

ENEA

Ente per le Nuove tecnologie,
l'Energia e l'Ambiente



federambiente

RAPPORTO SUL RECUPERO ENERGETICO DA RIFIUTI URBANI IN ITALIA



Rapporto sul recupero energetico da rifiuti urbani in Italia

2006 ENEA
Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente
Lungotevere Thaon di Revel, 76
00196 Roma

ISBN 88-8286-145-7

Questo rapporto è frutto dell'attività dell'Area Tecnologica di Federambiente coordinata da Antonio Bonomo e dei contributi di Lorenzo Maria Cafiero (ENEA), Valentina Cipriano (Federambiente), Pasquale De Stefanis (ENEA), Vito Iaboni (ENEA), Giovanni Pescheta (ENEA) e Riccardo Viselli (Federambiente).

La stesura è stata curata da Pasquale De Stefanis del Dipartimento Ambiente, Cambiamenti Globali e Sviluppo Sostenibile dell'ENEA, che ha coordinato il lavoro assieme a Roberto Caggiano, dirigente del Servizio Tecnico di Federambiente.

Questo primo “Rapporto sul recupero energetico da rifiuti urbani in Italia” nasce dalla collaborazione tra ENEA e Federambiente, due Enti di natura pubblica che hanno maturato provate conoscenze ed esperienze di carattere tecnico-scientifico ed operativo sui temi del trattamento e recupero dei rifiuti.

In poco più di un decennio il settore dei trattamenti termici dei rifiuti ha subito cambiamenti radicali dal punto di vista tecnologico e normativo; l'impiantistica di ultima generazione, pur mantenendo la funzione primaria di smaltimento di rifiuti, ha elevato questa opzione al rango di vera tecnica di recupero di risorse, raggiungendo oltre tutto la piena compatibilità ambientale.

In questo contesto ENEA e Federambiente ritengono utile mettere a disposizione di tutti coloro che quotidianamente si misurano con le problematiche relative alla localizzazione, realizzazione ed esercizio degli impianti di recupero energetico da rifiuti un utile strumento di consultazione. Il Rapporto ha un duplice scopo: far cogliere le profonde trasformazioni che hanno interessato le apparecchiature ed i sistemi di combustione, recupero energetico e di contenimento delle emissioni gassose, e fornire un quadro aggiornato ed esaustivo circa gli aspetti progettuali ed operativi di un settore tuttora in continua evoluzione.

La collaborazione di Federambiente, che in termini di numero di impianti operativi e di capacità di trattamento raggruppa circa l'80 per cento del mercato nazionale, è risultata fondamentale ai fini della riuscita dell'iniziativa.

È previsto che il Rapporto venga aggiornato periodicamente al fine di cogliere tutti gli elementi evolutivi sul tema. Le indagini verranno ampliate ad altri settori del trattamento e del recupero di rifiuti urbani quali, ad esempio, gli impianti di compostaggio e di produzione di combustibili derivati da rifiuti e, più in generale, dei trattamenti di tipo meccanico-biologico finalizzati al recupero di materia ed energia. L'auspicio è di avere per le prossime edizioni la collaborazione di quanti intendano contribuire alla diffusione di informazioni di carattere tecnico-scientifico nel settore dell'impiantistica di gestione dei rifiuti.

Luigi Paganetto

Commissario Straordinario ENEA

Una delle cose più difficili, quando si vuole affrontare seriamente discussioni e ragionamenti sulle diverse forme di gestione, recupero e smaltimento dei rifiuti urbani – la famosa chiusura del ciclo integrato dei rifiuti – è reperire dati esaustivi e attendibili che possano servire da base, da tela di fondo su cui costruire ipotesi e scenari credibili e realizzabili.

Questo primo “Rapporto sul recupero energetico da rifiuti urbani in Italia”, frutto della collaborazione tra ENEA e Federambiente, viene quindi a colmare una lacuna e a offrire utili spunti a quanti – decisori politici, amministratori locali, appaltatori di servizi d’igiene ambientale, produttori d’impianti, studiosi e tecnici del settore, associazioni di tutela dei consumatori e dell’ambiente – per un verso o per l’altro sono alle prese con queste problematiche e dai quali, spesso, dipendono scelte che non solo hanno una forte rilevanza economica, ma soprattutto influenzeranno per molti anni a venire la qualità dell’ambiente e la qualità della vita d’interesse comunità.

L’apporto di Federambiente a questo lavoro è stato decisivo: in quanto associazione che raggruppa la maggior parte delle aziende che in tutta Italia, nelle metropoli come nelle città medie e in quelle piccole, assicurano i servizi d’igiene ambientale e gestiscono impianti di recupero (in particolare circa l’80 per cento di tutti i termovalorizzatori di RU in funzione nel nostro Paese) e di smaltimento, Federambiente si pone naturalmente come il principale e più autorevole interlocutore in ogni processo decisionale che riguardi questo settore, con la credibilità che nasce sia dalla serietà e dalla competenza che le aziende associate dimostrano ogni giorno sul campo sia dalla conoscenza profonda dei dati, quantitativi e qualitativi, delle diverse fasi e componenti del ciclo integrato dei rifiuti.

Questo studio, insieme a quelli sulle raccolte differenziate e il riciclaggio dei rifiuti, sulle innovazioni tecnologiche per la valorizzazione delle materie recuperate e sulle opportunità dell’approccio all’analisi del ciclo di vita delle risorse (LCA), compone il mosaico del quadro di gestione integrata a sostenibilità ambientale cui è riferita ogni nostra azione.

In questo quadro, la già collaudata collaborazione con un ente pubblico di ricerca autorevole e prestigioso come l’ENEA non poteva che dare ottimi frutti. Federambiente è orgogliosa di partecipare a queste feconde attività congiunte che consentono di mettere a disposizione di tutti un ricco e utilissimo patrimonio di dati. Naturalmente, si tratta di dati in costante evoluzione. Per questo possiamo fin d’ora assicurare che, nel tempo, a questo primo Rapporto seguiranno altri che consentiranno di avere costantemente un quadro aggiornato e veritiero della situazione.

Daniele Fortini

Presidente di Federambiente

INDICE

1.0	INTRODUZIONE	7
2.0	IL RECUPERO ENERGETICO DAI RIFIUTI URBANI IN ITALIA	9
2.1	La produzione e la gestione dei RU	9
2.2	Il quadro normativo	10
2.3	L'evoluzione del recupero energetico	11
2.4	Il contesto europeo	15
	2.4.1 <i>La produzione e la gestione dei RU</i>	15
	2.4.2 <i>Il recupero energetico</i>	16
3.0	L'INDAGINE ENEA-FEDERAMBIENTE	17
3.1	Generalità	17
3.2	Il questionario di raccolta dati	17
3.3	Caratteristiche e qualità dei dati ricevuti	17
4.0	I RISULTATI DELL'INDAGINE	19
4.1	Il quadro di sintesi	19
4.2	La capacità di trattamento degli impianti	22
4.3	Le tipologie di rifiuti trattati	23
4.4	L'età del parco impianti	24
4.5	Le apparecchiature di combustione	25
	4.5.1 <i>Le tipologie impiegate</i>	25
	4.5.2 <i>I combustori a griglia</i>	26
	4.5.3 <i>I combustori a letto fluido</i>	27
	4.5.4 <i>I forni a tamburo rotante</i>	28
4.6	Il recupero energetico	28
4.7	Il trattamento dei fumi	30
	4.7.1 <i>Le configurazioni adottate</i>	30
	4.7.2 <i>I sistemi di rimozione delle polveri</i>	31
	4.7.3 <i>I sistemi di neutralizzazione dei gas acidi</i>	31
	4.7.4 <i>I sistemi di riduzione degli ossidi di azoto</i>	34
	4.7.5 <i>I sistemi di rimozione dei microinquinanti</i>	35
4.8	Il monitoraggio delle emissioni gassose	35
4.9	La produzione e la gestione dei residui	36

5.0	CONCLUSIONI	39
6.0	BIBLIOGRAFIA	41

ALLEGATI

	Allegato 1 - Il questionario di indagine	43
	Allegato 2 - Tabelle di sintesi dei risultati dell'indagine	51

1.0 INTRODUZIONE

Tra le principali cause che non consentono di disporre di un quadro chiaro ed esaustivo della gestione dei rifiuti vi è sicuramente la ridotta disponibilità o l'incompletezza di dati ed informazioni riguardo alla situazione corrente ed alle prospettive riguardanti le varie forme di trattamento.

Tra queste, un'attenzione particolare merita la combustione dei rifiuti al fine di fare efficacemente emergere quale è stata e quale è tuttora l'evoluzione tecnologica e l'evoluzione tecnica¹ del settore, che differenzia nettamente gli impianti di ultima generazione da quelle apparecchiature piuttosto grossolane ed inquinanti del passato, il cui unico scopo era quello di distruggere dei rifiuti putrescibili e potenzialmente pericolosi sfruttando l'azione "catartica" del fuoco.

In questo contesto la Sezione Sviluppo Tecnologie Trattamento Rifiuti dell'ENEA ha messo a punto, in collaborazione con l'Area Tecnologica e il Servizio Tecnico di Federambiente, una banca dati relativa agli impianti di recupero energetico di rifiuti urbani (RU) residui² presenti sul territorio nazionale, mirata principalmente a caratterizzare gli aspetti tecnici relativi alle loro caratteristiche di progetto e di esercizio.

Scopo principale della banca dati in questione è quello di costituire uno strumento attendibile di consultazione a disposizione di quanti (istituzioni, operatori, tecnici, amministrazioni, cittadini ecc.) sono coinvolti o ripongono semplicemente interesse nello specifico settore. Essa potrà quindi costituire un riferimento per istituzioni sia a livello nazionale (APAT), sia internazionale (ISWA, CEWEP) che, a vario titolo e con cadenza periodica, pubblicano dati statistici riguardanti il tema del recupero energetico da rifiuti.

L'idea di effettuare un'indagine ricognitiva è scaturita proprio dall'esigenza di dover fornire ad ISWA, che tramite il Working Group on Thermal Treatment (WGTT) cura periodicamente l'aggiornamento del quadro relativo alla situazione dell'incenerimento dei RU a livello internazionale, i dati tecnici di progetto e di esercizio degli impianti, la cui raccolta esula dagli obiettivi a fronte dei quali l'APAT pubblica annualmente il "Rapporto Rifiuti".

Lo sforzo compiuto ha permesso di acquisire i dati e le informazioni che vengono presentate e analizzate nel presente documento. Documento che nelle intenzioni di ENEA e Federambiente dovrebbe essere rivisto con cadenza periodica in modo da rendere disponibili informazioni aggiornate ed esaustive nei confronti di una forma di trattamento che risulta ineludibile nell'ottica della piena attuazione di un sistema integrato di gestione dei rifiuti, finalizzato a perseguire gli obiettivi tipici della sostenibilità ambientale quali il recupero di risorse (con conseguente risparmio di combustibili fossili), la prevenzione dell'inquinamento (tramite il meccanismo delle "emissioni evitate"), nonché la riduzione delle emissioni di anidride carbonica, in linea con le finalità del protocollo di Kyoto sui cambiamenti climatici.

¹ In accordo al principio delle Migliori Tecniche Disponibili ("Best Available Techniques"), definite sia a livello comunitario e nazionale, che nel termine "Tecniche" comprende sia le tecnologie impiegate, sia le modalità di progettazione, costruzione, manutenzione, esercizio e dismissione degli impianti.

² Con il termine "residui" si intendono i RU, raccolti in maniera indifferenziata, che residuano a valle delle operazioni di raccolta differenziata, suscettibili di recupero tramite la valorizzazione energetica.

Le informazioni e i dati relativi alla configurazione impiantistica riportati nel presente rapporto sono aggiornati al 31 dicembre 2005. I dati operativi (quantitativi di rifiuti trattati, energia recuperata, produzione e gestione dei residui ecc.) sono invece riferiti all'anno 2004.

2.0 IL RECUPERO ENERGETICO DAI RIFIUTI URBANI IN ITALIA

2.1 La produzione e la gestione dei RU

La produzione di RU in Italia, secondo i dati forniti da APAT [1], è stata nel 2004 pari a 31,15 milioni di tonnellate, corrispondente ad una produzione annua pari a 533 kg pro-capite; i dati di produzione relativi agli ultimi anni mostrano una tendenza costante alla crescita come riportato nella figura 2.1.

Per quanto riguarda invece la gestione, un quadro della situazione degli ultimi anni è sintetizzato nella tabella 2.1.

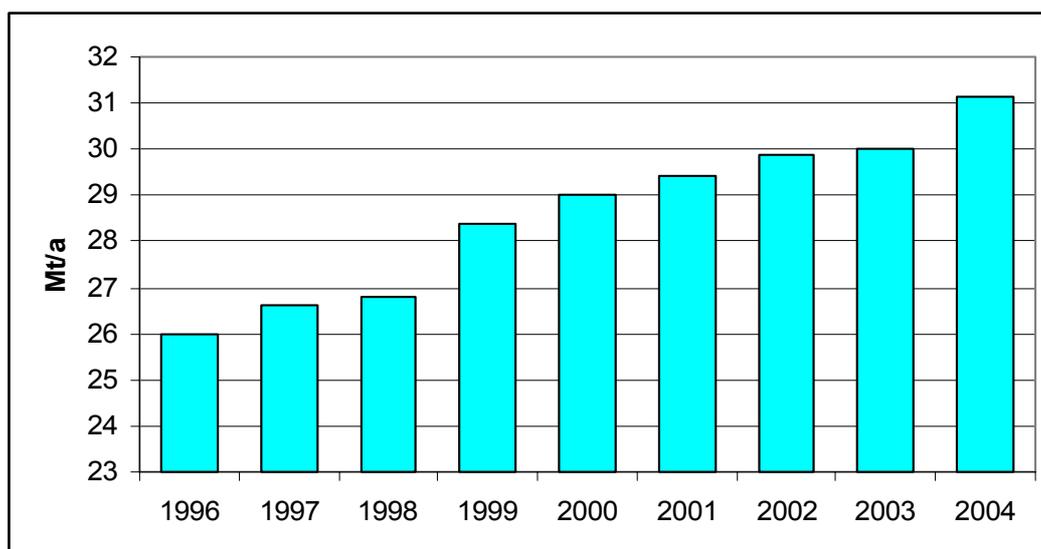
L'analisi dei dati evidenzia come, nonostante una tendenza positiva al riciclo ed al recupero, sia attraverso l'attivazione della raccolta differenziata, sia attraverso altre forme di trattamento, la modalità di gestione più diffusa continua ad essere lo smaltimento in discarica.

Tabella 2.1 – Gestione dei rifiuti urbani in Italia (2001-2004)

N°	Trattamento	Anno 2001			Anno 2002			Anno 2003			Anno 2004		
		Totale	Pro-cap	%									
		Mt	kg		Mt	kg		Mt	kg		Mt	kg	
1	Raccolta differenziata	5,11	88,4	17,4	5,74	100,14	19,2	6,45	112,5	21,5	7,07	120,9	22,7
2	Compostaggio												
2.1	Frazione organica RU+frazione verde	1,73	29,9	5,9	1,69	29,5	5,7	1,80	31,3	6,0	1,96	33,5	6,3
2.2	Frazione organica RU+frazione verde+fanghi+altro	2,54	43,9	8,6	2,82	49,3	9,5	2,72	47,5	9,1	2,67	45,6	8,6
3	Trattamenti meccanico-biologici	3,79	65,5	12,9	5,24	91,4	17,5	7,48	130,5	24,9	7,43	127,0	23,8
4	Recupero energetico												
4.1	Rifiuti urbani	2,59	44,9	8,8	2,67	46,6	8,9	2,85	49,6	9,5	3,08	52,7	9,9
4.2	Rifiuti urbani e frazioni derivate	-	-	-	2,73	47,7	9,2	3,15	55,0	10,5	3,55	60,8	11,4
4.3	Rifiuti totali trattati	2,89	50,0	9,8	3,03	52,8	10,1	3,49	60,9	11,6	4,08	69,8	13,1
5	Discarica controllata												
5.1	Residui da trattamenti	2,09	36,2	7,1	2,64	46,0	8,8	4,74	82,6	15,8	4,16	71,2	13,4
5.2	Rifiuto indifferenziato	17,91	309,6	60,9	16,21	282,8	54,3	13,26	231,3	44,2	13,58	232,3	43,6
5.3	Totale discarica	20,00	345,8	68,0	18,85	328,8	63,1	18,00	314,0	59,9	17,74	303,5	57,0
6	Totale RU (1)	29,41	508,4	100	29,86	522,7	100	30,03	523,9	100	31,15	532,8	100

Elaborazione ENEA su dati APAT-ONR [1], [2], [3] e [4]

(1) Ricavato come 1 + 3 + 4.1 + 5.3 - 5.1



Elaborazione ENEA su dati APAT-ONR [1]

Figura 2.1 – Andamento della produzione di RU in Italia

Secondo gli ultimi dati resi disponibili dall'APAT [1] circa 17,7 milioni di tonnellate (2004) di RU (57% della produzione totale) sono smaltite in discarica; il rimanente quantitativo, circa 13,4 milioni di tonnellate, è oggetto di recupero tramite la raccolta differenziata, il compostaggio, i trattamenti di tipo meccanico-biologico e la valorizzazione energetica.

2.2 Il quadro normativo

Il recupero energetico da rifiuti in Italia è regolato dal decreto legislativo (DLgs) 11 maggio 2005 n. 133 [5] di recepimento della direttiva 2000/76/CE del 28 dicembre 2000 sull'incenerimento dei rifiuti [6].

Il DLgs in questione regola gli impianti di incenerimento e di co-incenerimento dei rifiuti, stabilendo le misure e le procedure finalizzate a prevenire l'inquinamento atmosferico, idrico, del suolo ed a proteggere la salute umana.

A tal fine il DLgs 133/2005 disciplina:

- le procedure per il rilascio delle autorizzazioni alla costruzione e all'esercizio degli impianti di incenerimento e di co-incenerimento;
- i valori limite delle emissioni di inquinanti provenienti dai suddetti impianti;
- i metodi di campionamento, di analisi e di valutazione delle emissioni;
- i criteri e le norme tecniche generali riguardanti le caratteristiche costruttive e funzionali, nonché le condizioni di esercizio degli impianti;
- i criteri temporali di adeguamento degli impianti esistenti alle nuove disposizioni.

A titolo informativo si riportano nella tabella 2.2 i valori limite per le emissioni in atmosfera previsti dal DLgs n. 133/2005 per le operazioni di incenerimento. Per confronto sono riportati anche i valori preventivi, rispettivamente per l'incenerimento di rifiuti urbani e di talune categorie di rifiuti speciali (regolamentati dal DM 503/97 [7]) e per l'incenerimento di rifiuti pericolosi (assoggettati al DM 124/2000 [8]).

Tabella 2.2 – Valori limite di emissione degli impianti di incenerimento ⁽¹⁾

N°	Inquinante ⁽²⁾	DM 503/97		DM 124/2000		DLgs 133/2005		
		24 h	1 h	24 h	30 min	24 h	30 min	
							(A)	(B) ⁽⁷⁾
1	Polveri	10	30	10	30	10	30	10
2	COT	10	20	10	20	10	20	10
3	HCl	20	40	10	60	10	60	10
4	HF	1	4	1	4	1	4	2
5	SO ₂	100	200	50	200	50	200	50
6	NO _x	200	400	200	400	200	400	200
7	CO	50	100	50	100	50	100	⁽⁸⁾
8	Cd+Tl ⁽³⁾	0,05		0,05		0,05		
9	Hg ⁽³⁾	0,05		0,05		0,05		
10	Metalli ⁽³⁾	0,5 ⁽⁴⁾		0,5 ⁽⁴⁾		0,5 ⁽⁵⁾		
11	PCDD/DF ⁽⁶⁾ ng/m ³ (I-TEQ)	0,1		0,1		0,1		
12	IPA	0,01		0,01		0,01		

1. Valori espressi in mg/m³ (salvo diversa indicazione) e normalizzati a: fumi secchi, 101,3 kPa, 273 K, O₂ 11% vol.
2. Valori misurati in continuo per i parametri 1-7, campionamento periodico per i parametri 8-12
3. Valori medi di un periodo di campionamento di 1 ora
4. Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V+Sn
5. Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V
6. Valori medi di un periodo di campionamento di 8 ore
7. In caso di non totale rispetto del limite di colonna (A) il 97% dei valori medi non deve superare il limite di colonna (B)
8. In caso di non totale rispetto del limite di colonna (A) il 95% dei valori medi su 10 minuti non deve superare il valore di 150 mg/m³

2.3 L'evoluzione del recupero energetico

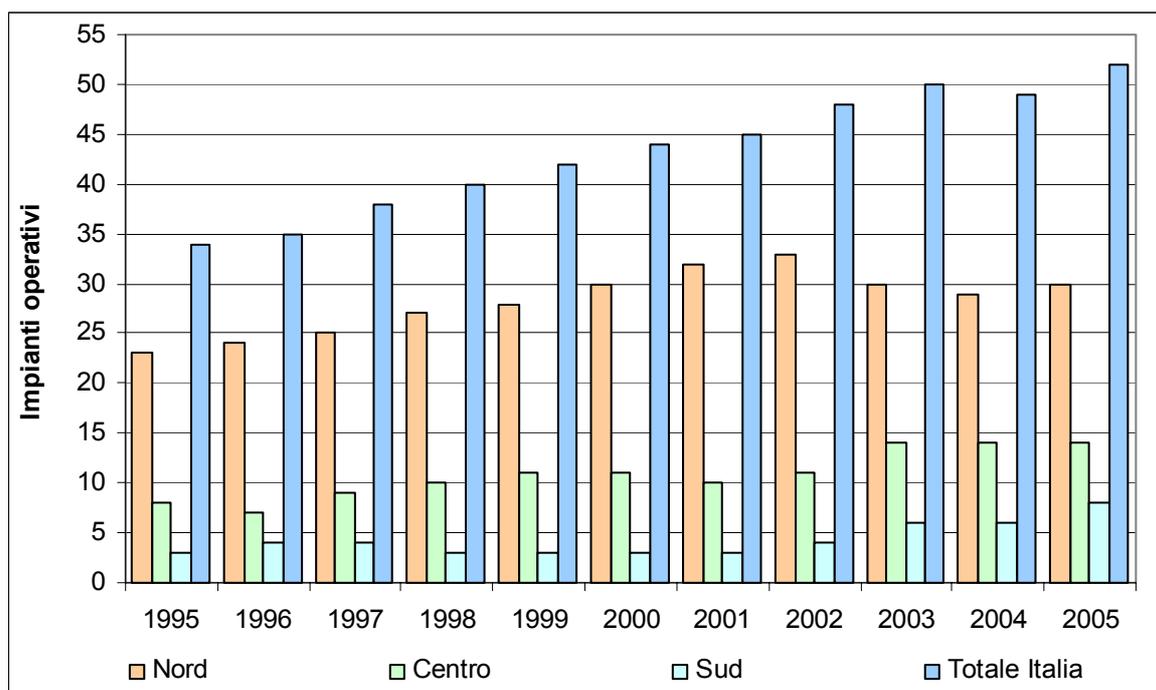
Prima di passare all'esame dei dati raccolti nel corso dell'indagine è interessante esaminare l'evoluzione del trattamento termico dei rifiuti a livello nazionale.

La storia dell'incenerimento dei rifiuti in Italia è a tutti nota.

Tale forma di gestione si era diffusa tra gli anni 60 e 70 del secolo scorso, subendo una marcata battuta di arresto nel corso degli anni 80.

A partire dalla metà degli anni 90 si sono riscontrati lenti ma costanti segni di ripresa, a seguito sia degli sviluppi tecnologici del settore sia, soprattutto, dell'evolversi della normativa in campo ambientale che ha riconosciuto al recupero energetico un ruolo irrinunciabile ai fini dell'attuazione di un sistema integrato di gestione dei rifiuti.

Al fine di analizzare l'evoluzione del settore occorre esaminare i dati disponibili che, seppure in modo parziale, consentono di fotografare i cambiamenti intervenuti a partire dall'anno 1995.



Elaborazione ENEA su dati da fonti varie [1], [2], [3], [4], [9], [10], [11], [12], [13], [14] e sui dati raccolti nel corso dell'indagine

Figura 2.2 – Impianti operativi di trattamento termico di RU sul territorio nazionale

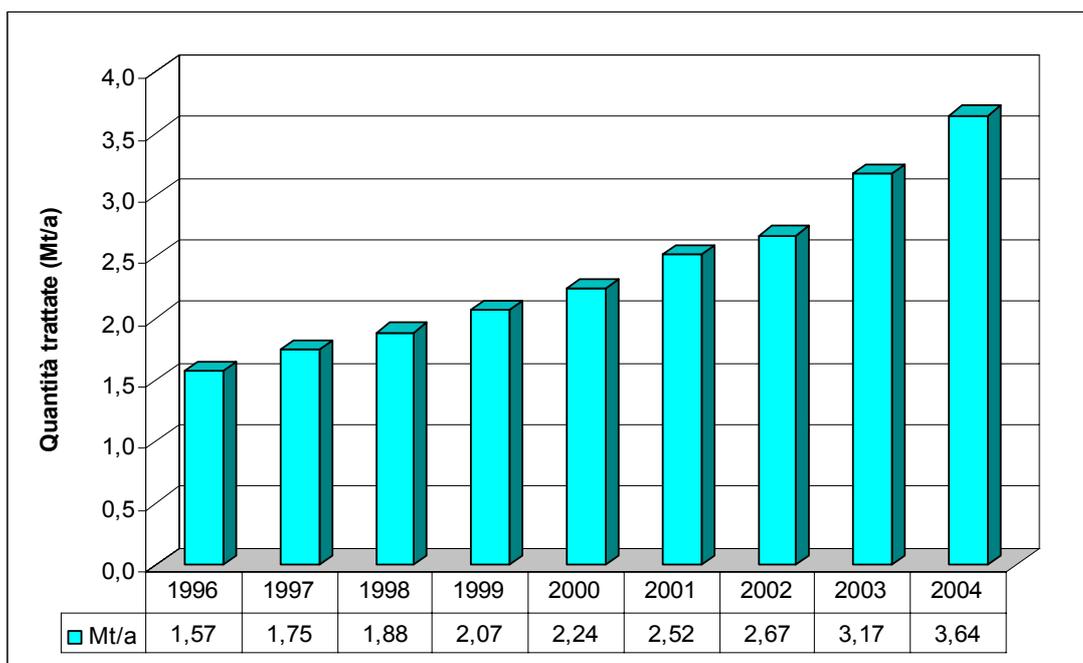
Nella figura 2.2 vengono riassunti i dati relativi al numero di impianti operativi nel periodo 1995-2005, quali risultano da una serie di fonti bibliografiche disponibili, dall'esame dei quali si rileva come la situazione nazionale si sia evoluta attraverso un lento ma costante aumento degli impianti operativi che ha riguardato dapprima le regioni del Nord del Paese e, solo negli ultimi anni, anche quelle del Centro-Sud, nelle quali tuttavia tale opzione rimane, a tutt'oggi, in forte ritardo.

Contestualmente, come riportato in figura 2.3, anche i quantitativi annui di rifiuti trattati termicamente sono passati dai circa 1,57 milioni di tonnellate del 1996 ai circa 3,64 milioni di tonnellate del 2004³; le lievi differenze che si riscontrano rispetto ai valori riportati nella tabella 2.1 sono spiegabili con il differente approccio utilizzato nelle fonti informative.

Per quanto riguarda invece le modalità di recupero energetico (figura 2.4) si rileva nello stesso periodo una forte contrazione degli impianti che non effettuano alcuna forma di recupero, passati da 12 (su 34) del 1995 ai 3 (su 52) del 2005. A partire dal 2001 inoltre tutti gli impianti che effettuano una qualche forma di recupero energetico hanno adottato la produzione di energia elettrica come soluzione primaria.

Se si vanno invece ad analizzare le tecniche di combustione dei rifiuti adottate, si rileva (figura 2.5) come i combustori a griglia rimangano la scelta predominante anche se si assiste, a partire dall'anno 2000, alla comparsa dei combustori a letto fluido ed alla contestuale uscita di scena dei forni a tamburo rotante dedicati a questa applicazione.

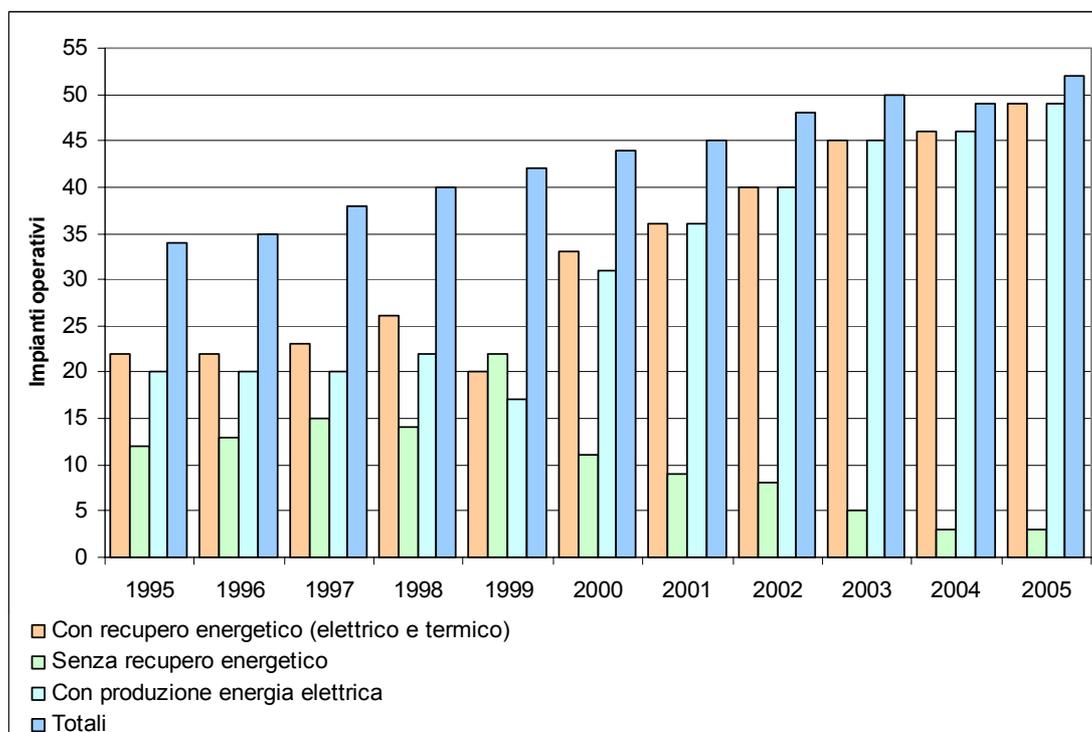
³ Si precisa che al fine di consentire un confronto omogeneo i quantitativi riportati sono riferiti unicamente ai RU ed alle frazioni combustibili da essi derivate tramite trattamenti di tipo meccanico-biologico (frazione secca, CDR); sono esclusi i rifiuti sanitari e le altre categorie di rifiuti speciali trattati negli stessi impianti (i cui dati di dettaglio per l'anno 2004 sono riportati nell'allegato 2).



Elaborazione ENEA su dati APAT [1] e sui dati raccolti nel corso dell'indagine

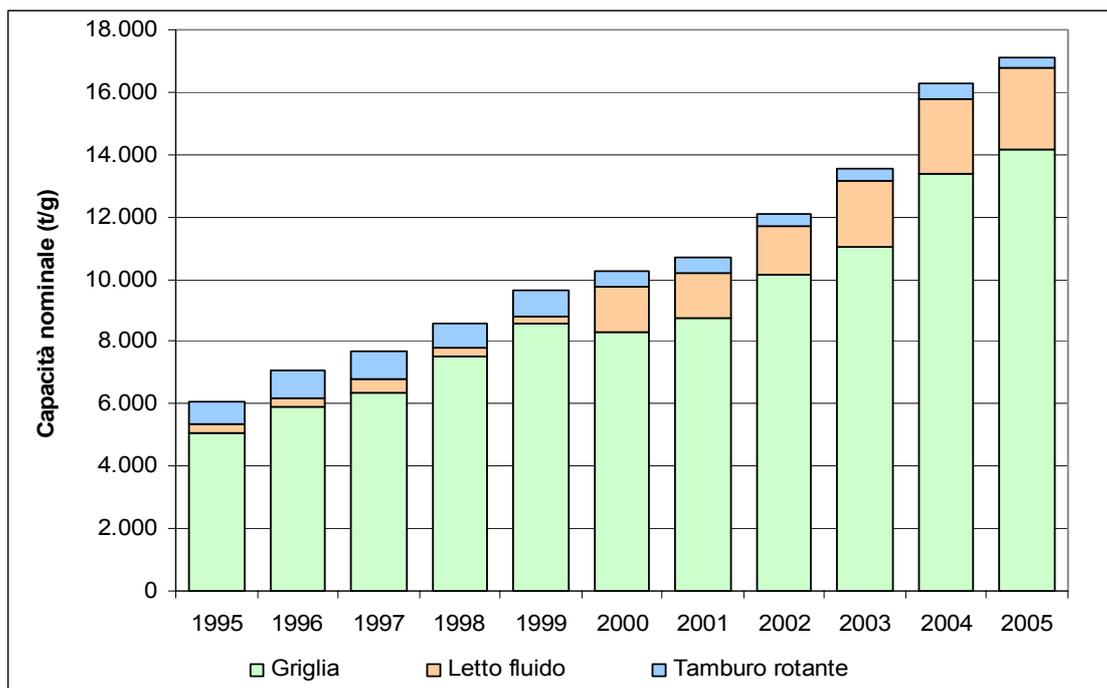
Figura 2.3 – Andamento dei quantitativi di RU e frazioni derivate trattati

Per quanto riguarda invece il trattamento dei fumi si rileva (figura 2.6) un significativo incremento dei sistemi a secco e, in misura minore, dei sistemi multistadio, a scapito dei sistemi ad umido, storicamente nati come forma di trattamento integrativa dei sistemi di depolverazione, a suo tempo costituiti per lo più da filtri di tipo elettrostatico.



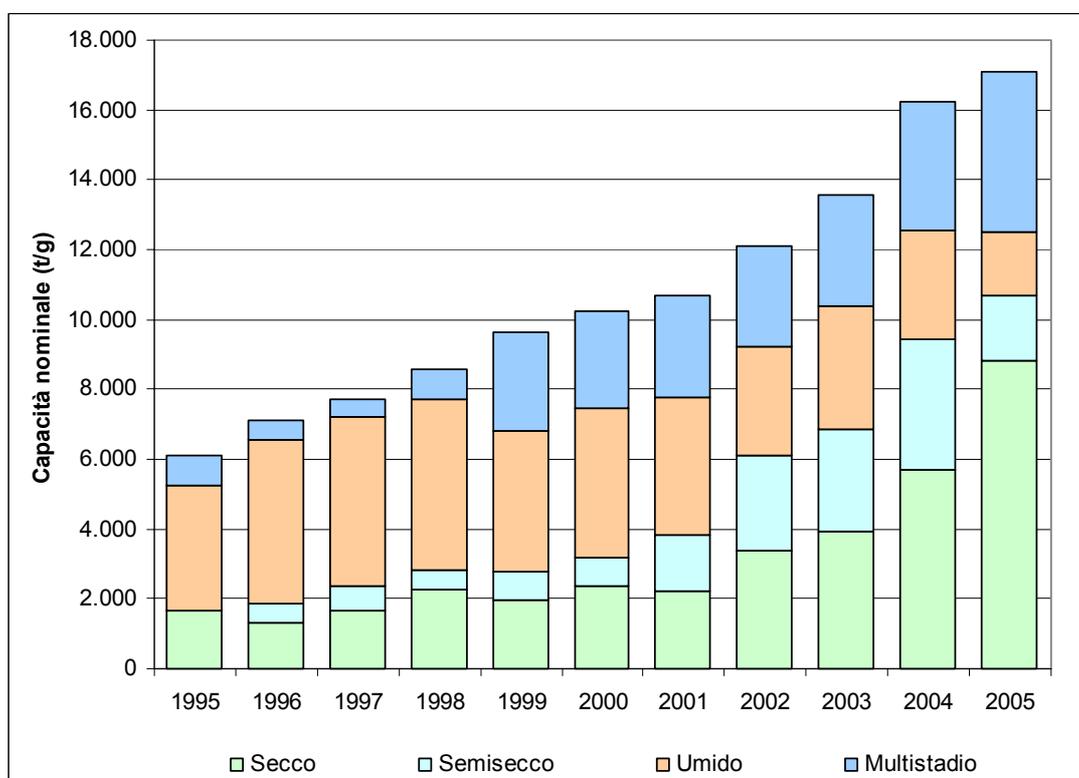
Elaborazione ENEA su dati da fonti varie [1], [2], [3], [4], [9], [10], [11], [12], [13], [14] e sui dati raccolti nel corso dell'indagine

Figura 2.4 – Evoluzione del recupero energetico da RU, frazioni derivate ed assimilate



Elaborazione ENEA su dati da fonti varie [1], [2], [3], [4], [9], [10], [11], [12], [13], [14] e sui dati raccolti nel corso dell'indagine

Figura 2.5 – Evoluzione delle apparecchiature di combustione per capacità di trattamento



Elaborazione ENEA su dati da fonti varie [1], [2], [3], [4], [9], [10], [11], [12], [13], [14] e sui dati raccolti nel corso dell'indagine

Figura 2.6 – Evoluzione dei sistemi di depurazione dei fumi per capacità di trattamento

2.4 Il contesto europeo

2.4.1 La produzione e la gestione dei RU

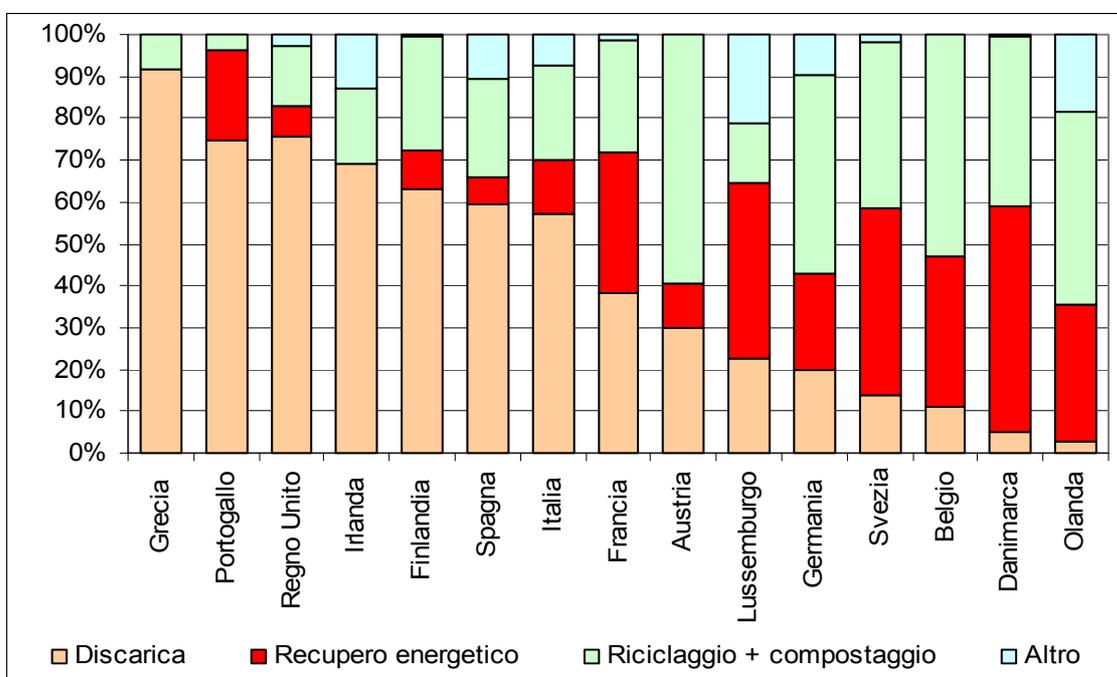
A livello comunitario (EU 15), su una popolazione di circa 380 milioni di abitanti sono stati prodotti (2003) circa 221 milioni di tonnellate di rifiuti di origine urbana, corrispondenti a circa 580 kg/a pro-capite.

La gestione di tali quantitativi di rifiuti (figura 2.7) viene effettuata principalmente attraverso l'interramento in discarica, l'incenerimento con recupero energetico, il compostaggio, il riciclo, nonché altre modalità, raggruppate nella voce "Altro", come i trattamenti di tipo meccanico-biologico, termo-fisico ecc..

Pur essendo aumentata negli ultimi anni la tendenza al riciclo ed al recupero, resta predominante l'impiego della discarica come forma di smaltimento primaria (mediamente 45% della produzione totale di RU).

Inoltre, dal confronto delle diverse realtà, emerge come negli Stati Membri che attuano sistemi integrati di gestione risultano privilegiati il recupero di materia ed energia con contestuale riduzione dell'impiego della discarica. I Paesi che minimizzano l'impiego della discarica infatti (Olanda, Danimarca, Belgio e Svezia) presentano in genere elevati livelli di impiego dei trattamenti termici associati a buoni livelli di recupero energetico, principalmente attraverso la produzione di energia termica destinata al teleriscaldamento.

Occorre infine rilevare che in molte realtà la situazione si sta evolvendo verso un maggior tasso di riciclo e recupero, con conseguente riduzione dei quantitativi smaltiti in discarica.



Elaborazione ENEA su dati APAT-ONR [1] e Eurostat [15]

Figura 2.7 – Gestione dei rifiuti di origine urbana in Europa (2003)

2.4.2 Il recupero energetico

Per quanto riguarda specificatamente il recupero energetico, a livello europeo (EU 15) il quantitativo trattato risulta pari a circa il 19% della produzione totale di RU, con forti squilibri tra Europa centrale e paesi scandinavi da una parte e paesi dell'area del Mediterraneo dall'altra; facendo riferimento ai soli Paesi dell'Europa centrale il quantitativo medio di rifiuti di origine urbana sottoposto a trattamento termico è comunque dell'ordine del 30%.

Un quadro della situazione relativa al recupero energetico dai RU a livello europeo (EU 15) è illustrato nella tabella 2.3, nella quale sono riportati a confronto i dati relativi ai quantitativi trattati rispettivamente di fonte EUROSTAT [15] e CEWEP [16]. Le differenze che si riscontrano nelle due fonti, oltre che nel diverso anno di riferimento, sono per lo più spiegabili con il differente approccio utilizzato nelle due indagini, che riportano rispettivamente i quantitativi di rifiuti di origine urbana ed i quantitativi totali di rifiuti trattati negli impianti presi in esame⁴.

Tabella 2.3 – Quantità di rifiuti inceneriti in Europa

Nazione	Impianti		Rifiuti trattati		
	N°	CEWEP (2004)		EUROSTAT (2003)	
		Mt	%	Mt	%
Austria	7	1,40	2,71	0,53	1,28
Belgio	18	2,30	4,45	1,51	3,68
Danimarca	31	3,40	6,58	1,96	4,75
Finlandia	1	0,05	0,10	0,15	0,36
Francia	123	12,00	23,23	11,26	27,37
Germania	58	13,83	26,78	12,09	29,39
Italia	48	4,00	7,74	3,08	7,49
Lussemburgo	1	0,12	0,23	0,12	0,30
Olanda	12	5,36	10,38	3,19	7,76
Portogallo	3	1,06	2,05	1,02	2,47
Spagna	11	1,78	3,45	1,65	4,01
Svezia	29	3,18	6,16	1,89	4,60
Gran Bretagna	15	3,17	6,14	2,69	6,53
Totale	357	51,65	100	41,13	100

Elaborazione ENEA su dati EUROSTAT [15] e CEWEP [16]

⁴ I dati riportati confermano ulteriormente la difficoltà a riportare valori omogenei e congruenti fra di loro. Nel caso dell'Italia i valori riportati sono riferiti rispettivamente ai soli rifiuti di origine urbana ed al totale dei rifiuti trattati, che include anche i rifiuti sanitari ed alcune categorie di rifiuti speciali.

3.0 L'INDAGINE ENEA-FEDERAMBIENTE

3.1 Generalità

I dati e le informazioni riportati nel presente documento derivano da un'indagine condotta congiuntamente da ENEA e Federambiente tra la fine del 2005 ed i primi mesi del 2006, attraverso la distribuzione, a tutti gli operatori individuati sul territorio nazionale, di un apposito questionario integrato, se necessario, con interviste telefoniche.

3.2 Il questionario di raccolta dati

Il questionario utilizzato per l'effettuazione dell'indagine, redatto in formato elettronico e riportato nell'Allegato 1, era costituito da quattro schede riguardanti rispettivamente:

1. Informazioni generali: denominazione e localizzazione dell'impianto, recapiti del proprietario e del gestore dell'impianto, nominativo di un referente.
2. Informazioni tecniche: caratteristiche tecnico-impiantistiche (sistema di combustione, di recupero energetico e di trattamento fumi), modalità di monitoraggio delle emissioni, generazione di energia elettrica, eventuali sistemi di certificazione posseduti.
3. Dati di esercizio (anni 2002, 2003 e 2004): quantità di rifiuti trattati, energia prodotta (termica ed elettrica), emissioni gassose, produzione di reflui e di residui solidi, consumi di servizi e reagenti, personale impiegato ecc..
4. Dati economici: costi di investimento, di esercizio, tariffe applicate per lo smaltimento, ricavi economici dalla vendita dell'energia prodotta.

3.3 Caratteristiche e qualità dei dati ricevuti

L'indagine ha permesso di individuare 52 impianti operativi al 31 dicembre 2005 per i quali sono state ricevute, attraverso la compilazione del suddetto questionario, 50 risposte, caratterizzate da differenti gradi di accuratezza e completezza, sia in termini qualitativi che quantitativi.

Dall'esame dei dati riportati nei questionari compilati è possibile fare le seguenti considerazioni:

1. Scheda di informazioni generali: risulta completata da tutti i soggetti interpellati.
2. Scheda di informazioni tecniche: è caratterizzata da un grado soddisfacente di completezza per le voci più significative. Tuttavia essa ha richiesto un esame per la verifica di congruità di alcune delle informazioni fornite, soprattutto per quanto riguarda:
 - la relazione tra i valori di capacità termica, di portata oraria ed il potere calorifico inferiore dei rifiuti in ingresso;
 - la configurazione dei sistemi di trattamento fumi, al fine di individuare la corretta sequenza delle operazioni di depurazione, soprattutto per quanto riguarda le tecniche di rimozione dei gas acidi.

3. Scheda dati di esercizio: è stata compilata da tutti i soggetti, ad eccezione ovviamente degli impianti entrati in esercizio nel 2005 (Granarolo nell'Emilia (BO), Gioia Tauro (RC), Potenza e Reggio Emilia), e di quelli per i quali non è pervenuto il questionario compilato. I più significativi dati degli impianti di Scarlino (GR) e Tolentino (MC) sono stati ricavati da interviste telefoniche integrati, ove necessario, con altri desunti dal "Rapporto Rifiuti 2005" dell'APAT [1], mentre i dati del vecchio impianto di Granarolo nell'Emilia (BO), dismesso a fine 2004, sono di fonte HERA [17]. La qualità delle informazioni, la loro congruenza ed il grado di completezza non sempre sono risultati soddisfacenti in quanto, salvo rare eccezioni, i dati sono stati forniti in modo parziale e, a volte, impreciso. Tra le voci per le quali si è registrato un buon livello di disponibilità si possono citare quelle relative ai quantitativi di rifiuti trattati, le ore annuali di esercizio e il recupero di energia effettuato. Per contro sono risultati meno dettagliati i dati relativi ai consumi di reagenti e servizi, ai valori di emissione, oltre che alla produzione di residui. In relazione a quest'ultima voce occorre evidenziare come, in alcuni casi, i valori riportati appaiono derivare più da un calcolo di stima piuttosto che da un dato rilevato di esercizio. Si è dovuto inoltre procedere alla bonifica di alcuni dati, soprattutto nel caso di impianti in cui sono presenti sezioni di pretrattamento dei rifiuti, in quanto molto spesso il dato riportato era riferito ai quantitativi di rifiuti in ingresso all'impianto, anziché ai rifiuti effettivamente avviati a recupero energetico.
4. Scheda dati economici: è stata compilata, in modo parziale, da un numero ridotto di soggetti. Occorre però precisare a riguardo che la compilazione era stata richiesta da Federambiente a proprio uso interno e pertanto questi aspetti non saranno discussi nel presente documento.

Occorre tuttavia evidenziare che tramite successive richieste di integrazione e chiarimento si è riusciti in modo soddisfacente a superare in buona parte le problematiche sopra esposte, grazie anche alla disponibilità dimostrata dalla quasi totalità dei soggetti interpellati.

4.0 I RISULTATI DELL'INDAGINE

4.1 Il quadro di sintesi

Un quadro riassuntivo della situazione impiantistica nazionale aggiornato al 31 dicembre 2005 è riportato nella tabella 4.1.

Le informazioni ed i dati raccolti sono riportati in dettaglio nell'Allegato 2. Essi sono stati elaborati in modo da analizzare la distribuzione degli impianti secondo diversi parametri quali la capacità di trattamento, l'età, la tipologia di rifiuti trattati, il tipo di apparecchiatura di combustione e di recupero energetico, il tipo di sistema di trattamento dei fumi ecc..

Dall'esame dei dati riportati nella tabella 4.1 si rileva che sono operativi al 31 dicembre 2005, a livello nazionale, 52 impianti di incenerimento di RU, frazioni derivate ed assimilati aventi una capacità nominale complessiva di trattamento pari a circa 17.000 t/giorno. La corrispondente capacità termica risulta pari a 2.191 MW, mentre la potenza elettrica installata è pari a 536 MW.

Tabella 4.1 – Quadro di sintesi degli impianti operativi al 31 dicembre 2005

N°	Località	Anno	N° Linee	Capacità		Potenza		Combustore	Trattamento fumi
				Giorn.	Autorizzata	Termica	Elettrica		
				t/g	t/a	MW ⁽¹⁾	MW		
1	Mergozzo (VB)	1960/97	2	106	30.000	12,8	4,0	MG	SNCR+SD+FF
2	Vercelli (VC)	1991/04	3	225	82.125	30,3	3,99	MG	SNCR+EP+DA+FF+WS
3	Bergamo (BG)	2003	1	216	72.000	40,0	11,5	FBB	FF+DA+FF+SCR
4	Brescia (BS)	1998/04	3	2.484	800.000	276,6	84,4	MG	SNCR+DA+FF
5	Busto Arsizio (VA)	2000	2	504	120.000	53,7	11,0	MG	SNCR+SD+FF+WS
6	Como (CO)	1967/05	2	270	89.000	32,0	5,5	MG	EP+DA+FF+SCR
7	Corteolona (PV)	2004	1	180	60.000	34,0	9,0	FBB	SNCR+CY+QC+DA+FF
8	Cremona (CR)	1997/01	2	300	90.000	35,6	6,0	MG	SNCR+SD+FF+WS
9	Dalmine (BG)	2001	2	450	151.152	55,8	19,0	MGWC	EP+DA+FF+SCR
10	Desio (MI)	1976/03	2	240	80.000	29,0	5,6	MG	SNCR+EP+DA+FF
11	Milano (MI)	2000	3	1.450	450.000	184,5	59,0	MG	SNCR+EP+DA+FF
12	Parona (PV)	2000	1	347	200.000	52,0	19,5	FCB	DA+FF
13	Sesto S. G. (MI)	2001	3	237	80.000	31,2	5,5	MG	SNCR+EP+WS+FF
14	Trezzo d'Adda (MI)	2002	2	500	165.000	82,4	18,6	MGWC	SNCR+DA+FF+WS
									EP+WS
15	Valmadrera (LC)	1981/05	3	401	87.600	42,4	3,6	MG	EP+WS
									SNCR+EP+WS
16	Bolzano (BZ)	1988/01	2	300	n.d.	50,8	6,1	MG	FF+WS+SCR
17	Ca' del Bue (VR)	1999	2	288	164.800	70,0	17,0	FBB	SNCR+CY+SD+FF
18	Fusina (VE)	1998	1	175	56.000	17,3	5,7	MG	SNCR+SD+FF+WS

continua...

..... segue

N°	Località	Anno	N° Linee	Capacità		Potenza		Combustore	Trattamento fumi
				Giorn.	Autorizzata	Termica	Elettrica		
				t/g	t/a	MW ⁽¹⁾	MW		
19	Padova (PD)	1965/05	2	290	109.500	30,9	4,0	MG	SNCR+DA+FF+WS SNCR+EP+ET+DA+FF SNCR+EP+SD+DA+FF
20	Schio (VI)	1982/04	3	196	n.d.	30,0	6,6	MG	SNCR+EP+DA+FF+WS SNCR+EP+DA+FF
21	Trieste (TS)	2000/04	3	612	223.380	65,3	17,2	MG MG MGWC	SNCR+DA+FF+WS SNCR+DA+FF+WS SNCR+DA+FF+WS
22	Coriano (RN)	1976/01	3	440	127.600	46,0	10,3	MG	SNCR+EP+DA+FF
23	Ferrara Canal. (FE)	1993/99	1	150	50.000	18,0	3,49	MG	SNCR+SD+FF+WS
24	Ferrara Conch. (FE) (2)	1976/02	1	94	50.000	11,5	0,0	MG	EP+DA+FF
25	Forlì (FO)	1976/00	2	200	60.000	39,0	5,44	MG	SNCR+EP+WS+FF
26	Granarolo nell'E. (BO)	2005	2	600	180.000	81,4	22,0	MGWC	FF+WS+SCR
27	Modena (MO)	1980/95	3	538	140.000	34,1	7,2	MG	SNCR+EP+DA+FF
28	Piacenza (PC)	2002	2	360	120.000	44,4	11,7	MG	SNCR+EP+DA+FF
29	Ravenna (RA)	2000	1	156	56.500	28,0	6,25	FBB	SNCR+CY+DA+FF+WS
30	Reggio Emilia (RE)	1968/05	2	200	73.000	16,0	4,3	MG	SNCR+EP+DA+FF
31	Arezzo (AR)	2000	1	150	42.000	14,5	3,0	MG	SNCR+SD+FF
32	Castelnuovo di G. (LU)	1977/97	1	36	14.000	4,5	0,73	MG	SNCR+DA+FF
33	Falascaia (LU)	2002	2	180	56.000	24,6	5,79	FCB	SNCR+CY+DA+FF+WS
34	Livorno (LI)	1974/03	2	180	54.000	31,2	6,67	MGWC	SNCR+DA+FF
35	Montale Agliana (PT)	1976/01	2	120	n.d.	15,7	0,85	RK	SNCR+EP+DA+FF
36	Ospedaletto (PI)	1980/02	2	240	74.000	19,0	4,44	MG	SNCR+CY+DA+FF+FGC
37	Poggibonsi (SI)	1977/97	2	80	22.000	7,0	1,5	MG	SNCR+DA+FF
38	Rufina (FI)	1995	1	37	37.500	2,4	0,0	MG	DA+FF
39	Scarlino (GR)	2000	3	410	n.d.	55,6	18,0	FBB	SNCR+EP+DA+WS
40	Terni (TR)	1998	2	100	n.d.	14,6	2,47	MG	SNCR+WS+FF+WS
41	Tolentino (MC)	1989	1	43	n.d.	5,8	1,1	MG	EP+WS+DA+FF
42	Colleferro 1 (RM)	2003	1	330	110.000	52,0	13,6	MGWC	SD+FF+SCR
43	Colleferro 2 (RM)	2003	1	330	110.000	49,0	13,6	MGWC	SD+FF+SCR
44	S. Vittore del Lazio (FR)	2002	1	288	110.000	49,0	13,6	MGWC	SNCR+SD+FF

continua...

..... segue

N°	Località	Anno	N° Linee	Capacità		Potenza		Combustore	Trattamento fumi
				Giorn.	Autorizzata	Termica	Elettrica		
				t/g	t/a	MW ⁽¹⁾	MW		
45	Massafra (TA)	2003	1	312	90.000	49,5	12,3	FBB	SNCR+DA+FF
46	Statte (TA)	1976/01	2	200	102.200	26,6	3,7	MG	SNCR+EP+SD+FF
47	Gioia Tauro (RC)	2005	2	415	120.000	60,0	17,3	FBB	SNCR+CY+DA+FF
48	Melfi (PZ)	1999/05	2	228	65.000	33,4	7,0	MG	DA+FF+WS+SCR
								RK	DA+FF+WS+SCR
49	Potenza (PZ)	2005	2	72	36.000	7,0	1,15	MG	SNCR+DA+FF
								MG	SNCR+DA+SD+FF
								MG	SNCR+DA+SD+FF
50	Macchiareddu (CA)	1995/05	4	584	n.d.	66,6	13,9	RK	SNCR+EP+DA+FF+WS
								MG	SNCR+DA+FF+WS
								MG	SNCR+DA+SD+FF
51	Macomer (NU)	1994/98	2	144	78.600	17,5	2,0	FBB	SD+FF+SCR
52	Messina (ME)	1979/01	2	100	n.d.	10,2	0,0	MG	DA+FF+WS
Totale				101	17.088	2.191	536		

Elaborazione ENEA sui dati raccolti nel corso dell'indagine

- (1) I valori riportati in corsivo sono stati ricavati come: [(capacità oraria dell'impianto) x (potere calorifico nominale dei rifiuti)], in quanto non dichiarati.
(2) L'impianto è stato definitivamente chiuso il 31 dicembre 2005.

Legenda:

(voce "combustore"): MG = griglia; MGWC = griglia raffreddata ad acqua; FBB = letto fluido bollente; FCB = letto fluido circolante; RK = tamburo rotante

(voce "trattamento fumi"): CY = ciclone; EP = Elettrofiltro; FF = Filtro a maniche; FGC = condensazione fumi; DA = Reattore a secco; SD = Reattore a semisecco; WS = Lavaggio ad umido; SNCR = riduzione selettiva NOx non catalitica; SCR = riduzione selettiva NOx catalitica; QC = Quencher; ET = torre evaporativa.

Tabella 4.2 – Quantitativi e tipologie di rifiuti trattati (2004)

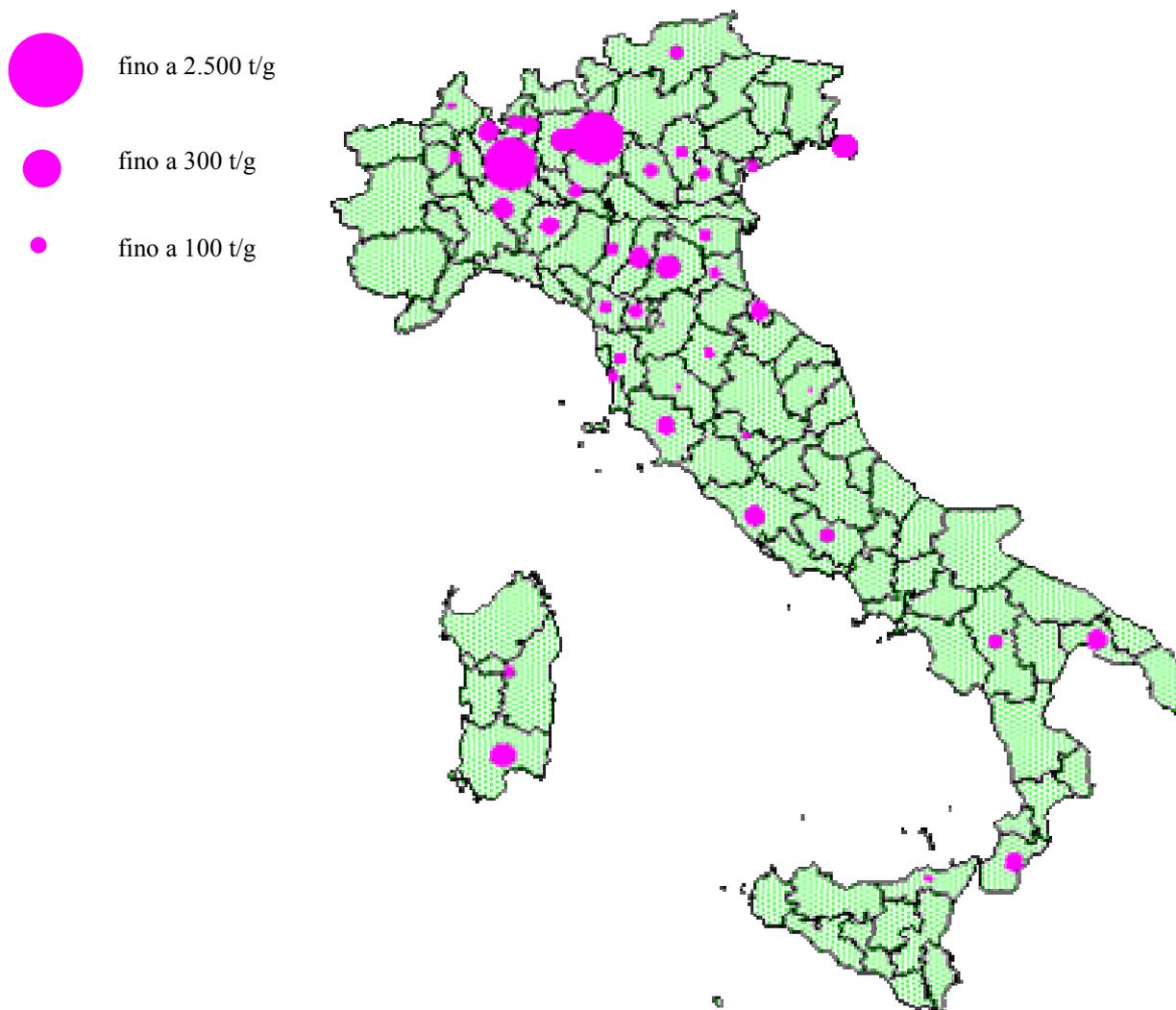
Area geografica	Rifiuti urbani		Frazione secca		CDR		Altri speciali		Totale	
	kt	%	kt	%	kt	%	kt	%	kt	%
Nord	2.208,9	52,28	311,7	7,38	184,0	4,35	470,2	11,13	3.174,7	75,14
Centro	177,9	4,21	70,7	1,67	286,0	6,77	62,5	1,47	597,1	14,13
Sud	361,1	8,55	1,0	0,02	44,2	1,05	46,7	1,11	453,0	10,73
Totale	2.747,9	65,04	383,4	9,08	514,2	12,17	579,4	13,71	4.224,8	100

Elaborazione ENEA sui dati raccolti nel corso dell'indagine

Nella tabella 4.2 sono invece riportati i dati di consuntivo 2004 per quanto riguarda i rifiuti trattati nei 49 impianti all'epoca operativi, suddivisi per macroaree geografiche.

Nella figura 4.1 è rappresentata la distribuzione territoriale degli impianti con una indicazione della capacità di trattamento (tonnellate al giorno) a livello provinciale.

Figura 4.1 - Capacità di trattamento a livello provinciale, t/g



4.2 La capacità di trattamento degli impianti

La capacità nominale di un impianto in termini ponderali (di norma espressa in t/giorno) è data dalla somma delle singole capacità giornaliere delle linee che lo costituiscono.

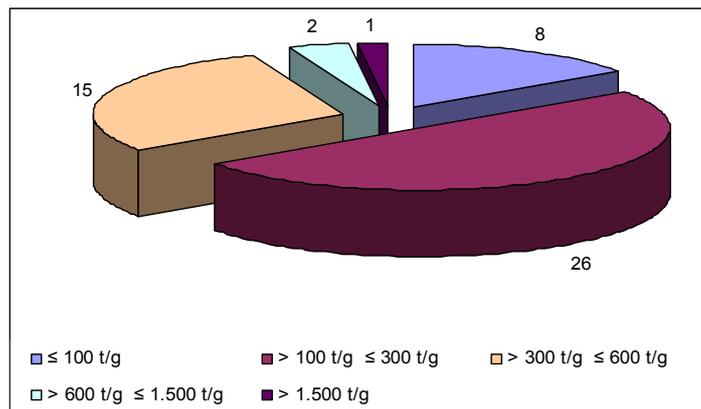
Dall'esame della figura 4.2 si rileva che la capacità nominale di trattamento risulta mediamente piuttosto ridotta, inferiore alle 300 t/giorno in ben 34 dei 52 impianti censiti. Un solo impianto (Brescia) supera le 1.500 t/giorno, mentre 8 sono gli impianti di capacità inferiore a 100 t/giorno.

Riguardo alla capacità nominale occorre precisare che:

- essa risulta di norma riferita alle condizioni di progetto dell'impianto che, soprattutto per impianti di non recente costruzione, possono non coincidere con quelle effettive di esercizio, soprattutto a causa dell'incremento del potere calorifico dei rifiuti in ingresso, che comporta conseguentemente una riduzione dei quantitativi di rifiuti trattabili;

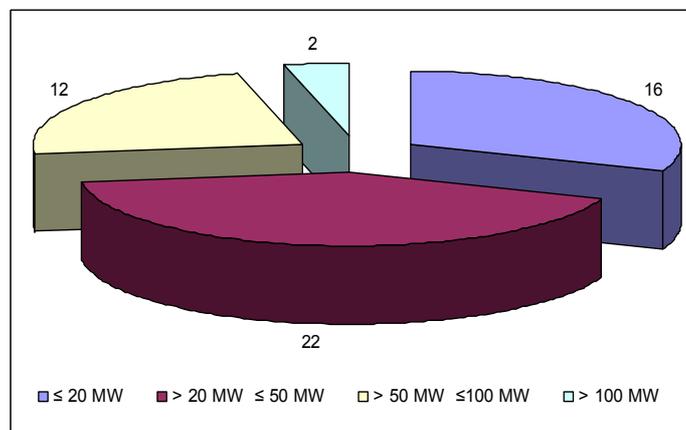
- in conseguenza della diversificazione delle tipologie di rifiuti alimentati (RU, frazione secca, CDR, rifiuti speciali, anche in combinazione fra di loro), tale parametro non è in grado di fornire un'indicazione precisa delle reali dimensioni dell'impianto, che vengono più realisticamente individuate dalla capacità termica (o "carico termico") dell'impianto definita come prodotto fra la portata oraria ed il potere calorifico medio dei rifiuti alimentati.

È interessante pertanto esaminare la distribuzione degli impianti operativi riguardo a quest'ultimo parametro, riportata nella figura 4.3; si rileva come ben 38 impianti su 52 hanno una capacità inferiore ai 50 MW, mentre solo 2 impianti (Brescia e Milano) dispongono di una capacità termica superiore ai 100 MW.



Elaborazione ENEA sui dati raccolti nel corso dell'indagine

Figura 4.2 – Distribuzione degli impianti per capacità (t/giorno)

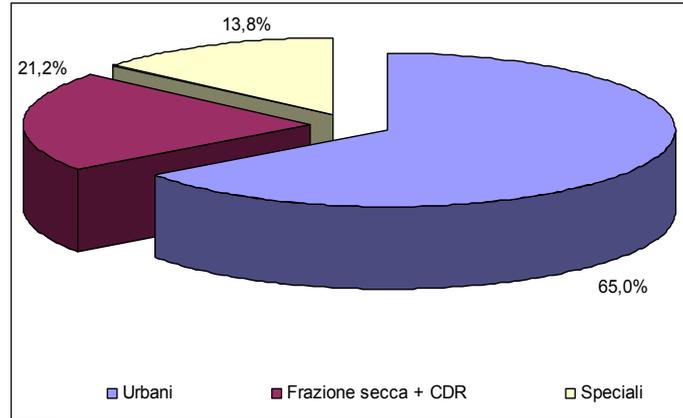


Elaborazione ENEA sui dati raccolti nel corso dell'indagine

Figura 4.3 – Distribuzione degli impianti per carico termico (MW)

4.3 Le tipologie di rifiuti trattati

Nella figura 4.4 è riportata la distribuzione percentuale di rifiuti totali trattati nel 2004. La quota maggiore (circa il 65%) è ascrivibile ai RU, cui seguono le frazioni trattate (21% circa, distribuita tra frazione secca e CDR) ed i rifiuti speciali (14% circa). Quest'ultima voce è costituita per lo più da rifiuti sanitari (pericolosi e non) e, in misura minore, da rifiuti a base di biomasse e/o rifiuti ingombranti combustibili.



Elaborazione ENEA sui dati raccolti nel corso dell'indagine

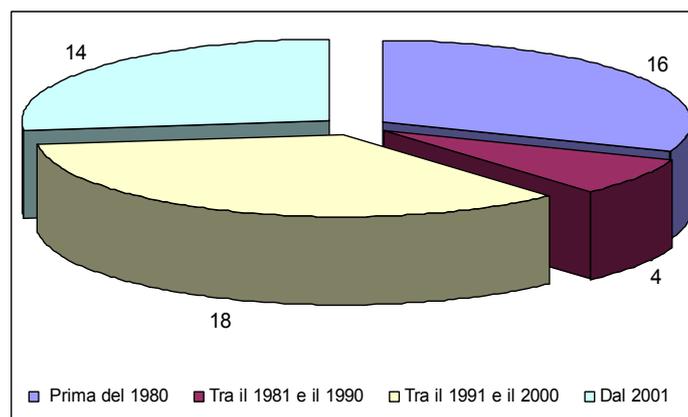
Figura 4.4 – Ripartizione percentuale dei rifiuti trattati (2004)

4.4 L'età del parco impianti

Per definire l'età di un impianto si è fatto riferimento all'anno di primo avviamento, dal quale esso ha funzionato con continuità, pur con i necessari adeguamenti in termini di capacità di trattamento e di configurazione impiantistica⁵.

Tramite l'indagine condotta è stato possibile raccogliere informazioni riguardanti l'anno di costruzione, di avviamento e di eventuale ristrutturazione. Per i dettagli si può fare riferimento alla tabella A.2.2 riportata nell'Allegato 2.

Nella figura 4.5 gli impianti oggetto dell'indagine sono stati accorpati per classi di primo avviamento secondo il criterio appena descritto.



Elaborazione ENEA sui dati raccolti nel corso dell'indagine

Figura 4.5 – Distribuzione degli impianti per classe di primo avviamento

⁵ In altre parole ciò equivale a dire che l'età identifica il momento temporale nel quale in un certo sito è stato insediato un impianto di trattamento termico di rifiuti, costituito da una o più linee che non necessariamente debbono risultare tuttora operative.

Dall'esame dei dati si evince come la tecnica dell'incenerimento dei rifiuti sia da tempo diffusa in Italia, essendo piuttosto numerosi (16) gli impianti avviati a cavallo tra gli anni 60 e 70 del secolo scorso e tuttora in esercizio.

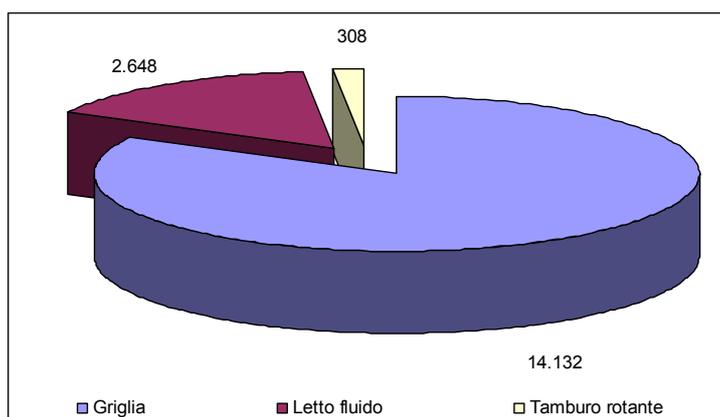
4.5 Le apparecchiature di combustione

4.5.1 Le tipologie impiegate

Le apparecchiature presenti negli impianti di combustione dei rifiuti di origine urbana attualmente operativi sono riconducibili alle seguenti tre tipologie: a griglia, a letto fluido, a tamburo rotante.

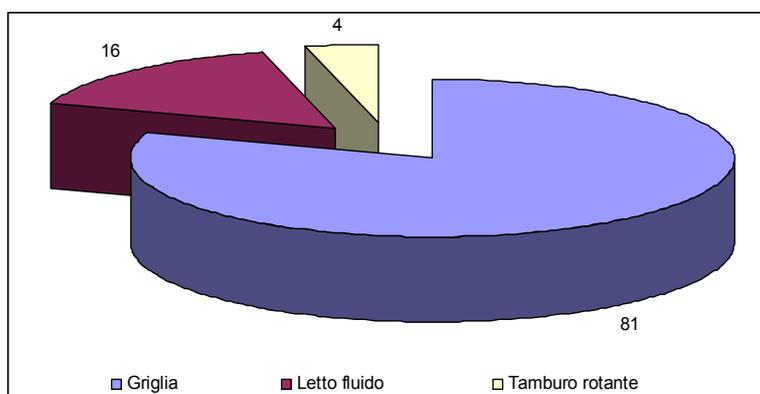
Sulla base della capacità nominale complessiva di trattamento del parco impiantistico, pari a circa 17.000 t/giorno, è stata determinata l'incidenza di ciascuna apparecchiatura come risulta nella figura 4.6. Si rileva chiaramente che l'apparecchiatura a griglia risulta essere quella di gran lunga più diffusa con circa l'83% della capacità complessiva di trattamento, seguita dal letto fluido (15%) e dal tamburo rotante (2%).

Una distribuzione pressoché analoga si riscontra ripartendo le tre tipologie di apparecchiature di combustione in funzione del numero totale di linee di trattamento installate (pari a 101), come riportato nella figura 4.7.



Elaborazione ENEA sui dati raccolti nel corso dell'indagine

Figura 4.6 – Distribuzione delle apparecchiature di combustione per capacità (t/giorno)



Elaborazione ENEA sui dati raccolti nel corso dell'indagine

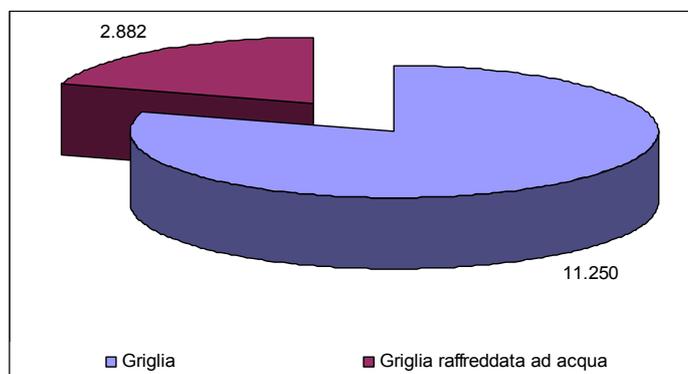
Figura 4.7 – Distribuzione delle apparecchiature di combustione per numero di linee

4.5.2 I combustori a griglia

Le apparecchiature di combustione a griglia possono essere classificate in due sottocategorie: griglia raffreddata ad aria (MG, mass grate) e griglia raffreddata ad acqua (MGWC, mass grate water cooled). Quest'ultima è per lo più presente in impianti di recente costruzione (8) ed il suo sviluppo è legato al trattamento delle frazioni derivate da RU (frazione secca, CDR ecc.) aventi poteri calorifici piuttosto elevati.

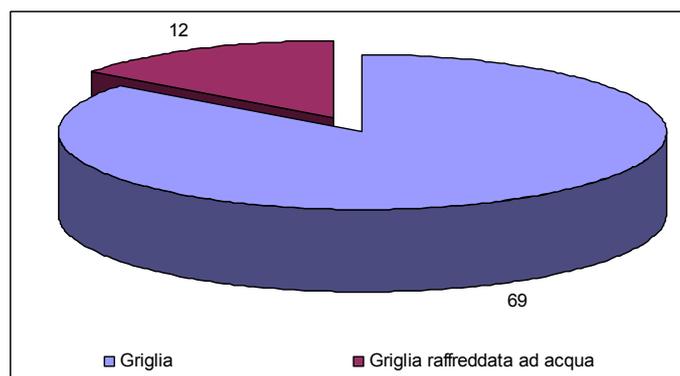
Dall'esame della figura 4.8 si rileva che in termini di capacità giornaliera circa l'80% dei rifiuti viene oggi trattata in combustori a griglia raffreddata ad aria ed il restante 20% in combustori a griglia raffreddata ad acqua.

Prendendo invece in esame la distribuzione secondo il numero di linee installate (fig. 4.9) si rileva come le unità MGWC attualmente installate (12 su 81 totali), risultino mediamente di dimensioni superiori coprendo, come si è appena visto, circa il 20% della capacità di trattamento in termini di massa.



Elaborazione ENEA sui dati raccolti nel corso dell'indagine

Figura 4.8 – Distribuzione dei combustori a griglia per capacità (t/giorno)



Elaborazione ENEA sui dati raccolti nel corso dell'indagine

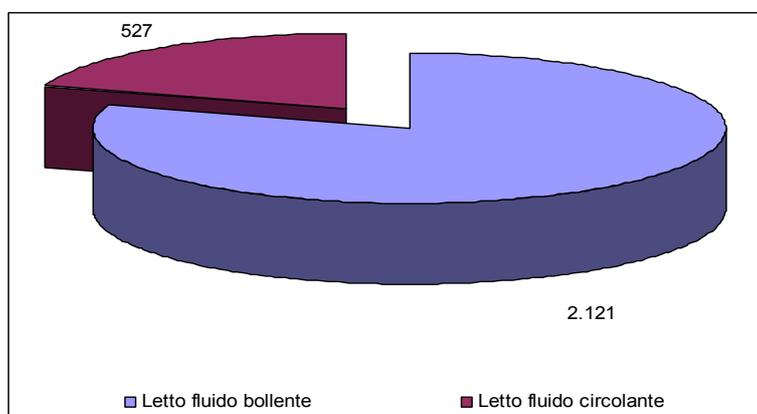
Figura 4.9 – Distribuzione dei combustori a griglia per numero di linee

4.5.3 I combustori a letto fluido

I combustori a letto fluido possono essere classificati in due distinte tipologie: letto fluido bollente (FBB, Fluidised Bubbling Bed) e letto fluido circolante (FCB, Fluidised Circulating Bed).

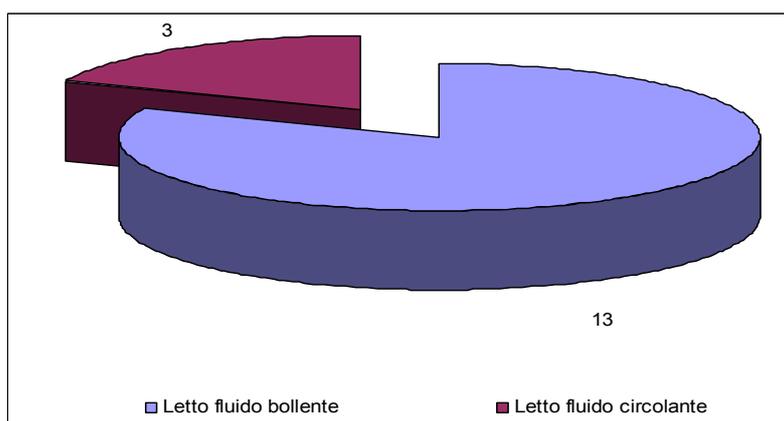
Dall'esame della figura 4.10 si rileva come il letto fluido bollente sia la tecnica più diffusa, coprendo oltre l'80% della capacità di trattamento complessiva ascrivibile a tale tipo di apparecchiatura.

Una distribuzione pressoché analoga si rileva prendendo in esame la ripartizione per numero di linee (figura 4.11) che conferma come il letto fluido bollente sia la soluzione preferita, adottata in ben 13 delle 16 linee di trattamento attualmente operative che fanno uso di tale opzione.



Elaborazione ENEA sui dati raccolti nel corso dell'indagine

Figura 4.10 – Distribuzione dei combustori a letto fluido per capacità (t/giorno)



Elaborazione ENEA sui dati raccolti nel corso dell'indagine

Figura 4.11 – Distribuzione dei combustori a letto fluido per numero di linee

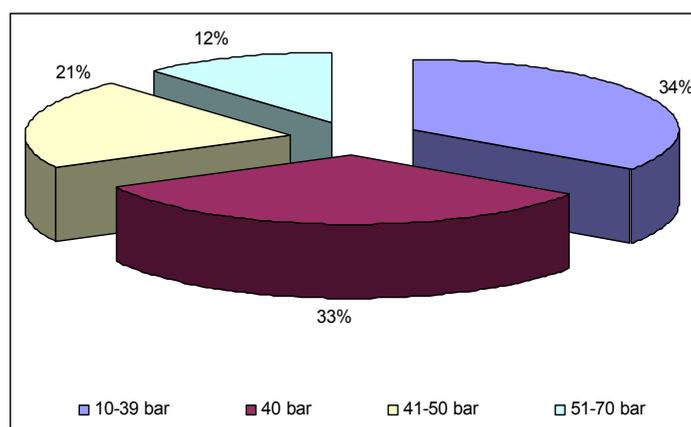
4.5.4 I forni a tamburo rotante

La diffusione delle apparecchiature a tamburo rotante è circoscritta a poche linee di incenerimento: due linee a Montale (PT), una linea a Melfi (PZ) e Macchiareddu (CA). Mentre nel primo caso si tratta di un impianto di capacità ridotta, peraltro datato, che tratta RU e frazioni da essi derivate, negli altri casi si è in presenza di un'unità a tamburo rotante destinata al trattamento di rifiuti speciali, anche pericolosi, affiancata ad una o più unità a griglia che trattano rifiuti di origine urbana.

4.6 Il recupero energetico

Uno degli obiettivi dell'indagine era quello di valutare il potenziale di recupero energetico degli impianti presenti sul territorio nazionale, sotto forma di energia elettrica e/o termica. Occorre a riguardo ribadire che la situazione è profondamente mutata negli ultimi anni e che tutti gli impianti censiti ad eccezione di 3 (Rufina (FI), Ferrara Conchetta⁶ e Messina) effettuano il recupero energetico, principalmente sotto forma di produzione di energia elettrica. Il recupero dell'energia contenuta nei fumi di combustione avviene in un ciclo termico per la produzione di vapore surriscaldato, successivamente espanso in turbina per la produzione di energia elettrica. Tale modalità costituisce attualmente lo schema di riferimento, essendo adottata in tutti i 49 impianti operativi che effettuano recupero energetico, a cui corrisponde una potenza elettrica nominale installata pari a 536 MW (vedi tabella 4.1). Al contrario, la produzione di energia termica, effettuata per lo più su base stagionale in assetto cogenerativo, risulta circoscritta a soli 8 impianti tutti localizzati nel Nord del Paese.

È interessante rilevare come la pressione operativa del vapore prodotto (fig. 4.12) risulti variabile in un range di 10÷70 bar, anche se nella maggior parte dei casi (54%) è compresa fra 40 e 50 bar, con una concentrazione (33%) attorno al valore di 40 bar, di norma associato ad una temperatura operativa dell'ordine dei 400 °C.



Elaborazione ENEA sui dati raccolti nel corso dell'indagine

Figura 4.12 – Livelli di pressione operativa del vapore prodotto

⁶ Tale impianto è stato definitivamente fermato il 31 dicembre 2005.

Tabella 4.3 – Recupero energetico (2004)

Area geografica	Produzione di energia	
	Elettrica	Termica
	GWh	GWh
Nord	1.866	560
Centro	367	0,0
Sud	113	0,0
Totale	2.346	560

Elaborazione ENEA sui dati raccolti nel corso dell'indagine

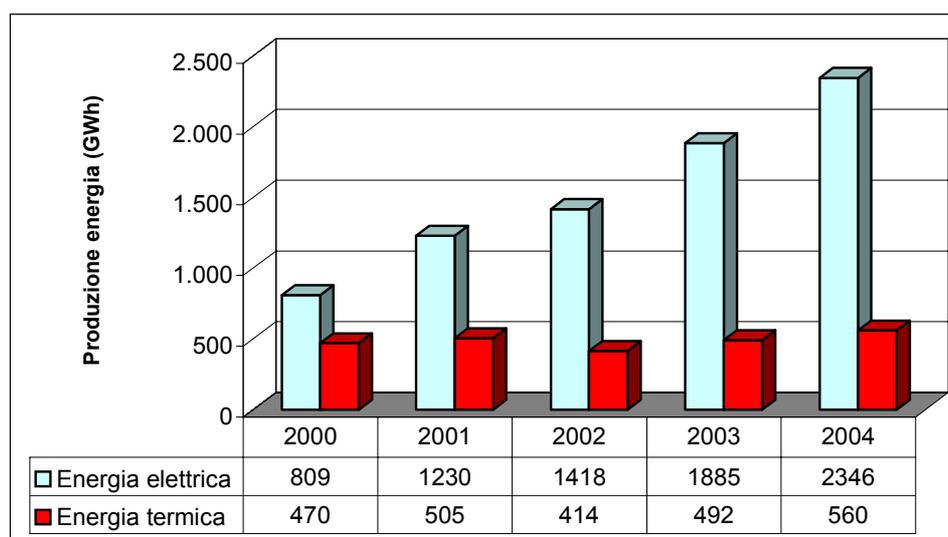
Nella tabella 4.3 si riportano i dati di sintesi del recupero energetico relativi all'anno 2004, dai quali si ha conferma del fatto che la produzione di energia elettrica risulta preponderante rispetto a quella di energia termica, essendo oltre tutto l'unica forma di recupero attuata negli impianti del Centro-Sud Italia.

Inoltre dall'esame dei dati relativi al periodo 2000-2004 (figura 4.13) si rileva una tendenza costante alla crescita della produzione di energia elettrica, a cui non fa riscontro un pari incremento dell'energia termica, che rimane pressoché invariata.

Occorre sottolineare che per quanto riguarda la produzione di energia elettrica i valori riportati sono riferiti alla produzione lorda degli impianti.

In effetti uno degli obiettivi dell'indagine era quello di fornire dati sulla produzione netta che tenesse conto degli autoconsumi, necessari per il funzionamento dell'impianto prelevati sia dalla produzione interna, sia dalla rete esterna (vedi tabella A.2.4 riportata nell'Allegato 2).

Purtroppo i dati resi disponibili non hanno permesso di effettuare un bilancio di dettaglio finalizzato alla stima della produzione netta di energia elettrica che consentisse di valutare un valore medio dell'incidenza percentuale degli autoconsumi.



Elaborazione ENEA su dati APAT [1] e sui dati raccolti nel corso dell'indagine

Figura 4.13 – Evoluzione del recupero energetico

Tra i fattori che non hanno consentito di disporre di un quadro più rappresentativo si citano:

- l'assunzione che la produzione lorda coincida con quella netta (nei casi in cui si è in presenza di forme di incentivazione), associata spesso alla mancata comunicazione dell'energia elettrica prelevata dalla rete;
- la comunicazione di un dato della produzione netta, riconosciuto convenzionalmente dal GRTN, che non rispecchia il valore reale in alcuni casi di impianti che beneficiano di forme di incentivazione;
- la produzione combinata di energia elettrica e termica (cogenerazione);
- la presenza di eventuali pretrattamenti dei rifiuti;
- la valutazione o meno delle perdite di trasformazione;
- i casi di impianti piuttosto datati nei quali le efficienze di recupero ovvero gli autoconsumi risultano fortemente penalizzati da una configurazione non ottimizzata, frutto di successive ristrutturazioni dettate per lo più dalla necessità del rispetto di vincoli ambientali sempre più restrittivi.

4.7 Il trattamento dei fumi

4.7.1 Le configurazioni adottate

Ai soggetti interpellati è stato richiesto di comunicare oltre che le singole tecniche di trattamento dei diversi tipi di inquinanti (polveri, gas acidi, NO_x) anche la configurazione adottata per i sistemi di depurazione dei fumi.

Ciò al fine di individuare le diverse soluzioni tecniche che si basano su specifiche sequenze di trattamenti e sull'impiego di differenti tipologie di reagenti.

Ne è emerso un quadro abbastanza variegato nel quale i vari sistemi di trattamento risultano combinati in maniera diversa in funzione dell'età, delle dimensioni, di particolari esigenze o vincoli del singolo impianto (o addirittura della singola linea in impianti sottoposti ad ampliamenti ed ammodernamenti).

Schematicamente le principali tecniche impiegate per la rimozione dei vari inquinanti sono risultate essere:

- Depolverazione: filtri elettrostatici, filtri a maniche, cicloni.
- Rimozione gas acidi: sistemi "a secco" (utilizzanti come reagente calce o bicarbonato di sodio), "a semisecco" (reagente latte di calce) o "ad umido".
- Riduzione degli ossidi di azoto tramite azione selettiva non catalitica (SNCR) ovvero catalitica (SCR).

Le principali varianti di configurazione individuate sono invece riconducibili a:

1. Riduzione selettiva non catalitica (SNCR) sui fumi grezzi, rimozione delle polveri e dei gas acidi mediante assorbimento a secco (DA) o semisecco (SD), filtrazione su filtro a maniche (FF).
2. Riduzione selettiva non catalitica (SNCR) sui fumi grezzi, rimozione delle polveri con elettrofiltro (EP), trattamento dei gas acidi mediante assorbimento a secco (DA) o a semisecco (SD), filtrazione su filtro a maniche (FF).
3. Riduzione selettiva non catalitica (SNCR) sui fumi grezzi, rimozione delle polveri con elettrofiltro (EP), trattamento dei gas acidi mediante lavaggio ad umido (WS).

4. Riduzione selettiva non catalitica (SNCR) sui fumi grezzi, rimozione delle polveri con elettrofiltro (EP), trattamento dei gas acidi a secco (DA), filtrazione su filtro a maniche (FF), lavaggio ad umido (WS).
5. Rimozione delle polveri con elettrofiltro (EP), trattamento dei gas acidi mediante assorbimento a secco (DA) o a semisecco (SD), filtrazione su filtro a maniche (FF), riduzione selettiva catalitica (SCR).
6. Rimozione delle polveri con elettrofiltro (EP), trattamento dei gas acidi mediante assorbimento a secco (DA) o a semisecco (SD), filtrazione su filtro a maniche (FF), lavaggio ad umido (WS), riduzione selettiva catalitica (SCR).
7. Rimozione delle polveri con elettrofiltro (EP), lavaggio ad umido (WS), trattamento dei gas acidi mediante assorbimento a secco (DA), filtrazione su filtro a maniche (FF), riduzione selettiva catalitica (SCR).

Si evidenzia che i principali elementi caratterizzanti sono costituiti dal tipo di trattamento dei gas acidi (a secco, a semisecco, ad umido), dal tipo di sistema di rimozione degli ossidi azoto (SNCR in caldaia o SCR a fine ciclo) e dalla presenza o meno di un doppio stadio di filtrazione, impiegato principalmente per tenere separate la maggior parte delle polveri dai sali di reazione, in modo da favorire l'eventuale recupero di questi ultimi.

La configurazione di maggiore diffusione sulle linee degli impianti operativi a livello nazionale fa comunque riferimento, come si vedrà meglio in seguito, ad un sistema di rimozione dei gas acidi mediante assorbimento a secco e ad un trattamento degli NO_x con sistema di tipo SNCR.

4.7.2 I sistemi di rimozione delle polveri

I sistemi di rimozione delle polveri impiegati sono essenzialmente di due tipi: elettrofiltro e filtro a maniche.

Di norma il primo trova impiego come stadio primario di rimozione delle polveri nei fumi caldi a valle del generatore di vapore, cui segue un secondo stadio di depolverazione, dopo l'assorbimento dei gas acidi, che può essere effettuato tramite filtro a maniche o sistema di lavaggio ad umido.

Il filtro a maniche trova invece impiego come depolveratore secondario o come unico stadio di depolverazione nel quale vengono rimossi sia le polveri che i sali prodotti dalla neutralizzazione dei gas acidi, essendo da solo in grado di garantire i limiti alle emissioni imposti dalla vigente normativa.

Negli impianti di tipo totalmente a secco l'accoppiata filtro elettrostatico/filtro a maniche trova applicazione quando risulta utile tenere separati la maggior parte delle polveri dai sali di reazione che possono essere oggetto di eventuale recupero come, ad esempio, nel caso di impiego del bicarbonato di sodio come reagente alcalino.

4.7.3 I sistemi di neutralizzazione dei gas acidi

La neutralizzazione dei gas acidi presenti nei fumi può essere conseguita mediante tre tipi di assorbimento:

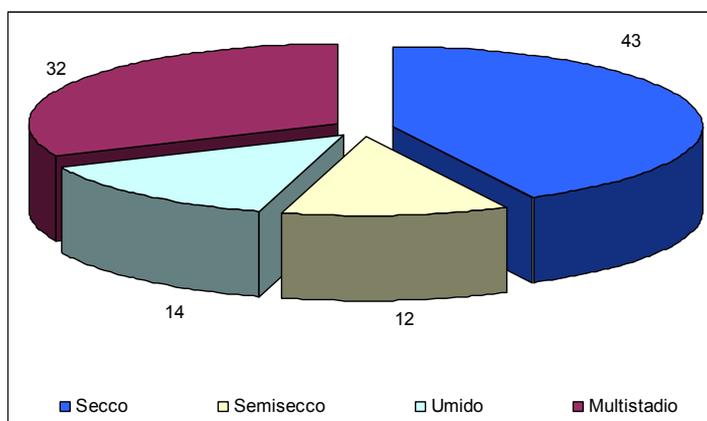
- a secco;
- a semisecco;

- ad umido.

Come è stato detto in precedenza è possibile adottare più tipi di assorbimento in serie, venendo a costituire i cosiddetti “sistemi multistadio”. Sotto questa voce vengono accorpati i sistemi ibridi di assorbimento del tipo secco-umido, semisecco-umido e secco-semisecco, anche se la prima combinazione risulta la predominante.

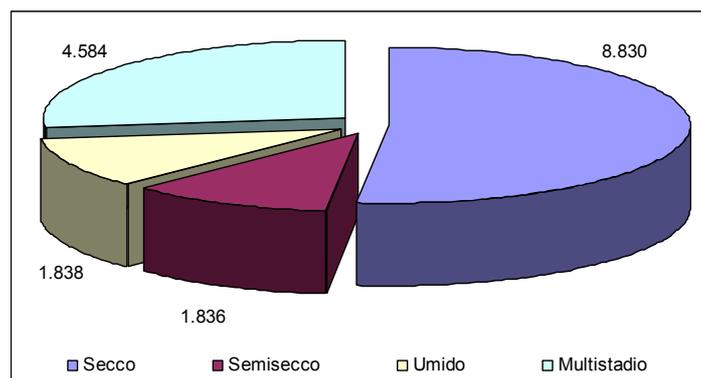
Dall’esame della figura 4.14, si può rilevare l’incidenza dei diversi sistemi adottati negli impianti di trattamento termico di RU e frazioni derivate, ripartiti in base al numero di linee in cui sono applicati. Il sistema più diffuso è quello a secco utilizzato in circa il 42% dei casi, seguito dal multistadio (32%), dall’umido (14%) e dal semisecco (12%).

Se si analizza invece l’applicazione di tali sistemi in termini di capacità di trattamento, si rileva (fig. 4.15) che l’incidenza dei sistemi a secco supera il 50% del totale.



Elaborazione ENEA sui dati raccolti nel corso dell’indagine

Figura 4.14 - Distribuzione dei sistemi di neutralizzazione gas acidi per numero di linee



Elaborazione ENEA sui dati raccolti nel corso dell’indagine

Figura 4.15 – Distribuzione dei sistemi neutralizzazione gas acidi per capacità (t/giorno)

Nella tabella 4.4 sono riportate le combinazioni adottate nei sistemi multistadio di trattamento dei fumi. Si può rilevare come, anche in questo caso, l'assorbimento a secco rappresenta il sistema maggiormente adottato, essendo presente in ben 26 casi su 32.

Ritornando ai sistemi a secco è interessante anche esaminare la distribuzione fra i due principali reagenti impiegati, vale a dire la calce ed il bicarbonato di sodio.

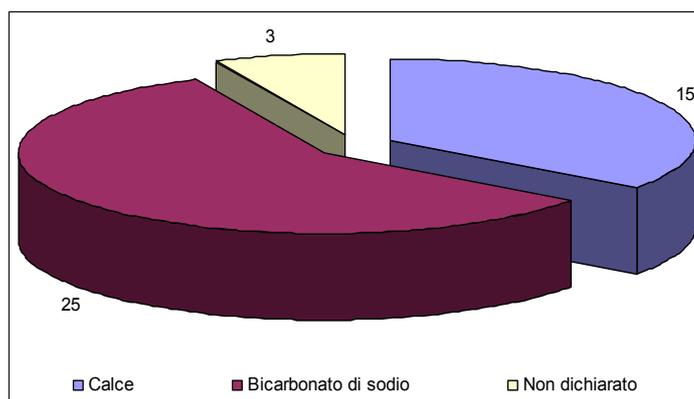
Nella figura 4.16 è riportata la loro distribuzione in funzione del numero di linee installate mentre nella figura 4.17 tale dato è riportato in funzione della capacità di trattamento. Si può notare come benché il numero di linee operanti con bicarbonato di sodio risulti superiore (25 contro 15 della calce), in termini di capacità ponderale di trattamento l'uso della calce risulta preponderante.

Tabella 4.4 – Configurazione dei sistemi di trattamento dei gas acidi

Tipo	Monostadio			Multistadio			Totali
	DA	SD	WS	DA+SD	DA+WS	SD+WS	
Numero di linee	43	12	14	3	23	6	101

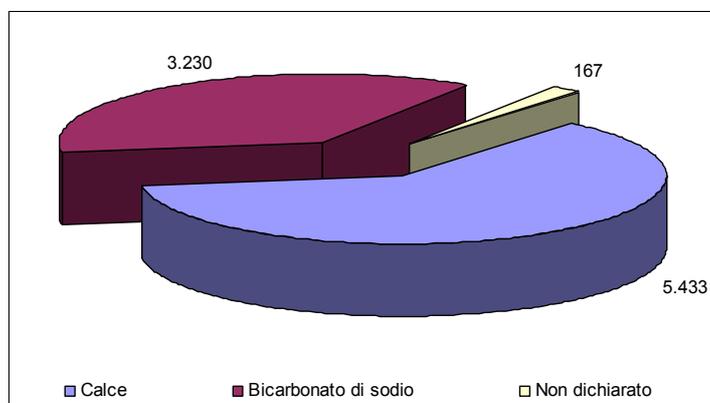
Elaborazione ENEA sui dati raccolti nel corso dell'indagine

Legenda: DA = Reattore a secco; SD = Reattore a semisecco; WS = Reattore ad umido



Elaborazione ENEA sui dati raccolti nel corso dell'indagine

Figura 4.16 – Reagenti impiegati nei sistemi a secco per numero di linee



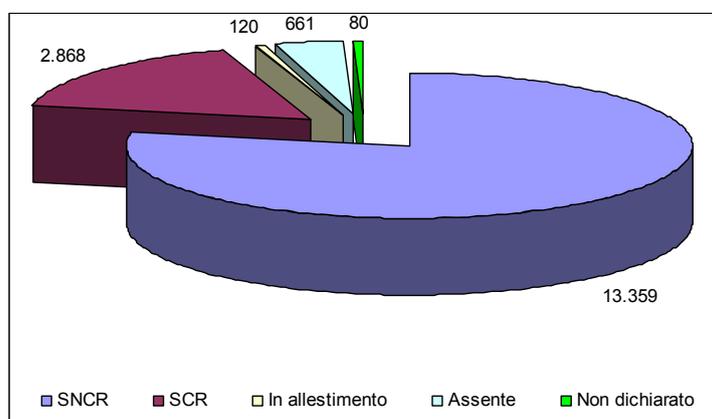
Elaborazione ENEA sui dati raccolti nel corso dell'indagine

Figura 4.17 – Reagenti impiegati nei sistemi a secco per capacità (t/giorno)

Tale andamento trova in parte spiegazione dal fatto che l'impiego del bicarbonato di sodio si è inizialmente diffuso per il revamping necessario ai fini dell'adeguamento alla evoluzione normativa di linee di depurazione fumi esistenti, per lo più caratterizzate da una limitata capacità di trattamento⁷.

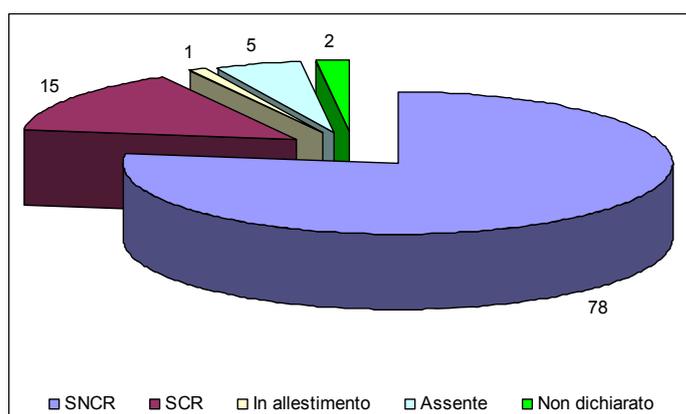
4.7.4 I sistemi di riduzione degli ossidi di azoto

La rimozione degli NO_x viene effettuata per riduzione selettiva catalitica (SCR) o non catalitica (SNCR). Nella sequenza del sistema di trattamento dei fumi la prima opzione trova attualmente collocazione come ultimo stadio a monte del camino, mentre la seconda è localizzata all'interno del generatore di vapore, a livelli di temperatura tali da favorire la reazione di riduzione. Per la riduzione SCR il reagente impiegato è ammoniacca, mentre nel caso di sistemi SNCR può essere costituito da urea o ammoniaca in soluzione acquosa. Dall'esame dei dati (figg. 4.18 e 4.19) si rileva attualmente una netta prevalenza del tipo SNCR, sia in termini di numero di linee che di capacità di trattamento installate. I sistemi SCR sono attualmente installati in 9 impianti, per un totale di 15 linee operative.



Elaborazione ENEA sui dati raccolti nel corso dell'indagine

Figura 4.18 – Distribuzione dei sistemi di riduzione NO_x per capacità (t/giorno)



Elaborazione ENEA sui dati raccolti nel corso dell'indagine

Figura 4.19 – Distribuzione dei sistemi di riduzione NO_x per numero di linee

⁷ Attualmente si registrano anche casi di nuovi impianti che adottano l'impiego di bicarbonato di sodio sin dal primo avviamento dell'impianto.

4.7.5 I sistemi di rimozione dei microinquinanti

La stragrande maggioranza dei sistemi di trattamento dei fumi presenti sul territorio nazionale effettua la rimozione dei microinquinanti organici (PCDD/PCDF) e inorganici (metalli) mediante iniezione di carboni attivi, sui quali tali inquinanti vengono fissati per adsorbimento. L'iniezione dei carboni attivi viene di norma effettuata assieme al reagente alcalino (calce, bicarbonato di sodio).

In alcuni limitati casi (Vercelli, Trezzo d'Adda e Granarolo nell'Emilia) vengono impiegati anche reagenti specifici (TMT 15, sorbalit ecc.)⁸.

Nel caso di presenza di un'unità SCR di rimozione degli ossidi di azoto posta in coda al sistema di trattamento dei fumi, quest'ultima può fungere anche da stadio di polishing finale per le diossine, in sostituzione parziale o totale dell'adsorbimento su carboni attivi.

4.8 Il monitoraggio delle emissioni gassose

Nella scheda del questionario per la rilevazione dei dati tecnici si richiedeva di comunicare le modalità di monitoraggio e campionamento degli inquinanti effluenti al camino. Il quadro delle risposte pervenute è riportato nella tabella A.2.5 dell'Allegato 2.

Il controllo degli inquinanti è effettuato, in accordo alla vigente normativa, secondo le seguenti modalità:

- monitoraggio in continuo dei macroinquinanti (polveri, CO, HCl, HF, SO₂, NO_x) ed in molti casi anche dell'NH₃;
- campionamento periodico e successiva rilevazione analitica per i microinquinanti organici ed inorganici (PCDD/PCDF, IPA, metalli pesanti, Cd, Hg).

Riguardo al campionamento periodico era stato richiesto anche di comunicare la frequenza delle rilevazioni nel corso dell'anno.

Dall'esame dei dati forniti è possibile rilevare:

- per quanto riguarda i microinquinanti organici ed inorganici numerosi impianti effettuano rilevazioni periodiche con frequenza superiore a quella minima prevista (cadenza semestrale) dalla normativa pro-tempore vigente⁹, di norma compresa tra le 3 e le 4 volte all'anno e, in alcuni casi, anche superiore (bimestrale o mensile)¹⁰;

⁸ Trattasi di marchi commerciali di prodotti costituiti da trimecaptotriazina sodica in soluzione al 15% (TMT 15) e di una miscela di calce e carbone attivo nel caso del sorbalit.

⁹ Al momento dell'effettuazione dell'indagine il recupero energetico da RU per gli impianti esistenti era normato dal DM 503/97 che prevedeva la rilevazione dei microinquinanti con cadenza almeno semestrale. Il DLgs 133/2005 prevede attualmente invece una cadenza almeno quadrimestrale.

¹⁰ In base ai dati comunicati 4 impianti (Bolzano, Milano, Falascaia, Gioia Tauro) effettuano il campionamento in continuo delle diossine; sempre 4 impianti (Milano, Ospedaletto, Rufina, Macomer) effettuano il monitoraggio in continuo del mercurio.

- oltre il 50% degli impianti effettua rilevazioni dell'ammoniaca, effettuate in modo periodico con cadenze variabili tra la semestrale e la mensile. In oltre 20 impianti è prevista la rilevazione in continuo di tale inquinante, con limiti alle emissioni (stabiliti dall'Autorità Locale competente) abbastanza diversificati, di norma compresi fra 10 e 20 mg/Nm³ su base giornaliera.

4.9 La produzione e la gestione dei residui

Riguardo alla produzione ed alla gestione dei residui i dati disponibili non consentono di fornire un quadro chiaro ed esaustivo della situazione. In particolare si è dovuto procedere per alcuni impianti ad una bonifica dei dati, effettuata sulla base dei valori medi riscontrati, a causa della mancata comunicazione o incongruenza dei valori forniti.

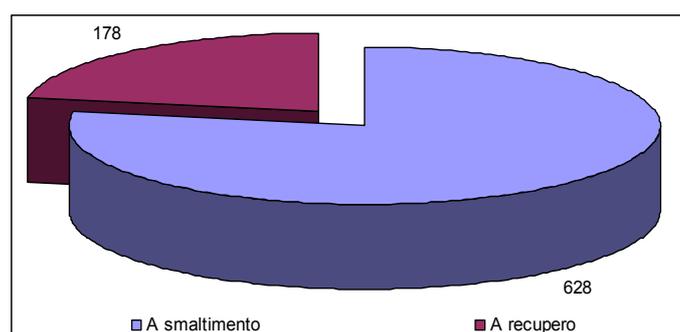
Su queste basi è stato possibile stimare per l'anno 2004 una produzione complessiva di scorie pari a circa 800 kt, mentre le ceneri leggere ed i residui da trattamento dei fumi ammontano complessivamente a circa 200 kt, come riportato in forma sintetica nella tabella 4.5.

Nella figura 4.20 è riportata la ripartizione fra recupero e smaltimento per le scorie; benché il recupero di tale flusso si stia diffondendo, si può osservare come la maggior parte dei quantitativi prodotti (il 78%) venga attualmente ancora smaltita in discarica.

Tabella 4.5 – Produzione e gestione dei residui di trattamento

Area geografica	Scorie						Residui trattamento fumi	
	Produzione		Smaltimento		Recupero		Produzione	
	kt	%	kt	%	kt	%	kt	%
Nord	621,6	77,1	468,9	74,6	152,7	85,9	138,8	70,9
Centro	109,0	13,5	89,9	14,3	19,1	10,7	32,7	16,7
Sud	75,6	9,4	69,6	11,1	6,0	3,4	24,3	12,4
Totale	806,2	100	628,4	100	177,8	100	195,8	100

Elaborazione ENEA sui dati raccolti nel corso dell'indagine



Elaborazione ENEA sui dati raccolti nel corso dell'indagine

Figura 4.20 – Gestione delle scorie, kt (2004)

Le scorie non contenenti sostanze pericolose (CER 19.01.12) sono attualmente per lo più riutilizzate in cementifici come materia prima per la produzione di cemento¹¹.

Per quanto riguarda i residui dal trattamento dei fumi è possibile solo riportare il dato (stimato) della produzione complessiva, mentre in tema di recupero sono da segnalare alcune esperienze riguardanti l'estrazione dei sali sodici ai fini di un loro riutilizzo negli impianti che impiegano il bicarbonato di sodio come reagente. Lo smaltimento viene di norma effettuato in discariche per rifiuti speciali, previa inertizzazione in matrice cementizia, effettuata presso l'impianto di recupero energetico ovvero presso piattaforme di terzi.

¹¹ Sono da segnalare anche alcune esperienze di trattamento delle scorie effettuato in apposite piattaforme. Tra queste si cita l'esperienza dell'impianto "B.S.B prefabbricati s.r.l." sito a Noceto, in provincia di Parma. L'impianto tratta le scorie (circa 30.000 t/a) prodotte dagli impianti Silea di Valmadrera (LC) e HERA di Rimini, Forlì e Ravenna consentendo di recuperare circa 25 mila tonnellate di materiale destinato alla produzione di calcestruzzo, circa 1.500 tonnellate di metalli ferrosi e circa 300 tonnellate di metalli non ferrosi.

5.0 CONCLUSIONI

La presente indagine, condotta congiuntamente da ENEA e Federambiente, ha permesso di individuare sul territorio nazionale, alla data del 31 dicembre 2005, 52 impianti operativi per il trattamento termico dei rifiuti urbani, dei flussi da essi derivati (“frazione secca”, CDR), dei rifiuti sanitari e di alcune categorie di rifiuti speciali.

L’indagine è stata condotta attraverso l’invio di un questionario in formato elettronico con il quale sono stati richiesti informazioni e dati al fine di individuare le principali caratteristiche tecniche degli impianti (capacità nominale di trattamento, tipo di combustore e di generatore di vapore, configurazione dei sistemi trattamento dei fumi, modalità di recupero energetico ecc.), nonché i dati operativo-gestionali del triennio 2002-2004.

I principali risultati conseguiti possono essere così riassunti:

- A fine 2005 erano operativi sul territorio nazionale 52 impianti destinati al trattamento di rifiuti di origine urbana ed assimilati, costituiti da 101 linee, aventi una capacità nominale di trattamento complessiva di poco superiore a 17.000 t/giorno e che nel corso dell’anno 2004 hanno trattato complessivamente circa 4,2 milioni di tonnellate di rifiuti.
- La maggior parte degli impianti censiti (34 su 52) presenta una capacità di trattamento piuttosto ridotta, non superiore alle 300 t/giorno; di questi 8 sono gli impianti che non superano le 100 t/giorno. La capacità nominale media di trattamento dell’intero parco su base annua risulta pari a circa 105.000 tonnellate.
- Per quanto riguarda le tipologie di rifiuti trattati essi sono costituiti principalmente da RU (65%), da flussi (21%) da essi derivati (frazione secca, CDR) tramite trattamenti di tipo meccanico-biologico e, in misura minore, da rifiuti speciali (14%), dei quali la quota preponderante è costituita da rifiuti sanitari (anche pericolosi) e biomasse.
- L’apparecchiatura di combustione di più larga diffusione è costituita dai combustori a griglia che rappresentano circa l’80 % in termini di linee installate e circa l’83% in termini di capacità nominale di trattamento. Seguono il letto fluido (10 impianti operativi) con circa il 15% sia in termini di linee di trattamento che di capacità nominale. Sono anche presenti 4 linee a tamburo rotante.
- Il recupero energetico viene effettuato nella quasi totalità degli impianti (49 su 52) e prevede in tutti i casi la produzione di energia elettrica. La produzione di energia termica è effettuata nell’ambito di uno schema di funzionamento cogenerativo (produzione combinata di energia elettrica e termica) su base stagionale e riguarda solamente 8 impianti, tutti situati nel Nord Italia. Dall’esame dei dati storici a partire dall’anno 2000 si rileva inoltre un incremento significativo per quanto riguarda la produzione di energia elettrica, mentre la produzione di energia termica rimane pressoché costante.
- Per quanto riguarda il trattamento dei fumi finalizzato alla rimozione delle polveri e dei gas acidi si rileva che il sistema maggiormente impiegato è quello di tipo “a secco”, impiegato su 43 delle 101 linee operative, che corrisponde a circa il 50% della capacità totale di trattamento. Seguono i trattamenti di tipo multistadio (32 linee su 101) che mostrano una certa tendenza all’adozione negli impianti di recente costruzione.
- In tema di controllo degli ossidi azoto si rileva che la riduzione selettiva non catalitica in camera di combustione rappresenta di gran lunga (78 linee su 101) il sistema più utilizzato per il rispetto dei limiti normativi vigenti. In concomitanza di richieste di limiti più

restrittivi alle emissioni a livello locale e nel caso di impianti di recente costruzione sono previsti sistemi SCR, attualmente installati in 9 impianti per un totale di 15 linee di trattamento sulle 101 operative. L'ammoniaca viene rilevata al camino con cadenza periodica nella maggior parte degli impianti, mentre in oltre 20 impianti tale inquinante è oggetto di monitoraggio in continuo.

- Il controllo dei microinquinanti organici ed inorganici viene per lo più effettuato tramite adsorbimento su carboni attivi, di norma iniettati assieme al reagente alcalino. In accordo alla vigente normativa la rilevazione di tali inquinanti viene fatta tramite campionamento periodico. Inoltre, secondo quanto dichiarato, 4 impianti effettuano il monitoraggio in continuo del mercurio e 4 impianti effettuano il campionamento delle diossine in continuo, la cui determinazione analitica viene conseguentemente effettuata con frequenze molto superiori a quelle minime previste dalla normativa.
- In termini di emissioni in atmosfera tutti gli impianti rispettano i valori limite previsti dalla normativa pro-tempore vigente (DM 503/97 al momento dell'indagine), salvo rare eccezioni assoggettate alle disposizioni emanate dell'Autorità Locale competente.
- Dal trattamento termico dei rifiuti sono state prodotte nell'anno 2004 circa 800.000 tonnellate di scorie e circa 200.000 tonnellate di residui da trattamento dei fumi, questi ultimi quasi tutti smaltiti in discarica. Per quanto concerne le scorie, invece, si registra una tendenza allo sviluppo del recupero, anche se la maggior parte di esse (circa l'80%) è ancora smaltita in discarica.

L'indagine ha messo in evidenza che il mercato del recupero energetico a livello nazionale è in costante progresso, in linea con quanto accade a livello europeo. Oltre all'aumento dei quantitativi di rifiuti trattati si riscontra un più marcato incremento del recupero energetico, mentre il recupero dei residui di trattamento è in fase di sviluppo. Le emissioni gassose, alla luce degli sviluppi normativi e dell'evoluzione tecnologica, si sono notevolmente ridotte in termini quantitativi rispetto al passato, soprattutto per quanto riguarda l'aspetto dei microinquinanti organici ed inorganici.

Questi fattori fanno sì che il recupero energetico di rifiuti vada evolvendo nella direzione di una sempre maggiore coerenza con gli obiettivi della "sostenibilità", in quanto in grado di dare luogo ad un significativo risparmio di risorse non rinnovabili e, al tempo stesso, di contenere le emissioni di inquinanti e di gas con effetto serra. Gli impianti di ultima generazione si mostrano ben complementari ad altre forme di trattamento e valorizzazione e svolgono un ruolo insostituibile nell'ambito dell'attuazione di un sistema integrato ed ottimizzato di gestione dei rifiuti.

6.0 BIBLIOGRAFIA

- [1] APAT/ONR (2005) “Rapporto rifiuti 2005”, disponibile sul sito web http://www.apat.gov.it/site/it-IT/APAT/Pubblicazioni/Rapporto_Rifiuti
- [2] APAT/ONR (2004) “Rapporto rifiuti 2004”, disponibile sul sito web http://www.apat.gov.it/site/it-IT/APAT/Pubblicazioni/Rapporto_Rifiuti
- [3] APAT/ONR (2003) “Rapporto rifiuti 2003”, disponibile sul sito web http://www.apat.gov.it/site/it-IT/APAT/Pubblicazioni/Rapporto_Rifiuti
- [4] APAT/ONR (2002) “Rapporto rifiuti 2002”, disponibile sul sito web http://www.apat.gov.it/site/it-IT/APAT/Pubblicazioni/Rapporto_Rifiuti
- [5] DLgs 11 maggio 2005, n. 133 “Attuazione della direttiva 2000/76/CE, in materia di incenerimento dei rifiuti”, pubblicato sulla G.U. n. 122/L del 15 luglio 2005
- [6] Direttiva 2000/76/CE del 4 dicembre 2000 relativa all’incenerimento dei rifiuti, pubblicata sulla GUCE del 28 dicembre 2000
- [7] DM 19 novembre 1997, n. 503 “Regolamento recante norme per l’attuazione delle Direttive CEE 89/369 e 89/429 concernenti la prevenzione dell’inquinamento atmosferico provocato dagli impianti di incenerimento dei rifiuti urbani e la disciplina delle emissioni e delle condizioni di combustione degli impianti di incenerimento dei rifiuti urbani, di rifiuti speciali non pericolosi, nonché di taluni rifiuti sanitari”, pubblicato sulla G.U. n. 23 del 29 gennaio 1998
- [8] DM 25 febbraio 2000, n. 124 “Regolamento recante i valori limite di emissione e le norme tecniche riguardanti le caratteristiche e le condizioni di esercizio degli impianti di incenerimento e co-incenerimento dei rifiuti pericolosi, in attuazione della Direttiva 94/67/CEE del Consiglio del 16 Dicembre 1994, e ai sensi dell’articolo 3, comma 2, del DPR 24 maggio 1988, n. 203 e dell’articolo 18, comma 2, lettera a), del DLgs 5 febbraio 1997, n. 22”, pubblicato sulla G. U. n. 114 del 18 maggio 2000
- [9] Merzagora W., Ferrari S. P. “Impianti di trattamento dei rifiuti solidi urbani e assimilabili - Indagine 1995”, AUSITRA-ASSOAMBIENTE, Milano, luglio 1996
- [10] Beone G., Luciani G., Luciani M. (1996) “Banca Dati Termodistruttori RSU-RSA”, Rapporto ENEA
- [11] ANIDA, a cura di (1997), “Considerazioni dell’ANIDA sull’emergenza rifiuti in Italia”, Rifiuti Solidi IX N. 4, luglio-agosto 1997, pp. 269-274
- [12] APAT/ONR (1999) “Secondo rapporto sui rifiuti urbani e sugli imballaggi e rifiuti di imballaggio”
- [13] Federambiente, a cura di (2001), “Impianti di smaltimento: indagine sui termovalorizzatori di RU”, GEA N. 5, 2001, pp. 10-44
- [14] APAT/ONR (2001) “Rapporto rifiuti 2001”, disponibile sul sito web http://www.apat.gov.it/site/it-IT/APAT/Pubblicazioni/Rapporto_Rifiuti

- [15] EUROSTAT (2005), a cura di, “Waste generated and treated in Europe – Data 1995-2003”
- [16] CEWEP “Confederation of European Waste to Energy plants”, disponibile sul sito web <http://www.cewep.com>
- [17] HERA (2006) “Bilancio di sostenibilità ambientale 2005”, disponibile sul sito web http://www.gruppohera.it/bsa_05/italiano/11-3.html

Allegato 1

Il questionario di indagine

DATI IMPIANTO DI INCENERIMENTO
(dove non diversamente specificato i dati sono da riferire alla data del 31.12.2004)

data compilazione

1. INFORMAZIONI GENERALI				
denominazione impianto				
Via,CAP, Comune, Provincia				
proprietario dell'impianto				
Via,CAP, Comune, Provincia				
e-mail				
sito web				
gestore dell'impianto <i>(indicare solo se diverso dal proprietario)</i>				
Via,CAP, Comune, Provincia				
e-mail				
sito web				
n. abitanti serviti				
n. Comuni serviti				
nominativo referente				
telefono				
fax				
e-mail				
1.1 INIZIATIVE IN ATTO O FUTURE				
riportare sinteticamente se sono in atto o previste: ristrutturazioni, costruzione di nuove linee, adeguamenti (es. <i>trattamento fumi</i>)				
riportare sinteticamente iniziative su nuovi impianti di incenerimento rifiuti a livello locale di cui si è a conoscenza				

DATI IMPIANTO DI INCENERIMENTO
(dove non diversamente specificato i dati sono da riferire alla data del 31.12.2004)

2. INFORMAZIONI TECNICHE							
2.1 GENERALITA'							
registrazione EMAS (indicare SI/NO e l'anno di conseguimento avvenuto o previsto)							
certificazione ISO 14000 (indicare SI/NO e l'anno di conseguimento avvenuto o previsto)							
ente di certificazione							
certificazione ISO 9000 (indicare SI/NO e l'anno di conseguimento avvenuto o previsto)							
ente di certificazione							
è stata presentata domanda di rilascio autorizzazione ad emettere gas serra ex L. 316/04 (SI/NO)							
superficie dell'insediamento	totale		coperta		scoperta	m ²	
2.2 DATI TECNICI							
2.2.1 dati comuni							
capacità complessiva di trattamento rifiuti autorizzata						t/a	
LINEA							
	1	2	3	4	5		
anno di 1° avviamento							
anno di ultima ristrutturazione							
anno previsto di chiusura							
stato di funzionamento ⁴						v. legenda	
2.2.2 combustore							
LINEA							
	1	2	3	4	5	u.m.	
portata rifiuti nominale						t/h	
capacità termica nominale						MWt	
potere calorifico inferiore (PCI) nominale						MJ/kg	
costruttore							
tipo ²						v. legenda	
superficie griglia (se applicabile)						m ²	
2.2.3 caldaia							
LINEA							
	1	2	3	4	5	u.m.	
costruttore							
tipo di fluido ³						v. legenda	
condizioni operative:		pressione				bar	
		temperatura				°C	
2.2.4 impianto depurazione fumi							
LINEA							
	1	2	3	4	5		
costruttore							
reagenti chimici impiegati ⁴						v. legenda	
ricircolo fumi (SI/NO)							
linea 1. sequenza dei trattamenti ⁵						v. legenda	
linea 2. sequenza dei trattamenti ⁵						v. legenda	
linea 3. sequenza dei trattamenti ⁵						v. legenda	
linea 4. sequenza dei trattamenti ⁵						v. legenda	
linea 5. sequenza dei trattamenti ⁵						v. legenda	
legenda							
1) O: operativo R: in ristrutturazione A: in avviamento o collaudo C: in costruzione D: dismesso		2) MG: griglia mobile MGWC: griglia mobile raffreddata ad acqua FG: griglia fissa RK: tamburo rotante FBB: letto fluido bollente FBC: letto fluido circolante G: gassificatore O: altro (specificare)		3) S: vapore HW: acqua>120°C WW: acqua<120°C		4) LI: calce SO: soda BI: bicarbonato di sodio AM: ammoniaca UR: urea CA: carboni attivi CK: coke attivato Nas: solfuro di sodio O: altri (specificare)	
5) DA: depurazione a secco SD: semisecco WS: depurazione a umido FF: filtro a maniche EP: elettrofiltro INCR: deNOx non catalitico SCR: deNOx catalitico FGC: condensazione fumi CY: ciclone O: altri (specificare)							

continua...

--- segue

2.2.5 emissioni al camino			LINEA					u.m.
portata fumi nominale			1	2	3	4	5	Nm ³ /h
temperatura di emissione fumi								°C
altezza camino								m
Monitoraggio ed analisi delle emissioni (riportare i limiti autorizzativi alle emissioni, riferiti al periodo temporale più ampio prescritto)								
Rilevazioni in continuo emissioni al camino (indicare SI/NO):			LINEA					u.m.
			1	2	3	4	5	
polveri	SI/NO							
	limite							mg/m ³
SO ₂	SI/NO							
	limite							mg/m ³
NO _x	SI/NO							
	limite							mg/m ³
CO	SI/NO							
	limite							mg/m ³
HF	SI/NO							
	limite							mg/m ³
HCl	SI/NO							
	limite							mg/m ³
TOC	SI/NO							
	limite							mg/m ³
Hg	SI/NO							
	limite							mg/m ³
NH ₃	SI/NO							
	limite							mg/m ³
altro (specificare)	SI/NO							
	limite							mg/m ³
campionamento in continuo PCDD+PCDF (indicare SI/NO)								
Rilevazioni periodiche al camino (indicare frequenza):			LINEA					u.m.
	frequenza (n° rilevazioni/anno)		1	2	3	4	5	
metalli totali	SI/NO							
	limite							mg/m ³
Cd	SI/NO							
	limite							mg/m ³
Hg	SI/NO							
	limite							mg/m ³
NH ₃	SI/NO							
	limite							mg/m ³
IPA	SI/NO							
	limite							mg/m ³
PCDD+PCDF (Teq)	SI/NO							
	limite							ng/m ³
altro (specificare)	SI/NO							
	limite							
2.2.6 Impianto di depurazione acque								
presente in sito (indicare SI/NO)								
Tipologia impianto								
2.2.7 Generazione energia elettrica								
Potenza elettrica nominale ai morsetti generatore								u.m. MW
Cogenerazione elettricità/calore (indicare SI/NO)								
turbina a vapore:								
portata nominale vapore ingresso/scarico				/				t/h
pressione nominale vapore ingresso/scarico				/				bar/bar _{abs}
temperatura nominale vapore ingresso/scarico				/				°C
Spillamenti vapore (indicare SI/NO)								
condensazione vapore (WC=acqua in ciclo aperto, ET=torre evaporativa, AC=aria)								

DATI IMPIANTO DI INCENERIMENTO

(dove non diversamente specificato i dati sono da riferire alla data del 31.12.2004)

3. DATI DI ESERCIZIO 2002-2003-2004					
3.1 ORE ANNUE DI FUZIONAMENTO					
anno		2002	2003	2004	u.m.
linea 1					h
linea 2					h
linea 3					h
linea 4					h
linea 5					h
3.2 RIFIUTI TRATTATI					
anno		2002	2003	2004	u.m.
totale rifiuti trattati					tx10 ³
<i>di cui:</i>					
urbani (non pretrattati)					tx10 ³
frazione secca					tx10 ³
CDR (ex DM 5/2/98)					tx10 ³
sanitari trattati					tx10 ³
sanitari a rischio infettivo					tx10 ³
fanghi					tx10 ³
speciali pericolosi					tx10 ³
speciali non pericolosi					tx10 ³
altri (specificare)					tx10 ³
potere calorifico (PCI) medio					MJ/kg
3.3 PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA					
anno		2002	2003	2004	u.m.
produzione lorda (ai morsetti generatore)					MWh _e
produzione netta					MWh _e
energia totale autoconsumata					MWh _e
<i>di cui:</i>					
autoprodotta					MWh _e
ritirata dalla rete					MWh _e
incentivazioni (CIP= cip 6, CV=certificati verdi)					
3.4 PRODUZIONE ENERGIA TERMICA					
		2002	2003	2004	
produzione netta totale					MWh _t
<i>di cui:</i>					
a rete teleriscaldamento					MWh _t
altri usi (specificare)					MWh _t
3.5 EMISSIONI AL CAMINO					
anno		2002	2003	2004	u.m.
portata fumi annuale (riferita a O ₂ = 11%)					Nm ³ x10 ⁶
polveri totali					mg/Nm ³
	valore medio				t
	massa annua				mg/Nm ³
SO ₂					t
	valore medio				mg/Nm ³
	massa annua				t
NO _x					mg/Nm ³
	valore medio				t
	massa annua				mg/Nm ³
HCl					t
	valore medio				mg/Nm ³
	massa annua				t
CO					mg/Nm ³
HF					mg/Nm ³
TOC					mg/Nm ³
NH ₃					mg/Nm ³
metalli totali					mg/Nm ³
Hg					mg/Nm ³
Cd + Tl					mg/Nm ³
IPA					mg/Nm ³
PCDD + PCDF (Teq)					ng/Nm ³

continua...

--- segue

3.6 RESIDUI SOLIDI					
anno		2002	2003	2004	u.m.
ceneri pesanti e scorie:	totali				tx10 ³
	di cui:	a smaltimento			tx10 ³
		a recupero			tx10 ³
ceneri leggere	totali				tx10 ³
	di cui:	a smaltimento			tx10 ³
		a recupero			tx10 ³
residui trattamento fumi	totali				tx10 ³
	di cui:	a smaltimento			tx10 ³
		a recupero			tx10 ³
metalli ferrosi a recupero					tx10 ³
metalli non ferrosi a recupero					tx10 ³
altro (specificare)					tx10 ³
3.7 EFFLUENTI LIQUIDI					
anno		2002	2003	2004	u.m.
totale effluenti					m ³ x10 ³
di cui:	trattamento fumi				m ³ x10 ³
	da spegnimento scorie				m ³ x10 ³
	da raffreddamento				m ³ x10 ³
	altro (specificare)				m ³ x10 ³
caratteristiche medie a valle del trattamento					
SST					mg/l
BOD5					mg/l
COD					mg/l
azoto totale					mg/l
fosforo totale					mg/l
metalli					mg/l
3.8 CONSUMO COMBUSTIBILI					
anno		2002	2003	2004	u.m.
gasolio					t
metano					Sm ³ x10 ³
altro (specificare)					...
3.9 CONSUMI IDRICI					
anno		2002	2003	2004	u.m.
totali					m ³ x10 ³
di cui:	da falda				m ³ x10 ³
	da rete municipale				m ³ x10 ³
	da acque superficiali				m ³ x10 ³
	altro (specificare)				m ³ x10 ³
3.10 PERSONALE					
anno		2004			u.m.
in turno					n.
giornaliero					n.
manutenzione					n.
esterno (specificare)					n.
altro (specificare)					n.
totale					n.

Allegato 2

Tabelle di sintesi dei risultati dell'indagine

Tabella A.2.1 – Informazioni generali

N°	Località	Indirizzo	Proprietario	Gestore	N°abitanti N°comuni
1	Mergozzo (VB)	Località Prato Michelaccio Mergozzo (VB)	Conservco SpA Via Olanda 55 28922 Verbania Pallanza (VB) www.conservco.it	Conservco SpA Via Olanda 55 28922 Verbania Pallanza (VB) www.conservco.it	105.129 46
2	Vercelli (VC)	TM.T SpA Tecnitalia Via per Asigliano, 6 13100 Vercelli	ATEn.A Patrimonio SpA Corso Palestro 126 13100 Vercelli www.atenapatrimonio.net	TM.T SpA Tecnitalia Via del Molo, 3 19126 La Spezia	179.836 86
3	Bergamo (BG)	GE 40/10 Via Goltara 23 24100 Bergamo	BAS Power Srl Via Coduzzi 46 24100 Bergamo www.bas.bg.it	BAS Power Srl Via Coduzzi 46 24100 Bergamo www.bas.bg.it	
4	Brescia (BS)	Termoutilizzatore Via Malta 25/R 25124 Brescia	ASM Brescia SpA Via Lamarmora 230 25124 Brescia www.asm.brescia.it	ASM Brescia SpA Via Lamarmora 230 25124 Brescia www.asm.brescia.it	1.100.000 215
5	Busto Arsizio (VA)	Strada Comunale di Arconate 121 21052 Busto Arsizio (VA)	ACCAM SpA Strada Comunale di Arconate 121 21052 Busto Arsizio (VA) www.accam.it	Commissioning Italia SpA P.zza Buffoni 3 21013 Gallarate (VA)	422.099 27
6	Como (CO)	Località La Guzza 22100 Como	ACSM SpA Via Stazzi 2 22100 Como www.acsm.it	ACSM SpA Via Stazzi 2 22100 Como www.acsm.it	
7	Corteolona (PV)	Località Manzola Fornace 27014 Corteolona (PV)	Ecoenergia Srl Località Manzola Fornace 27014 Corteolona (PV)	Ecoenergia Srl Località Manzola Fornace 27014 Corteolona (PV)	
8	Cremona (CR)	Via Antichi Budri 26100 Cremona	AEM SpA Viale Trento e Trieste 38 26100 Cremona www.aemcremona.it	AEM Gestioni Srl Viale Trento e Trieste 38 26100 Cremona	320.000 115
9	Dalmine (BG)	ITR NOY 400 Via Dossi 24044 Dalmine (BG)	Green Holding www.greenholding.it	REA Dalmine www.readalmine.it	670.000 209
10	Desio (MI)	Via Gaetana Agnesi, 272 20033 Desio (MI)	Brianza Energia Ambiente SpA Via Gaetana Agnesi 272 20033 Desio (MI) www.beabrianza.it	Brianza Energia Ambiente SpA Via Gaetana Agnesi 272 20033 Desio (MI) www.beabrianza.it	280.000 17
11	Milano (MI)	Via L.C. Silla 249 20153 Milano	AMSA SpA Via Olgettina 25 20132 Milano www.amsa.it	AMSA SpA Via Olgettina 25 20132 Milano www.amsa.it	
12	Parona (PV)	Strada Vicinale per Vigevano 27020 Parona (PV)	Lomellina Energia Viale Caboto 1 20094 Corsico (MI)	Lomellina Energia Viale Caboto 1 20094 Corsico (MI)	
13	Sesto S. Giovanni (MI)	Via Manin 181 20099 Sesto S. Giovanni (MI)	CORE SpA Via Manin 181 20099 Sesto S. Giovanni (MI) www.coresesto.it	CORE SpA Via Manin 181 20099 Sesto S. Giovanni (MI) www.coresesto.it	269.000 7
14	Trezzo d'Adda (MI)	Trezzo d'Adda (MI)	Prima Srl www.actelios.it	Ambiente 2000 Srl www.termotrezzo.it	750.000
15	Valmadrera (LC)	Via Vassena 6 23852 Valmadrera (LC)	Silea SpA Via Vassena 6 23852 Valmadrera (LC) www.sileaspa.it	Silea SpA Via Vassena 6 23852 Valmadrera (LC) www.sileaspa.it	310.000 92

continua...

--- segue

N°	Località	Indirizzo	Proprietario	Gestore	N°abitanti N°comuni
16	Bolzano (BZ)	Via Lungo Isarco sx 57 39100 Bolzano	Linea 1: Comune di Bolzano Linea 2: Provincia di Bolzano	Ecocenter SpA Via Lungo Isarco sx 57 39100 Bolzano www.ecocenter.it	350.000 60
17	Ca' del Bue (VR)	Via Sasse 37132 Verona	AGSM Verona SpA Lungadige Galtarossa 37133 Verona www.agsm.it	AGSM Verona SpA Lungadige Galtarossa 37133 Verona www.agsm.it	419.400 28
18	Fusina (VE)	Via della Geologia 31 30174 Venezia	Vesta SpA Via di Santa Croce 489 30135 Venezia www.vestaspaspa.it	Ecoprogetto Venezia Via della Geologia 31 30174 Venezia www.ecoprogettoveneziam.it	100.000 3
19	Padova (PD)	V.le Navigazione Interna 34 31030 Padova	ACEGAS-APS SpA Via Maestri del Lavoro 8 34123 Trieste www.acegas-aps.it	ACEGAS-APS SpA Via Maestri del Lavoro 8 34123 Trieste www.acegas-aps.it	402.382 20
20	Schio (VI)	Via Lago di Pusiano, 4 36015 Schio (VI)	Alto Vicentino Ambiente Srl Via Lago di Pusiano, 4 36015 Schio (VI) www.altovicentinoambiente.it	Alto Vicentino Ambiente Srl Via Lago di Pusiano, 4 36015 Schio (VI) www.altovicentinoambiente.it	200.000 42
21	Trieste (TS)	Via Errera 11 34147 Trieste	ACEGAS-APS SpA Via Maestri del Lavoro 8 34123 Trieste www.acegas-aps.it	ACEGAS-APS SpA Via Maestri del Lavoro 8 34123 Trieste www.acegas-aps.it	483.581 46
22	Coriano (RN)	Via Ralbano 32 Coriano (RN)	HERA SpA Via C. Berti Pichat 2/4 40127 Bologna www.gruppohera.it	HERA SpA Via C. Berti Pichat 2/4 40127 Bologna www.gruppohera.it	283.239 19
23	Ferrara Canalb. (FE)	Via C. Diana 44 Zona P.m.i. 44100 Cassana (FE)	HERA SpA Via C. Berti Pichat 2/4 40127 Bologna www.gruppohera.it	HERA SpA Via C. Berti Pichat 2/4 40127 Bologna www.gruppohera.it	131.000 1
24	Ferrara Conch. (FE)	Via Conchetta 100 44100 Malborghetto (FE)	HERA SpA Via C. Berti Pichat 2/4 40127 Bologna www.gruppohera.it	HERA SpA Via C. Berti Pichat 2/4 40127 Bologna www.gruppohera.it	131.000 1
25	Forlì (FO)	Via Grigioni 19 47100 Forlì	HERA SpA Via C. Berti Pichat 2/4 40127 Bologna www.gruppohera.it	HERA SpA Via C. Berti Pichat 2/4 40127 Bologna www.gruppohera.it	160.000 15
26	Granarolo nell'Emilia (BO)	"nuovo WTE" Via del Frullo, 5 40057 Granarolo dell'Emilia (BO)	Frullo Energia Ambiente Srl Via C. Berti Pichat, 2/4 40127 Bologna www.feafullo.it	TM.E Spa Via del Molo, 3 19126 La Spezia	160.000 15
27	Modena (MO)	Via Cavazza 45 41100 Modena	HERA SpA Via Razzaboni 80 41100 Modena www.gruppohera.it	HERA SpA Via Razzaboni 80 41100 Modena www.gruppohera.it	250.000 4
28	Piacenza (PC)	Via Borgoforte 22 29100 Piacenza	Tecnoborgo SpA	Tecnoborgo SpA	250.000 4
29	Ravenna (RA)	SS 309 Romea 48100 Ravenna	HERA SpA Via C. Berti Pichat 2/4 40127 Bologna www.gruppohera.it	HERA SpA Via C. Berti Pichat 2/4 40127 Bologna www.gruppohera.it	5
30	Reggio Emilia (RE)	Via dei Gonzaga 46 42100 Reggio Emilia	ENIA SpA Strada S. Margherita, 6/A 43100 Parma www.eniaspa.it	ENIA SpA Strada S. Margherita, 6/A 43100 Parma www.eniaspa.it	400.000 37

continua...

... segue

N°	Località	Indirizzo	Proprietario	Gestore	N°abitanti N°comuni
31	Arezzo (AR)	Vicinale dei Mori – Loc. San Zeno 52040 Arezzo	A.I.S.A. SpA Arezzo Via Trento e Trieste 163 52100 Arezzo www.aisaspa.com	A.I.S.A. SpA Arezzo Via Trento e Trieste 163 52100 Arezzo www.aisaspa.com	100.000 10
32	Castelnuovo di Garfagnana (LU)	Località Belvedere 1 55032 Castelnuovo di Garfagnana (LU)	Se.Ver.A.SpA Località Belvedere 1 55032 Castelnuovo di Garfagnana (LU)	Se.Ver.A.SpA Località Belvedere 1 55032 Castelnuovo di Garfagnana (LU)	43.000 18
33	Falascaia (LU)	Via delle Colmate 55045 Pietrasanta (LU)	Comune di Pietrasanta P.zza Matteotti 55045 Pietrasanta (LU)	T.E.V. Termoennergia Versilia Via del Molo, 3 19126 La Spezia www.termoversilia.it	
34	Livorno (LI)	Via dell'Artigianato 32 Livorno	AAMPS SpA Via Bandi 15 57100 Livorno	AAMPS SpA Via Bandi 15 57100 Livorno	160.000 1
35	Montale Agliana (PT)	Via Walter Tobagi 16 51037 Montale Agliana (PT)	CIS SpA Via Walter Tobagi 16 51037 Montale Agliana (PT) www.cis-spa.it	CIS SpA Via Walter Tobagi 16 51037 Montale Agliana (PT) www.cis-spa.it	50.000 3
36	Ospedaletto (PI)	Via di Granuccio Ospedaletto (PI)	n.d.	Geofor SpA Via Scolmatore Gello Pontedera (PI)	150.000 3
37	Poggibonsi (SI)	Pian de Foci Poggibonsi (SI)	Siena Ambiente SpA Località Salceto 55 Poggibonsi (SI) www.sienambiente.it	Siena Ambiente SpA Località Salceto 55 Poggibonsi (SI) www.sienambiente.it	60.000
38	Rufina (FI)	I Cipressi SS Tosco Romagnola km 103,700 50068 Rufina (FI)	n.d.	n.d.	56.058 8
39	Scarlino (GR)	Centrale di Ambiente SpA Loc. Casone 58020 Scarlino (GR)	Ambiente SpA Loc. Casone 58020 Scarlino (GR)	Ambiente SpA Loc. Casone 58020 Scarlino (GR)	
40	Terni (TR)	Via Ratini, 6 05100 Terni	ASM Terni Via Ratini, 6 05100 Terni	ASM Terni Via Ratini, 6 05100 Terni	150.000 12
41	Tolentino (MC)	COSMARI Piane di Chienti 62029 Tolentino (MC)	COSMARI Piane di Chienti 62029 Tolentino (MC)	COSMARI Piane di Chienti 62029 Tolentino (MC)	280.000
42	Colleferro 1 (RM)	Via Vittorio Emanuele snc 00034 Colleferro (RM)	Mobilservice srl Via Colledoro 45-47 00034 Colleferro (RM) www.consorziogaia.it	Mobilservice srl Via Colledoro 45-47 00034 Colleferro (RM) www.consorziogaia.it	
43	Colleferro 2 (RM)	Via Vittorio Emanuele snc 00034 Colleferro (RM)	EP Sistemi SpA Via Colledoro 45-47 00034 Colleferro (RM) www.consorziogaia.it	EP Sistemi SpA Via Colledoro 45-47 00034 Colleferro (RM) www.consorziogaia.it	
44	S. Vittore del Lazio (FR)	Località Valle Porchio 3040 S. Vittore del Lazio (FR)	E.A.L.L. S.r.L. Via Giordano Bruno 5100 Terni	E.A.L.L. S.r.L. Via Giordano Bruno 5100 Terni	
45	Massafra (TA)	Contrada Console 74016 Massafra (TA)	Appia Energy Srl Via Libertini 63 74016 Massafra (TA)	Appia Energy Srl Via Libertini 63 74016 Massafra (TA)	250.000
46	Statte (TA)	SS 7 Appia km 642 74010 Statte (TA)	Comune di Taranto P.zza Castello 1 74100 Taranto	TM.E Termomeccanica Ecologia Via del Molo, 3 19126 La Spezia www.termomeccanica.com	1

continua...

... segue

N°	Località	Indirizzo	Proprietario	Gestore	N°abitanti N°comuni
47	Gioia Tauro (RC)	Contrada Cicerna 89013 Gioia Tauro (RC)	Ufficio del Commissario per l'emergenza rifiuti in Calabria Via delle Repubbliche Marinare 89063 Catanzaro Lido (CZ)	TM.E Termomeccanica Ecologia Via del Molo, 3 19126 La Spezia www.termomeccanica.com	630.000 154
48	Melfi (PZ)	Strada Vicinale Montelugo 85025 Melfi (PZ)	Fenice SpA Via Acqui 86 10090 Cascine Vica Rivoli (TO) www.fenicespa.com	Fenice SpA Via Acqui 86 10090 Cascine Vica Rivoli (TO) www.fenicespa.com	100.000 5
49	Potenza (PZ)	Contrada san Luca Branca 85100 Potenza	Comune di Potenza P.zza Matteotti 85100 Potenza	TM.E Termomeccanica Ecologia	230.000
50	Macomer (NU)	Località Tossilo 08015 Macomer (NU)	Consorzio Industriale di Macomer 08015 Macomer (NU) www.tossilo.it	Tossilo tecnoservice SpA	82
51	Macchiareddu (CA)	Strada Dorsale Consortile km 10,500 Casic (CA)	Casic Viale Diaz 86 (CA)	Tecnocasic Viale Diaz 86 (CA) www.tecnocasic.it	260.000
52	Messina (ME)	Torrente Pace 98158 Messina	Comune di Messina P.zza Europa 98100 Messina	Messinambiente Via Dogali, 50 98122 Messina	1

Tabella A.2.2 – Principali caratteristiche tecniche degli impianti (2005)

N°	Località	N° Linee	Anno	Capacità trattamento termica ⁽¹⁾		Combustore			Generatore vapore			Trattamento fumi	Potenza elettrica	
				t/g	MW	Tipo	Costruttore	bar	°C	Costruttore	MW		MW	
1	Mergozzo (VB)	2	1960/97 1991/04	106	12,8	MG	De Bartolomeis	40	360	De Bartolomeis	SNCR+SD+FF	4,0	4,0	
2	Vercelli (VC)	3	1991/03 1997/04	225	30,3	MG	Babcock	34	360	Frassi e De Ferrari	SNCR+EP+DA+FF+WS	2,6	1,39	
3	Bergamo (BG)	1	2003 1998	216	40	FBB	CCT/EPI	56	440	CCT	FF+DA+FF+SCR	11,5	84,4	
4	Brescia (BS)	3	1998 2004	2.484	176,6	MG	Martin	70	460	Ansaldo Caldaie	SNCR+DA+FF	84,4	84,4	
5	Busto Arsizio (VA)	2	2000	504	53,7	MG	W+E	40	380	Cel Insteam Comef	SNCR+SD+FF+WS	11,0	11,0	
6	Como (CO)	2	1967/05 1997/05	120 150	14,2 17,8	MG	De Bartolomeis	40	240	Galleri	EP+DA+FF+SCR	5,5	5,5	
7	Corticolona (PV)	1	2004	180	34	FBB		40	410		SNCR+CY+QC+DA+FF	9,0	2,0	
8	Cremona (CR)	2	1997 2001	300	35,6	MG	Steinmueller	40	385	Crugnola Sprinco	SNCR+SD+FF+WS	4,0	4,0	
9	Dalmine (BG)	2	2001	450	55,8	MGWC	Noyvallesina eng.	67	430	Macchi	EP+DA+FF+SCR	19,0	19,0	
10	Desio (MI)	2	1976/03	240	29	MG	De Bartolomeis	23	221	Mariotti	SNCR+EP+DA+FF	5,6	5,6	
11	Milano (MI)	3	2000	1450	184,5	MG	ABB/W&E	52	440	ABB	SNCR+EP+DA+FF	59,0	59,0	
12	Parona (PV)	1	2000	347	52	FCB	Foster Wheeler	63	440	Foster Wheeler	DA+FF	19,5	19,5	
13	Sesto S. G. (MI)	3	2001	237	31,2	MG	De Bartolomeis	40	360	Crugnola - Termosud	SNCR+EP+WS+FF	5,5	5,5	
14	Trezzo d'A. (MI)	2	2002	500	82,4	MGWC	Von Roll	40	400	CCT	SNCR+DA+FF+WS	18,6	18,6	
15	Valmadrera (LC) ⁽²⁾	3	1981 2005	240 161	23,0 19,4	MG	De Bartolomeis	20	350		EP+WS SNCR+EP+WS	3,6	3,6	
16	Bolzano (BZ)	2	1988/01 1994	120 180	20,3 30,5	MG	Lurgi	42	248/360	Sices	FF+WS+SCR	3,3	2,8	
17	Ca' del Bue (VR)	2	1999	288	70	FBB	Thyssen	54	380	Fontana	SNCR+CY+SD+FF	17,0	17,0	
18	Fusina (VE)	1	1998	175	17,3	MG	ABB	42	380		SNCR+SD+FF+WS	5,7	5,7	
19	Padova (PD)	2	1965/05 1972/01	140 150	14,9 16	MG	ATI	48	380		SNCR+DA+FF+WS SNCR+EP+ET+DA+FF	1,5	2,5	
20	Schio (VI)	3	1982/04 1992 2004	36 60 100	4 9 17	MG	Snamprogetti Snamprogetti Atzwanger-Publiconsult	20 20 40	240 300 380		SNCR+EP+SD+DA+FF SNCR+EP+DA+FF+WS SNCR+EP+DA+FF	6,6	6,6	
21	Trieste (TS)	3	2000/04 2004	612	65,3	MG	W+E ABB Martin	39 39 39	385 385 385	Insteam Comef Ruths	SNCR+DA+FF+WS	17,2	17,2	
22	Coriano (RN)	3	1976/94 1976/94	240	26	MG	Von Roll	45	259	Crugnola	SNCR+EP+DA+FF	10,3	10,3	
23	Ferrara Can. (FE)	1	1991/01 1993/99	200 150	20 18	MG	Public Consult De Bartolomeis	49 37	265 380	Ruths De Bartolomeis	SNCR+EP+DA+FF SNCR+SD+FF+WS	3,49	3,49	
24	Ferrara Conch. (FE) ⁽³⁾	1	1976/02	94	11,5	MG	De Bartolomeis	-	-	-	EP+DA+FF	0,0	0,0	
25	Forlì (FO)	2	1976/00	200	39,0	MG	Public Consult	40	370	EMIT	SNCR+EP+WS+FF	5,44	5,44	
26	Granarolo E. (BO)	2	2005	600	81,4	MGWC	Von Roll	50	440	CCT	FF+WS+SCR	22,0	22,0	
27	Modena (MO)	3	1980/94 1995	288 250	18,3 15,8	MG	Von Roll	20	360	CCT MAW	SNCR+EP+DA+FF	7,2	7,2	

continua...

...segue

N°	Località	Linee	Anno	Capacità trattamento termica ⁽¹⁾		Combustore		Generatore vapore		Trattamento fumi	Potenza elettrica MW	
				t/g	MW	Tipo	Costruttore	bar	°C			Costruttore
28	Piacenza (PC)	2	2002	360	44,4	MG	Martin	40	390	CNIM	SNCR+EP+DA+FF	11,7
29	Ravenna (RA)	1	2000	156	28,0	FBB	EPI	40	390	CCT	SNCR+CY+DA+FF+WS	6,25
30	Reggio Emilia (RE)	2	1968/04 1968/05	200	16,0	MG	De Bartolomeis	10	280	Carimati/Sprinco	SNCR+EP+DA+FF	4,3
31	Arezzo (AR)	1	2000	150	14,5	MG		40	380	Crugnola	SNCR+SD+FF	3,0
32	Castelnuovo di G. (LU)	1	1977/97	36	4,5	MG	Alberti Fonsar	40	250	Sprinco	SNCR+DA+FF	0,73
33	Falascia (LU)	2	2002	180	24,6	FCB	TME	40	400	TME	SNCR+CY+DA+FF+WS	5,79
34	Livorno (LI)	2	1974/03	180	31,2	MGWC	SECTI	38	370	Secit/Frassi	SNCR+DA+FF	6,67
35	Montale A. (PT)	2	1976/01	75 45	9,8 5,9	RK	Tecnitalia - Secit	38	380	Crugnola	SNCR+EP+DA+FF	0,85
36	Ospedaletto (PI)	2	1980/02	240	19,0	MG	Alstom/De Bartolomeis	38	377	Saporiti	SNCR+CY+DA+FF+FGC	4,44
37	Poggibonsi (SI)	2	1977/97	80	7,0	MG		40	360		SNCR+DA+FF	1,5
38	Rufina (FI)	1	1995	37	2,4	MG					DA+FF	0,0
39	Scarlino (GR)	3	2000	410	55,6	FBB					SNCR+EP+DA+WS	18,0
40	Terni (TR)	2	1998	100	14,6	MG	SECTI	42	360	Crugnola	SNCR+WS+FF+WS	2,47
41	Tolentino (MC)	1	1989	43	5,8	MG		30	320		EP+WS+DA+FF	1,1
42	Colleferro 1 (RM)	1	2003	330	52,0	MGWC	Lurgi - Pianimpianti	43	410	CCT	SD+FF+SCR	13,6
43	Colleferro 2 (RM)	1	2003	330	49,0	MGWC	Lurgi - Pianimpianti	43	410	CCT	SD+FF+SCR	13,6
44	S. Vittore L. (FR)	1	2002	288	49,0	MGWC	Lurgi	42	415	CCT	SNCR+SD+FF	13,6
45	Massafra (TA)	1	2003	312	49,5	FBB	CCT	45	400	CCT	SNCR+DA+FF	12,3
46	Slatte (TA)	2	1976/01	200	26,6	MG	Von Roll	39	390	Fontana Sud	SNCR+EP+SD+FF	3,7
47	Gioia Tauro (RC)	2	2005	415	60,0	FBB	Kvaerner	41	405	Kvaerner/CCT	SNCR+CY+DA+FF	17,3
48	Melfi (PZ)	2	1999/05	120 108	20,3 13,1	MG RK					DA+FF+WS+SCR	7,0
49	Potenza (PZ)	2	2005	72	7,0	MG	FISIA Italimpianti	35	350	Macchi	SNCR+DA+FF	1,15
			1995/05	168	18,6	MG	De Bartolomeis	40	390	Frassi e De Ferrari	SNCR+DA+SD+FF	
50	Macchiareddu (CA)	4	1995/05 1995/05 2005	168 80 168	18,6 7,0 18,6	MG RK MG	W+E	38	380	Kawasaki	SNCR+DA+SD+FF SNCR+EP+DA+FF+WS SNCR+DA+FF+WS	13,9
51	Macomer (NU)	2	1994 1998	144	17,5	FBB	CTIP/Ebara TME	35	370	KTI Frassi e De Ferrari	SD+FF+SCR	2,0
52	Messina (ME)	2	1979/01	100	10,2	MG	Alberti/Fonsar	6	750	Sprinco ⁽⁴⁾	DA+FF+WS	0,0
Totale		101		17.088	2.191							536

Elaborazione ENEA sui dati raccolti nel corso dell'indagine

- (1) I valori riportati in corsivo della capacità termica, non dichiarati, sono stati ricavati come: [(capacità oraria dell'impianto) x (potere calorifico nominale dei rifiuti)]
- (2) I dati della prima riga sono relativi alle linee 1 e 2. Il valore della potenza elettrica riportato non include la linea 3.
- (3) L'impianto è stato definitivamente chiuso il 31 dicembre 2005
- (4) Trattasi di un sistema di recupero calore per soli usi interni del tipo ad olio diatermico

Legenda:

(voce "Combustore"): MG = griglia; MGWC = griglia raffreddata ad acqua; FBB = letto fluido bollente; FCB = letto fluido bollente; FCG = Reattore a semisecco; WS = Reattore ad umido; SNCR = abbattimento NOx non catalitico; SCR = abbattimento NOx catalitico; QC = Quencher; ET = torre evaporativa

(voce "Trattamento fumi"): CY = ciclone; EP = Elettrofiltro; FF = Filtro a maniche; FGC = condensazione fumi; DA = Reattore a secco; SD = Reattore a semisecco; WS = Reattore ad umido; SNCR = abbattimento NOx non catalitico; SCR = abbattimento NOx catalitico; QC = Quencher; ET = torre evaporativa

Tabella A.2.3 – Rifiuti trattati e residui prodotti ⁽¹⁾, t (2004)

N°	Località	RU	FS	CDR	RSAT	RSARI	Fanghi	RS(NP)	RS(P)	Altri	Totale	Scorie			Residui trattamento fumi
												Produzione	Smaltimento	Recupero	
1	Mergozzo (VB)	28.999									28.999	7.797		7.797	575
2	Vercelli (VC)	50.340	1.530		2.645					2.851	57.366	13.549	2,0	13.547	1.028
3	Bergamo (BG)			48.000							48.000	5.023	2,260	2.763	3.880
4	Brescia (BS)	420.440						300.666			721.106	141.217	141.217		33.414
5	Busto Arsizio (VA)	81.955			4.132			8.811			94.898	17.299	17.299		3.702
6	Como (CO)	72.268									72.268	16.181	16.181		1.469
7	Corteolona (PV)			37.400							37.400	2.393	2,393		5.345
8	Cremona (CR)	53.836			529			10.630			64.995	13.377	3,344	10.033	2.280
9	Dalmine (BG)	113.300						24.200			137.500	23.800	23,800		5.300
10	Desto (MI)		45.857		3.152			97			49.106	10.436	4,042	6.394	6.375
11	Milano (MI)	335.000									335.000	47.926		47.926	13.723
12	Parona (PV)	96.110	30.600	15.500							142.210	6.000		6.000	11.000
13	Sesto S. G. (MI)	60.300									60.300	13.443	1,443	12.000	1.001
14	Trezzo d'A. (MI)		152.540								152.540	29.898	29,898		6.429
15	Valmadra (LC)	56.700			5.600						62.300	13.900	2,300	11.600	760
16	Bolzano (BZ)	81.000									81.000	21.764	21,764		1.350
17	Ca' del Bue (VR)			37.388						5.098	42.486	4.600	2,100	2.500	3.400
18	Fusina (VE)	127	50.235			1		2.086			52.449	13.041	13,041		1.707
19	Padova (PD)	52.947			2.773			3.118	2.837		61.675	14.178	14,178		2.000
20	Schio (VI)		30.900			4.700		19.500		2.250	57.350	16.000	5,000	11.000	2.000
21	Trieste (TS)	118.565		1.018		1.275		17.385			138.243	35.488	35,488		4.485
22	Coriano (RN)	119.852				847		5.328			126.027	36.964	20,754	16.210	3.751
23	Ferrara Canal. (FE)	30.883						7.957			38.840	10.374	10,374		1.569
24	Ferrara Conch. (FE)	19.887			613						20.500	5.871	5,871		480
25	Forlì (FO)	35.000						6.400			41.400	9.900	9,500	400	2.090
26	Granarolo nell'E. (BO) ⁽²⁾	164.536			2.418			12.722			179.676	36.492	36,492		7.570
27	Modena (MO)	108.000			5.000			2.000			115.000	31.880	28,037	3.843	3.650
28	Piacenza (PC)	108.866				750			1.793		111.409	22.133	22,133		3.231
29	Ravenna (RA)			44.711							44.711	685		685	5.250
30	Reggio Emilia (RE)														
31	Arezzo (AR)	38.318									38.318	9.723	9,723		1.226
32	Castelnovo G. (LU)	11.600									11.600	3.640	3,640		520
33	Falascia (LU)			46.849							46.849	2.456	2,456		6.863
34	Livorno (LI)		44.806								44.806	10.134	10,134		1.392
35	Montale Agliana (PT)	28.600	350		990			3.090			33.030	8.318	8,318		1.048
36	Ospedaletto (PI)	52.293				3.525		2.126			57.944	14.451	14,451		1.559
37	Poggibonsi (SI)	16.960		2.728				748			20.436	5.907	5,907		446
38	Rufina (FI)	9.759			31			100	88		9.978	2.670	2,670		382

continua...

... segue

N°	Località	RU	FS	CDR	RSAT	RSARI	Fanghi	RS(NP)	RS(P)	Altri	Totale	Scorie		Residui trattamento fumi	
												Produzione	Smaltimento	Recupero	Produzione
39	Scarlino (GR)	1.390					50.210				51.600	10.480	10.480		2.694
40	Terni (TR)		25.600		1.200		400				27.200	4.920	4.920		655
41	Tolentino (MC)	18.983									18.983	3.920	3.920		991
42	Colleferro 1 (RM)			83.105							83.105	10.500	593	9.907	5.131
43	Colleferro 2 (RM)			72.976							72.976	9.500	300	9.200	4.000
44	S. Vittore del Lazio (FR)			80.300							80.300	12.390	12.390		5.800
45	Massafra (TA)			44.190							44.190	2.554	1.956	598	7.686
46	Statte (TA)	48.700									48.700	13.250	13.250		1.240
47	Gioia Tauro (RC)										<i>non operativo nel 2004</i>				
48	Melfi (PZ)	25.000			2.000		10.000	10.000			47.000	9.706	9.706		2.453
49	Potenza (PZ)										<i>non operativo nel 2004</i>				
50	Macciaredda (CA)	190.000	1.000			9.000	13.600				213.600	40.000	40.000		8.000
51	Macomer (NU)	76.833				503	1.304			326	78.966	4.691	4.691		4.419
52	Messina (ME)	20.506									20.506	5.437	5.437		465
Totale		2.747.853	383.418	514.165	25.751	16.430	9.503	245.079	12.925	269.717	4.224.841	806.256	628.416	177.840	195.784

Elaborazione ENEA sui dati raccolti nel corso dell'indagine

Note:

- (1) I valori riportati in corsivo sono stati ricavati da stime, in quanto non dichiarati.
- (2) I dati relativi a Granarolo nell'Emilia (BO) sono riferiti al vecchio impianto non più operativo; le sue principali caratteristiche erano le seguenti: 3 linee, capacità 165.000 t/a, combustore a griglia, trattamento fumi costituito da elettrofiltra + lavaggio fumi

Legenda

RU = rifiuti urbani; FS =razione secca; CDR = combustibile derivato da rifiuti; RSAT = rifiuti sanitari trattati; RSARI = rifiuti sanitari a rischio infettivo; RS (NP) = rifiuti speciali non pericolosi; RS(P) = rifiuti speciali pericolosi

Tabella A.2.4 – Recupero energetico ⁽¹⁾, MWh (2004)

N°	Località	Elettrica				Termica		
		Produzione		Totali	Autoconsumi		Produzione	
		Lorda	Netta		Da produzione	Da rete		
1	Mergozzo (VB)	9.476	3.462	6.014	6.014	0,0	-	
2	Vercelli (VC)	14.423	10.118	8.310	4.305	4.005	-	
3	Bergamo (BG)	49.352	45.476	11.146	3.876	7.270	-	
4	Brescia (BS)	537.000	475.000	62.000	62.000	0,0	394.000	
5	Busto Arsizìo (VA)	51.880	37.938	14.530	13.942	588	-	
6	Como (CO)	26.091	25.945	8.970	146	8.824	712	
7	Corteolona (PV)	40.289	36.284	4.005	4.005	0,0	-	
8	Cremona (CR)	18.380	18.380	11.521	0,0	11.521	47.014	
9	Dalmine (BG)	109.552	102.672	17.660	6.880	10.780	-	
10	Desio (MI)	7.399	1.438	7.842	5.961	1.881	-	
11	Milano (MI)	281.403	232.176	51.073	49.227	1.846	36.317	
12	Parona (PV)	121.859	103.537	19.635	18.322	1.313	-	
13	Sesto S. G. (MI)	30.025	21.161	8.864	0,0	8.864	-	
14	Trezzo d'Adda (MI)	113.599	107.214	21.717	6.385	15.332	-	
15	Valmadrera (LC)	20.592	14.414	6.177	6.177	0,0	-	
16	Bolzano (BZ)	23.590	11.603	12.091	11.987	104	24.431	
17	Ca' del Bue (VR)	20.460	13.145	12.219	7.315	4.904	-	
18	Fusina (VE)	12.734	9.014	3.720	3.720	0,0	-	
19	Padova (PD)	23.269	15.180	8.089	8.089	0,0	-	
20	Schio (VI)	21.850	13.850	8.000	8.000	0,0	-	
21	Trieste (TS)	67.654	67.654	16.634	0,0	16.634	-	
22	Coriano (RN)	57.048	46.527	11.335	10.521	814	-	
23	Ferrara Canal. (FE)	11.904	11.205	3.669	0,0	3.669	3.690	
24	Ferrara Con. (FE)	-	-	2.111	0,0	2.111	-	
25	Forlì (FO)	8.933	8.833	4.242	0,0	4.242	7.736	
26	Granarolo E. (BO)	59.391	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	46.046	
27	Modena (MO)	31.689	30.511	15.103	1.178	13.925	-	
28	Piacenza (PC)	63.692	53.726	10.076	9.966	110	-	
29	Ravenna (RA)	32.109	31.732	9.403	0,0	9.403	-	
30	Reggio Emilia (RE)	<i>non operativo nel 2004</i>						
31	Arezzo (AR)	16.800	15.193	6.473	1.377	5.096	-	
32	Castelnuovo G. (LU)	2.420	901	1.519	1.519	0,0	-	
33	Falascaia (LU)	32.766	29.699	3.067	n.d.	n.d.	-	
34	Livorno (LI)	18.608	11.070	7.538	7.538	0,0	-	
35	Montale A. (PT)	3.681	3.635	3.501	0,0	3.501	-	
36	Ospedaletto (PI)	26.242	23.091	6.829	3.151	3.678	-	
37	Poggibonsi (SI)	4.068	1.481	3.436	2.587	849	-	
38	Rufina (FI)	-	-	-	-	-	-	
39	Scarlino (GR)	24.860	-	-	-	-	-	
40	Terni (TR)	9.863	8.562	5.789	1.301	4.488	-	
41	Tolentino (MC)	4.100	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	-	
42	Colleferro 1 (RM)	79.321	71.472	8.217	7.849	368	-	
43	Colleferro 2 (RM)	70.198	63.225	7.490	6.973	517	-	
44	S. Vittore L. (FR)	74.392	65.971	8.421	8.421	0	-	
45	Massafra (TA)	39.648	37.488	2.396	2.160	236	-	
46	Statte (TA)	8.276	4.198	n.d.	n.d.	n.d.	-	
47	Gioia Tauro (RC)	<i>non operativo nel 2004</i>						
48	Melfi (PZ)	15.000	15.000	n.d.	n.d.	n.d.	-	
49	Potenza (PZ)	<i>non operativo nel 2004</i>						
50	Macchiareddu (CA)	43.880	25.936	19.058	17.944	1.114	-	
51	Macomer (NU)	6.505	0,0	8.523	6.505	2.018	-	
52	Messina (ME)	-	-	-	-	-	-	
Totale		2.346.271					559.946	

Elaborazione ENEA sui dati raccolti nel corso dell'indagine

(1) I valori riportati in corsivo sono frutto di calcoli, sulla base dei dati resi disponibili.

... segue

N°	Località	Monitoraggio in continuo (1)										Rilevamento periodico (2)									
		Polveri	SO ₂	NOx	CO	HF(6)	HCl	TOC	NH ₃	Metalli pesanti	Cd+Ti	Hg(3)	NH ₃	IPA	PCDD+PCDF(5)						
Valori limite di emissione (V.L.)																					
									freq	V.L.	freq	V.L.	freq	V.L.	freq	V.L.	freq	V.L.			
37	Poggibonsi (SI)	10	100	200	50	1	20	10	no	2	0,5	2	0,05	2	0,05	2	0,01	2	0,1		
38	Rufina (FI)									2	0,001					0,001			0,08		
39	Scarlino (GR)																				
40	Terni (TR)	30	200	400	100	no	40	20	si	2	0,5	2	0,05	2	0,05	2	400	2	0,01		
41	Tolentino (MC)																				
42	Colleferro 1 (RM)	10	50	200	50	1	10	10	no	3	0,5	3	0,05	3	0,05	-	-	3	0,01		
43	Colleferro 2 (RM)	10	50	200	50	1	10	10	no	3	0,5	3	0,05	3	0,05	-	-	3	0,01		
44	S. Vittore L. (FR)	10	50	200	50	1	10	10	no	2	0,5	2	0,05	2	0,05	-	-	2	0,1		
45	Massafra (TA)	8	40	160	40	0,8	8	8	8	si	0,4	si	0,04	si	0,04	cont.	-	si	0,008		
46	Statte (TA)	8	80	160	40	0,8	16	8	no	2	0,4	2	0,04	2	0,04	no	-	2	0,008		
47	Gioia Tauro (RC)	10	100	200	50	1	10	10	si	6	0,5	6	0,05	6	0,05	6	-	2	0,01		
48	Melfi (PZ)	10	100	200	100	-	10	10	no	6	-	6	n.d.	6	n.d.	6	n.d.	6	n.d.		
49	Potenza (PZ)	10	100	200	50	1	20	10	n.d.	2	0,5	2	0,05	2	0,05	n.d.	n.d.	2	0,01		
50	Macchiareddu (CA)	DM	DM	no	no	no	DM	no	no	2	-	2	-	2	-	2	-	2	-		
50	Macomer (NU)	30	200	400	100	4	40	no	si	4	0,5	4	0,05	4	0,05	cont.	n.d.	4	0,01		
52	Messina (ME)																				

Elaborazione ENEA sui dati raccolti nel corso dell'indagine

Note:

- 1) I valori riportati sono espressi in mg/Nm³; g = media giornaliera, h = media oraria, m = media di 30 minuti, V.L. = valori limite di emissione, DM = in accordo a DM 503/97
- 2) I valori riportati sono espressi in mg/Nm³, ad eccezione delle diossine espresse in ng/Nm³ i-TEQ
- 3) Secondo quanto comunicato, gli impianti di Milano, Ospedaletto, Rufina e Macomer effettuano il monitoraggio in continuo del mercurio
- 4) Secondo quanto comunicato, gli impianti di Milano, Bolzano, Falascaia e Gioia Tauro effettuano il campionamento in continuo di PCDD/PCDF
- 5) Secondo quanto comunicato, gli impianti di Cremona, Milano, Ca' del Bue e Trieste, effettuano misurazioni periodiche di PCB
- 6) Gli impianti che non effettuano rilevazioni in continuo dell'HF, eseguono rilevazioni periodiche di tale inquinante, in accordo alla vigente normativa
- 7) Impianto di Como rilevazioni periodiche di:
(Cr⁶⁺+Co+Ni+As) pari a 3/anno e rispetto di un limite pari a 1 mg/Nm³;
(Cr³⁺+Cu+Mn+Pb+Sb+Sn+V) pari a 3/anno e rispetto di un limite pari a 5 mg/Nm³;
(Cd+Tl+Hg); pari a 3/anno e rispetto di un limite pari a 0,2 mg/Nm³.
I dati riportati si riferiscono all'esercizio 2004; l'impianto è rientrato in esercizio nel 2005, a seguito di ristrutturazione.

Edizione a cura di:
Unità Comunicazione ENEA, Ufficio Comunicazione Federambiente

Copertina: Bruno Giovannetti (ENEA)

Stampa: Primaprint (Viterbo)

Volume stampato su carta prodotta con fibre provenienti da piante spontanee a ciclo annuale e da cotone

Finito di stampare nel mese di ottobre 2006