

UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

SCUOLA DI SCIENZE

Corso di laurea in  
CHIMICA E TECNOLOGIE PER L'AMBIENTE E PER I MATERIALI  
*Curriculum: Ambiente, Energia, Rifiuti*

La raccolta differenziata di imballaggi a base cellulosica con un particolare focus sul Tetrapak e la stima dell'imballaggio non recuperato ed avviato a smaltimento

(in collaborazione con ARPAM)

Elaborato Finale in Gestione dei Rifiuti e Controllo degli Inquinanti

Relatore

Prof. Fabrizio Passarini

Presentato da

Gabriele Colombaroni

Correlatore

Dott. Massimiliano Boccarossa

(ARPAM)

Anno Accademico 2016/2017

## **Indice**

0.0 - Riassunto e Abstract

1.0 - Introduzione

2.0 - Parte generale

- a) Cosa sono le analisi merceologiche
- b) La composizione dei rifiuti a livello nazionale (rapporto ISPRA 2016)

3.0 - Parte sperimentale

- a) Materiali e metodi
  - a1) La metodologia CNR
  - a2) Il poliaccoppiato a prevalenza cellulosica all'interno dei RSU
  - a3) Gli impianti visitati
- b) Risultati e discussione
  - b1) I risultati delle analisi merceologiche 2016 sui RSU
  - b2) Discussione sulla frazione di poliaccoppiato
  - b3) La possibilità di riciclo del Tetrapak

4.0 - Conclusioni

5.0 - Bibliografia e sitografia

## 0.0 - Riassunto

Questo elaborato è uno studio riguardante gli imballaggi a base cellulosica, con una particolare attenzione sul Tetrapak non recuperato ed avviato a smaltimento. I dati utilizzati per tale studio provengono dalle analisi merceologiche svolte tra la fine del 2016 e l'inizio del 2017 nelle discariche della regione Marche.

Sudette analisi sono un metodo di indagine sulla composizione media dei rifiuti urbani in ingresso in discarica o impianti di trattamento e i risultati ottenuti forniscono le percentuali delle varie frazioni (o classi) merceologiche che costituiscono il rifiuto analizzato.

La classe merceologica che indagheremo per questo studio è quella costituita dagli imballaggi in carta e cartone (NB frazione diversa dalla carta, intesa come carta grafica), all'interno della quale suddivideremo ulteriormente questi imballaggi in: imballaggi in carta e cartone e imballaggi in Tetrapak (solitamente imballaggi per succhi di frutta, latte, ecc.).

Riassumendo, tramite le analisi merceologiche e l'ulteriore suddivisione sopra descritta, calcoliamo la percentuale di Tetrapak presente nel rifiuto indifferenziato e quindi la stima del Tetrapak smaltito in discarica. Successivamente si calcola anche il rapporto tra imballaggi in Tetrapak e imballaggi cellulosici quindi:  $\text{Tetrapak}/(\text{Tetrapak} + \text{imballaggi in carta e cartone})\%$ .

Dopo questi calcoli, si è determinata la resa di intercettazione del Tetrapak per ogni bacino, ovvero la quantità di suddetta frazione merceologica intercettata con la raccolta differenziata rispetto alla quantità teoricamente presente nel rifiuto prodotto.

## Abstract

This script is a study regarding cellulose-based packaging, with a particular focus on not recovered and already started to be disposed Tetrapak. The data used for this research come from waste composition analysis conducted between the end of 2016 and the beginning of 2017 in various landfills of the region Marche.

These analysis are a method of investigation concerning the average composition of urban waste entering the landfill or any other treatment facilities and the achieved results provide the percentage of the various product fraction (or classes) which constitute the analyzed waste.

The waste class which we are going to identify in this study is one about paper-and-cardboard packaging (class other than paper, seen as graphic paper), within which we will further subdivide these cases in: paper-and-cardboard packaging and Tetrapak packaging (containers usually used for fruit juice or milk, etc.)

Summing up, through these composition analysis and the further subdivision quoted above, we are going to calculate the percentage of Tetrapak presence in unsorted waste and furthermore the estimation of the disposal of Tetrapak in the landfill. Afterward, it is also calculated the relation between Tetrapak and cellulose packaging as follows:  $\text{Tetrapak}/(\text{Tetrapak} + \text{paper-and-cardboard packaging})\%$ .

After these calculations, the interception yield of Tetrapak was determined for each basin, that is the quantity of said product fraction intercepted by separate collection compared to the theoretically present amount of waste produced.

## **1.0 - Introduzione**

Questo elaborato tratta la produzione di RSU (Rifiuti Solidi Urbani) nella regione Marche, permettendo così di ricavare, tramite i dati ottenuti dalle analisi merceologiche effettuate, informazioni sulla composizione dei rifiuti prodotti in tale regione e raccolti dai servizi municipali locali.

In passato, suddette analisi venivano effettuate per stabilire la composizione media dei rifiuti in ingresso in discariche o impianti di trattamento, così da poterne valutare il potere calorifico e quindi il “miglior” metodo di smaltimento; oggi, invece, tali analisi sono atte a stimare la parte di materiale recuperabile che non viene intercettata dai sistemi di raccolta e viene avviata a smaltimento.

Per effettuare il nostro studio si considerano i meccanismi di raccolta, le indicazioni e le modalità operate dai consorzi di filiera CONAI (Consorzio Nazionale Imballaggi).

Il CONAI è nato sulla base del Decreto Ronchi del 1997 (successivamente riconfermato dal D.Lgs. 152 del 2006), decreto che attribuisce al sistema consortile il compito di assicurare il raggiungimento degli obiettivi di riciclo e recupero degli imballaggi a livello nazionale, ed ha contribuito al passaggio da un sistema di gestione basato sulla discarica ad un sistema integrato basato sulla prevenzione, sul recupero e sul riciclo dei sei materiali da imballaggio: acciaio (Ricerca), alluminio (Cial), carta/cartone (Comieco), legno (Rilegno), plastica (Corepla), vetro (Coreve).

## **2.0 - Parte generale**

### **a) Cosa sono le analisi merceologiche**

L'analisi merceologica è un'analisi effettuata in situ, attraverso la quale si prende in esame un campione omogeneo e rappresentativo di RSU scomponendolo in più frazioni (classi merceologiche), in seguito opportunamente misurate. In tal modo è possibile ottenere indicazioni sulle caratteristiche del rifiuto in questione.

Infatti, ogni scelta nella programmazione di soluzioni di smaltimento e recupero dei rifiuti urbani necessita di un livello approfondito di conoscenza delle quantità prodotte e della loro composizione: risulta quindi importante suddividere il RSU nelle diverse classi merceologiche, così da poter intervenire nel modo più opportuno.

Esistono diverse metodologie di analisi merceologiche, tra quelle principali vi sono le metodiche sviluppate dal Consiglio Nazionale Ricerche (CNR), dall'Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente (IPLA), dall'European Recovery and Recycling Association (ERRA) e dall'Agence de l'Environnement et de la Maitrise de l'Energie (ADEME).

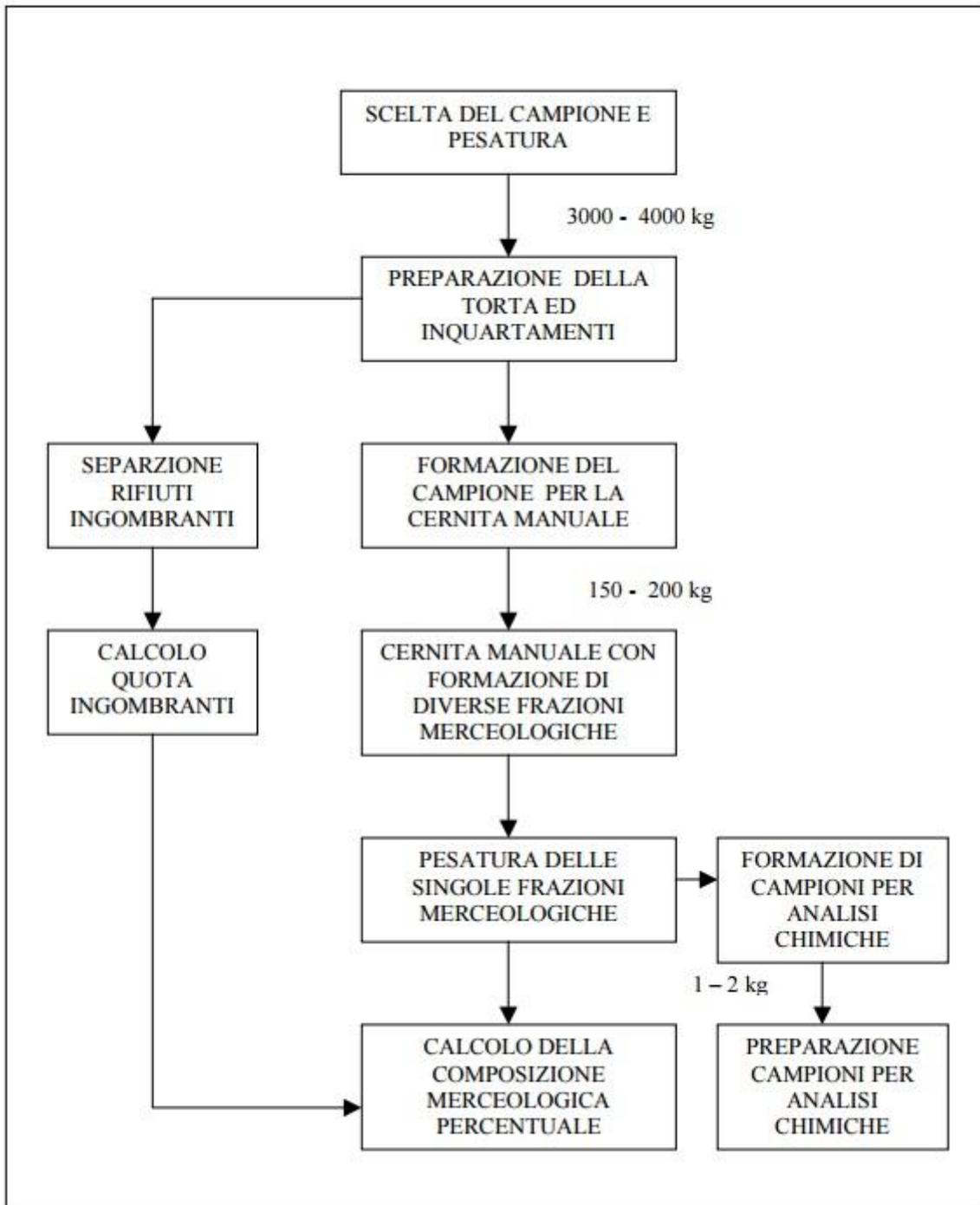
In seguito all'attuazione del DM ambientale del 29/10/98, contenente le disposizioni per il trasferimento del Sistema INformativo e di monitoraggio Ambientale (SINA) dal Ministero dell'ambiente all'Agenzia Nazionale per la Protezione Ambientale (ANPA), l'ANPA - su accordo con le Agenzie Regionali (ARPA) - ha istituito sei Centri Tematici Nazionali di interesse prioritario (CTN).

Tra questi c'è il CTN Rifiuti (CTN\_RIF), le cui attività fanno riferimento alla produzione dei rifiuti, alla loro gestione e alla produzione di imballaggi.

Per quanto riguarda le analisi merceologiche, il CTN\_RIF ha come obiettivo quello di stabilire una metodica di riferimento da utilizzare su base nazionale, così da avere un'omogeneità dei dati ottenuti. In seguito ad un'estesa indagine bibliografica e facendo riferimento alle metodologie sopra indicate (CNR, IPLA, ecc.), si è giunti ad una metodica di riferimento per l'analisi merceologica dei rifiuti urbani. Il metodo proposto dal CTN\_RIF è caratterizzato da un grado di dettaglio elevato, in base al quale vengono considerate non solo le principali classi merceologiche presenti nel rifiuto (carta, plastica, ecc.), ma anche, nell'ambito di ognuna di queste, la tipologia del materiale o del prodotto di origine e la relativa funzione. In questo modo si ottengono maggiori informazioni sul rifiuto analizzato, così da poter pianificare le operazioni di recupero e di riutilizzo. Inoltre tale metodologia pone l'attenzione sulla complessità del rifiuto, sui fattori che ne influenzano la qualità (ad esempio le caratteristiche del territorio) e sulle principali tipologie di informazioni richieste dall'analisi merceologica stessa.

In conclusione, il metodo rappresenta un buon compromesso di semplicità, scientificità e contenuto informativo e può costituire uno strumento utile all'ottenimento di una base dati omogenea per i vari studi, ed un riferimento per le amministrazioni pubbliche.

Di seguito è riportato lo schema di flusso dell'analisi merceologica proposta dal CTN\_RIF:



## b) La produzione e composizione dei rifiuti a livello nazionale

Ogni anno l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) presenta il rapporto sui rifiuti urbani; nell'edizione 2016 vengono illustrati i dati 2015 sulla produzione e sulla raccolta differenziata dei rifiuti urbani inoltre vengono anche rivisti parzialmente e ripresentati i dati 2014.

In particolare, in questo paragrafo, verrà trattata la produzione totale e pro capite di RU (Rifiuti Urbani) per regione (o macroarea - nord, centro, sud) e la composizione di tali rifiuti considerando le diverse frazioni merceologiche.

Nel 2015, la produzione dei rifiuti urbani in Italia si attesta a circa 29,5 milioni di tonnellate, facendo rilevare una riduzione di quasi 130 mila tonnellate rispetto al 2014 (-0,4%).

Inoltre la produzione dell'ultimo anno si attesta al di sotto del valore rilevato nel 2013, con un calo complessivo di quasi 1,9 milioni di tonnellate (-5,9%) rispetto al 2011. La riduzione della produzione pro capite è più contenuta (-0,2%, -1 chilogrammo per abitante per anno), in quanto bilanciata da una contestuale decrescita della popolazione residente, pari allo 0,2% raffrontando i dati ISTAT 2014 e 2015 (bilancio demografico al 31 dicembre).

Produzione totale rifiuti urbani per regione, anni 2011-2015

Regione	2011	2012	2013 (t)	2014	2015
Piemonte	2.159.922	2.027.359	2.003.584	2.050.631	2.051.368
Valle d'Aosta	78.418	76.595	72.590	72.431	72.463
Lombardia	4.824.172	4.626.765	4.594.687	4.642.315	4.625.449
Trentino Alto Adige	521.503	505.325	495.427	495.425	488.477
Veneto	2.305.401	2.213.653	2.212.653	2.240.454	2.191.064
Friuli Venezia Giulia	575.467	550.749	546.119	553.433	562.443
Liguria	961.690	918.744	889.894	893.866	872.416
Emilia Romagna	2.918.957	2.800.597	2.780.295	2.823.876	2.855.593
<b>Nord</b>	<b>14.345.531</b>	<b>13.719.787</b>	<b>13.595.249</b>	<b>13.772.431</b>	<b>13.719.273</b>
Toscana	2.372.799	2.252.697	2.234.082	2.253.677	2.275.793
Umbria	507.006	488.092	469.773	476.375	462.962
Marche	822.237	801.053	764.139	796.142	793.004
Lazio	3.315.942	3.199.433	3.161.134	3.084.837	3.023.402
<b>Centro</b>	<b>7.017.984</b>	<b>6.741.275</b>	<b>6.629.128</b>	<b>6.611.031</b>	<b>6.555.161</b>
Abruzzo	661.820	626.639	600.016	593.080	593.818
Molise	132.754	126.513	124.075	121.100	121.864
Campania	2.639.586	2.554.383	2.545.445	2.563.596	2.567.347
Puglia	2.095.402	1.972.430	1.928.610	1.912.443	1.895.076
Basilicata	220.241	219.151	207.477	201.130	198.933
Calabria	898.196	852.435	829.792	810.950	802.978
Sicilia	2.579.754	2.426.019	2.380.046	2.340.935	2.350.191
Sardegna	794.953	754.896	732.668	725.024	719.622
<b>Sud</b>	<b>10.022.705</b>	<b>9.532.467</b>	<b>9.348.129</b>	<b>9.268.259</b>	<b>9.249.829</b>
<b>Italia</b>	<b>31.386.220</b>	<b>29.993.528</b>	<b>29.572.506</b>	<b>29.651.721</b>	<b>29.524.263</b>

Fonte: ISPRA

Produzione pro capite di rifiuti urbani per regione, anni 2011-2015

Regione	Popolazione 2015	2011	2012	2013	2014	2015
		(kg/abitante * anno)				
Piemonte	4.404.246	495,0	465,2	451,6	463,5	465,8
Valle d'Aosta	127.329	618,4	604,9	564,5	564,6	569,1
Lombardia	10.008.349	497,1	476,9	460,7	464,1	462,2
Trentino Alto Adige	1.059.114	506,6	490,8	471,0	469,2	461,2
Veneto	4.915.123	474,6	456,1	449,1	454,7	445,8
Friuli Venezia Giulia	1.221.218	472,1	452,3	444,2	451,0	460,6
Liguria	1.571.053	612,3	586,2	559,0	564,6	555,3
Emilia Romagna	4.448.146	672,2	645,1	625,3	634,5	642,0
<b>Nord</b>	<b>27.754.578</b>	<b>527,2</b>	<b>504,5</b>	<b>489,3</b>	<b>495,4</b>	<b>494,3</b>

Toscana	3.744.398	646,2	614,2	595,7	600,6	607,8
Umbria	891.181	573,4	552,6	523,9	532,4	519,5
Marche	1.543.752	533,5	519,9	492,0	513,4	513,7
Lazio	5.888.472	602,6	581,7	538,5	523,5	513,4
<b>Centro</b>	<b>12.067.803</b>	<b>605,0</b>	<b>581,6</b>	<b>549,2</b>	<b>546,8</b>	<b>543,2</b>
Abruzzo	1.326.513	506,2	479,7	449,8	445,4	447,7
Molise	312.027	423,2	404,0	394,2	386,5	390,6
Campania	5.850.850	457,7	443,1	433,6	437,4	438,8
Puglia	4.077.166	517,1	487,0	471,5	467,6	464,8
Basilicata	573.694	381,0	379,4	358,7	348,8	346,8
Calabria	1.970.521	458,5	435,3	419,0	410,3	407,5
Sicilia	5.074.261	515,7	485,2	467,1	459,7	463,2
Sardegna	1.658.138	484,9	460,9	440,3	435,9	434,0
<b>Sud</b>	<b>20.843.170</b>	<b>486,1</b>	<b>462,6</b>	<b>446,7</b>	<b>443,3</b>	<b>443,8</b>
<b>Italia</b>	<b>60.665.551</b>	<b>528,1</b>	<b>505,0</b>	<b>486,5</b>	<b>487,7</b>	<b>486,7</b>

Fonte: ISPRA; dati di popolazione: ISTAT

La produzione dei rifiuti urbani decresce in tutte le macroaree geografiche, con una diminuzione percentuale più rilevante nel centro Italia (-0,8%) e più contenuta nel Mezzogiorno (-0,2%). Al Nord il calo percentuale è analogo alla riduzione riscontrata su scala nazionale (-0,4%). Tuttavia, i dati regionali mostrano che tali decrescite non sono il frutto di un andamento omogeneo in tutti i contesti territoriali; in valore assoluto il quantitativo di RU prodotti nel 2015 è pari a: 13,7 milioni di tonnellate al Nord, 6,6 milioni di tonnellate al Centro e 9,2 milioni di tonnellate al Sud.

Mentre la produzione pro capite rimane sostanzialmente invariata, attestandosi, nel 2015, a 487 kg per abitante per anno. Nel Sud Italia il calo del dato di popolazione è addirittura più elevato della decrescita della produzione dei RU con un conseguente leggero aumento della produzione pro capite (da 443 a 444 chilogrammi per abitante per anno). Nel Centro si rileva un calo del valore pro capite dello 0,7% rispetto al 2014, mentre al Nord la riduzione percentuale riflette quella rilevata per il dato di produzione assoluta (-0,2%). Il centro Italia, con 543 kg per abitante per anno, si conferma la macroarea geografica con i più alti valori di produzione pro capite.

Considerando il 2015, se suddividiamo i RU prodotti a livello nazionale nelle varie classi o frazioni merceologiche, i dati ottenuti sono:

Frazione Merceologica	NORD (tonnellate)	CENTRO (tonnellate)	SUD (tonnellate)	ITALIA (tonnellate)
<u>Frazione Organica</u>	3.385.087,591	1.223.962,200	1.462.461,730	6.071.511,521
Ingombranti misti	235.587,966	92.249,704	156.493,845	484.331,515
<u>Carta e cartone</u>	1.732.621,598	769.861,466	647.462,042	3.149.945,106
Altro RD	29.280,464	2.835,691	6.442,051	38.558,206
Legno	514.282,992	112.158,348	68.883,129	695.324,469
Metallo	170.974,343	47.573,540	42.520,436	261.068,320
<u>Plastica</u>	710.145,780	197.560,741	270.252,525	1.177.959,046
RAEE	130.626,257	48.196,024	44.067,708	222.889,989
Selettiva	30.472,030	6.972,580	4.961,221	42.405,831
Tessili	68.172,268	28.669,562	32.196,426	129.038,256
<u>Vetro</u>	1.036.115,510	338.185,217	373.525,612	1.747.826,338
<b>TOTALE RD</b>	<b>8.043.366,798</b>	<b>2.868.225,073</b>	<b>3.109.266,723</b>	<b>14.020.858,595</b>

Frazione Merceologica	NORD (tonnellate)	CENTRO (tonnellate)	SUD (tonnellate)	ITALIA (tonnellate)
Ingombranti a smaltimento	273.129,172	44.108,632	21.044,335	338.282,140
Rifiuti Indifferenziati e Spazzamento	5.402.776,926	3.642.827,614	6.119.519,058	15.165.123,598
<b>TOTALE RU</b>	<b>13.719.272,896</b>	<b>6.555.161,320</b>	<b>9.249.830,117</b>	<b>29.524.264,333</b>

Fonte: ISPRA

### 3.0 - Parte sperimentale

#### a) Materiali e Metodi

##### a1) La metodologia CNR

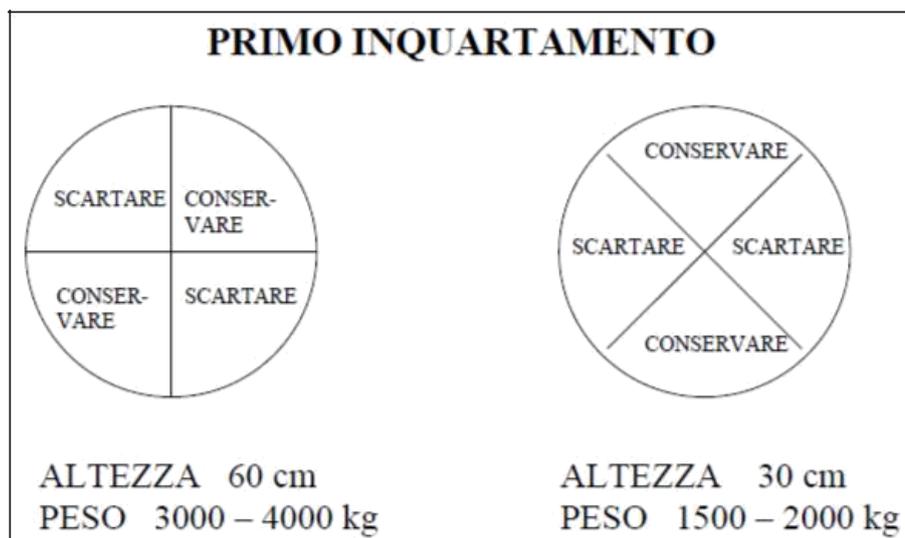
La metodica CNR è basata sul metodo dell'inquartamento e della suddivisione del campione ottenuto (circa 200 kg) in sei classi merceologiche. A monte di tutto questo vi è l'accantonamento degli ingombranti, successivamente pesati e selezionati secondo le categorie di appartenenza. Tale procedura, seppur semplice e con un grado di dettaglio relativamente basso, è ancora oggi quella maggiormente utilizzata in Italia, in quanto riferimento ufficiale nazionale. Le suddette sei classi merceologiche sono:

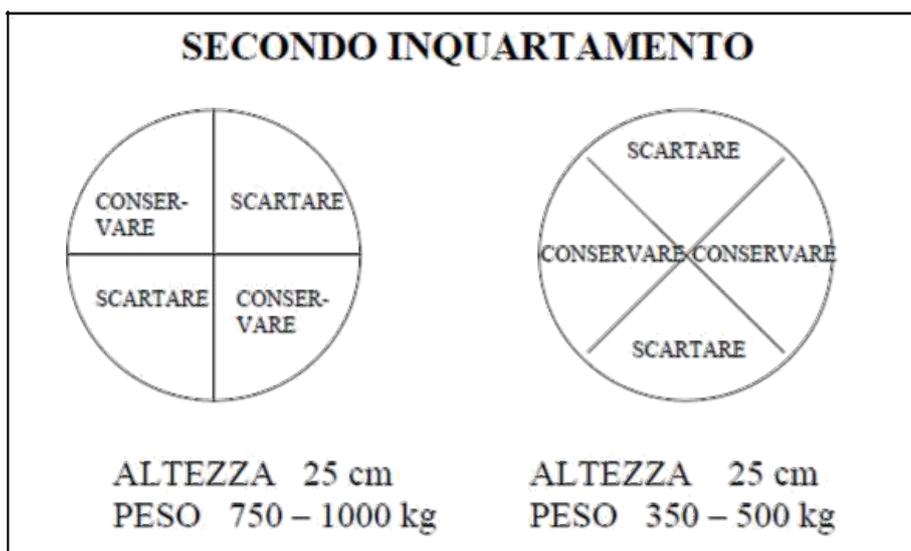
1. Carta
2. Tessili e legno
3. Plastiche e gomme
4. Metalli
5. Vetri, ceramiche e pietre
6. Sostanza organica  
(Sottovaglio < 20 mm)

Il campione di 100-150 kg viene ricavato da un monte di partenza di 3-4 ton, costituente, laddove sia possibile, il carico completo di un automezzo, il cui percorso di raccolta sia rappresentativo della composizione media dei rifiuti della zona urbana interessata.

Il cumulo di partenza viene disposto su una superficie piana in battuto di calcestruzzo, precedentemente pulita e riparata da vento, sole e pioggia. Successivamente il materiale viene distribuito con una pala sulla superficie a disposizione, formando così una "torta" di spessore 0,5-0,6 m. Durante questa operazione, è necessario mantenere sotto mescolamento i rifiuti stessi.

Qualora non siano stati frantumati meccanicamente, gli oggetti ingombranti, durante la fase sopra descritta, vengono accantonati e pesati secondo le sei classi merceologiche indicate.





### Strumentazione

La strumentazione utilizzata per eseguire le analisi merceologiche secondo la metodologia CNR comprende:

- Bilancia elettronica METTLER TOLEDO modello IND22
- Vaglio metallico o setaccio (dimensioni 1 \* 2 metri) con maglia da 20 mm poggiante su tre cavalletti in legno
- Casette in materiale plastico per la suddivisione e la pesatura delle singole frazioni (tara 1,5 kg)

I dispositivi di protezione individuale utilizzati dagli operatori sono:

- Tute monouso Dupont in tyvek
- Sottoguanti monouso in nitrile
- Guanti antitaglio
- Scarpe antinfortunistica
- Mascherina

### Descrizione

Nella realizzazione pratica di un'analisi merceologica vengono definiti i comuni di provenienza dei rifiuti, alcuni carichi provenienti dai comuni intercettati vengono messi da parte per preparare il campione preliminare.

I comuni da intercettare vengono definiti in base alla modalità di raccolta del RSU sul territorio ed in modo tale da avere una buona rappresentatività del bacino conferente presso la discarica o l'impianto in questione. Le analisi eseguite da ARPAM sono volte ad un'indagine su un campione medio di bacino.

Per quanto possibile, si opera in modo da selezionare carichi provenienti da comuni diversi e con metodologie di raccolta diverse.

Una volta predisposto il campione preliminare, costituito dalla somma di parte dei carichi di più comuni (dal 20% al 50% del carico di un camion proveniente da un comune), gli operatori della discarica/impianto con appositi mezzi (ruspa, pala meccanica, benna a ragno) effettuano un rimescolamento ed amalgamano il tutto, ottenendo un cumulo denominato torta. Questa torta, del peso di circa 2 ton, viene poi ridotta attraverso successive operazioni di quartatura (vedi I e II inquartamento) fino ad un peso di circa 150 kg. Tutte le operazioni di quartatura vengono

supervisionate da personale ARPAM, il quale provvede a dare indicazioni agli operatori sulle parti di carico da scartare e da selezionare per le fasi successive di vaglio manuale.

Al termine delle operazioni di quartatura, il campione risultante viene riposto in un cassone di metallo o all'interno di un furgone per il trasporto, opportunamente tarato, al fine di conoscere approssimativamente il peso del campione predisposto per l'analisi manuale.

### **Suddivisione in frazioni merceologiche secondo la classificazione CONAI e altri consorzi di filiera**

In base alle categorie merceologiche richieste dal committente ed in base alla suddivisione in frazioni operata dai consorzi di filiera, le categorie entro le quali gli operatori ARPAM hanno suddiviso il RSU analizzato presso gli impianti di selezione e le discariche sono:

<b>METALLI IMBALLAGGIO</b>	<b>VETRO</b>
<b>METALLI VARI</b>	<b>INERTI</b>
<b>LEGNO IMBALLAGGIO</b>	<b>ORGANICO CUCINA</b>
<b>ALTRO LEGNO</b>	<b>VERDE (SFALCI E POTATURE)</b>
<b>CARTONE</b>	<b>RUP (PILE, BATTERIE, FARMACI, VERNICI)</b>
<b>TETRAPAK</b>	
<b>CARTA</b>	<b>RAEE</b>
<b>TESSILI</b>	<b>PANNOLINI</b>
<b>PLASTICA IMBALLAGGIO</b>	<b>RESTO</b>
<b>PLASTICA ALTRO (PLASTICA RIGIDA)</b>	<b>SOTTOVAGLIO</b>

NB: aggiunta della classe merceologica Tetrapak, utile per i calcoli del nostro studio.

Una volta suddiviso il campione risultante nelle varie classi merceologiche si determina il peso di ciascuna di esse, così da avere, per ogni discarica o impianto di trattamento, la composizione merceologica dei RSU sottoposti ad analisi.

## a2) Il poliaccoppiato a prevalenza cellulosica all'interno dei RSU

Un imballaggio in materiale composto, cioè multimateriale di diversa natura non separabile manualmente, viene definito poliaccoppiato; la sua natura è ricondotta alla tipologia di materiale prevalente in peso.

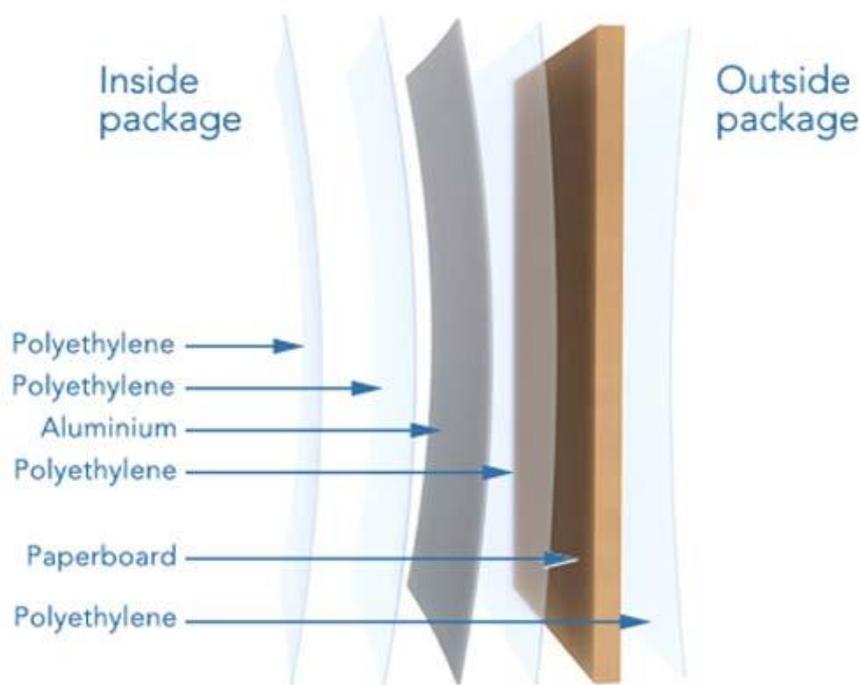
In questo studio, il materiale poliaccoppiato preso in esame è il Tetrapak, ovvero un poliaccoppiato a prevalenza cellulosica (70-75% carta) che, per questo motivo, viene generalmente conferito nella raccolta differenziata insieme a carta e cartone, pertanto è consigliabile separare dalle confezioni il tappo e altre parti in plastica.



I contenitori Tetrapak vengono suddivisi in:

- imballaggi composti da cellulosa e PE: vengono impiegati per la conservazione di prodotti a breve scadenza che devono essere conservati refrigerati;
- imballaggi composti oltre che da cellulosa (74%) e PE (21%) anche da una barriera di alluminio (5%): questa protegge gli alimenti da aria e luce consentendo la conservazione dei prodotti per mesi a temperatura ambiente.

Questi contenitori sono rivestiti internamente ed esternamente da leggeri strati di polietilene a bassa densità (LDPE), che, estrusi a caldo, formano la particolare composizione poliaccoppiata, senza alcun impiego di collanti. In particolare, il polietilene protegge dall'umidità e consente al cartone di aderire all'alluminio, mentre la carta, il materiale principale di queste confezioni, offre stabilità, resistenza e superfici di stampa lisce.



### Produzione

Il processo di produzione dei contenitori Tetrapak si articola in cinque fasi:

1. Stampa e cordonatura: vengono stampate grandi bobine di carta grezza con i disegni richiesti, su ogni bobina sono stampate insieme cinque o più piste di contenitori a seconda del formato in produzione. Al termine della stampa vengono impresse le cordonature, ossia pieghe che agevolano la formazione del pacchetto e i fori per l'applicazione dei sistemi di apertura.

2. Laminazione: la carta stampata e cordonata viene impermeabilizzata applicando a caldo (sul lato esterno e sul lato interno della bobina) alcuni strati di PE. Si applica inoltre, nella parte interna, un sottile foglio di alluminio.
3. Taglio: i rotoli di materiale laminato vengono sezionati per mezzo di macchine tagliatrici in modo da ottenere i rotoli finiti dimensionati, che poi vengono singolarmente identificati tramite un'apposita etichetta sulla quale sono riportate le informazioni necessarie per la rintracciabilità dei materiali e delle fasi di lavorazione per la realizzazione del rotolo.
4. Doctoring (eliminazione difetti): nel reparto doctor eventuali difetti che possono generarsi durante il processo produttivo vengono identificati, registrati e rimossi dalle bobine.
5. Imballaggio: dopo essere stati avvolti singolarmente con un film di PE, tutti i rotoli finiti vengono posizionati su pallet (bancali) in legno, sovrapposti in strati e, per garantirne l'integrità, vengono inserite delle falde di cartoncino alle estremità della pila di rotoli. Successivamente i rotoli finiti vengono uniti al pallet e stoccati in magazzino.

### **a3) Gli impianti visitati**

Le analisi merceologiche eseguite hanno riguardato gli otto impianti di smaltimento e selezione dei RSU della regione Marche:

- Tolentino (MC) – COSMARI
- Ascoli Piceno (AP) – PICENAMBIENTE
- Maiolati Spontini (AN) – SOGENUS
- Fermo (FM) – Fermo ASITE
- Corinaldo (AN) – ASA Ambiente
- Urbino, Ca' Lucio (PU) – Marche Multiservizi
- Fano, Monte Schiantello (PU) – ASET
- Tavullia, Ca' Asprete (PU) – Marche Multiservizi

Nel corso delle giornate di svolgimento delle analisi, i tecnici responsabili degli impianti hanno gentilmente accompagnato i tecnici ARPAM e gli studenti in un'ispezione per conoscerne il funzionamento.

In questo paragrafo verranno trattati in particolare il compostaggio (presente nell'impianto complesso di Tolentino), il trattamento meccanico-biologico (presente ad Ascoli Piceno) e l'impianto biogas (presente a Fermo).

### **Compostaggio**

Il compostaggio è un processo di maturazione biologica controllata in ambiente aerobico (presenza di O<sub>2</sub>) della sostanza organica, attraverso il quale si ha la produzione di una miscela di sostanze umificate (compost) a partire da residui vegetali sia verdi che legnosi o da residui animali. Il processo avviene ad opera di diversi ceppi di microrganismi operanti in ambiente aerobico, quali batteri, funghi, attinomiceti e alghe.

Il compostaggio industriale è l'attività di trasformazione della frazione umida dei RSU e degli scarti di produzione agricola e industriale biodegradabili in terriccio (compost) e concime per il commercio in grandi volumi. Il compostaggio permette:

- La stabilizzazione del rifiuto: nella fase di biossidazione termofila (prima fase del compostaggio) i microrganismi, in presenza di ossigeno, ossidano la sostanza organica attraverso la mineralizzazione della frazione più facilmente fermentescibile.
- L'igienizzazione del rifiuto: la decomposizione aerobica libera una notevole quantità di energia sotto forma di calore; nella massa di materiale, in fermentazione controllata, le temperature (55-70 °C) distruggono gli agenti patogeni, stabilizzando il prodotto dal punto di vista biologico.

Il compostaggio può essere suddiviso in sei fasi: ricevimento, pretrattamento, miscelazione, fermentazione o compostaggio accelerato, maturazione e raffinazione.

- 1) Ricevimento: gli automezzi di raccolta in entrata all'impianto vengono pesati, poi i rifiuti organici e mercatali vengono scaricati in fosse separate, mentre il materiale legnoso, prima di essere tritato grossolanamente, viene stoccato in un apposito piazzale. Una leggera pendenza delle fosse permette il convogliamento della parte liquida verso la rete fognaria.
- 2) Pretrattamento (fase determinante per la riuscita dell'intero processo): i materiali, attraverso un carro ponte provvisto di benna a comando idraulico, vengono trasferiti dalle fosse alle linee di pretrattamento. Uno degli scopi del pretrattamento è la separazione della frazione organica dalla plastica, dai materiali metallici e dagli altri materiali inquinanti: per questo motivo il pretrattamento avviene su linee separate che sono il prolungamento delle fosse di scarico. - es. Pretrattamento del rifiuto organico domestico: dalla tramoggia di carico i rifiuti vengono mandati al vaglio rotante, il quale è costituito da reti in lamiera forata e da lame rompi-sacco; dall'operazione di vagliatura risultano il materiale organico pronto al compostaggio e il sovrvallo, cioè la frazione grossolana inquinante (come sacchi ed eventuali contenitori in plastica), scaricato all'esterno del fabbricato di selezione.
- 3) Miscelazione: un tritatore a coltelli "lento" effettua un parziale sminuzzamento e la miscelazione dei materiali provenienti dalle tre linee (rifiuto organico domestico, rifiuti mercatali, materiali legnosi) ultimando la fase di pretrattamento. Il materiale risultante viene convogliato ai nastri che alimentano la sezione di compostaggio accelerato.
- 4) Fermentazione o compostaggio accelerato: il materiale organico opportunamente miscelato, attraverso un sistema di nastri trasportatori, viene posto in cumuli dell'altezza di circa 2 m entro 10 corsie aerate dove rimane circa 30 giorni. L'areazione del materiale viene effettuata attraverso condotti di ventilazione posti sotto il pavimento di ciascuna corsia: l'aria fornisce agli organismi decompositori l'ossigeno di cui hanno bisogno per trasformare i materiali organici in compost. Per garantire che il cumulo sia sempre attraversato dall'aria, oltre che ventilato, deve essere rivoltato con una frequenza giornaliera (due macchine rivoltatrici automatiche operano in continuità sulle 10 corsie, correndo sui binari montati sui muri che le separano).
- 5) Maturazione: un trasportatore elevatore convoglia il compost nella zona di maturazione, dove gli organismi che operano a temperatura ambiente completano la trasformazione del materiale organico fino ad ottenere un terriccio. Dal compostaggio accelerato il materiale viene trasferito nell'edificio di maturazione primaria (durata di circa 30 giorni), qui viene portata a compimento la trasformazione dei composti organici e il materiale viene continuamente rivoltato per essere reso soffice ed areato, dopodiché si passa alla maturazione secondaria (durata di almeno altri 30 giorni) che viene condotta in un'area adiacente alla prima e non necessita dei periodici rivoltamenti, in quanto i processi biochimici che si realizzano in questa fase richiedono poco O<sub>2</sub>. La maturazione necessita di tempi lunghi per giungere a compimento, i protagonisti durante questa trasformazione sono i funghi e gli attinomiceti (un tipo particolare di batteri).
- 6) Raffinazione: lo scopo di questa fase è ripulire il compost dai materiali inquinanti ancora presenti (pezzi di plastica, carta, inerti) e recuperare il materiale legnoso non trasformato che dovrà ripetere l'intero processo. La sezione di raffinazione è composta da un vaglio rotante bistadio con maglie della larghezza di 40 e 15 mm che opera l'ultima suddivisione del materiale in: compost raffinato destinato allo stoccaggio in aia scoperta, frazione legnosa da reintrodurre nel ciclo di compostaggio e scarti da avviare a discarica.

### **Trattamento Meccanico-Biologico (TMB)**

Nella gestione dei rifiuti, il trattamento meccanico-biologico (TMB) è una tecnologia di trattamento a freddo dei rifiuti indifferenziati (e/o residuali dopo la raccolta differenziata) che sfrutta l'abbinamento di processi meccanici a processi biologici, quali la digestione anaerobica e il compostaggio. Appositi macchinari separano la frazione umida (l'organico da bioessicare) dalla

frazione secca (carta, plastica, vetro, inerti, ecc.), quest'ultima può essere in parte riciclata oppure usata per produrre Combustibile derivato Da Rifiuti (CDR) rimuovendo i materiali incombustibili. Lo schema impiantistico del TMB si articola in tre fasi, ognuna di queste effettuata in ambienti distinti e separati, all'interno dei quali è prevista l'aspirazione di arie esauste e polveri ed il successivo trattamento finale mediante sistemi di depurazione come biofiltri, filtri a maniche, ecc. La prima fase (ricezione e trattamento meccanico primario) è dedicata al conferimento dei rifiuti in fossa ed al successivo trattamento meccanico di triturazione e separazione della frazione biodegradabile (sottovaglio) da quella non processabile (sovrvallo). Nella seconda fase (trattamento biologico) si procede all'essiccazione ed igienizzazione del materiale, al fine di ottenere una riduzione della putrescibilità della massa dei rifiuti che stazionano per circa 15 giorni in spazi dedicati, dove vengono continuamente monitorati. Il processo di biostabilizzazione viene gestito con una serie di ventilatori che convogliano l'aria aspirata ai biofiltri, garantendo l'abbattimento degli odori ed il controllo dell'evoluzione del processo. L'ultima fase (raffinazione) prevede una serie di operazioni meccaniche quali vagliatura, separazione aeraulica, triturazione secondaria, separazione dei metalli ferrosi e non ferrosi per la produzione di CSS (Combustibile Solido Secondario) da avviare alla valorizzazione energetica in impianti dedicati (termovalorizzatori) e non (cementifici).

- Fase Meccanica: fase di separazione e classificazione dei vari componenti dei rifiuti utilizzando sistemi meccanici automatizzati (ad es. nastri trasportatori, magneti industriali, vagli a tamburo). In questo modo dalla massa dei rifiuti vengono rimossi i componenti riciclabili come carta, metalli, plastiche e vetro, ed altri componenti destinabili solamente in discarica.

Il TMB può anche, tramite processi alternativi, separare la frazione combustibile dei rifiuti da destinare alla valorizzazione energetica, tale frazione (definita con l'acronimo CDR) è costituita da un insieme eterogeneo di materie plastiche, cellulose e, in minor misura, tessili, legnose e biodegradabili. Nel caso in cui abbia i requisiti del cosiddetto CSS, può essere valorizzata in cementifici e centrali elettriche a carbone in co-combustione con i combustibili solidi tradizionali. Negli altri casi è destinata ad impianti di incenerimento o ad altri impianti dedicati alla valorizzazione energetica dei rifiuti (impianti a pirolisi, gassificatori, ecc.).

- Fase Biologica: è riferita ai processi di digestione anaerobica e compostaggio.

La digestione anaerobica determina la scissione biochimica della componente biodegradabile dei rifiuti tramite l'azione di microrganismi in condizione di anaerobiosi (ambiente privo di  $O_2$ ). Vengono prodotti: biogas utilizzabile come combustibile e un digestato che può essere sfruttato per migliorare le proprietà agricole del suolo. Alcuni processi condotti in mezzo acquoso permettono di ottenere un alto rendimento in biogas. Il compostaggio implica invece il trattamento della componente organica con microrganismi aerobici. In queste condizioni ossidative si ha formazione di  $CO_2$  e compost. Utilizzando il solo compostaggio quindi non si ha il vantaggio di produrre energia verde (biogas) dalla frazione biodegradabile dei rifiuti.

La parte organica è costituita principalmente dalla frazione umida del rifiuto (se non separata in precedenza e destinata ad altri impieghi, come ad esempio il compostaggio), dalla frazione costituita da carta e cartone, oltre che da altri rifiuti derivanti dal legno. Trattandosi quindi di materiali caratterizzati da differente fermentescibilità, la loro destinazione a seguito della vagliatura meccanica si può differenziare seguendo due linee differenti:

- Frazione altamente fermentescibile: trattamento di digestione anaerobica per la produzione di biogas e di sottoprodotti utilizzabili come fertilizzanti, oppure trattamento aerobico (compostaggio) per la produzione di fertilizzante.

- Frazione scarsamente fermentescibile: produzione di materiale inerte di natura biologica o impiego nella preparazione del CDR nel caso in cui il contenuto energetico dello stesso risulti adeguato.

In conclusione, il trattamento meccanico-biologico si prefigge come scopo la produzione di sottoprodotti utilizzabili in differenti contesti, senza prevedere al suo interno una chiusura del ciclo dei rifiuti.

### **Impianto biogas**

Il biogas è una delle fonti alternative più utilizzate per la produzione di energia rinnovabile. E' il frutto della degradazione - in assenza di ossigeno (processo chiamato digestione anaerobica) - di varie sostanze organiche ad opera di numerosi batteri. L'energia racchiusa nei legami chimici è poi rilasciata e immagazzinata principalmente in metano (CH<sub>4</sub>) il quale, assieme all'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), è il principale costituente del biogas. Altre sostanze presenti in minor percentuale sono ossido di carbonio, azoto, idrogeno, idrogeno solforato. Il biogas possiede un alto potere calorifico e può essere convertito in elettricità e calore. Il residuo della fermentazione è il digestato, un materiale liquido completamente inodore e ad altissimo valore agronomico con caratteristiche migliorative rispetto al materiale di partenza. Il biogas è indicato dall'U.E. tra le fonti energetiche rinnovabili non fossili che possono garantire non solo autonomia energetica, ma anche la riduzione graduale dell'attuale stato di inquinamento dell'aria e quindi dell'effetto serra. I residui utili per la sintesi di biogas possono avere più origini: scarti dell'agroindustria (trinciato di mais o di altre colture), scarti dell'industria alimentare (farine di scarto o prodotti scaduti), scarti dell'industria zootecnica (reflui di animali o carcasse), FORSU (Frazione Organica del Rifiuto Solido Urbano).

Nel fermentatore, in assenza di ossigeno e a temperatura controllata, un grande numero di batteri degrada la sostanza organica; il risultato di questa degradazione è triplice:

- Il biogas viene convertito in energia elettrica grazie a un cogeneratore e ceduto alla rete nazionale, una parte viene convertita in ulteriore calore.
- Il calore, oltre che per il processo di fermentazione stesso, è utilizzato per il riscaldamento di alcuni locali dell'azienda, come stalle e uffici o addirittura per un processo industriale.
- Il digestato viene utilizzato come fertilizzante naturale nelle coltivazioni aziendali, la cui qualità è di gran lunga superiore al letame.

Come detto in precedenza il biogas è costituito prevalentemente da metano, pertanto, con un necessario processo di upgrading (raffinazione e purificazione), può essere usato come biometano - gas derivato dal biogas con [CH<sub>4</sub>] > 98% - per autotrazione. Quest'ultima applicazione ha trovato buon successo in paesi dell'Europa centrale e settentrionale quali Svizzera, Germania, Svezia ecc., e in via sperimentale anche in Italia, costituendo una delle più concrete promesse nel campo della mobilità eco-sostenibile.

Il gas prodotto dalle discariche, invece di essere bruciato, viene captato e privato della sua parte acida. La parte restante, quella metanigena (circa il 60%), viene immessa nei motori che, attivati da un generatore, producono energia elettrica (10 milioni di kilowatt/anno per l'impianto di Fermo ASITE ad esempio) che viene a sua volta venduta al GSE (Gestore Servizi Energetici).

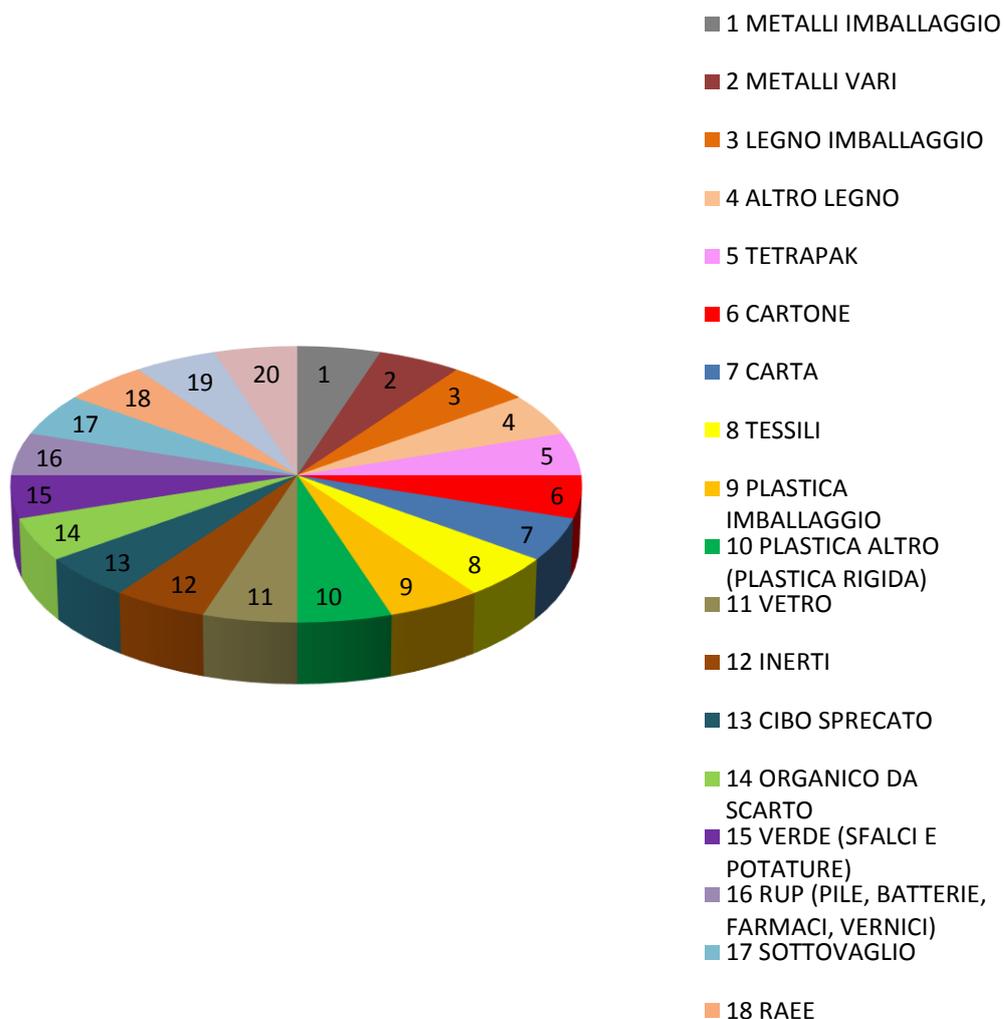
## b) Risultati e discussione

### b1) I risultati delle analisi merceologiche 2016 sui RSU

Per ciascuno degli impianti sotto elencati viene presentata una scheda riassuntiva contenente i risultati delle analisi merceologiche e le informazioni ritenute più importanti relative all'impianto medesimo.

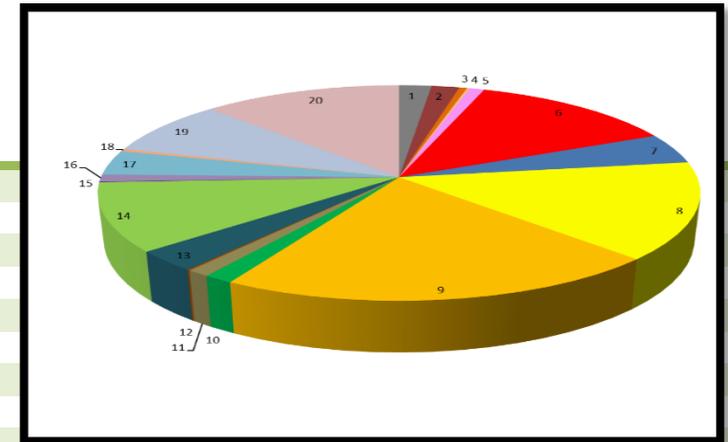
- Tolentino (MC) – COSMARI
- Ascoli Piceno (AP) – PICENAMBIENTE
- Maiolati Spontini (AN) – SOGENUS
- Fermo (FM) – Fermo ASITE
- Corinaldo (AN) – ASA Ambiente
- Urbino, Ca' Lucio (PU) – Marche Multiservizi
- Fano, Monte Schiantello (PU) – ASET
- Tavullia, Ca' Asprete (PU) – Marche Multiservizi

### Categorie Merceologiche





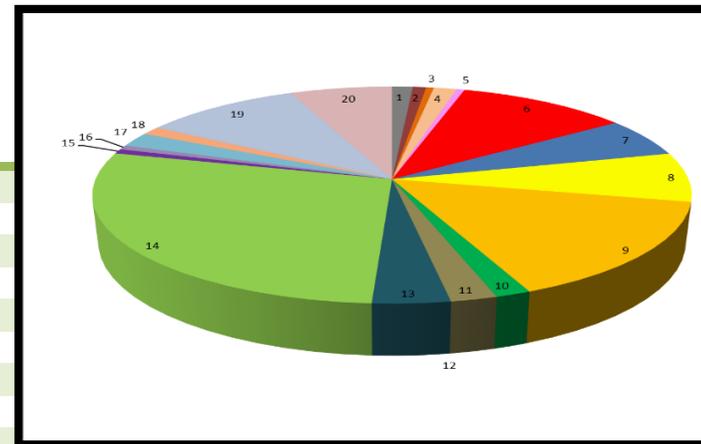
**DATA** 27/09/2016  
**GESTORE** COSMARI  
**IMPIANTO** IMPIANTO complesso di Tolentino  
**LOCALITA'** Piane di Chienti  
**COMUNE** Tolentino  
**AREA** Provincia di Macerata  
**ORA ARRIVO** 10:10  
**ORA USCITA** 14:00  
**NUM CAMPIONI TOTALE** 1  
**CAMPIONE NUMERO** 1  
**PROVENIENZA CARICO** Cessapalombo - Civitanova - Castelraimondo



num	CATEGORIA MERCEOLOGICA	PESO LORDO KG	NUM. TARE	TARA KG	NETTO KG	% frazione
1	METALLI IMBALLAGGIO	4,59	1,00	1,50	3,09	2,00
2	METALLI VARI	4,17	1,00	1,50	2,67	1,72
3	LEGNO IMBALLAGGIO	2,25	1,00	1,50	0,75	0,48
4	ALTRO LEGNO	1,79	1,00	1,50	0,29	0,19
5	<b>TETRAPAK</b>	2,88	1,00	1,50	1,38	<b>0,89</b>
6	CARTONE	21,45	1,00	1,50	19,95	12,89
7	CARTA	8,52	1,00	1,50	7,02	4,53
8	TESSILI	24,12	1,00	1,50	22,62	14,61
9	PLASTICA IMBALLAGGIO	35,41	2,00	1,50	32,41	20,93
10	PLASTICA ALTRO (PLASTICA RIGIDA)	3,63	1,00	1,50	2,13	1,38
11	VETRO	3,15	1,00	1,50	1,65	1,07
12	INERTI	0,20	0,00	1,50	0,20	0,13
13	ORGANICO CIBO DETERIORATO	6,33	1,00	1,50	4,83	3,12
14	ORGANICO CUCINA	17,46	1,00	1,50	15,96	10,31
15	VERDE (SFALCI E POTATURE)	1,65	1,00	1,50	0,15	0,10
16	RUP (PILE, BATTERIE, FARMACI, VERNICI)	3,14	1,00	1,50	1,64	1,06
17	SOTTOVAGLIO	7,25	1,00	1,50	5,75	3,71
18	RAEE	2,05	1,00	1,50	0,55	0,36
19	RESTO	14,15	1,00	1,50	12,65	8,17
20	PANNOLINI	20,63	1,00	1,50	19,13	12,36
		184,82			154,82	100,00



DATA	05/10/2016
GESTORE	Picenambiente
IMPIANTO	TMB di Relluce
LOCALITA'	Relluce
COMUNE	Ascoli Piceno
AREA	Provincia di Ascoli Piceno
ORA ARRIVO	10:30
ORA USCITA	13:00
NUM CAMPIONI TOTALE	1
CAMPIONE NUMERO	1



**Comuni serviti da Picenambiente - Ascoli Piceno - Comunità montana del Tronto**

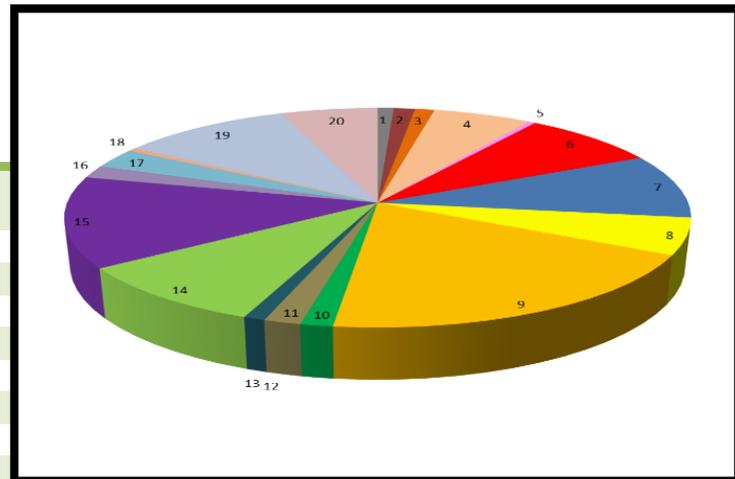
num	CATEGORIA MERCEOLOGICA	PESO LORDO KG	NUM. TARE	TARA KG	NETTO KG	% frazione
1	METALLI IMBALLAGGIO	3,08	1,00	1,50	1,58	1,29
2	METALLI VARI	2,50	1,00	1,50	1,00	0,82
3	LEGNO IMBALLAGGIO	2,08	1,00	1,50	0,58	0,48
4	ALTRO LEGNO	1,74	0,00	1,50	1,74	1,43
5	<b>TETRAPAK</b>	2,10	1,00	1,50	0,60	<b>0,49</b>
6	CARTONE	14,59	1,00	1,50	13,09	10,73
7	CARTA	8,52	1,00	1,50	7,02	5,75
8	TESSILI	10,46	1,00	1,50	8,96	7,34
9	PLASTICA IMBALLAGGIO	21,43	2,00	1,50	18,43	15,10
10	PLASTICA ALTRO (PLASTICA RIGIDA)	3,53	1,00	1,50	2,03	1,66
11	VETRO	4,17	1,00	1,50	2,67	2,19
12	INERTI	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00
13	ORGANIO CIBO DETERIORATO	5,97	1,00	1,50	4,47	3,66
14	ORGANICO CUCINA	37,33	2,00	1,50	34,33	28,13
15	VERDE (SFALCI E POTATURE)	2,33	1,00	1,50	0,83	0,68
16	RUP (PILE, BATTERIE, FARMACI, VERNICI)	2,28	1,00	1,50	0,78	0,64
17	SOTTOVAGLIO	4,10	1,00	1,50	2,60	2,13
18	RAEE	3,00	1,00	1,50	1,50	1,23
19	RESTO	13,58	1,00	1,50	12,08	9,90
20	PANNOLINI	9,26	1,00	1,50	7,76	6,36
					<b>122,05</b>	<b>100,00</b>



DATA

06/10/2016

GESTORE	SO.GE.NU.S.
IMPIANTO	Discarica di Moie di Maiolati Spontini
LOCALITA'	Moie
COMUNE	Maiolati Spontini
AREA	Provincia di Ancona
ORA ARRIVO	10:00
ORA USCITA	12:00
NUM CAMPIONI TOTALE	1
CAMPIONE NUMERO	1
PROVENIENZA CARICO	Osimo, Jesi, Falconara Marittima (ASTEVA - MMS - CIS)

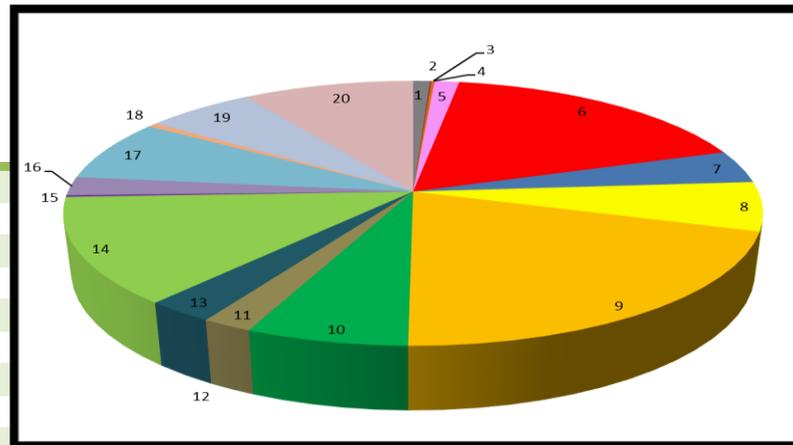


num	CATEGORIA MERCEOLOGICA	PESO LORDO KG	NUM. TARE	TARA KG	NETTO KG	% frazione
1	METALLI IMBALLAGGIO	2,90	1,00	1,50	1,40	0,94
2	METALLI VARI	3,35	1,00	1,50	1,85	1,25
3	LEGNO IMBALLAGGIO	3,20	1,00	1,50	1,70	1,15
4	ALTRO LEGNO	10,11	1,00	1,50	8,61	5,81
5	<b>TETRAPAK</b>	2,10	1,00	1,50	0,60	<b>0,40</b>
6	CARTONE	13,58	1,00	1,50	12,08	8,15
7	CARTA	15,51	1,00	1,50	14,01	9,45
8	TESSILI	9,53	1,00	1,50	8,03	5,42
9	PLASTICA IMBALLAGGIO	31,81	2,00	1,50	28,81	19,43
10	PLASTICA ALTRO (PLASTICA RIGIDA)	3,68	1,00	1,50	2,18	1,47
11	VETRO	4,00	1,00	1,50	2,50	1,69
12	INERTI	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00
13	CIBO SCADUTO	2,94	1,00	1,50	1,44	0,97
14	ORGANICO CUCINA	15,37	1,00	1,50	13,87	9,35
15	VERDE (SFALCI E POTATURE)	21,42	1,00	1,50	19,92	13,43
16	RUP (PILE, BATTERIE, FARMACI, VERNICI)	4,24	1,00	1,50	2,74	1,85
17	SOTTOVAGLIO	5,78	1,00	1,50	4,28	2,89
18	RAEE	2,16	1,00	1,50	0,66	0,45
19	RESTO	16,61	1,00	1,50	15,11	10,19
20	PANNOLINI	9,98	1,00	1,50	8,48	5,72
		178,27			148,27	100,00



**DATA** 12/10/2016  
**GESTORE** FERMO ASITE  
**IMPIANTO** TMB di Fermo  
**LOCALITA'** Contrada San Biagio  
**COMUNE** Fermo  
**AREA** Provincia di Fermo  
**ORA ARRIVO** 10:30  
**ORA USCITA** 13:30  
**NUM CAMPIONI TOTALE** 1  
**CAMPIONE NUMERO** 1  
**PROVENIENZA CARICO**

Altidona + Amandola + Francavilla d'Ete + Monsampietro Morico + Massa Fermana + Monte Giberto + Montappone + Monte Vidon  
 Corrado + Montefalcone + Montefortino + Montegiorgio + Monterubbiano + Montottone + Moresco + Pedaso + Ponzano di Fermo + PS  
 Elpidio + S. Vittoria in Matenano + Sant'Elpidio a mare + Servigliano + Fermo + Montegranaro + PS Giorgio



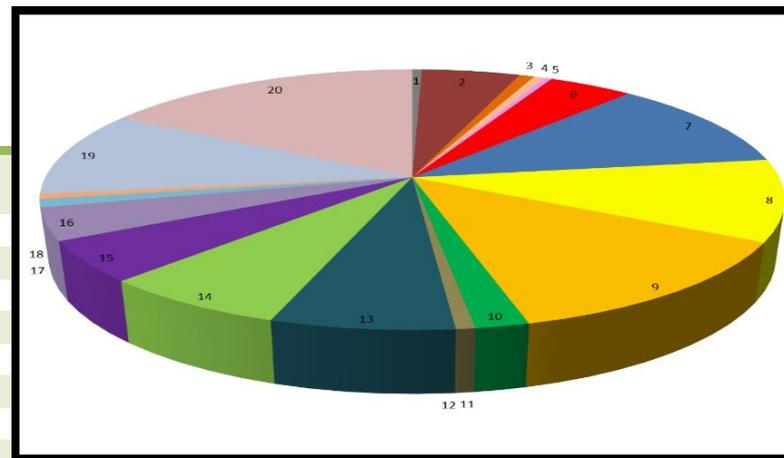
num	CATEGORIA MERCEOLOGICA	PESO LORDO KG	NUM. TARE	TARA KG	NETTO KG	% frazione
1	METALLI IMBALLAGGIO	2,45	1,00	1,50	0,95	0,91
2	METALLI VARI	1,59	1,00	1,50	0,09	0,09
3	LEGNO IMBALLAGGIO	1,67	1,00	1,50	0,17	0,16
4	ALTRO LEGNO	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00
5	<b>TETRAPAK</b>	2,90	1,00	1,50	1,40	<b>1,34</b>
6	CARTONE	19,64	1,00	1,50	18,14	17,31
7	CARTA	5,70	1,00	1,50	4,20	4,01
8	TESSILI	7,76	1,00	1,50	6,26	5,97
9	PLASTICA IMBALLAGGIO	24,39	2,00	1,50	21,39	20,41
10	PLASTICA ALTRO (PLASTICA RIGIDA)	8,24	1,00	1,50	6,74	6,43
11	VETRO	3,60	1,00	1,50	2,10	2,00
12	INERTI	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00
13	CIBO SCADUTO	4,36	1,00	1,50	2,86	2,73
14	ORGANICO CUCINA	15,11	1,00	1,50	13,61	12,99
15	VERDE (SFALCI E POTATURE)	1,72	1,00	1,50	0,22	0,21
16	RUP (PILE, BATTERIE, FARMACI, VERNICI)	3,88	1,00	1,50	2,38	2,27
17	SOTTOVAGLIO	9,33	1,00	1,50	7,83	7,47
18	RAEE	2,02	1,00	1,50	0,52	0,50
19	RESTO	7,69	1,00	1,50	6,19	5,91
20	PANNOLINI	11,25	1,00	1,50	9,75	9,30
		133,30			<b>104,80</b>	<b>100,00</b>



DATA

20/10/2016

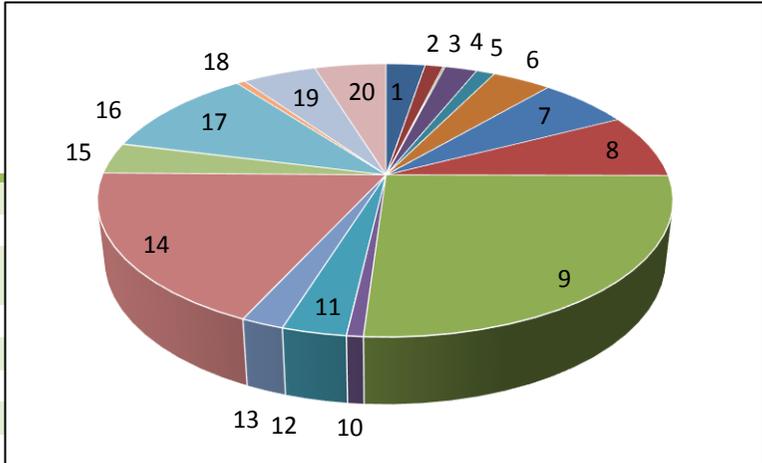
GESTORE	ASA Corinaldo
IMPIANTO	Discarica di Corinaldo
LOCALITA'	Via San Vincenzo
COMUNE	Corinaldo
AREA	Provincia di Ancona
ORA ARRIVO	9:30
ORA USCITA	12:00
NUM CAMPIONI TOTALE	1
CAMPIONE NUMERO	1
PROVENIENZA CARICO	Ancona, Fabriano, Numana, Serra De'Conti, Sassoferrato, Monte san Vito, Montemarignano, Filottrano



num	CATEGORIA MERCEOLOGICA	PESO LORDO KG	NUM. TARE	TARA KG	NETTO KG	% frazione
1	METALLI IMBALLAGGIO	2,41	1,00	1,50	0,91	0,49
2	METALLI VARI	10,82	1,00	1,50	9,32	5,03
3	LEGNO IMBALLAGGIO	2,92	1,00	1,50	1,42	0,77
4	ALTRO LEGNO	2,55	1,00	1,50	1,05	0,57
5	<b>TETRAPAK</b>	2,19	1,00	1,50	0,69	<b>0,37</b>
6	CARTONE	9,54	1,00	1,50	8,04	4,34
7	CARTA	22,16	1,00	1,50	20,66	11,16
8	TESSILI	20,25	1,00	1,50	18,75	10,13
9	PLASTICA IMBALLAGGIO	26,83	2,00	1,50	23,83	12,87
10	PLASTICA ALTRO (PLASTICA RIGIDA)	5,19	1,00	1,50	3,69	1,99
11	VETRO	2,82	1,00	1,50	1,32	0,71
12	INERTI	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00
13	CIBO SCADUTO	14,10	1,00	1,50	12,60	6,80
14	ORGANICO CUCINA	14,45	1,00	1,50	12,95	6,99
15	VERDE (SFALCI E POTATURE)	10,92	1,00	1,50	9,42	5,09
16	RUP (PILE, BATTERIE, FARMACI, VERNICI)	8,93	1,00	1,50	7,43	4,01
17	SOTTOVAGLIO	3,39	1,00	1,50	1,89	1,02
18	RAEE	2,65	1,00	1,50	1,15	0,62
19	RESTO	21,10	1,00	1,50	19,60	10,58
20	PANNOLINI	31,96	1,00	1,50	30,46	16,45
		215,18			185,18	100,00



<b>IMPIANTO</b>	Discarica di Urbino
<b>GESTORE</b>	Marche Multiservizi
<b>DATA</b>	4/05/2017
<b>LOCALITA'</b>	Ca' Lucio Ca'
	Gasperino
<b>COMUNE</b>	Urbino
<b>AREA</b>	Provincia di Pesaro
<b>ORA ARRIVO</b>	9:30
<b>ORA USCITA</b>	11:00
<b>NUM CAMPIONI TOTALE</b>	1
<b>CAMPIONE NUMERO</b>	1
<b>PROVENIENZA CARICO</b>	<b>comuni del bacino</b>

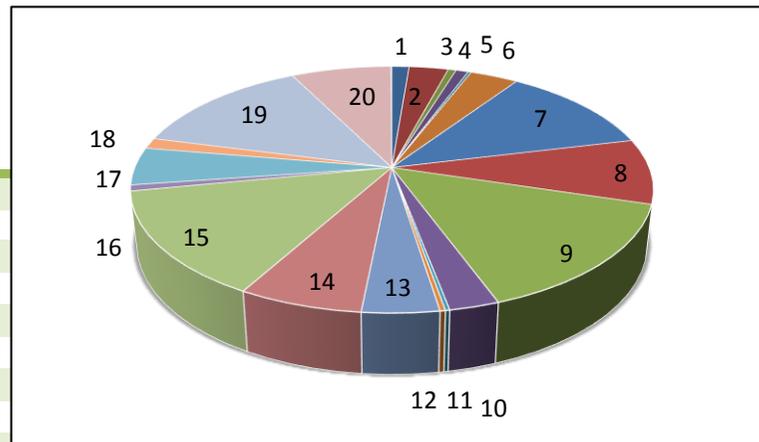


num	CATEGORIA MERCEOLOGICA	PESO LORDO KG	NUM. TARE	TARA KG	NETTO KG	% frazione
1	METALLI IMBALLAGGIO	3,50	1,00	1,50	2,00	2,61
2	METALLI VARI	2,43	1,00	1,50	0,93	1,21
3	LEGNO IMBALLAGGIO	1,60	1,00	1,50	0,10	0,13
4	ALTRO LEGNO	3,15	1,00	1,50	1,65	2,15
5	<b>TETRAPAK</b>	2,45	1,00	1,50	0,95	<b>1,24</b>
6	CARTONE	4,53	1,00	1,50	3,03	3,96
7	CARTA	6,22	1,00	1,50	4,72	6,16
8	TESSILI	7,32	1,00	1,50	5,82	7,60
9	PLASTICA IMBALLAGGIO	21,38	1,00	1,50	19,88	25,95
10	PLASTICA ALTRO (PLASTICA RIGIDA)	2,10	1,00	1,50	0,60	0,78
11	VETRO	3,83	1,00	1,50	2,33	3,04
12	INERTI	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00
13	CIBO SCADUTO	3,05	1,00	1,50	1,55	2,02
14	ORGANICO CUCINA	15,55	1,00	1,50	14,05	18,34
15	VERDE (SFALCI E POTATURE)	4,30	1,00	1,50	2,80	3,66
16	RUP (PILE, BATTERIE, FARMACI, VERNICI)	1,55	1,00	1,50	0,05	0,07
17	SOTTOVAGLIO	9,76	1,00	1,50	8,26	10,78
18	RAEE	1,93	1,00	1,50	0,43	0,56
19	RESTO	5,30	1,00	1,50	3,80	4,96
20	PANNOLINI	5,16	1,00	1,50	3,66	4,78
		105,11			<b>76,61</b>	100,00



IMPIANTO Discarica di Fano

GESTORE ASET  
 DATA 10/05/2017  
 LOCALITA' Monte Schiantello  
 COMUNE Fano  
 AREA Provincia di Pesaro  
 ORA ARRIVO 10:00  
 ORA USCITA 11:30  
 NUM CAMPIONI TOTALE 1  
 CAMPIONE NUMERO 1



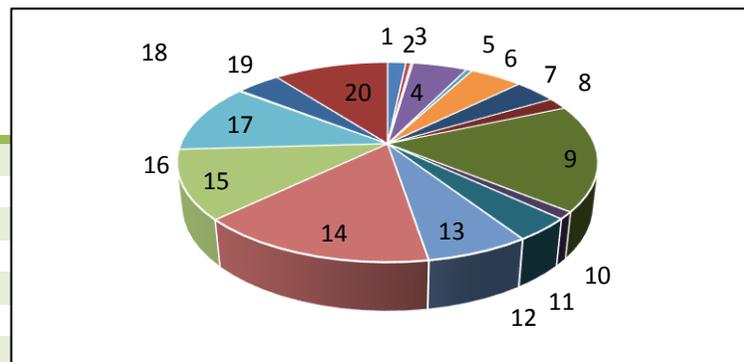
PROVENIENZA CARICO Montefelcino, Isola del Piano, Mondavio, Cartoceto, Saltara, Fano

num	CATEGORIA MERCEOLOGICA	PESO LORDO KG	NUM. TARE	TARA KG	NETTO KG	% frazione
1	METALLI IMBALLAGGIO	2,90	1,00	1,50	1,40	1,27
2	METALLI VARI	4,68	1,00	1,50	3,18	2,89
3	LEGNO IMBALLAGGIO	2,14	1,00	1,50	0,64	0,58
4	ALTRO LEGNO	2,50	1,00	1,50	1,00	0,91
5	<b>TETRAPAK</b>	1,75	1,00	1,50	0,25	<b>0,23</b>
6	CARTONE	5,40	1,00	1,50	3,90	3,54
7	CARTA	14,50	1,00	1,50	13,00	11,80
8	TESSILI	10,90	1,00	1,50	9,40	8,53
9	PLASTICA IMBALLAGGIO	17,66	1,00	1,50	16,16	14,66
10	PLASTICA ALTRO (PLASTICA RIGIDA)	4,39	1,00	1,50	2,89	2,62
11	VETRO	1,75	1,00	1,50	0,25	0,23
12	INERTI	1,81	1,00	1,50	0,31	0,28
13	CIBO SCADUTO	5,94	1,00	1,50	4,44	4,03
14	ORGANICO CUCINA	8,70	1,00	1,50	7,20	6,53
15	VERDE (SFALCI E POTATURE)	16,76	1,00	1,50	15,26	13,85
16	RUP (PILE, BATTERIE, FARMACI, VERNICI)	2,35	1,00	1,50	0,85	0,77
17	SOTTOVAGLIO	7,01	1,00	1,50	5,51	5,00
18	RAEE	3,05	1,00	1,50	1,55	1,41
19	RESTO	17,91	2,00	1,50	14,91	13,53
20	PANNOLINI	9,60	1,00	1,50	8,10	7,35
					<b>110,20</b>	100,00



DATA 20/06/2017

GESTORE	Marche Multiservizi
IMPIANTO	Discarica di Tavullia
LOCALITA'	Ca' Asprete
COMUNE	Tavullia
AREA	Provincia di Pesaro
NUM CAMPIONI TOTALE	1
CAMPIONE NUMERO	1
PROVENIENZA CARICO	Pesaro zona PAP + Pesaro zona prossimità + Vallefoglia



num	CATEGORIA MERCEOLOGICA	PESO LORDO KG	NUM. TARE	TARA KG	NETTO KG	% frazione
1	METALLI IMBALLAGGIO	2,98	1,00	1,50	1,48	1,67
2	METALLI VARI	1,92	1,00	1,50	0,42	0,47
3	LEGNO IMBALLAGGIO	1,66	1,00	1,50	0,16	0,18
4	ALTRO LEGNO	5,93	1,00	1,50	4,43	4,99
5	<b>TETRAPAK</b>	1,99	1,00	1,50	0,49	<b>0,55</b>
6	CARTONE	5,80	1,00	1,50	4,30	4,85
7	CARTA	4,96	1,00	1,50	3,46	3,90
8	TESSILI	3,18	1,00	1,50	1,68	1,89
9	PLASTICA IMBALLAGGIO	16,80	1,00	1,50	15,30	17,25
10	PLASTICA ALTRO (PLASTICA RIGIDA)	2,53	1,00	1,50	1,03	1,16
11	VETRO	4,86	1,00	1,50	3,36	3,79
12	INERTI	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00
13	CIBO SCADUTO	7,44	1,00	1,50	5,94	6,70
14	ORGANICO CUCINA	15,28	1,00	1,50	13,78	15,53
15	VERDE (SFALCI E POTATURE)	11,41	1,00	1,50	9,91	11,17
16	RUP (PILE, BATTERIE, FARMACI, VERNICI)	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00
17	SOTTOVAGLIO	11,43	1,00	1,50	9,93	11,19
18	RAEE	1,67	1,00	1,50	0,17	0,19
19	RESTO	5,04	1,00	1,50	3,54	3,99
20	PANNOLINI	10,84	1,00	1,50	9,34	10,53
		115,72			88,72	100,00

## b2) Discussione sulla frazione di poliaccoppiato

Dapprima si individuano i bacini di conferimento dei RSU, ovvero i gruppi di comuni che smaltiscono i rifiuti conferendoli nel medesimo impianto di trattamento o nella medesima discarica; per questo studio si prendono in considerazione gli 8 bacini della regione Marche:

BACINO	GESTORE	COMUNE	IMPIANTO - LOCALITA'
1	MARCHE MULTISERVIZI	TAVULLIA	discarica di Ca' Asprete
2	MARCHE MULTISERVIZI	URBINO	discarica di Ca' Lucio
3	ASET	FANO	discarica di Monte Schiantello
4	ASA CORINALDO	CORINALDO	discarica di Corinaldo
5	SOGENUS	MAIOLATI SPONTINI	discarica di Moie (Maiolati)
6	COSMARI	TOLENTINO	Impianto TMB COSMARI
7	FERMO ASITE	FERMO	Impianto TMB Fermo ASITE
8	ASCOLI SERVIZI COM - SECIT	ASCOLI PICENO	Impianto TMB Relluce

Individuati i comuni che fanno parte dello stesso bacino, si è provveduto a sommare il totale di RSU indifferenziati prodotti da tutti i comuni del raggruppamento. Tali rifiuti, conferiti in discarica, sono contraddistinti dal codice CER 20.03.01 e quindi contraddistinguono un campo specifico del database dei RSU gestito da ARPAM.

BACINO	Impianto di trattamento o discarica	Ton di RSU smaltiti in totale nel bacino nel 2016
1	Discarica di Ca' Asprete, Tavullia	30493
2	Discarica di Ca' Lucio, Urbino	22970
3	Discarica di Monte Schiantello, Fano	16032
4	Discarica di Corinaldo	38041
5	Discarica di Moie di Maiolati Spontini	34207
6	Impianto TMB di Tolentino	38237
7	Discarica e TMB di località San Biagio, Fermo	30476
8	Discarica di Relluce, Ascoli Piceno	42697

Ton di RSU smaltiti in discarica per ogni bacino di conferimento

Moltiplicando la quantità totale di RSU di ogni discarica o impianto di trattamento per la frazione merceologica di Tetrapak, è possibile stimare la quantità di imballaggio non recuperata ed avviata a smaltimento.

BACINO	Impianto di trattamento o discarica	TETRAPAK %	TETRAPAK_smalt_discarica Ton 2016
1	Discarica di Ca' Asprete, Tavullia	0,55	168
2	Discarica di Ca' Lucio, Urbino	1,24	285

3	Discarica di Monte Schiantello, Fano	0,23	37
4	Discarica di Corinaldo	0,37	141
5	Discarica di Moie di Maiolati Spontini	0,40	137
6	Impianto TMB di Tolentino	0,89	340
7	Discarica e TMB di località San Biagio, Fermo	1,34	408
8	Discarica di Relluce, Ascoli Piceno	0,49	209

Stima dei quantitativi di Tetrapak smaltito in discarica nel corso del 2016

Dopo aver calcolato la stima di Tetrapak avviata a smaltimento, si calcola il rapporto tra imballaggi in poliaccoppiato a prevalenza cellulosica e imballaggi cellulosici, quindi: Tetrapak/(Tetrapak + imballaggi in carta e cartone)%.

Per fare ciò, è necessario dapprima calcolarsi la quantità di imballaggi in carta e cartone smaltiti in discarica, ovvero moltiplicare (come nel caso precedente per il Tetrapak) la quantità totale di RSU di ogni bacino per la frazione merceologica relativa appunto agli imballaggi in carta e cartone.

BACINO	Impianto di trattamento o discarica	IMB. CARTA/CARTONE %	IMB. CARTA/CARTONE_smalt_discarica Ton 2016
1	Discarica di Ca' Asprete, Tavullia	4,85	1479
2	Discarica di Ca' Lucio, Urbino	3,96	910
3	Discarica di Monte Schiantello, Fano	3,54	567
4	Discarica di Corinaldo	4,34	1651
5	Discarica di Moie di Maiolati Spontini	8,15	2788
6	Impianto TMB di Tolentino	12,89	4929
7	Discarica e TMB di località San Biagio, Fermo	17,31	5275
8	Discarica di Relluce, Ascoli Piceno	10,73	4581

Stima dei quantitativi di imballaggi in carta e cartone smaltiti in discarica nel corso del 2016

Ora è possibile determinare il rapporto (Tetrapak/imballaggi cellulosici)%, considerando gli imballaggi cellulosici come: imb. in Tetrapak + imb. in carta/cartone.

LOCALIT A'	COMUNE IMPIANTO	BACI NO	Ton TETRAPAK SMALT_DISCARICA	Ton IMB. CARTA/CARTONE SMALT_DISCARICA	(TETRAPAK/IMB. CELLULOSICI)%
Ca' Asprete	Tavullia	1	168	1479	10,2%
Ca' Lucio/Ca' Gasperino	Urbino	2	285	910	23,8%
Monte Schiantello	Fano	3	37	567	6,1%
Via San Vincenzo	Corinaldo	4	141	1651	7,9%
Moie di Maiolati Spontini	Maiolati	5	137	2788	4,7%
Piane di Chienti	Tolentino	6	340	4929	6,4%
Contrada San Biagio	Fermo	7	408	5275	7,2%
Relluce	Ascoli Piceno	8	209	4581	4,4%

NB: Per quanto riguarda i primi tre bacini (Ca' Asprete, Ca' Lucio e Monte Schiantello), le analisi merceologiche sono state svolte nei primi mesi del 2017. Tuttavia, quando si calcola ad esempio la quantità di Tetrapak avviato a smaltimento e quindi si moltiplica la frazione % di tale imballaggio per il totale dei RSU (codice CER 20.03.01) conferiti in discarica, si utilizza come % relativa al Tetrapak il dato ricavato dalle merceologiche svolte nel 2017 e, invece, come totale dei RSU smaltiti si utilizza il dato relativo al 2016, unico valore a nostra disposizione.

Dopo questi calcoli, si è proceduto con la determinazione della resa di intercettazione del Tetrapak per ogni bacino di conferimento dei RSU.

Dapprima si è calcolata la quantità di Tetrapak recuperato nella raccolta di carta e cartone, moltiplicando i dati della raccolta congiunta (codice CER 20.01.01) di ogni bacino per 0,68%\*, ovvero il rapporto tra il Tetrapak e gli imballaggi cellulosici nelle raccolte differenziate (di carta e cartone).

BACINO	Ton 20.01.01	Ton TETRAPAK RECUPERATO
1	7340	50
2	3944	27
3	6060	41
4	15168	103
5	11320	77
6	12556	85
7	5456	37
8	8376	57

Successivamente si è calcolata la quantità di Tetrapak recuperato nella raccolta multimateriale leggero (plastica+lattine+Tetrapak), moltiplicando i dati della raccolta multimateriale (codice CER 15.01.06) di ogni bacino per 3,0%\*, ovvero la media percentuale di Tetrapak all'interno della raccolta multimateriale leggero.

BACINO	Ton 15.01.06	Ton TETRAPAK RECUPERATO
1	**	-
2	**	-
3	**	-

4	**	-
5	4509	135
6	9917	297
7	**	-
8	8039	241

\*0,68% e 3,0% sono dati gentilmente forniti da Antonio Ciaffone di COMIECO.

\*\*Non in tutti i bacini viene conferito il Tetrapak all'interno della Raccolta Multi-Leggero (che riguarda appunto solo plastica e lattine).

Ora è possibile calcolare la resa di intercettazione del Tetrapak per ogni bacino, facendo il rapporto tra Tetrapak recuperato (sia nella raccolta congiunta di carta e cartone sia nella raccolta multimateriale leggero) e Tetrapak totale (ovvero Tetrapak recuperato + Tetrapak smaltito).

BACINO	Ton TETRAPAK RECUPERATO	Ton TETRAPAK TOTALE	RESA D'INTERCETTAZIONE %
1	50	218	22,9%
2	27	312	8,6%
3	41	78	52,6%
4	103	244	42,2%
5	212	349	60,7%
6	382	722	52,9%
7	37	445	8,3%
8	298	507	58,8%

### b3) Possibilità di riciclo del Tetrapak

Nel processo di riciclo in cartiera, le fibre cellulosiche dei contenitori Tetrapak vengono recuperate solo dopo la separazione dei film di PE e alluminio. Tali contenitori infatti alimentano il pulper (spappolatore) nel quale, insieme ad acqua e grazie all'effetto meccanico della girante, la matrice cellulosica si sfalda e porta le fibre in soluzione. La componente solida (PE e alluminio) viene recuperata, mentre la miscela (pasta di cellulosa) viene utilizzata nella produzione di nuova carta.

- Carta riciclata (carta**frutta** e carta**latte**): la pasta di cellulosa è stesa su una tela drenante che elimina la maggior parte dell'acqua e consente alle fibre cellulosiche di intrecciarsi tra di loro, successivamente il foglio ottenuto viene asciugato sia per via meccanica tramite presse, sia per via termica tramite cilindri essiccatori. Le caratteristiche di questa carta riciclata sono la tenacità, la resistenza e la costanza nella qualità; viene utilizzata per produrre articoli di cancelleria, pubblicazioni editoriali, carta da imballo, ecc.
- Plastica riciclata: la frazione PE/alluminio è inviata ad un impianto di rigenerazione per la produzione di un nuovo semilavorato plastico chiamato ecoallene. Il processo prevede un lavaggio, seguito da una triturazione e da una densificazione; il prodotto finito, sotto forma di granuli, viene confezionato e poi venduto. I pregi di questo materiale innovativo sono la maggiore omogeneità e la costanza delle caratteristiche tecniche. L'ecoallene viene impiegato nel settore edile, nella realizzazione di gadgets, bigiotteria, ecc.

### Protocollo d'intesa Tetrapak - COMIECO

Fino al 2002 non è mai stata attivata la raccolta differenziata dei cartoni per bevande, in quanto questi corrispondono solo ad una piccola percentuale (1,2%) rispetto al totale degli imballaggi immessi al consumo e anche per il loro basso peso specifico. Nel 2001 Tetrapak ha iniziato uno studio di fattibilità per la raccolta differenziata dei cartoni per bevande e, nello stesso anno, il Consiglio di Amministrazione Comieco si è espresso favorevolmente. Nel 2003, Tetrapak e Comieco (Consorzio Nazionale Recupero e Riciclo degli Imballaggi a base Cellulosica) hanno

sottoscritto un protocollo d'intesa per l'estensione della raccolta differenziata dei cartoni per bevande a livello nazionale e per l'avvio di specifiche campagne di comunicazione. Premesso che tra gli obiettivi vi è quello di aumentare la raccolta differenziata e il riciclo degli imballaggi cellulosici tenendo conto delle esigenze qualitative di riciclo delle cartiere, Tetrapak e COMIECO sottoscrivono:

1. Le modalità di raccolta differenziata degli Imballaggi Poliaccoppiati a base Cellulosica (IPC), ovvero raccolta differenziata congiunta con carta (con o senza separazione a valle) e raccolta multi materiale.
2. La mappatura del territorio per permettere a Comieco, coadiuvato da Tetrapak, di individuare la modalità di raccolta differenziata più funzionale.
3. L'avvio a riciclo degli imballaggi resi dal mercato, con l'attivazione da parte di Comieco a rendere disponibili le piattaforme di conferimento.
4. L'analisi delle modalità di riciclo degli IPC; infatti Comieco, in collaborazione con Tetrapak, raccoglie dati ed effettua sperimentazioni in relazione alle capacità di riciclo esistenti, alle caratteristiche e ai requisiti tecnici e normativi dei prodotti.
5. Le modalità di comunicazione a livello locale e a livello nazionale (quest'ultima modalità è principalmente incentrata sulla riciclabilità degli IPC).
6. Il gruppo di lavoro formato da Comieco, Tetrapak, Assocarta e Assografici.

#### **4.0 - Conclusioni**

Le analisi merceologiche sono un metodo di indagine sulla qualità della raccolta differenziata (RD). Infatti, analizzando un campione proveniente da RD, è possibile distinguere tra le frazioni oggetto della raccolta e le frazioni estranee, che saranno quindi considerate scarti. Le frazioni estranee identificano gli errori di conferimento commessi da chi effettua la raccolta differenziata; tali scarti sono un problema, poiché non costituiscono una risorsa tratta dai rifiuti, bensì un costo per lo smaltimento.

Allo stesso modo, le analisi merceologiche sui campioni RSU indifferenziati mettono in luce le frazioni più critiche ed evidenziano la quantità e la tipologia di rifiuti che si sarebbero potuti differenziare e valorizzare come risorse, ed invece sono stati smaltiti senza possibilità di recupero di materia (tuttavia in alcuni casi, nelle regioni in cui esistono termovalorizzatori, sono destinati a recupero energetico).

Il presente studio si è focalizzato sul Tetrapak, al fine di definire quanto imballaggio non è stato intercettato dai sistemi di raccolta differenziata e quindi è stato avviato a smaltimento per quanto riguarda la regione Marche.

Quindi, non solo è necessario avere uno sguardo sulle quantità di rifiuti indifferenziati prodotti, ma anche sulla qualità utilizzando questo metodo di indagine.

Una volta eseguite le analisi, sovente seguono campagne informative per correggere i maggiori errori commessi dai cittadini durante la raccolta. Le campagne di sensibilizzazione sono spesso eseguite da CONAI e da enti istituzionali come Comuni e Regioni.

#### **5.0 - Bibliografia e sitografia**

- Manuale ANPA "Analisi merceologica dei RU" - RTI CTN\_RIF 1/2000
- Rapporto Rifiuti Urbani ISPRA 2016
- ARPAM
- Tetrapak
- Comieco