	13,25	32,73	21,07	12,05	13,51	9,32
vari e non classificabili	1409,27	560,42	66,23	163,65	105,33	60,25	67,55	46,59

### 3.4 La raccolta differenziata

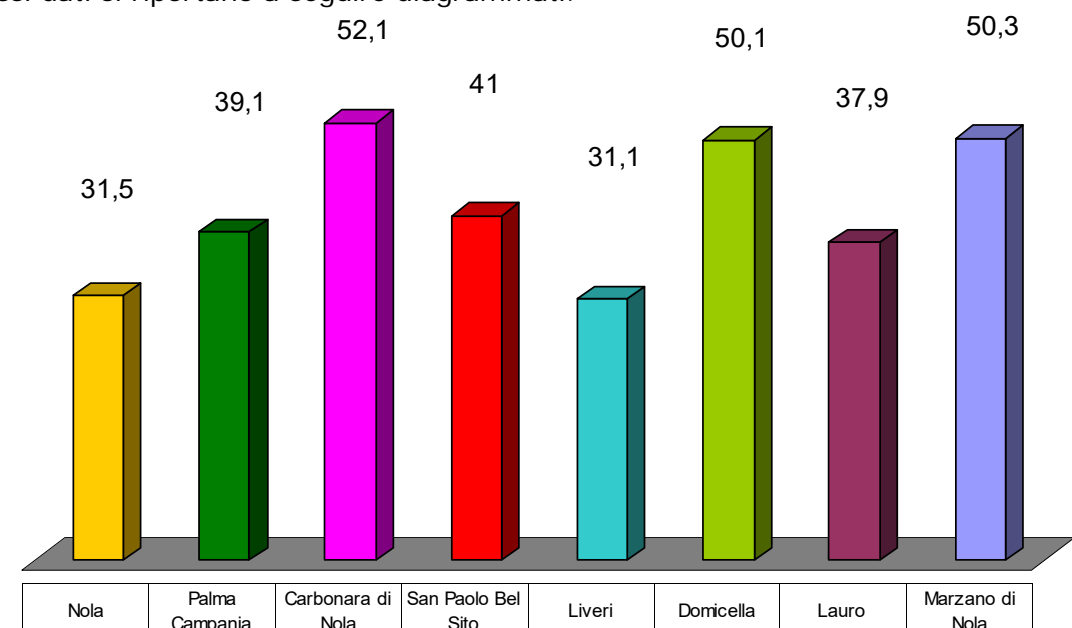
La **raccolta differenziata** dei rifiuti rappresenta un sistema di raccolta dei rifiuti solidi urbani differenziata per ogni tipologia di rifiuto (per esempio carta, plastica, vetro, umido etc..).

Gli otto comuni presi in esame per la redazione del presente piano hanno adottati tutti il sistema della raccolta differenziata. Sei comuni hanno superato, secondo i dati ricavati dal sito dei *comuni ricicloni*, la percentuale del 35% come stabilita dal Decreto Ronchi. Le percentuali di raccolta differenziata sono stati già indicati nel paragrafo 3.2; a seguire si riporta una tabella riassuntiva degli indici:

Indici di raccolta differenziata	
Nola	31,5%
Palma Campania	39,1%
Carbonara di Nola	52,1%
San Paolo Bel Sito	41%
Liveri	31,1%
Domicella	50,1%
Lauro	37,9%
Marzano di Nola	50,3%

Dalla tabella si rileva il contributo virtuoso di alcuni Comuni che hanno superato anche la soglia del 50%.

Gli stessi dati si riportano a seguire diagrammati.



Sempre dal sito dei *comuni ricicloni* sono state rilevate la composizione merceologica della frazione di rifiuto differenziata.

A seguire si riportano tali dati:

**Nola:**

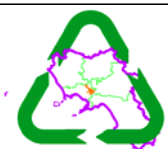
- Beni durevoli 0,571% Carta e cartone 24,161%
- Frazione organica 62,341%
- Legno 1,343%
- Metalli 0,051%
- Multimateriale 0,565%
- Plastica 6,659%
- Rifiuti ingombranti 1,831%
- Rifiuti tessili 2,378%

**Palma Campania:**

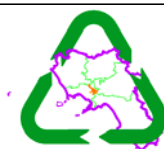
- Beni durevoli 1,968%
- Carta e cartone 15,847%
- Frazione organica 61,7%
- Legno 0,88%
- Multimateriale 6,503%
- Plastica 0,083%
- Rifiuti ingombranti 0,779%
- Rifiuti tessili 1,855%
- Vetro 10,485%

**Carbonara di Nola:**

- Beni durevoli 0,458%
- Carta e cartone 9,174%
- Frazione organica 58,096%
- Multimateriale 4,134%
- Plastica 1,057%
- Rifiuti ingombranti 8,229%
- Rifiuti tessili 1,025%
- Sfalci e ramaglie 0,602%
- Vetro 17,224%









## IPOTESI DI PIANO DI GESTIONE DEI RIFIUTI URBANI PER L'AGRO NOLANO-LAURETANO




### **San Paolo Bel Sito:**

-  Carta e cartone 10,336%
-  Frazione organica 67,867%
-  Legno 0,225%
-  Metalli 1,773%
-  Plastica 6,189%
-  Rifiuti tessili 2,343%
-  Vetro 11,267%

### **Liveri:**

-  Carta e cartone 27,82%
-  Frazione organica 49,553%
-  Multimateriale 1,719%
-  Metalli 1,927%
-  Plastica 5,356%
-  Vetro 13,626%





### **Domicella:**

-  Beni durevoli 0,171%
-  Carta e cartone 33,507%
-  Frazione organica 44,952%
-  Metalli 3,445%
-  Multimateriale 0,224%
-  Rifiuti ingombranti 0,272%
-  Rifiuti tessili 0,116%
-  Vetro 17,273%
-  Farmaci 0,036%
-  Batterie e accumulatori 0,004%

### **Lauro:**

-  Carta e cartone 7,972%
-  Frazione organica 61,591%
-  Legno 0,632%
-  Multimateriale 11,355%
-  Plastica 2,297%
-  Rifiuti ingombranti 0,512%
-  Rifiuti tessili 0,448%
-  Vetro 15,192%

### **Marzano di Nola:**

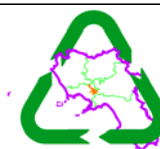
-  Carta e cartone 11,534%
-  Frazione organica 63,333%
-  Plastica 21,01%
-  Metalli 4,123%

Per le elaborazioni di cui a seguire, si è ritenuto più utile uniformare l'espressione delle composizioni merceologiche delle frazioni differenziate di cui sopra a quella tipica della Campania. A seguire si riportano i dati rielaborati.

<b>Composizione Merceologica</b>	<b>Nola</b>	<b>Palma Campania</b>	<b>Carbonara di Nola</b>	<b>San Paolo Belsito</b>	<b>Liveri</b>	<b>Domicella</b>	<b>Lauro</b>	<b>Marzano di Nola</b>
Frazione Organica	62,44	61,70	58,10	67,87	49,55	44,95	61,59	63,33
Carta e cartone	24,16	15,85	9,17	10,34	27,82	33,51	7,97	11,53
Plastica	6,66	0,08	1,06	6,19	5,36	0,00	2,30	21,01
tessili, pelli e cuoio	2,38	1,86	1,03	2,34	0,00	0,12	0,45	0,00
verde città - rifiuto vegetale	0,00	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Legno	1,34	0,88	0,00	0,23	0,00	0,00	0,63	0,00
Vetro	0,00	10,49	17,22	11,27	13,63	17,27	15,19	0,00
Metalli	0,05	0,00	0,00	1,77	1,93	3,45	0,00	4,12
Inerti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ingombranti e beni durevoli	2,40	2,75	8,69	0,00	0,00	0,45	0,51	0,00
vari e non classificabili	0,57	6,40	4,14	0,00	1,72	0,26	11,36	0,00

Non tutti i comuni indagati attuano un sistema di raccolta differenziata che prevede la separazione dei rifiuti nelle sue singole componenti. Alcuni prevedono, ad esempio, il conferimento di plastica e carta insieme. Ai fini della presente trattazione si assumerà che la frazione differenziata venga conferita nelle sue singole componenti, non prevedendo per questa, pertanto, la necessità di inviarla ad un sistema di separazione e recupero.





Rapportando le percentuali alla produzione totale di rifiuti si ottengono le seguenti quantità di rifiuti differenziati:

Quantità di raccolta differenziata (kg/a)	
Nola	4439184,75
Palma Campania	2191260,38
Carbonara di Nola	345073,409
San Paolo Bel Sito	670945,3
Liveri	327587,263
Domicella	301844,284
Lauro	256029,035
Marzano di Nola	234359,018

da cui, tenendo conto della composizione merceologica della frazione differenziata si ricavano le seguenti percentuali:

Quantità di rifiuti differenziati (t/a)	Nola	Palma Campania	Carbonara di Nola	San Paolo Belsito	Liveri	Domicella	Lauro	Marzano di Nola
Frazione Organica	2771,87	1352,01	200,47	455,35	162,33	135,69	157,69	148,43
Carta e cartone	1072,55	347,25	31,66	69,35	91,13	101,14	20,41	27,03
Plastica	295,61	1,82	3,65	41,52	17,55	0,00	5,88	49,24
tessili, pelli e cuoio	105,56	40,65	3,54	15,72	0,00	0,35	1,15	0,00
verde città - rifiuto vegetale	0,00	0,00	2,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Legno	59,62	19,28	0,00	1,51	0,00	0,00	1,62	0,00
Vetro	0,00	229,75	59,44	75,60	44,64	52,14	38,90	0,00
Metalli	2,26	0,00	0,00	11,90	6,31	10,40	0,00	9,66
Inerti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ingombranti e beni durevoli	106,63	60,19	29,98	0,00	0,00	1,35	1,31	0,00
vari e non classificabili	25,08	140,31	14,27	0,00	5,63	0,78	29,07	0,00

In sintesi si può riassumere per l'area in esame:

Tabella di sintesi	
Abitanti totali	61868
Rifiuti totali anno	24792957,15 [kg/a]
Quantità RD	8766283,439 [kg/a]
Quantità NRD	16026673,71 [kg/a]

Su base complessiva la RD ammonta al 35.36% della produzione totale

## **4. RELAZIONE DI PIANO**

### ***4.1 Obiettivi del piano***

In linea con quanto previsto dalla normativa nazionale e regionale vigente, vengono definiti a seguire alcuni obiettivi che si propone il piano in esame (le proposte sono quelle degli alunni del corso). In particolare si propongono a seguire due obiettivi principali da raggiungere:

- riduzione della produzione dei rifiuti;
- aumento della raccolta differenziata;

#### **Riduzione della produzione dei rifiuti**

Per ridurre la produzione dei rifiuti si propongono i seguenti indirizzi:

- 1) Utilizzare le bottiglie di vetro al posto di quelle di plastica in modo tale da poterle riutilizzare per usi differenti (conservare di pomodoro, imbottigliare il vino...);
- 2) Evitare di gettare gli abiti e i vestiti dismessi ma modificarli per un nuovo uso o donarli in beneficenza;
- 3) Non gettare i fogli di carta ma impiegarli come combustibile, una volta sfruttati su entrambe le facciate;
- 4) Evitare il materiale cartaceo, ove possibile, utilizzando quello telematico;
- 5) Adottare nuove metodologie per ridurre la produzione di materiali ingombranti e non riciclabili;
- 6) Utilizzare prodotti che possono essere riutilizzati più volte evitando gli usa e getta;
- 7) Utilizzo di oggetti costituiti da materiale riciclabile o biodegradabile;
- 8) Preferire prodotti con meno imballaggi

#### **Aumento della raccolta differenziata**

Per aumentare la percentuale di raccolta differenziata si propongono i seguenti indirizzi:

- 1) utilizzare appositi codici specifici per ogni famiglia affinché le tasse di chi effettua correttamente la raccolta differenziata vengano ridotte, multando o incrementando le stesse qualora non vengano rispettate le "semplici norme" di raccolta differenziata;
- 2) maggiore efficienza nel servizio di ritiro dei rifiuti porta a porta;
- 3) aumentare il numero delle aree o isole ecologiche;
- 4) attraverso una maggiore sensibilizzazione delle persone rendendo ben note le finalità, le modalità ed i vantaggi di una buona raccolta differenziata;
- 5) organizzare degli eventi che promuovano la salvaguardia dell'ambiente;
- 6) far capire che attraverso una buona raccolta differenziata è possibile ridurre i volumi delle discariche e, quindi, il numero delle stesse.

#### **4.2 Scelta del sistema di smaltimento finale**

Dal punto di vista impiantistico, il piano in esame prevede la definizione di un ipotetico sistema di smaltimento finale dei rifiuti atto a soddisfare le produzioni dei comuni indagati.

La definizione del sistema di smaltimento è stata condotta nell'ipotesi semplificativa di non considerare il sistema impiantistico esistente. Di fatto, tenendo conto delle infrastrutture esistenti, seguendo anche quanto prescritto dalla normativa in materia, il piano dovrebbe prevedere in primo luogo il recupero delle strutture esistenti prevedendone eventualmente il potenziamento.

Dato il carattere di pura esercitazione, il presente piano propone la realizzazione di un sistema di smaltimento ex novo costituito da:

- un impianto di recupero;
- un impianto di compostaggio;
- un termovalorizzatore;
- una discarica controllata.

A monte del sistema descritto si ipotizza una situazione di raccolta dei rifiuti le cui caratteristiche sono state rilevate dal sito dei comuni ricicloni e sono state sintetizzate riportate nel quadro conoscitivo ed in particolare nei paragrafi 3.2, 3.3 e 3.4.

A seguire si riporta una descrizione sintetica degli impianti previsti.

##### **Impianto di Recupero**

Trattasi di un impianto ove si prevede d'inviare la frazione non differenziata al fine di recuperare quelle componenti che possono essere inviate al riciclaggio o al compostaggio, evitando in altre parole di inviare tutta la frazione indifferenziata all'inceneritore o, peggio, alla discarica. Solo la quantità di rifiuti non recuperata si ipotizzerà di inviarla all'inceneritore.

il tipo di impianto previsto, e che verrà meglio descritto a seguire, sarà del tipo misto "meccanizzato con selezione prevalentemente di tipo manuale".

Il principio base del funzionamento di un impianto di recupero è **il concetto di riutilizzo dei rifiuti**. Il concetto di riutilizzo include, a sua volta, il principio di considerare il rifiuto solido non un insieme di valore nullo, ma una risorsa non convenzionale da cui attingere materie alternative a quelle tradizionali per produrne altre. Tale principio evidenzia che *"una corretta gestione dei rifiuti"* può essere garantita *"attraverso il reimpiego ed il riciclaggio"*.

##### **Impianto di Compostaggio**

Trattasi di un impianto ove si prevede d'inviare la frazione organica biodegradabile dei rifiuti urbani che, attraverso processi di trasformazione, viene trasformata in un fertilizzante

organico umidificato, detto compost. La trasformazione avviene sfruttando l'azione della flora microbica spontaneamente presente nel rifiuto stesso. Un impianto di compostaggio prevede, altresì, una serie di processi di natura prevalentemente fisico-meccanica mirati a: favorire la fase di bioconversione, separare i materiali non soggetti a trasformazione biologica o di essa inibitori, migliorare la qualità del prodotto finale per una sua più favorevole commercializzazione.

Ai fini della presente trattazione si immaginerà di inviare a compostaggio tutta la frazione biodegradabile proveniente dalla raccolta differenziata (rifiuti organici, verde di città, legno) e quella recuperata dal sistema di recupero di cui sopra. Il rendimento dell'impianto previsto è del 50% ovvero si ipotizzerà che il 50% della frazione biodegradabile diventi compost. Tale valore è stato desunto dalla letteratura scientifica a disposizione che evidenzia tale rendimento come tipico degli impianti attualmente operanti.

### **Termovalorizzatore**

Trattasi di un impianto ove il rifiuto subisce un processo di trattamento termico: attraverso un processo di combustione con presenza di aria in eccesso rispetto alla richiesta stechiometrica, il rifiuto viene trasformato in prodotti gassosi, ceneri e scorie allo stato solido, ed energia sotto forma di calore che può essere trasformato, a sua volta, in energia elettrica.



Ai fini della presente trattazione si immaginerà di inviare al termovalorizzatore la frazione indifferenziata della raccolta differenziata e il materiale non recuperato dall'impianto di recupero. Le ceneri e le scorie solide provenienti dalla combustione verranno inviate alla discarica; il calore verrà trasformato in energia elettrica. Per i fumi si immaginerà che l'impianto sia munito di un opportuno sistema di abbattimento tale rendere la concentrazione delle sostanze presenti negli effluenti gassosi compatibili con i limiti stabiliti dalla normativa vigente. Tale ipotesi viene assunta al fine di semplificare la presente trattazione.

### **Discarica controllata**

La discarica controllata rappresenta il recapito ultimo dei rifiuti ove si prevede la sistemazione degli stessi in un sito oculatamente selezionato, il loro costipamento per il migliore sfruttamento delle superfici impegnate, il ricoprimento giornaliero con uno strato di terreno di adeguato spessore.

Ai fini della presente trattazione si prevederà il dimensionamento di una discarica atta ad accogliere i rifiuti immaginando tre scenari differenti:

- conferimento "tal quale" di tutti i rifiuti;
- conferimento di tutta la frazione non differenziata senza considerare il compostaggio e il termovalorizzatore;

	<p align="center"><b>IPOTESI DI PIANO DI GESTIONE DEI RIFIUTI URBANI PER L'AGRO NOLANO-LAURETANO</b></p>	
---	--	---

- conferimento delle sole ceneri provenienti dal termovalorizzatore, degli scari provenienti dal compostaggio e dai sistemi di riciclo.

Queste tre ipotesi sono state definite al fine di evidenziare come variano gli ingombri del sito di stoccaggio man mano che il sistema di smaltimento diventa più completo.

Per il calcolo dei volumi, si è ipotizzato un tempo di vita utile della discarica pari a 10 anni.

### ***4.3 Scenari di pianificazione***

Per la pianificazione del sistema di gestione dei RU sono stati ipotizzati due scenari, di breve e lungo periodo, in cui sono stati simulati i flussi dei rifiuti urbani e delle relative frazioni assumendo i trend di crescita degli ultimi anni e gli obiettivi di piano indicati nel paragrafo precedente.

In tal modo si è voluto evidenziare l'evoluzione dell'intero sistema integrato dei rifiuti, dalla produzione al trattamento finale, tendendo conto del trend evolutivo della produzione degli stessi e mettendo in evidenza anche la necessità di un potenziamento delle strutture impiantistiche adottate.

Come scenario di lungo

periodo sono state fatte delle previsioni al 2018 – 2020. Il lasso temporale di 10 anni è stato assunto non a caso ma uguale alla vita utile della discarica ipotizzata.

#### **4.3.1 I dati a disposizione**

I dati a disposizione sono quelli relativi alla produzione pro capite, agli indici di raccolta differenziata e alla composizione merceologica della frazione differenziata relativi al 2006; al numero di abitanti e al loro trend evolutivo da dati istat. Tali dati sono stati assunti al fine di ricostruire lo scenario di breve tempo (due anni) ipotizzando che i valori a disposizione si mantengano costanti in questo periodo.

Per la ricostruzione dello scenario a lungo tempo si è ipotizzato che:



- a) la produzione pro capite subisca un incremento pari all'1,5% annuo desunto dai dati a disposizione per la Regione Campania e le province di Napoli ed Avellino;
- b) gli indici di raccolta differenziata raggiungano il 50% di raccolta per i comuni di Nola, Palma Campania, San Paolo Belsito, Liveri e il 60% per i comuni di Carbonara di Nola, Domicella, Marzano di Nola;
- c) per gli obiettivi di cui alla lettera b) si incrementi la raccolta delle frazioni recuperabili (plastica, vetro, metalli...).

Il numero di abitanti al 2018, infine, è stato rilevato estrapolando i dati a disposizione sull'evoluzione storica degli abitanti da fonte istat.

#### **4.3.2 Ipotesi adottate per la ricostruzione degli scenari**

Per la ricostruzione dello scenario a breve tempo si è ipotizzato di considerare i dati di produzione pro capite, le percentuali di raccolta differenziata, la composizione merceologica della frazione differenziata relativi a due anni.



	<p align="center"><b>IPOTESI DI PIANO DI GESTIONE DEI RIFIUTI URBANI PER L'AGRO NOLANO-LAURETANO</b></p>	
---	--	---

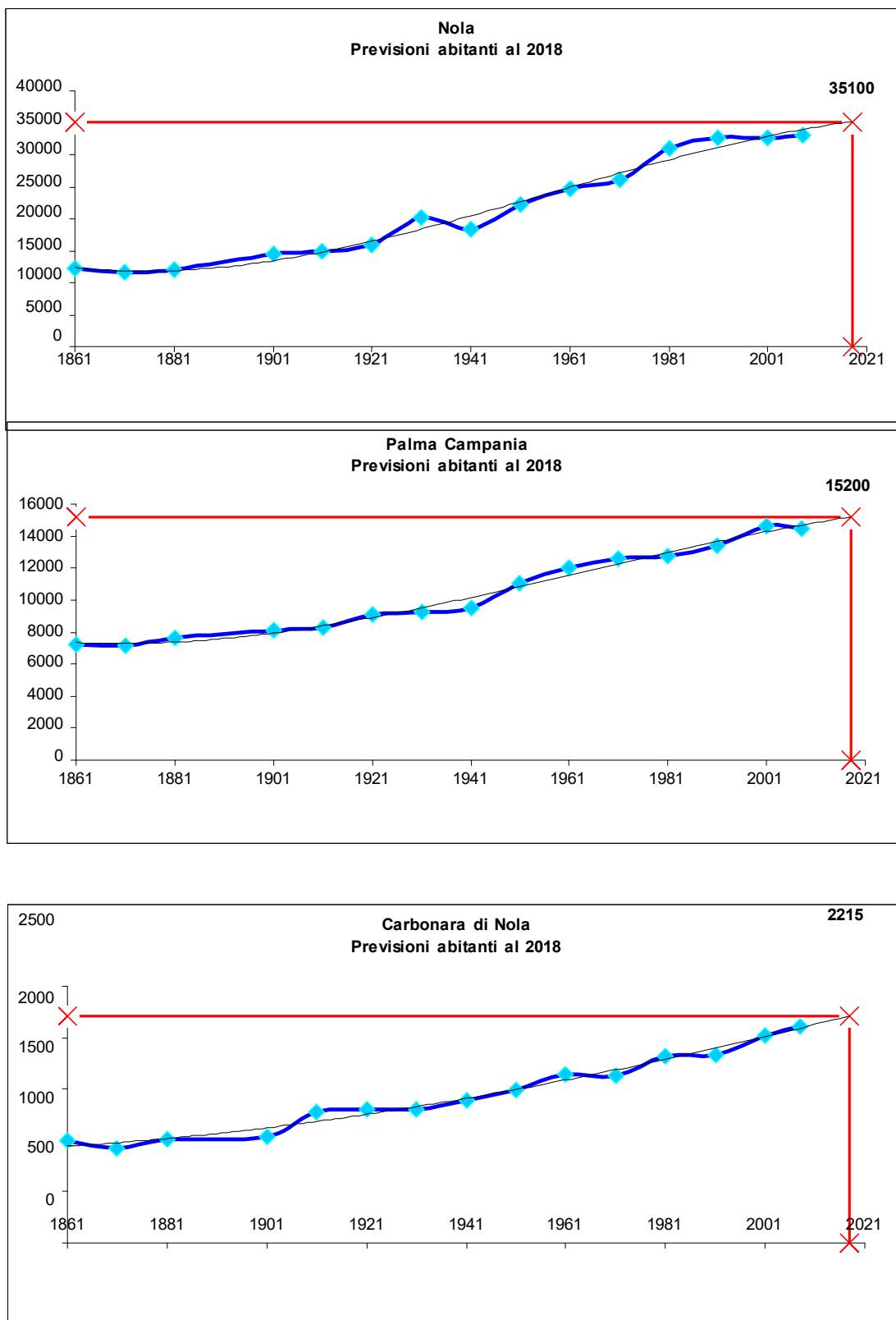
Quanto premesso, per le elaborazioni di cui a seguire, è stato necessario ricavare la composizione merceologica della frazione non differenziata da mandare al sistema di recupero. Tale calcolo è stato effettuato attraverso una semplice operazione di sottrazione tra la composizione merceologica dei rifiuti totali e quella della frazione differenziata. In tal modo si è ricavato:

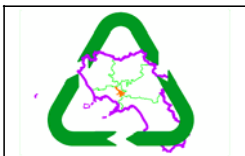
Quantità di rifiuti non differenziati (t/a)	Nola	Palma Campania	Carbonara di Nola	San Paolo Bel Sito	Liveri	Domicella	Lauro	Marzano di Nola
Frazione Organica	1737,78	441,35	11,47	68,31	174,74	57,11	58,48	0,67
Carta e cartone	1605,05	717,56	94,19	241,58	109,00	13,33	107,94	61,49
Plastica	1395,51	670,69	75,83	154,85	108,85	72,30	75,18	6,67
tessili, pelli e cuoio	528,61	211,54	26,27	57,92	47,40	26,76	29,25	20,97
verde città - rifiuto vegetale	563,71	224,17	24,42	65,46	42,13	24,10	27,02	18,64
Legno	222,23	92,80	13,25	31,22	21,07	12,05	11,89	9,32
Vetro	1268,34	274,63	0,17	71,69	50,16	2,09	21,90	41,93
Metalli	561,44	224,17	26,49	53,56	35,82	13,70	27,02	8,97
Inerti	211,39	84,06	9,93	24,55	15,80	9,04	10,13	6,99
Ingombranti e beni durevoli	175,22	51,89	-16,73	32,73	21,07	10,70	12,20	9,32
vari e non classificabili	1384,18	420,12	51,96	163,65	99,71	59,46	38,48	46,59

### **Senario 2018 - 2020**

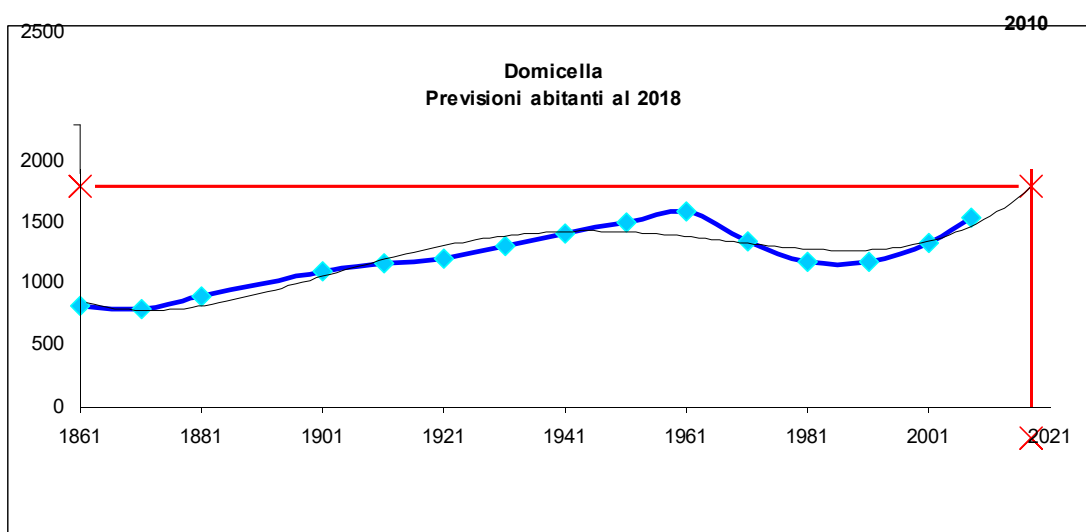
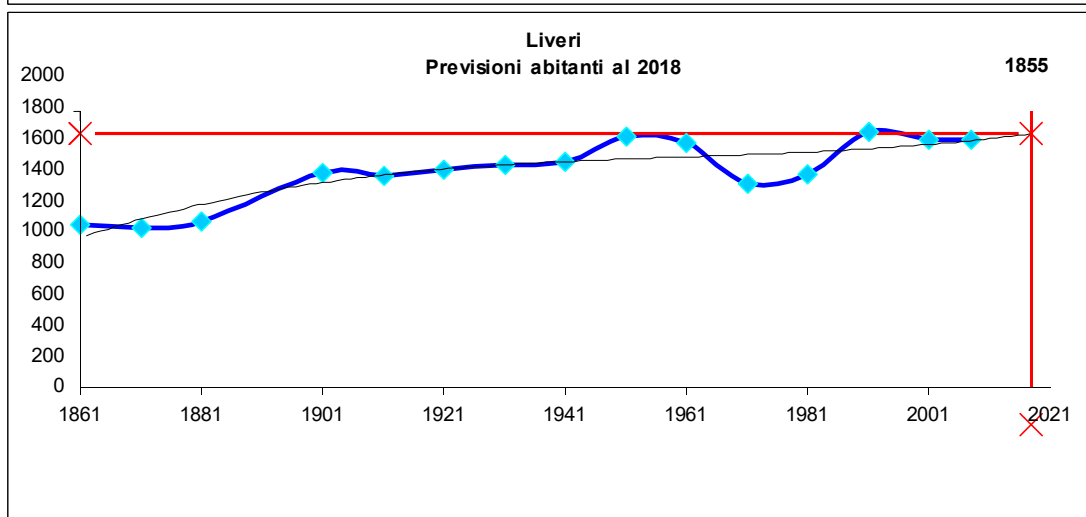
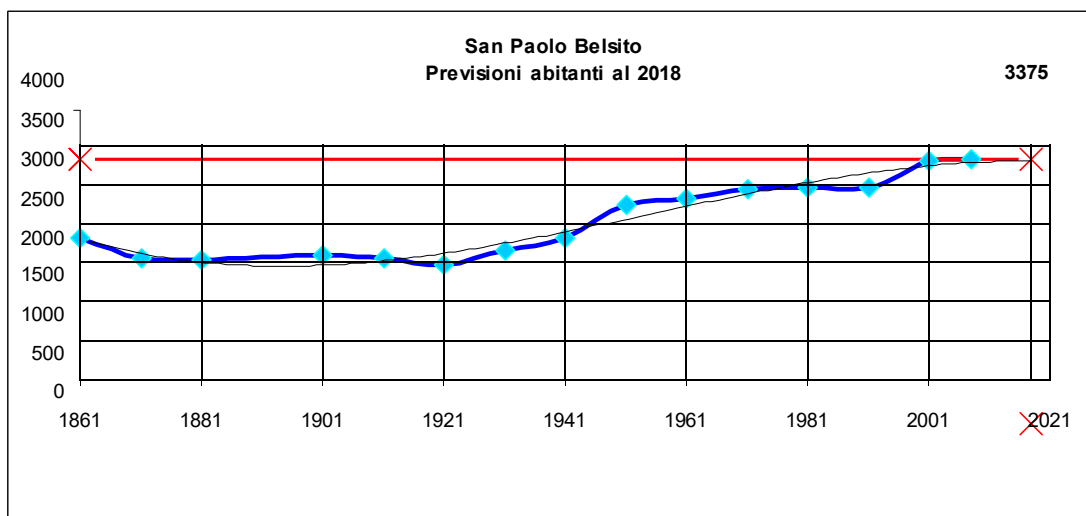
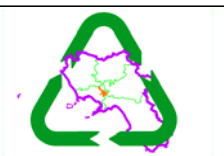
Per la ricostruzione dello scenario a lungo tempo è stato stimato il **numero di abitanti** prevedibili al 2018 attraverso un'operazione di "estrapolazione" dei dati a disposizione. Nello specifico, per ogni Comune è stato diagrammato l'andamento della crescita demografica nel tempo; dall'andamento è stata ricostruita la funzione che meglio lo approssima; dall'equazione di quest'ultima è stato ricavato il "presumibile" valore al 2018. Dalle rielaborazioni si è rilevato che, per i comuni della provincia di Napoli i dati ben si interpolano attraverso una poligonale di 3 grado, per quelli della provincia di Avellino si è

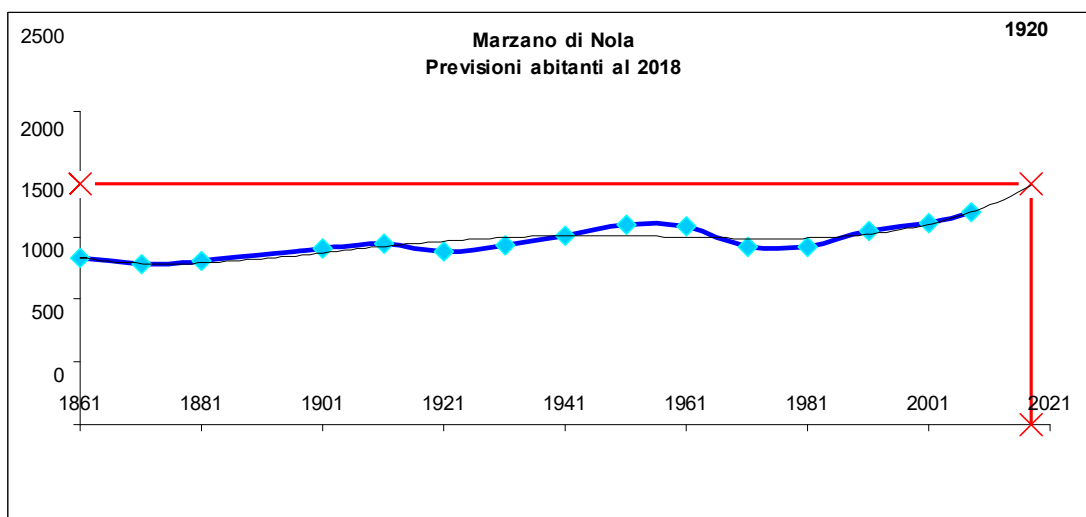
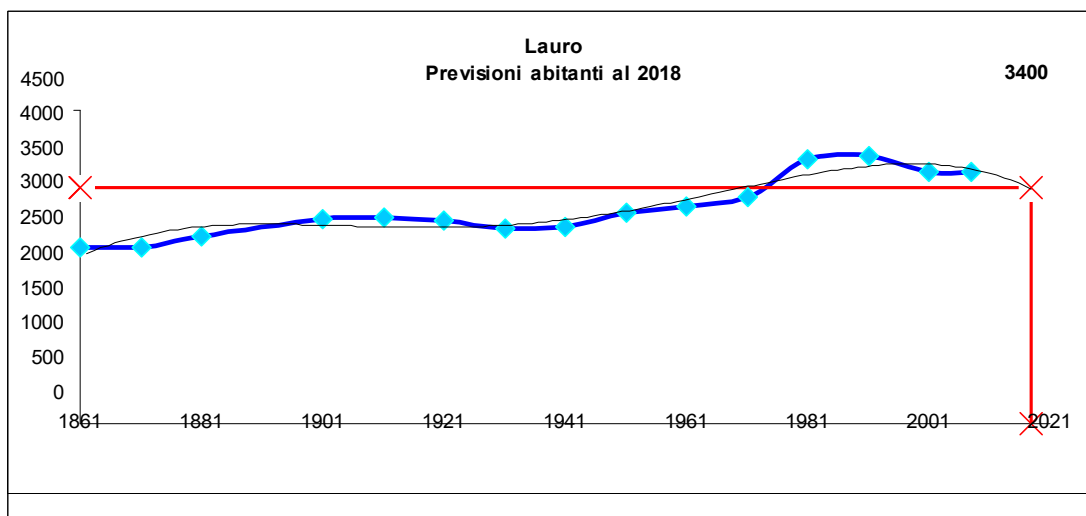
preferito una poligonale di 4 grado. A seguire si riportano i diagrammi di estrapolazione dei dati ISTAT.





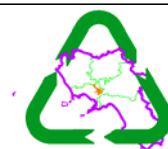
## IPOTESI DI PIANO DI GESTIONE DEI RIFIUTI URBANI PER L'AGRO NOLANO-LAURETANO





Per il calcolo della **produzione pro capite** si è assunto un incremento annuo del 1,5%.  
Partendo dai dati a disposizione si presuppongono le seguenti quantità pro capite:

Comune	$P_{pro\ capite} [kg / abt \cdot g]$ al 2018
Nola	1,172
Palma Campania	1,062
Carbonara di Nola	0,861
San Paolo Belsito	1,332
Liveri	1,592
Domicella	0,941
Lauro	0,511
Marzano di Nola	0,751





Per tanto la **produzione totale annua** prevista sarà:



Comune	$P_{pro\ capite} [kg / abt \cdot g]$ al 2018	$N_{abt} [2018]$	$P_{comune} [kg / a]$ al 2018
Nola	1,172	35100	15011939,18
Palma Campania	1,062	15200	5889701,32
Carbonara di Nola	0,861	2215	696331,4328
San Paolo Belsito	1,332	3375	1640851,341
Liveri	1,592	1855	1078164,074
Domicella	0,941	2010	690665,4465
Lauro	0,511	3629	676551,6575
Marzano di Nola	0,751	1920	526388,4

Per quanto riguarda **le percentuali di raccolta differenziata** si impone il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

Obbiettivo raccolta differenziata al 2018	
Nola	50%
Palma Campania	50%
Carbonara di Nola	60%
San Paolo Bel Sito	50%
Liveri	50%
Domicella	60%
Lauro	50%
Marzano di Nola	60%

	<b>IPOTESI DI PIANO DI GESTIONE DEI RIFIUTI URBANI PER L'AGRO NOLANO-LAURETANO</b>							
<b>Quantità di rifiuti prodotti al 2018 (t/a)</b>	<b>Nola</b>	<b>Palma Campania</b>	<b>Carbonara di Nola</b>	<b>San Paolo Belsito</b>	<b>Liveri</b>	<b>Domicella</b>	<b>Lauro</b>	<b>Marzano di Nola</b>
Frazione Organica	4803,82	1884,70	222,83	525,07	345,01	221,01	216,50	168,44
Carta e cartone	2852,27	1119,04	132,30	311,76	204,85	131,23	128,54	100,01
Plastica	1801,43	706,76	83,56	196,90	129,38	82,88	81,19	63,17
tessili, pelli e cuoio	675,54	265,04	31,33	73,84	48,52	31,08	30,44	23,69
verde città - rifiuto vegetale	600,48	235,59	27,85	65,63	43,13	27,63	27,06	21,06
Legno	300,24	117,79	13,93	32,82	21,56	13,81	13,53	10,53
Vetro	1351,07	530,07	62,67	147,68	97,03	62,16	60,89	47,37
Metalli	600,48	235,59	27,85	65,63	43,13	27,63	27,06	21,06
Inerti	225,18	88,35	10,44	24,61	16,17	10,36	10,15	7,90
Ingombranti e beni durevoli	300,24	117,79	13,93	32,82	21,56	13,81	13,53	10,53
vari e non classificabili	1501,19	588,97	69,63	164,09	107,82	69,07	67,66	52,64

Per il raggiungimento degli obiettivi di raccolta differenziata, si assume che venga migliorata la raccolta delle frazioni da mandare a recupero o al riciclo. In altre parole si ipotizza di “ridistribuire meglio” la composizione merceologica rispetto a quella rilevata per lo scenario a breve tempo. Di seguito si riportano le tabelle relative alla composizione merceologica della frazione differenziata; la prima in termini percentuali, la seconda in termini quantitativi come tonnellate all'anno. In ultimo si riporta la tabella della frazione non differenziata ottenuta anche in tal caso come differenza tra la tabella “complessiva” e quella della frazione differenziata.

	<p align="center"><b>IPOTESI DI PIANO DI GESTIONE DEI RIFIUTI URBANI PER L'AGRO NOLANO-LAURETANO</b></p>	
--	--	--

<b>Composizione merceologica della frazione differenziata al 2018 (%)</b>	<b>Nola</b>	<b>Palma Campania</b>	<b>Carbonara di Nola</b>	<b>San Paolo Belsito</b>	<b>Liveri</b>	<b>Domicella</b>	<b>Lauro</b>	<b>Marzano di Nola</b>
Frazione Organica	55,0	55	50	55	50	45	55	53
Carta e cartone	22,5	18	15	12	24	30	10	15
Plastica	8,0	4	5	9	6	3	5	18
tessili, pelli e cuoio	2,0	1	1	2	1	0,5	0,5	0,5
verde città - rifiuto vegetale	1,0	1	2	3	1,5	1	1	1
Legno	1,5	1	1	1	1	1	1	1
Vetro	3,5	10	14	12	11,5	15	16	5,5
Metalli	3,0	4,5	5	5	4	4	5	5
Inerti	0,0	0	0	0	0	0	0	0
Ingombranti e beni durevoli	2,5	2,5	3	1	1	0,4	1	1
vari e non classificabili	1,0	3	4	0	0	0,1	5,5	0

<b>Composizione merceologica della frazione differenziata al 2018 (t/a)</b>	<b>Nola</b>	<b>Palma Campania</b>	<b>Carbonara di Nola</b>	<b>San Paolo Belsito</b>	<b>Liveri</b>	<b>Domicella</b>	<b>Lauro</b>	<b>Marzano di Nola</b>
Frazione Organica	4128,28	1619,67	208,90	451,23	269,54	186,48	186,05	167,39
Carta e cartone	1688,84	530,07	62,67	98,45	129,38	124,32	33,83	47,37
Plastica	600,48	117,79	20,89	73,84	32,34	12,43	16,91	56,85
tessili, pelli e cuoio	150,12	29,45	4,18	16,41	5,39	2,07	1,69	1,58
verde città - rifiuto vegetale	75,06	29,45	8,36	24,61	8,09	4,14	3,38	3,16
Legno	112,59	29,45	4,18	8,20	5,39	4,14	3,38	3,16
Vetro	262,71	294,49	58,49	98,45	61,99	62,16	54,12	17,37
Metalli	225,18	132,52	20,89	41,02	21,56	16,58	16,91	15,79
Inerti	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ingombranti e beni durevoli	187,65	73,62	12,53	8,20	5,39	1,66	3,38	3,16
vari e non classificabili	75,06	88,35	16,71	0,00	0,00	0,41	18,61	0,00





#### ***4.4 Funzionamento del sistema di smaltimento ipotizzato***

Una volta definita la quantità di rifiuto in gioco per i due scenari, quello a breve tempo e quello a lungo tempo, nei paragrafi a seguire verrà descritto il funzionamento del sistema di smaltimento ipotizzato che, si ricorda, comprende:

- un impianto di recupero;
- un impianto di compostaggio;
- un termovalorizzatore;
- una discarica controllata.

Per il funzionamento si faranno le seguenti assunzioni:

- il sistema di raccolta differenziata prevede il conferimento separato delle singole frazioni;
- dalla RD si ipotizza di inviare a riciclaggio carta, cartone, plastica, vetro, ferro, alluminio, tessuti, pelli e cuoio; di mandare a compostaggio sostanza organica, legno e verde città; di inviare ad opportuno sistema di smaltimento i beni ingombranti; di mandare all'inceneritore l'indifferenziato;
- la frazione indifferenziata (NRD) verrà inviata al sistema di recupero;
- la quantità di carta, cartone, plastica, vetro, ferro, alluminio, tessuti, pelli e cuoio recuperata verrà inviata al riciclaggio; la sostanza organica e il verde città recuperato verrà mandato al compostaggio; i beni ingombranti verranno inviati all'opportuno sistema di recupero; la frazione non recuperata verrà inviata all'inceneritore;
- si ipotizzerà, altresì, che gli scarti provenienti dagli impianti di riciclaggio ammontino al 10% del materiale da riciclare e che questi vengano direttamente inviati alla discarica;
- alla discarica verranno inviati anche gli scarti del compostaggio, pari al 30% della quantità in ingresso all'impianto, e le ceneri provenienti dall'inceneritore.

#### 4.4.1 Scenario a breve tempo

##### 4.4.1.1 Calcolo delle quantità da smaltire



##### **FRAZIONE DIFFERENZIATA**

La composizione merceologica della FD è pari a:

Composizione merceologica della frazione differenziata (kg/a)	
Frazione Organica	5383835,10
Carta e cartone	1760521,75
Plastica	415261,68
tessili, pelli e cuoio	166966,09
verde città - rifiuto vegetale	2077,34
Legno	82029,07
Vetro	500455,04
Metalli	40533,61
Inerti	0,00
Ingombranti e beni durevoli	199459,78
vari e non classificabili	215143,98

Si assume che il cartone rappresenta il 20% della frazione "carta-cartone" e che l'alluminio sia il 20% della frazione metalli. Pertanto, la composizione merceologica diventa:

Composizione merceologica della frazione differenziata (t/a)	
Frazione Organica	5383,84
Carta	1408,42
Cartone	352,10
Plastica	415,26
tessili, pelli e cuoio	166,97
verde città - rifiuto vegetale	2,08
Legno	82,03
Vetro	500,46
Alluminio	8,11
Materie Ferrose	32,43
Inerti	0,00
Ingombranti e beni durevoli	199,46
vari e non classificabili	215,14

	<b>IPOTESI DI PIANO DI GESTIONE DEI RIFIUTI URBANI PER L'AGRO NOLANO-LAURETANO</b>	
---	--	---

Come ipotizzato, si assume che le componenti della frazione differenziata siano conferite e raccolte separatamente. Accorpendo le varie componenti in base alla loro destinazione si ottiene la seguente tabella:

<b>Materiale da RD (t/a)</b>	
carta	1408,42
cartone	352,10
plastica	415,26
vetro	500,46
alluminio	8,11
materiali ferrosi	32,43
tessili, pelli e cuoio	166,97
ingombranti	199,46
sostanza organica	5383,84
legno	82,03
verde città - rifiuto vegetale	2,08
Inerti	0,00
vari e non classificabili	215,14

Dalla tabella si ottengono le quantità di rifiuto per trattamento:

<b>Materiali per trattamento (t/a)</b>	
<b>materiale da riciclaggio</b>	2883,74
<b>materiale da opportuno smaltimento</b>	199,46
<b>materiale da compost</b>	5467,94
<b>materiale da inceneritore</b>	215,14
<b>materiale da discarica</b>	0,00

## **FRAZIONE NON DIFFERENZIATA**

La composizione merceologica della FND è pari a:

<b>Composizione merceologica della frazione non differenziata (kg/a)</b>	
Frazione Organica	2549911,19
Carta e cartone	2950140,11
Plastica	2559893,18
tessili, pelli e cuoio	948716,98
verde città - rifiuto vegetale	989640,94
Legno	413830,07
Vetro	1730911,11
Metalli	951184,68
Inerti	371894,36
Ingombranti e beni durevoli	296399,36
vari e non classificabili	2264151,73

Si assume che il cartone rappresenta il 20% della frazione “carta-cartone” e che l'alluminio sia il 20% della frazione metalli. Pertanto, la composizione merceologica diventa:

<b>Composizione merceologica della non frazione differenziata (t/a)</b>	
Frazione Organica	2549,91
Carta	2360,11
Cartone	590,03
Plastica	2559,89
tessili, pelli e cuoio	948,72
verde città - rifiuto vegetale	989,64
Legno	413,83
Vetro	1730,91
Alluminio	190,24
Materie Ferrose	760,95
Inerti	371,89
Ingombranti e beni durevoli	296,40
vari e non classificabili	2264,15

Come ipotizzato, si assume la frazione non differenziata venga inviata all'impianto di recupero di seguito descritto.

### **Impianto di recupero**

L'impianto di recupero previsto è di tipo meccanizzato con doppia preselezione iniziale manuale.

Il sistema ipotizzato prevede:



- preselezione di 1° stadio;
- preselezione di 2° stadio;
- rottura sacchetti a perdere;
- cernita manuale di primo stadio;
- separazione dimensionale;
- cernita manuale di secondo stadio;
- riduzione delle dimensioni;
- separazione magnetica;
- separazione elettrostatica

Per il funzionamento dell'impianto si assume che il cartone sia recuperato per il 75% sia nel primo che nel secondo stadio della preselezione. Durante la fase di preselezione di primo stadio si immagina che vengono allontanati dai rifiuti quelli ingombranti. Si assume che le percentuali di recupero nel corso della prima cernita siano dell'80% per la carta, la plastica e l'alluminio, del 75% per il vetro ed il cartone e nel corso della seconda cernita siano dell'85% per tutti i materiali. Si assume che il coefficiente di passaggio, R, attraverso lo staccio utilizzato nella fase di separazione dimensionale, sia pari a 0,70 per tutte le componenti del rifiuto, ad eccezione dei residui alimentari per i quali sia pari ad 1. A seguito della fase di riduzione delle dimensioni si prevede una perdita di umidità dalla frazione organica e vegetale pari al 20% in peso. Il rendimento della fase di separazione magnetica è assunto pari al 90%. Il rendimento della separazione elettrostatica è assunto pari al 70% della frazione organica, al 50% di quella vegetale e al 90% per i metalli.

Sulla base delle ipotesi effettuate è possibile elaborare una prima tabella in cui figurano:

- i singoli materiali in ingresso (Q0)
- le portate a valle della prima preselezione (Q1)
- le portate a valle della seconda preselezione (Q2)
- le quantità di cartone e beni ingombranti recuperate.

Le portate recuperate con la **preselezione di primo stadio** corrispondono all'intero quantitativo di beni ingombranti e al 75% del cartone in ingresso; quelle con **preselezione di secondo stadio** corrispondono al 75% del cartone che ha superato la fase di preselezione primaria.

	<b>IPOTESI DI PIANO DI GESTIONE DEI RIFIUTI URBANI PER L'AGRO NOLANO-LAURETANO</b>	
--	--	--

	Iniziale	Preselezione Stadio1	Preselezione Stadio1	materiale recuperato	
	Q0 [t/a]	Q1 [t/a]	Q2 [t/a]	qr1 [t/a]	qr2 [t/a]
Frazione Organica	2549,91	2549,91	2549,91	0,00	0,00
Carta	2360,11	2360,11	2360,11	0,00	0,00
Cartone	590,03	147,51	36,88	442,52	110,63
Plastica	2559,89	2559,89	2559,89	0,00	0,00
tessili, pelli e cuoio	948,72	948,72	948,72	0,00	0,00
verde città - rifiuto vegetale	989,64	989,64	989,64	0,00	0,00
Legno	413,83	413,83	413,83	0,00	0,00
Vetro	1730,91	1730,91	1730,91	0,00	0,00
Alluminio	190,24	190,24	190,24	0,00	0,00
Materiali ferrosi	760,95	760,95	760,95	0,00	0,00
Inerti	371,89	371,89	371,89	0,00	0,00
Ingombranti e beni durevoli	296,40	0,00	0,00	296,40	0,00
vari e non classificabili	2264,15	2264,15	2264,15	0,00	0,00

Considerando che le percentuali di recupero nel corso della **prima cernita** sono dell'80% per la carta, la plastica e l'alluminio; del 75% per il vetro ed il cartone, si recupera la portata qr3

		Cernita manuale 1	materiale recuperato
	Q2 [t/a]	Q3 [t/a]	qr3 [t/a]
Frazione Organica	2549,91	2549,91	0,00
Carta	2360,11	472,02	1888,09
Cartone	36,88	9,22	27,66
Plastica	2559,89	511,98	2047,91
tessili, pelli e cuoio	948,72	948,72	0,00
verde città - rifiuto vegetale	989,64	989,64	0,00
Legno	413,83	413,83	0,00
Vetro	1730,91	432,73	1298,18
Alluminio	190,24	152,19	38,05
Materiali Ferrosi	760,95	760,95	0,00
Inerti	371,89	371,89	0,00
Ingombranti e beni durevoli	0,00	0,00	0,00
vari e non classificabili	2264,15	2264,15	0,00

Considerando un coefficiente di passaggio dello **staccio** pari a 0,70 per tutti i materiali ad eccezione della frazione organica per la quale si assume un coefficiente pari ad 1, si ottiene:

		Materiale Vagliato	Materiale Grossolano
	Q3 [t/a]	Q4 [t/a]	Q5 [t/a]
Frazione Organica	2549,91	2549,91	0,00
Carta	472,02	330,42	141,61
Cartone	9,22	6,45	2,77
Plastica	511,98	358,39	153,59
tessili, pelli e cuoio	948,72	664,10	284,62
verde città - rifiuto vegetale	989,64	692,75	296,89
Legno	413,83	289,68	124,15
Vetro	432,73	302,91	129,82
Alluminio	152,19	106,53	45,66
Metalli	760,95	532,66	228,28
Inerti	371,89	260,33	111,57
Ingombranti e beni durevoli	0,00	0,00	0,00
vari e non classificabili	2264,15	1584,91	679,25

Il materiale grossolano viene inviato alla **cernita di secondo stadio**; si assume che il rendimento di questa fase sia pari all'85% per tutti i materiali

		Cernita manuale 2	materiale recuperato
	Q5 [t/a]	Q6 [t/a]	qr4 [t/a]
Frazione Organica	0,00	0,00	0,00
Carta	141,61	120,37	21,24
Cartone	2,77	2,35	0,41
Plastica	153,59	130,55	23,04
tessili, pelli e cuoio	284,62	284,62	0,00
verde città - rifiuto vegetale	296,89	296,89	0,00
Legno	124,15	105,53	18,62
Vetro	129,82	110,35	19,47
Alluminio	45,66	38,81	6,85
Metalli	228,28	228,28	0,00
Inerti	111,57	111,57	0,00
Ingombranti e beni durevoli	0,00	0,00	0,00
vari e non classificabili	679,25	679,25	0,00

Le portate Q4 e Q6 messe insieme (Q7) vengono inviate alla fase di **riduzione delle dimensioni** che comporta una perdita di umidità pari al 20% in peso della frazione organica e del rifiuto vegetale

		Riduzione dimensioni	umidità allontanata
	Q7 [t/a]	Q8 [t/a]	[t/a]
Frazione Organica	2549,91	2039,93	509,98
Carta	450,78	450,78	0,00
Cartone	8,80	8,80	0,00
Plastica	488,94	488,94	0,00
tessili, pelli e cuoio	948,72	948,72	0,00
verde città - rifiuto vegetale	989,64	791,71	197,93
Legno	395,21	395,21	0,00
Vetro	413,26	413,26	0,00
Alluminio	145,34	145,34	0,00
Metalli	760,95	760,95	0,00
Inerti	371,89	371,89	0,00
Ingombranti e beni durevoli	0,00	0,00	0,00
vari e non classificabili	2264,15	2264,15	0,00

La portata Q8 viene inviata a **separazione magnetica** il cui rendimento è pari a 90%

		Separazione magnetica	materiale recuperato
	Q8 [t/a]	Q9 [t/a]	qr5 [t/a]
Frazione Organica	2039,93	2039,93	0,00
Carta	450,78	450,78	0,00
Cartone	8,80	8,80	0,00
Plastica	488,94	488,94	0,00
tessili, pelli e cuoio	948,72	948,72	0,00
verde città - rifiuto vegetale	791,71	791,71	0,00
Legno	395,21	395,21	0,00
Vetro	413,26	413,26	0,00
Alluminio	145,34	145,34	0,00
Metalli	760,95	76,09	684,85
Inerti	371,89	371,89	0,00
Ingombranti e beni durevoli	0,00	0,00	0,00
vari e non classificabili	2264,15	2264,15	0,00



In coda al sistema, si ipotizza una **separazione elettrostatica** per aumentare il recupero di metalli e frazione vegetale - organica. Il rendimento è stimato pari a 70% per la sostanza organica; 50% per quella vegetale e 90% per i metalli

		Separazione elettrostatica	materiale recuperato
	Q10 [t/a]	Q11 [t/a]	qr6 [t/a]
Frazione Organica	2039,93	611,98	1427,95
Carta	450,78	450,78	0,00
Cartone	8,80	8,80	0,00
Plastica	488,94	488,94	0,00
tessili, pelli e cuoio	948,72	948,72	0,00
verde città - rifiuto vegetale	791,71	395,86	395,86
Legno	395,21	395,21	0,00
Vetro	413,26	413,26	0,00
Alluminio	145,34	145,34	0,00
Metalli	76,09	68,49	7,61
Inerti	371,89	371,89	0,00
Ingombranti e beni durevoli	0,00	0,00	0,00
vari e non classificabili	2264,15	2264,15	0,00

Nella tabella a seguire si riassumono i flussi di rifiuto:

in entrata	Q0 [t/a]	16026,67
in uscita	Qu [t/a]	6563,41
recuperato	Qr [t/a]	9463,26

Nel dettaglio si riportano le quantità di materiale recuperato:

carta [t/a]	1909,33
cartone [t/a]	581,22
plastica [t/a]	2070,95
vetro [t/a]	1317,66
alluminio [t/a]	44,90
materiali ferrosi [t/a]	692,46
ingombranti [t/a]	296,40
sostanza organica [t/a]	1427,95
verde città - rifiuto vegetale [t/a]	395,86
legno [t/a]	18,62

Oltre alle sostanze recuperate vi è anche una quantità di umidità da allontanare che deriva dalla riduzione delle dimensioni della frazione umido e verde città. L'umidità ricavata è:

Umidità [t/a]	707,91
---------------	--------

Escludendo l'umidità, si possono ricavare le quantità di rifiuti per trattamento:

<b>materiale da riciclaggio [t/a]</b>	6616,52
<b>materiale da opportuno smaltimento [t/a]</b>	296,40
<b>materiale da compost [t/a]</b>	1842,43
<b>materiale da inceneritore [t/a]</b>	6563,41

In particolare all'inceneritore si prevede di inviare le quantità non recuperate.

### **MATERIALE DA SMALTIRE**

Sommando la quantità di materiale recuperata con la raccolta differenziata e quelle provenienti dall'impianto di recupero si ottengono le seguenti quantità da smaltire:

<b>materiale da riciclaggio [t/a]</b>	9500,26
<b>materiale da opportuno smaltimento [t/a]</b>	495,86
<b>materiale da compost [t/a]</b>	7310,37
<b>materiale da inceneritore [t/a]</b>	6778,56
<b>materiale da discarica [t/a]</b>	0,00

La somma dei materiali riportati in tabella rappresenta la quantità di rifiuti prodotti a meno della quantità di umidità allontanata dalla frazione organica e vegetale.

Tenendo conto dei dati a disposizione si è constatati che dagli impianti di riciclaggio circa il 10% del materiale portato a trattamento si traduce in scarti. Nel sistema di smaltimento si ipotizza che tali scarti vadano direttamente alla discarica per cui le quantità tabellate si traducono

in:

<b>materiale riciclato [t/a]</b>	8550,23
<b>materiale da opportuno smaltimento [t/a]</b>	495,86
<b>materiale da compost [t/a]</b>	7310,37
<b>materiale da inceneritore [t/a]</b>	6778,56
<b>materiale da discarica [t/a]</b>	950,03

#### 4.4.1.2 L'inceneritore

##### Calcolo del volume residuo

Per lo scenario attuale, la quantità di materiale da inviare all'inceneritore è pari a 6678,56t/a. Tale quantità rappresenta la somma della frazione indifferenziata proveniente dalla RD e della frazione non recuperata dalla RND.

Ai fini della presente trattazione verrà stimata la quantità di scorie proveniente dalla combustione dei rifiuti e l'energia elettrica ricavata dalla trasformazione del calore.

Per la stima delle scorie si fanno le seguenti assunzioni:

Densità del RSU = 0.22 t/mc

Densità residuo = 0,6t/mc

Per il residuo solido si assume la seguente composizione merceologica:

Composizione merceologica Residuo solido	Qout(%)
Frazione Organica	5
Carta	6
Cartone	5
Plastica	10
tessili, pelli e cuoio	8,5
verde città - rifiuto vegetale	4,5
Legno	1,5
Vetro	98,9
Alluminio	90,5
Metalli	90,5
Inerti	98,9
Ingombranti e beni durevoli	0
vari e non classificabili	50

Conoscendo la composizione della frazione residua proveniente dall'impianto di recupero, sommando l'indifferenziato dalla RD, si ottiene la seguente tabella ove sono illustrate le quantità delle componenti della frazione di rifiuto da inceneritore e le rispettive percentuali sul totale. Nella stessa tabella sono valutate anche le quantità della frazione residua tenendo conto di quanto riportato nella tabella precedente.

	Qin (t)	Qin (%)	Qout(%)	Qout (t)
Frazione Organica	611,98	9,03	5	30,60
Carta	450,78	6,65	6	27,05
Cartone	8,80	0,13	5	0,44
Plastica	488,94	7,21	10	48,89
tessili, pelli e cuoio	948,72	14,00	8,5	80,64
verde città - rifiuto vegetale	395,86	5,84	4,5	17,81
Legno	395,21	5,83	1,5	5,93
Vetro	413,26	6,10	98,9	408,71
Alluminio	145,34	2,14	90,5	131,53
Metalli	68,49	1,01	90,5	61,98
Inerti	371,89	5,49	98,9	367,80
Ingombranti e beni durevoli	0,00	0,00	0	0,00
vari e non classificabili	2479,30	36,58	50	1239,65
TOT	6778,56			2421,04

Dai valori riportati in tabella è possibile ricavare il volume complessivo dei rifiuti in ingresso ed in uscita moltiplicando i rispettivi pesi con le relative densità:

$$V_{iniziale} = 0,22 \cdot 6778,56 = 30811,62mc$$

$$V_{ceneri} = 0,60 \cdot 2421,04 = 4035,06mc$$

Si nota che la riduzione in volume dei rifiuti è del 86,90%, indicativo di uno dei principali vantaggi connessi con l'impiego di un termovalorizzatore.

### **Calcolo del Potere Calorifico**

Per il calcolo dell'energia annua prodotta dalla combustione dei rifiuti inviati al termovalorizzatore, bisogna in primo luogo valutare il Potere Calorifico del Rifiuto.

Si introduce a riguardo il concetto di Potere Calorifico come la quantità di calore che si sviluppa per effetto della combustione totale dell'unità di massa di rifiuto in condizioni di temperatura e pressione standard.

Il potere calorifico si distingue in potere calorifico superiore (PCS) e potere calorifico inferiore (PCI) a seconda se si porta in conto o meno il calore di condensazione dell'acqua contenuta

nei prodotti di combustione e il suo raffreddamento in fase liquida fino alla temperatura standard.

Intercorre una relazione tra PSC e PCI data dalla seguente espressione:

$$PCI = PCS - 581 \cdot (U + 9H)$$

in cui

U = contenuto di umidità del rifiuto (kg di acqua/kg RSU)

H = idrogeno presente nel rifiuto (kg di idrogeno/kg RSU).

Ciò premesso, per il calcolo del potere calorifico del rifiuto si riporta a seguire una tabella in cui sono riassunti la composizione merceologica del rifiuto in ingresso al termovalorizzatore, la percentuale di idrogeno H in peso secco, la percentuale di umidità ed il PCS di ciascuna delle componenti. I valori di H, U e PSC per le varie frazioni sono state desunti dai dati disponibili in letteratura.

	Qin (%)	H2O(%)	H del secco (%)	PCS (Kcal/Kg)
Frazione Organica	9,03	80	6,4	1100
Carta	6,65	10	6	4000
Cartone	0,13	8	5,9	3900
Plastica	7,21	4	7,2	7800
tessili, pelli e cuoio	14,00	8	8,2	1200
verde città – rifiuto vegetale	5,84	80	6	1600
Legno	5,83	40	6	4500
Vetro	6,10	4	0,1	30
Alluminio	2,14	4	0,6	0
Metalli	1,01	4	0,6	170
Inerti	5,49	4	0,1	40
Ingombranti e beni durevoli	0,00	0	0	0
vari e non classificabili	36,58	10	4	1700

Sulla base dei dati assegnati è stato calcolato il peso di ciascuna componente presente nel rifiuto, il contenuto di acqua, il peso secco ed il contenuto di idrogeno.

	Qin (t)	H <sub>2</sub> O(t)	Peso secco (t)	H (t)
Frazione Organica	611,98	490	122,4	7,83
Carta	450,78	45	405,7	24,34
Cartone	8,80	1	8,1	0,48
Plastica	488,94	20	469,4	33,80
tessili, pelli e cuoio	948,72	76	872,8	71,57
verde città - rifiuto vegetale	395,86	317	79,2	4,75
Legno	395,21	158	237,1	14,23
Vetro	413,26	17	396,7	0,40
Alluminio	145,34	6	139,5	0,84
Metalli	68,49	3	65,7	0,39
Inerti	371,89	15	357,0	0,36
Ingombranti e beni durevoli	0,00	0	0,0	0,00
vari e non classificabili	2479,30	248	2231,4	89,25
TOT	6778,6	1393,5	5385,1	248,2

Per il calcolo del PCS si è fatto riferimento alla seguente formula:

$$PCS = \frac{1}{\sum_i P_i} \cdot \sum_i PCS_i \cdot P_i$$

in cui  $PCS_i$  e  $P_i$  rappresentano rispettivamente il potere calorifico superiore ed il peso di ciascuna delle componenti. Si ricava pertanto:

$$PCS = 2140 Kcal / Kg$$

a sua volta il PCI risulta:

$$PCS = 1829 Kcal / Kg$$

### **Calcolo dell'energia prodotta**

Si ipotizza un sistema di recupero del calore costituito da una caldaia, una turbina a vapore ed un generatore elettrico. Si ipotizza che le perdite di calore dell'intero processo siano pari al 9% rispetto alla potenza totale prodotta.

L'energia giornaliera totale prodotta dalla combustione del rifiuto risulta pari a:

$$E_{tot} = \frac{677860}{365} \frac{kg}{g} \cdot 2140 \frac{kcal}{kg} : 24 \frac{h}{g} = 1655653,93 \frac{kcal}{h}$$

Assumendo che il 70% di tale energia viene sfruttata dalla caldaia per la trasformazione in vapore si ha:

$$E_{vapore} = 0,7 \cdot 1655653,93 = 1158957,75 \frac{kcal}{h}$$

Assumendo che il rendimento del processo di conversione dell'energia termica, sottoforma di vapore, in energia meccanica operata dalla turbina è del 25%, l'energia meccanica è pari a:

$$E_{meccanica} = 0,25 \cdot 1158957,75 = 289739,44 \frac{kcal}{h}$$

Se infine si considera che il rendimento del processo di trasformazione dell'energia meccanica in elettrica è del 95% e che le perdite totali del processo sono pari a 9%, si ricava:

$$E_{elettrica} = \frac{0,95 \cdot 105754894,6}{860} (1 - 0,09) = 291,26 \frac{kWh}{h}$$

essendo 860 il fattore di conversione dell'E meccanica in E elettrica.

### **In sintesi**

Peso del rifiuto solido in ingresso al termovalorizzatore: 6778,56 t/a

Peso del rifiuto solido residuo da inviare alla discarica: 2421,04 t/a

Potere calorifico superiore del rifiuto in ingresso al termovalorizzatore: 2140Kcal/kg

Energia elettrica prodotta al giorno: 291,26 kWh/h

#### **4.4.1.3 Il compostaggio**

All'impianto di compostaggio si ipotizza di inviare la frazione organica, il verde di città e il legno raccolti tramite la raccolta differenziata e le quantità recuperate dall'impianto di recupero. In totale la quantità di frazione biodegradabile da inviare all'impianto è pari a;

$$Q_{compostaggio} = 7310,37 t/a$$

Si ipotizza per l'impianto un rendimento del 50% di produzione di compost, mentre il 20% rappresenta umidità allontanata e il 30% scarti da inviare alla discarica. Le quantità sono:

$$Q_{compost} = 3655,185 t/a$$

$$Q_{umidità} = 1462,074 t/a$$

$$Q_{scarti} = 2193,111 t/a$$

#### 4.4.1.4 La discarica controllata

La discarica controllata rappresenta il recapito ultimo ove inviare i rifiuti non riutilizzabili. Una definizione precisa della discarica controllata la colloca come *"tecnica di trattamento dei rifiuti solidi sul terreno che, nel pieno rispetto delle esigenze igieniche ed estetiche dell'ambiente ricettore, prevede la sistemazione del rifiuto in un sito oculatamente selezionato, il suo costipamento per il migliore sfruttamento delle superfici impegnate, il ricoprimento giornaliero con uno strato di terreno di adeguato spessore"*.

Nella presente trattazione viene affrontato il tema del dimensionamento della discarica ovvero dei volumi e delle superfici necessarie per la sua realizzazione e funzionamento.

In particolare il calcolo è stato condotto in tre ipotesi:

1. conferimento "tal quale" di tutti i rifiuti nella discarica;
2. senza inceneritore e compostaggio;
3. in presenza di inceneritore e compostaggio.

Per il calcolo del Volume si è fatto riferimento alla seguente formula

$$V = \frac{Q_{\text{rifiuti}}}{D} + R$$

dove:

V = volume annuo;

$Q_{\text{rifiuti}}$  = la quantità annua di rifiuti da inviare a discarica;

D = densità del rifiuto solido compattato pari a 0,6t/mc;

R = volume materiale di ricoprimento

Ipotizzando un rapporto tra rifiuto e materiale di ricoprimento di 5 a 1, la formula può essere scritta come:

$$V = 1.25 \cdot \frac{Q_{\text{rifiuti}}}{D}$$

Il Volume totale sarà uguale al volume giornaliero moltiplicato per la vita economica della discarica, assunta pari a 10 anni.

Per il calcolo della superficie si è ipotizzato un'altezza dello scavo H=6m, per cui dividendo il volume per H si ottiene l'occupazione piana. Tale valore, per tener conto della necessità di spazi per le attrezzature di gestione della discarica viene incrementato del 30%.



**HP1: conferimento "tal quale" di tutti i rifiuti nella discarica**

Valori annui:

La quantità di rifiuti è pari a: 24792,96 t/a

Il volume annuo: 51561994,1 mc

Superficie annua: 8608666 mq

Valori su 10 anni:

Volume: 515620 mc

Superficie annua (incrementata del 30%): 111913 mq

**HP2: conferimento in discarica senza incenerimento e compostaggio**

Valori annui:

La quantità di rifiuti è pari a: 15038,95 t/a

Il volume annuo: 31331,2 mc

Superficie annua: 5222 mq

Valori su 10 anni:

Volume: 313312 mc

Superficie annua (incrementata del 30%): 67884 mq

il volume si è ridotto del 39,3% rispetto all'HP1

**HP3: conferimento in discarica con incenerimento e compostaggio**

Valori annui:

La quantità di rifiuti è pari a: 5564,17 t/a

Il volume annuo: 11592 mc

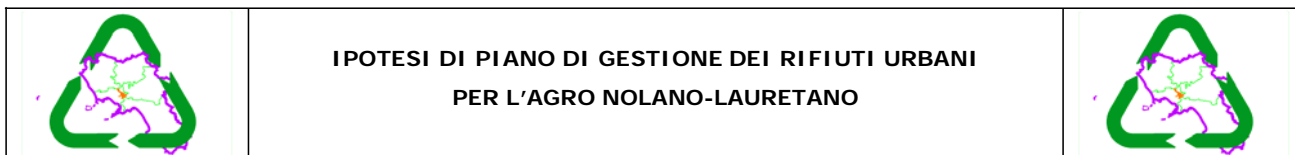
Superficie annua: 1932 mq

Valori su 10 anni:

Volume: 115920 mc

Superficie annua (incrementata del 30%): 25116 mq

il volume si è ridotto del 77,56% rispetto all'HP1 e del 63% rispetto all'HP2.



E' evidente come un sistema integrato di smaltimento che preveda, Raccolta Differenziata; Recupero e Riciclaggio; Termovalorizzazione e Compostaggio possa permettere una riduzione significativa degli ingombri di una discarica. (HP3) Possa in altre parole ridurre la quantità di "vero rifiuto" inteso come qualcosa di inutile.

#### 4.4.2 Scenario a lungo tempo

Per lo scenario a lungo tempo si riportano sinteticamente i risultati delle rielaborazioni effettuate secondo le modalità adottate per lo scenario a breve tempo.

##### 4.4.2.1 Calcolo delle quantità da smaltire

##### **FRAZIONE DIFFERENZIATA**

La composizione merceologica della FD espressa in (t/a) è pari a:

Composizione merceologica della frazione differenziata (t/a)	
Frazione Organica	7217,55
Carta	2171,95
Cartone	542,99
Plastica	931,54
tessili, pelli e cuoio	210,89
verde città - rifiuto vegetale	156,25
Legno	170,50
Vetro	909,79
Alluminio	98,09
Materie Ferrose	392,36
Inerti	0,00
Ingombranti e beni durevoli	295,60
vari e non classificabili	199,14

Accorpando le varie componenti in base alla loro destinazione si ottiene la seguente tabella:

Materiali per trattamento (t/a)	
materiale da riciclaggio	5257,61
materiale da opportuno smaltimento	295,60
materiale da compost	7544,29
materiale da inceneritore	199,14
materiale da discarica	0,00

### **FRAZIONE NON DIFFERENZIATA**

La composizione merceologica della FND espressa in (t/a) è pari a:

<b>Composizione merceologica della non frazione differenziata (t/a)</b>	
Frazione Organica	1169,84
Carta	1812,06
Cartone	453,01
Plastica	2213,73
tessili, pelli e cuoio	968,59
verde città - rifiuto vegetale	892,18
Legno	353,72
Vetro	1449,17
Alluminio	111,59
Materie Ferrose	446,38
Inerti	393,16
Ingombranti e beni durevoli	228,61
vari e non classificabili	2421,92

Al pari dello scenario di breve tempo, si assume la frazione non differenziata venga inviata all'impianto di recupero. A seguire si riporta una tabella ove si riassumono i flussi di rifiuto:

in entrata	Q0 [t/a]	12913,96
in uscita	Qu [t/a]	6006,21
recuperato	Qr [t/a]	6907,75

Nel dettaglio si riportano le quantità di materiale recuperato:

carta [t/a]	1465,96
cartone [t/a]	446,25
plastica [t/a]	1790,91
vetro [t/a]	1103,18
alluminio [t/a]	26,34
materiali ferrosi [t/a]	406,20
ingombranti [t/a]	228,61
sostanza organica [t/a]	655,11
verde città - rifiuto vegetale [t/a]	356,87
legno [t/a]	15,92

Oltre alle sostanze recuperate vi è anche una quantità di umidità da allontanare che deriva dalla riduzione delle dimensioni della frazioni umide e vegetali. L'umidità ricavata è:

Umidità [t/a]	412,40
---------------	--------

Escludendo l'umidità, si possono ricavare le quantità di rifiuti per trattamento:

<b>materiale da riciclaggio [t/a]</b>	5238,84
<b>materiale da opportuno smaltimento [t/a]</b>	228,61
<b>materiale da compost [t/a]</b>	412,40
<b>materiale da inceneritore [t/a]</b>	1027,90

In particolare all'inceneritore si prevede di inviare le quantità non recuperate.

#### **MATERIALE DA SMALTIRE**

Sommando la quantità di materiale recuperata con la raccolta differenziata e quelle provenienti dall'impianto di recupero si ottengono le seguenti quantità da smaltire:

<b>materiale da riciclaggio [t/a]</b>	10496,44
<b>materiale da opportuno smaltimento [t/a]</b>	524,21
<b>materiale da compost [t/a]</b>	8556,27
<b>materiale da inceneritore [t/a]</b>	6221,26
<b>materiale da discarica [t/a]</b>	0,00

La somma dei materiali riportati in tabella rappresenta la quantità di rifiuti prodotti a meno della quantità di umidità allontanata dalla frazione organica e vegetale.

Tenendo conto dei dati a disposizione si è constatati che dagli impianti di riciclaggio circa il 10% del materiale portato a trattamento si traduce in scarti. Nel sistema di smaltimento si ipotizza che tali scarti vadano direttamente alla discarica per cui le quantità tabellate si traducono

in:

<b>materiale riciclato [t/a]</b>	9446,80
<b>materiale da opportuno smaltimento [t/a]</b>	524,21
<b>materiale da compost [t/a]</b>	8556,27
<b>materiale da inceneritore [t/a]</b>	6221,26
<b>materiale da discarica [t/a]</b>	1049,64

#### 4.4.2.2 L'inceneritore

##### Calcolo del volume residuo

Per lo scenario 2018-2020, la quantità di materiale da inviare all'inceneritore è pari a 6221,26/a. Conoscendo la composizione della frazione residua proveniente dall'impianto di recupero, sommando l'indifferenziato dalla RD, si ottiene la seguente tabella ove vengono illustrate le quantità delle componenti della frazione di rifiuto da inceneritore e le rispettive percentuali sul totale. Nella stessa tabella vengono valutate anche le quantità della frazione residua tendo conto di quanto riportato nella tabella precedente.

	Q <sub>in</sub> (t)	Q <sub>in</sub> (%)	Q <sub>out</sub> (%)	Q <sub>out</sub> (t)
Frazione Organica	280,76	4,51	5	14,04
Carta	346,10	5,56	6	20,77
Cartone	6,76	0,11	5	0,34
Plastica	422,82	6,80	10	42,28
tessili, pelli e cuoio	968,59	15,57	8,5	82,33
verde città - rifiuto vegetale	356,87	5,74	4,5	16,06
Legno	353,72	5,69	1,5	5,31
Vetro	345,99	5,56	98,9	342,18
Alluminio	85,26	1,37	90,5	77,16
Metalli	40,17	0,65	90,5	36,36
Inerti	393,16	6,32	98,9	388,83
Ingombranti e beni durevoli	0,00	0,00	0	0,00
vari e non classificabili	2621,06	42,13	50	1310,53
TOT	6221,26			2336,18

Dai valori riportati in tabella è possibile ricavare il volume complessivo dei rifiuti in ingresso ed in uscita moltiplicando i rispettivi pesi con le relative densità:

$$V_{iniziale} = 28278,46mc$$

$$V_{ceneri} = 3893,64mc$$

Si nota che la riduzione in volume dei rifiuti è del 86,23%, indicativo di uno dei principali vantaggi connessi con l'impiego di un termovalorizzatore.

### **Calcolo del Potere Calorifico**

Per il calcolo dell'energia annua prodotta dalla combustione dei rifiuti inviati al termovalorizzatore, è stato stimato il Potere Calorifico del Rifiuto.

Nella tabella a seguire si riportano il peso di ciascuna componente presente nel rifiuto, il contenuto di acqua, il peso secco ed il contenuto di idrogeno.

	Qin (t)	H <sub>2</sub> O(t)	Peso secco (t)	H (t)
Frazione Organica	280,76	225	56,2	3,59
Carta	346,10	35	311,5	18,69
Cartone	6,76	1	6,2	0,37
Plastica	422,82	17	405,9	29,23
tessili, pelli e cuoio	968,59	77	891,1	73,07
verde città - rifiuto vegetale	356,87	285	71,4	4,28
Legno	353,72	141	212,2	12,73
Vetro	345,99	14	332,1	0,33
Alluminio	85,26	3	81,8	0,49
Metalli	40,17	2	38,6	0,23
Inerti	393,16	16	377,4	0,38
Ingombranti e beni durevoli	0,00	0	0,0	0,00
vari e non classificabili	2621,06	262	2359,0	94,36
TOT	6221,3	1077,8	5143,4	237,8

Attraverso la formula riportata a seguire è stato calcolato il PCS del rifiuto:

$$PCS = \frac{1}{\sum_i P_i} \cdot \sum_i PCS_i \cdot P_i = 2076 Kcal / Kg$$

a sua volta il PCI risulta:

$$PCS = 1776 Kcal / Kg$$

### **Calcolo dell'energia prodotta**

L'energia giornaliera totale prodotta dalla combustione del rifiuto risulta pari a:

$$E_{tot} = 1474453,36 \frac{kcal}{h}$$

Assumendo che il 70% di tale energia viene sfruttata dalla caldaia per la trasformazione in vapore si ha:

$$E_{\text{vapore}} = 1032117,35 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

Assumendo che il rendimento del processo di conversione dell'energia termica, sottoforma di vapore, in energia meccanica operata dalla turbina è del 25%, l'energia meccanica è pari a:

$$E_{\text{meccanica}} = 258029,34 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

Se infine si considera che il rendimento del processo di trasformazione dell'energia meccanica in elettrica è del 95% e che le perdite totali del processo sono pari a 9%, si ricava:

$$E_{\text{elettrica}} = 259,40 \frac{\text{kWh}}{\text{h}}$$

### **In sintesi**

Peso del rifiuto solido in ingresso al termovalorizzatore: 6221,26 t/a

Peso del rifiuto solido residuo da inviare alla discarica: 2336,18 t/a

Potere calorifico superiore del rifiuto in ingresso al termovalorizzatore: 2076Kcal/kg

Energia elettrica prodotta al giorno: 259,40 kWh/h

#### **4.4.2.3 Il compostaggio**

All'impianto di compostaggio si ipotizza di inviare la frazione organica, il verde di città e il legno raccolti tramite la raccolta differenziata e le quantità recuperate dall'impianto di recupero. In totale la quantità di frazione biodegradabile da inviare all'impianto è pari a;

$$Q_{\text{compostaggio}} = 8556,27 \text{ t/a}$$

Si ipotizza per l'impianto un rendimento del 50% di produzione di compost, mentre il 20% rappresenta umidità allontanata e il 30% scarti da inviare alla discarica. Le quantità sono:

$$Q_{\text{compost}} = 4278,14 \text{ t/a}$$

$$Q_{\text{umidità}} = 1711,26 \text{ t/a}$$

$$Q_{\text{scarti}} = 2566,88 \text{ t/a}$$



#### **4.4.2.4 La discarica controllata**

Anche in tal caso il calcolo dei volumi necessari alla gestione della discarica sono stati valutati nelle tre ipotesi già definite:

##### **HP1: conferimento "tal quale" di tutti i rifiuti nella discarica**

###### Valori annui:

La quantità di rifiuti è pari a: 26211 t/a

Il volume annuo: 54605 mc

Superficie annua: 9101 mq

###### Valori su 10 anni:

Volume: 546054 mc

Superficie annua (incrementata del 30%): 118312 mq

##### **HP2: conferimento in discarica senza incenerimento e compostaggio**

###### Valori annui:

La quantità di rifiuti è pari a: 15827,18 t/a

Il volume annuo: 32973,3 mc

Superficie annua: 5496 mq

###### Valori su 10 anni:

Volume: 329733 mc

Superficie annua (incrementata del 30%): 71442 mq

il volume si è ridotto del 39,6% rispetto all'HP1

##### **HP3: conferimento in discarica con incenerimento e compostaggio**

###### Valori annui:

La quantità di rifiuti è pari a: 5952,7 t/a

Il volume annuo: 12401,5 mc

Superficie annua: 2067 mq

###### Valori su 10 anni:

Volume: 124015 mc

Superficie annua (incrementata del 30%): 26870 mq

Il volume si è ridotto del 77,3% rispetto all'HP1 e del 62,4% rispetto all'HP2.

#### 4.4.3 Scenari a confronto



Di seguito si riporta una tabella di sintesi che mette a confronto i due scenari. Si ricorda che per la ricostruzione dello scenario a breve tempo sono stati presi in considerazione i dati ISTAT disponibili sulla popolazione attuale e i dati di produzione e raccolta differenziata disponibili sul sito dei comuni ricicloni e si sono considerati tali dati costanti per lo scenario. Per lo scenario a lungo tempo sono stati stimati gli abitanti presumibili al 2018 estrapolando l'andamento della crescita demografica a quell'anno. Per la produzione pro capite si è immaginato un incremento del 1,5% annuo mentre per la RD si è ipotizzato di arrivare al valore del 50% per i comuni che attualmente si attestano al disotto di tale valore, e del 60% per i restanti.

	Scenario breve tempo (2008-2010)	Scenario lungo tempo (2018-2020)
N abitanti	61868	65304
Produzione Totale [kg/a]	24792957,15	26210592,85
Frazione differenziata [kg/a]	8766283,439	13296634,95
Frazione non differenziata [kg/a]	16026673,71	12913957,9
Materiale da riciclaggio [t/a]	9500,26	10496,44
Materiale da compostaggio [t/a]	7310,37	8556,27
Materiale da termovalorizzare [t/a]	6778,56	6221,26
Materiale da discarica [t/a]	5564,17	5952,71
Materiale da opportuno trattamento [t/a]	495,86	524,21

Nell'ipotesi di un sistema di funzionamento che prevede la RD, il compostaggio, la termovalorizzazione, si confrontano per i due scenari i seguenti risultati:

	Scenario breve tempo (2008-2010)	Scenario lungo tempo (2018-2020)
Materiale riciclato [t/a]	8550,23	9446,80
Quantità di compost [t/a]	3655,185	4278,137
Potere calorifico rifiuto [kcal/kg]	2140	2076
Energia prodotta dalla termovalorizzazione [kWh/h]	291	260
Volume discarica [mc]	115920	124015

Come si nota dall'ultima tabella, spingendo le percentuali di raccolta differenziata verso valori più alti, aumentano le quantità di materiale riciclato e di compost a fronte di una minima

	<p><b>IPOTESI DI PIANO DI GESTIONE DEI RIFIUTI URBANI PER L'AGRO NOLANO-LAURETANO</b></p>	
---	---	---

diminuzione dell'energia prodotta da incenerimento ed un incremento poco significativo dei volumi necessari per la discarica.

#### ***4.5 Indirizzi per il posizionamento del sistema impiantistico***

Di seguito si suggeriscono alcuni indirizzi per l'individuazione delle **aree potenzialmente non idonee** alla localizzazione degli impianti per il sistema di smaltimento finale dei rifiuti.

1. Aree ricadenti all'interno o nelle immediate vicinanze di parchi nazionali; oasi di protezione, riserve naturali;
2. Aree prossime a laghi, fiumi e a lungomare;
3. Aree prossime al centro urbano, alle aree di espansione urbana e ai siti di pubblica importanza (parchi giochi, scuole, centri commerciali, ospedali);
4. Zone altamente fertili e vocate alle attività agricole;
5. Aree di importanza paesaggistica, archeologica, storica ed artistica;
6. Aree di particolare pregio vegetazionale e botanico;
7. Aree ricadenti all'interno degli ambiti della Rete Natura 2000 (pSIC, SIC, ZPS);
8. Aree interessate da dissesto idrogeologico o soggette ad esondazione.

Per le **discariche**, in particolare, sono da escludersi:

1. Aree caratterizzate da terreni permeabili;
2. Rocce calcaree fratturate;
3. Terreni ove la massima escursione della falda si attesti a meno di 1,5-2 m di profondità;
4. Siti molto ventosi o ricadenti in aree molto piovose.

Sono da preferirsi:

1. Siti baricentrici rispetto ai centri di produzione;
2. Aree facilmente raggiungibili a mezzo di viabilità esistente senza ricorrere alla realizzazione di nuove piste;
3. Aree degradate e a basso valore ambientale e paesaggistico.

Gli **inceneritori, gli impianti di compostaggio, di riutilizzazione e riciclo** possono essere previsti anche nelle "aree industriali".

Per le **discariche**, in particolare, sono da preferirsi:

1. Cave dismesse non fratturate e comunque previa impermeabilizzazione delle pareti e del fondo;
2. Siti prossimi ad aree di recupero di materiale da riempimento;
3. Siti tali da garantire una durata "lunga" della discarica.
4. Siti degradati da poter poi risistemare come aree a verde.