



**ANALISI DELLE POSSIBILITÀ DI
RECUPERO/SMALTIMENTO DELLE CENERI DI FONDO
PRODOTTE DAL TERMOVALORIZZATORE DEL
GERBIDO**

Settembre 2011

Redazione del documento a cura di:

Ing. Vita Tedesco - Area Tecnica ATO-R

Ing. Palma Urso - Area Tecnica ATO-R

Con la collaborazione di **Dott. Gian Luigi Soldi** - Responsabile Ufficio Discariche e bonifiche - Servizio Gestione Rifiuti e Bonifiche Provincia di Torino - Area Sviluppo Sostenibile e Pianificazione Ambientale e della **Società Labelab Srl** che ha curato in particolare un'indagine sulle soluzioni adottate per lo smaltimento delle scorie da incenerimento prodotte negli impianti del Centro – Nord Italia (le cui risultanze sono state recepite nel presente Studio) e un lavoro di ricerca e analisi sugli esiti dei bandi di gara relativi a servizi di prelievo, trasporto, trattamento e/o recupero delle scorie, appendice al presente documento.

Coordinamento e supervisione a cura di:

Dott. Riccardo Civera

INDICE

1	IL CONTESTO DI RIFERIMENTO	4
1.1	Obiettivi dello Studio	4
1.2	Le ceneri di fondo del termovalorizzatore del Gerbido	7
1.3	Attività svolte da Ato-R per la verifica delle possibilità di recupero	10
2	IL QUADRO NORMATIVO	12
2.1	Il D. Lgs 152/2006 e il D.M. 5/2/1998	12
2.2	Il D. Lgs 205/2010 e la classificazione delle scorie	14
3	LA CARATTERIZZAZIONE DELLE CENERI PESANTI	17
3.1	Caratteristiche delle ceneri di fondo	18
3.1.1	Caratteristiche fisiche	18
3.1.2	Composizione chimica.....	20
3.2	Classificazione delle scorie in termini di pericolosità	25
3.3	Effetti dei pretrattamenti sulle caratteristiche di pericolosità delle scorie	29
4	IL DESTINO DELLE CENERI DI FONDO DEI TERMOVALORIZZATORI.....	32
4.1	Il recupero.....	33
4.1.1	Le tecnologie di recupero	33
4.1.2	Stato dell'arte in Europa	37
4.1.3	Il recupero delle scorie in Italia.....	38
4.2	Il conferimento in discarica	44
4.2.1	Smaltimento in discariche dedicate o codisposal con rifiuti urbani.....	45
4.2.2	Utilizzo delle scorie come materiale di ingegneria nelle discariche.....	46
4.2.3	Possibilità di conferimento delle scorie del termovalorizzatore del Gerbido nelle discariche della Provincia di Torino	48
4.3	Il mercato delle scorie: costi dello smaltimento e del recupero	51
4.3.1	Risultati dell'indagine condotta da TRM	51
4.3.2	Risultati dell'indagine condotta da Labelab srl	52
5	CONCLUSIONI	54

1 IL CONTESTO DI RIFERIMENTO

1.1 OBIETTIVI DELLO STUDIO

Il presente studio prende le mosse dall'esigenza di verificare se si pone la necessità, e in quale arco temporale, di realizzare la discarica di servizio all'inceneritore del Gerbido, in cui andare a collocare le ceneri di fondo della griglia.

Questo tema da tempo costituisce oggetto di dibattito e valutazioni, senza avere finora trovato una conclusione consolidata. Nella Seconda Appendice Integrativa alla Convenzione di Affidamento, sottoscritta in data 14 maggio 2008 da ATO-R e TRM spa, è stato sospeso l'obbligo di realizzazione della discarica di servizio con l'assunzione tra le parti di specifici impegni reciproci.

In relazione agli obblighi assunti con la Seconda Appendice Integrativa in merito al procedimento di localizzazione della discarica, TRM spa ha trasmesso in data 15 ottobre 2007 all'ATO-R uno studio di pre-fattibilità, che valuta le possibilità di recupero delle scorie di termovalorizzazione alternative allo smaltimento in discarica. Tale studio ha aperto una fase di interlocuzione tra Provincia di Torino, Associazione d'Ambito, ARPA e TRM e, nell'aprile 2008, è stato costituito un gruppo di lavoro con l'obiettivo di valutare la possibilità di utilizzare le scorie come materiale di ingegneria in discariche pubbliche e private presenti sul territorio della Provincia e considerare opportunità di recupero delle scorie diverse e alternative alla discarica.

Successivamente, con deliberazione n.117 del 23 giugno 2009, il Consiglio di Amministrazione dell'Associazione d'Ambito ha preso atto del documento "*Prime indicazioni sulle possibilità di recupero delle scorie prodotte dal termovalorizzatore del Gerbido*", predisposto dagli uffici dell'Associazione d'Ambito e della Provincia di Torino con lo scopo di illustrare lo stato di avanzamento delle attività di approfondimento in corso.

Nella Quarta Appendice Integrativa alla Convenzione di Affidamento, sottoscritta dall'Associazione d'Ambito e da TRM Spa in data 12 gennaio 2010, ATO-R e TRM spa avevano convenuto che il procedimento per pervenire alla puntuale localizzazione della discarica di servizio fosse preceduto da una fase propedeutica di approfondimento.

Sulla base di tali approfondimenti era in capo all'Associazione d'Ambito l'onere di redigere un **Piano di Gestione delle Scorie** (di seguito **PGS**).

Scaduto il termine del 30 settembre 2011 in assenza di una adozione del Piano di Gestione Scorie da parte di ATO-R, TRM avrebbe potuto avviare accordi commerciali per lo smaltimento delle scorie nel rispetto della normativa applicabile.

Di seguito si riportano i contenuti dell'art. 7 - Procedimento per pervenire alla puntuale localizzazione della Discarica – della quarta Appendice integrativa.

7.1 In relazione a quanto previsto dall'articolo 11 della Seconda Appendice Integrativa ed in parziale deroga a quanto previsto dall'articolo 11.2 (iii) della Seconda Appendice Integrativa, le Parti convengono che il procedimento per pervenire alla puntuale localizzazione della Discarica sia preceduto da una fase iniziale propedeutica di approfondimento in cui si portino a conclusione gli

studi attualmente in corso citati in premessa e se ne analizzino, sotto il profilo tecnico, economico ed autorizzativo, gli esiti.

7.2 *La fase di approfondimento cui al precedente articolo 7.1 dovrà concludersi, entro e non oltre il 31 marzo 2010, con l'approvazione:*

(a) su iniziativa dell'Associazione d'Ambito, di un accordo di programma per l'avvio dell'attività di sperimentazione mirata al recupero delle scorie come materiale di ingegneria o di copertura nelle discariche attive con i gestori interessati (di seguito, l'“Accordo di Programma 1” o l'“ADP 1”), i cui contenuti minimi necessari (in particolare, la durata massima della sperimentazione pari a 12 mesi dalla stipulazione dell'Accordo di Programma 1) sono indicati nell'Allegato B – Parte I della presente Quarta Appendice Integrativa;

(b) su iniziativa dell'Associazione d'Ambito, di uno o più eventuali accordi di programma finalizzati all'avvio dell'attività di sperimentazione per il recupero delle scorie come inerti per la produzione di materiali per l'edilizia e la costruzione di strade con i soggetti interessati (di seguito, l'“Accordo di Programma 2” o l'“ADP 2”) i cui contenuti minimi necessari (in particolare, la durata massima della sperimentazione pari a 12 mesi dalla stipulazione dell'Accordo di Programma 2), sono indicati nell'Allegato B – Parte II della presente Quarta Appendice Integrativa.

7.3 *Decorso il termine di sperimentazione previsto dagli accordi di programma di cui al precedente articolo 7.2, l'Associazione d'Ambito, ne valuterà i risultati addivenendo, entro i 6 mesi successivi e comunque entro il 30 settembre 2011, ad un piano di gestione delle scorie (di seguito, il “Piano di Gestione Scorie” o il “PGS”), i cui contenuti minimi (in particolare, la fissazione del termine di esaurimento delle discariche esistenti (di seguito, il “Termine di Esaurimento delle Discariche Esistenti” o il “TEDE”), sono indicati nell'Allegato B – Parte III della presente Quarta Appendice Integrativa.*

7.4 *Scaduto il termine del 30 settembre 2011 senza che si sia definito il Piano di Gestione Scorie, TRM potrà avviare accordi commerciali per lo smaltimento delle scorie nel rispetto della normativa applicabile.*

7.5 *Qualora il Piano di Gestione Scorie evidenzi che la realizzazione della Discarica non è necessaria, entro i 3 mesi successivi alla data di approvazione del Piano di Gestione Scorie da parte dell'Associazione d'Ambito e, in ogni caso, 12 mesi prima dell'inizio dell'Esercizio Provvisorio dell'Impianto, l'Autorità Competente e TRM sottoscriveranno una appendice integrativa che terrà conto delle risultanze del PGS, in cui verrà formalizzato il venir meno dell'obbligo di TRM di realizzare la Discarica e si definiranno e concorderanno anche gli aspetti di carattere economico-finanziario relativi all'attuazione dello stesso PGS, tenendo conto, mutatis mutandis, della procedura di ri-equilibrio prevista all'articolo 9.5 (e) della Convenzione di Affidamento. Resta inteso*

che, qualora il Piano di Gestione Scorie non consenta a TRM di smaltire e/o recuperare presso le discariche esistenti individuate dal PGS tutte le scorie prodotte dall'Impianto, TRM avvierà accordi commerciali per lo smaltimento delle scorie nel rispetto della normativa applicabile.

***7.6** Qualora il Piano di Gestione Scorie evidenzi l'esigenza della Discarica, l'Autorità Competente ne avvierà il procedimento di puntuale localizzazione da concludersi entro un anno dall'approvazione del PGS, fatto salvo quanto previsto dall'articolo 11.2 punti (v), (vi) e (vii) della Seconda Appendice Integrativa. Resta inteso che TRM avvierà accordi commerciali per lo smaltimento delle scorie nel rispetto della normativa applicabile qualora (i) il Piano di Gestione Scorie non consenta a TRM di smaltire e/o recuperare presso le discariche esistenti individuate dal PGS tutte le scorie prodotte dall'Impianto prima che la Discarica venga localizzata, realizzata e resa disponibile; o (ii) la Discarica, una volta realizzata, non sia per qualsiasi motivo disponibile per il recupero e/o lo smaltimento delle scorie prodotte dall'Impianto.*

***7.7** Le Parti si danno atto della possibilità che venga a crearsi un periodo transitorio tra il Termine di Esaurimento delle Discariche Esistenti e la disponibilità della Discarica. Qualora 2 anni prima dallo scadere del TEDE indicato nel PGS si prefigurino tale possibilità, TRM potrà avviare accordi commerciali per lo smaltimento delle scorie.*

***7.8** Le Parti convengono che l'obbligo di TRM di realizzare la Discarica continui a rimanere sospeso fino al raggiungimento dell'accordo tra le Parti, secondo quanto previsto all'articolo 11.2, punti (vi) e (vii), della Seconda Appendice Integrativa.*

In ottemperanza a quanto stabilito dalla Quarta Appendice Integrativa, ATO-R, con la collaborazione della Provincia di Torino e di TRM, nel corso del 2011 ha avviato le attività e gli approfondimenti necessari all'elaborazione del PGS, i cui contenuti minimi sono indicati nell'Allegato B – Parte III della Quarta Appendice Integrativa:

1. valutazione degli scenari di recupero e di conferimento in discariche esistenti;
2. individuazione delle discariche e della loro capacità residua;
3. previsione del Termine di Esaurimento delle Discariche Esistenti;
4. definizione della quota assorbibile da parte delle attività di recupero nel settore delle costruzioni;
5. definizione dei flussi di scorie verso le destinazioni individuate;
6. valutazioni in merito ai costi del sistema di gestione delle scorie;
7. definizione dell'eventuale necessità della Discarica di servizio;
8. definizione impegni per i soggetti interessati (a titolo esemplificativo, Autorità Competente, Provincia di Torino, TRM, gestori pubblici e/o privati di impianti di discarica o di recupero, operatori nel settore della produzione di materiali per l'edilizia).

Il presente Studio intende fornire gli elementi conoscitivi essenziali per redigere il Piano di Gestione delle Scorie, ossia tutti gli elementi utili al fine di:

- definire, almeno nel medio periodo corrispondente ai primi anni di attività dell'impianto, le strategie operative per la collocazione delle ceneri di fondo che saranno prodotte dal termovalorizzatore del Gerbido;
- verificare se si pone la necessità, e in quale arco temporale, di realizzare una specifica discarica di servizio.

1.2 LE CENERI DI FONDO DEL TERMOVALORIZZATORE DEL GERBIDO

L'impianto di termovalorizzazione del Gerbido, caratterizzato da una potenzialità di 421.000 t/anno tra rifiuti urbani e rifiuti speciali assimilabili agli urbani, è attualmente in fase di costruzione e il suo avviamento è ad oggi previsto per Gennaio 2013 in esercizio provvisorio.

L'impianto funzionerà su tre linee identiche in parallelo, ciascuna costituita da un forno a griglia mobile e da una linea fumi dedicata (Fig. 1.1):

Per ciascuna linea la sezione di trattamento fumi sarà costituita da:

- un elettrofiltro a 3 campi per l'abbattimento delle polveri di caldaia (particolato solido);
- un reattore a secco per l'abbattimento dei gas acidi, delle diossine, dei furani e dei metalli pesanti;
- un filtro a maniche adibito alla rimozione dei prodotti di neutralizzazione dei gas acidi e dei prodotti solidi non trattenuti dall'elettrofiltro,
- un reattore di abbattimento degli ossidi di azoto di tipo catalitico (DeNOx SCR).

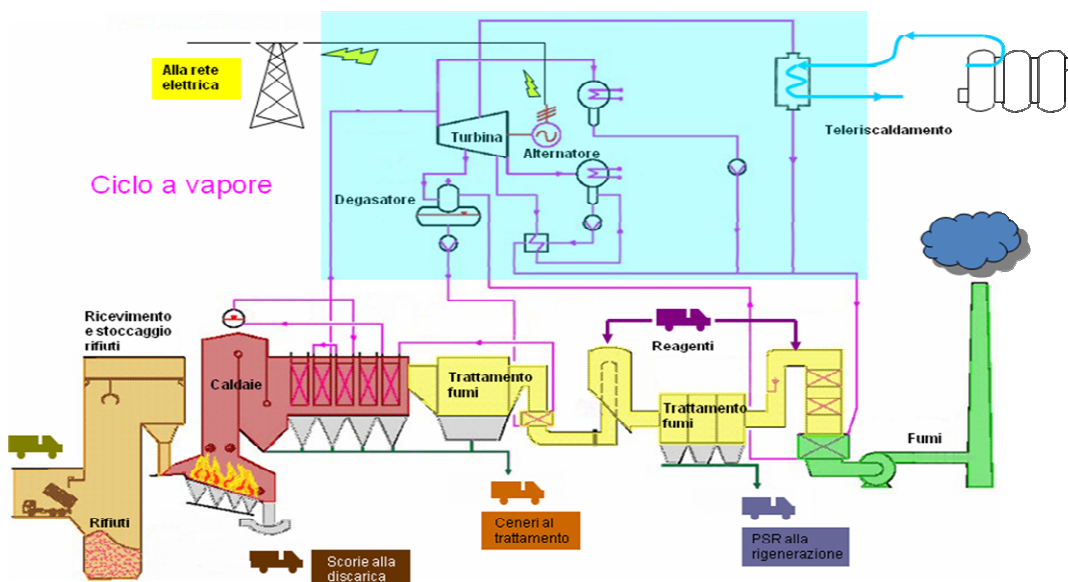


Fig. 1.1 - Termovalorizzatore del Gerbido: schema di principio [46]

La combustione avverrà su tre griglie Martin mobili a spinta inversa, inclinate di 26° rispetto all'orizzontale dal caricatore allo scarico scorie, dotate di gradini fissi e mobili alternati. Ogni griglia ha una superficie di circa 77 m² ed è costituita da quattro treni paralleli, suddivisi in cinque zone trasversali, ciascuna alimentata individualmente con aria primaria di combustione. L'aria di combustione viene distribuita al di sotto della griglia come aria primaria ed insufflata per mezzo di file di ugelli nel focolare al di sopra della griglia come aria secondaria.

Il movimento a spinta inversa dei gradini mobili della griglia, che si oppone al naturale movimento discendente dello strato di rifiuti, determina un movimento degli stessi dapprima verso l'alto e poi verso il basso; ciò consente una costante miscelazione degli strati di rifiuti favorendo la combustione ed impedendo sia surriscaldamenti locali sia accumuli di scorie nel letto di combustione, con una conseguente riduzione del tenore di incombusti. Il tempo di permanenza dei rifiuti sulla griglia è di circa un'ora.

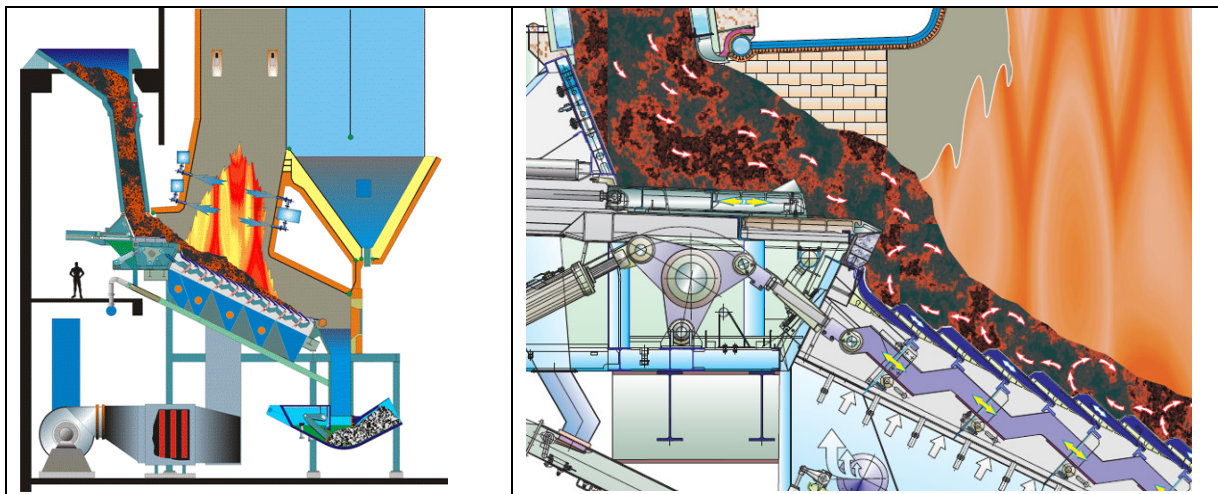


Fig. 1.2 - Schema semplificato del forno (a sinistra) e particolare della griglia (a destra) [46]

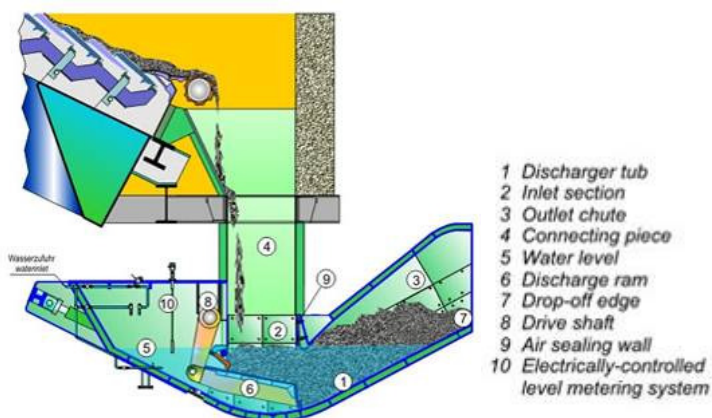


Fig. 1.3 – Sistema di estrazione e raffreddamento scorie [46]

Nella zona più bassa della griglia ha luogo la combustione completa delle scorie. All'estremità della griglia, ogni pista dispone di un corpo cilindrico scorie che regola l'altezza dello strato di scorie nonché il tempo di permanenza nella zona di esaurimento combustione. Le scorie combuste scivolano sul relativo corpo cilindrico nella tramoggia e cascano attraverso il successivo tronchetto intermedio nell'estrattore scorie, dove un bagno d'acqua ne garantisce il completo spegnimento ed il raffreddamento e le inumidisce facilitandone la rimozione senza polveri né odori.

Le scorie, raffreddate a circa 50 - 80 °C, sono caricate su nastri trasportatori e, dopo essere state separate per mezzo di una elettrocalamita dai residui ferrosi, sono stoccate in una fossa chiusa in cemento armato di volume pari a 1.350 m³, debitamente impermeabilizzata, servita da due carriponte con benna a valve, uno di riserva all'altro.

Le ceneri di fondo sono in generale classificate come “rifiuti speciali non pericolosi” al contrario delle *ceneri volanti* (dette anche *fly ash*), costituite dalle polveri captate dalla caldaia di recupero dell’energia e dal sistema di depolverazione e classificate come “rifiuti speciali pericolosi” per la presenza di metalli pesanti quali cadmio e piombo (Fig. 1.1).

I residui solidi previsti, per ogni Kg di rifiuti inceneriti, saranno indicativamente:

- scorie ~ 210 [g/Kg]
- ferrosi ~ 18,5 [g/Kg]
- ceneri ~ 20 [g/Kg]
- polveri + prodotti sodici residui ~ 15 [g/Kg]

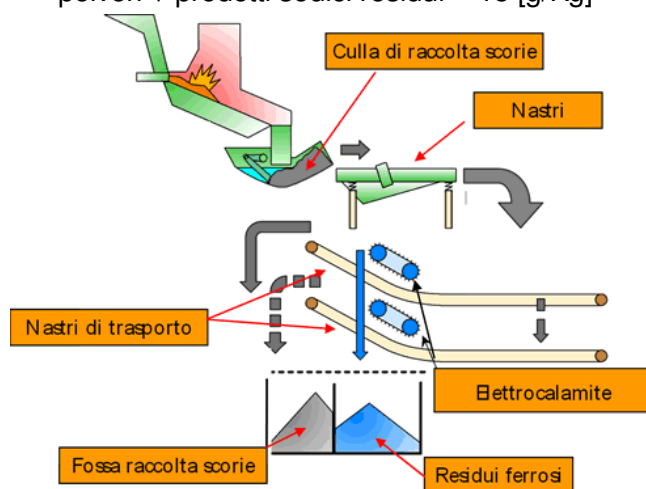


Fig. 1.4 - Ceneri di fondo da termovalorizzazione di rifiuti solidi urbani [46]

L’impianto, che sarà esercito a ciclo continuo per 365 giorni/anno, produrrà circa 95.000 t/anno di **scorie** di forno, CER 19 01 12, con un peso specifico di circa 1,0 t/m³.



Fig. 1.5 - Ceneri di fondo da termovalorizzazione di rifiuti solidi urbani

1.3 ATTIVITÀ SVOLTE DA ATO-R PER LA VERIFICA DELLE POSSIBILITÀ DI RECUPERO

Con deliberazione n.117 del 23 giugno 2009, il Consiglio di Amministrazione dell'Associazione d'Ambito ha preso atto del documento "*Prime indicazioni sulle possibilità di recupero delle scorie prodotte dal termovalorizzatore del Gerbido*", predisposto dagli uffici dell'Associazione d'Ambito e della Provincia di Torino con lo scopo di illustrare lo stato di avanzamento delle attività di approfondimento allora in corso sulla possibilità di recupero delle ceneri pesanti da incenerimento. In effetti già nel 2008 ATO-R ha avviato gli approfondimenti propedeutici alla redazione del Piano di Gestione delle Scorie, costituendo con Provincia di Torino e ARPA Piemonte un gruppo di lavoro che ha indirizzato la sua attività di ricerca principalmente su due fronti:

1. recupero delle scorie nel settore delle costruzioni;
2. recupero delle scorie in discarica come materiale di ingegneria.

Riguardo alla possibilità di recupero delle scorie nel **settore delle costruzioni** sono state valutate due possibili alternative:

- reimpiego come materiale inerte nella produzione di aggregati per cemento;
- valutazione del possibile utilizzo delle scorie come materiale di recupero per la realizzazione di sottofondi stradali e rilevati.

Nel corso del 2009, ATO-R ha valutato con la Società Italcementi, leader a livello nazionale nel confezionamento di calcestruzzi, la possibilità di avviare una sperimentazione finalizzata all'utilizzo di scorie da termovalorizzatore per la produzione di aggregati per cemento. I rappresentanti del settore scientifico e controllo qualità dell'Italcementi avevano infatti evidenziato la necessità di effettuare, in prima istanza, alcune sperimentazioni relative alla valutazione delle caratteristiche fisiche e chimiche delle scorie al fine del loro possibile impiego come inerti nella produzione di calcestruzzi. Italcementi aveva dunque acquisito alcuni campioni di scorie da termovalorizzatori in esercizio per l'esecuzione dei vari test necessari alla fase di pre-valutazione.

Nel corso del 2010 la Provincia di Torino ha avuto dei contatti con alcune aziende, titolari di autorizzazioni di impianti per il recupero dei materiali da demolizione, per l'avvio delle necessarie attività di analisi tecnico-economica e di sperimentazione atte a valutare la possibilità di utilizzo delle scorie nella realizzazione di sottofondi stradali e rilevati. Tale attività, qualora avesse dato esito positivo, avrebbe determinato l'inserimento dell'utilizzo di ceneri pesanti nei capitolati d'appalto delle opere pubbliche in programma nella provincia.

In relazione alla possibilità di utilizzo delle scorie come **materiale di ingegneria nelle discariche**, il gruppo di lavoro costituito da ATO-R, provincia di Torino e ARPA Piemonte ha effettuato, nel corso del 2008, le seguenti attività:

- raccolta ed analisi della documentazione bibliografica tecnica ed autorizzativa e valutazione delle problematiche relative allo smaltimento/recupero in discarica;
- visite tecniche presso impianti di termovalorizzazione simili al futuro impianto del Gerbido e presso discariche di rifiuti che ricevono scorie;
- caratterizzazione analitica, a cura di ARPA, dei campioni di scorie prelevati durante le visite tecniche;

- illustrazione delle attività svolte ai Gestori di discariche pubbliche e private, allo scopo di individuare soggetti disponibili ad avviare sperimentazioni su campo.

Per valutare l'interesse alla sperimentazione suddetta e la possibilità di attuazione da parte dei gestori delle discariche per rifiuti non pericolosi e pericolosi presenti sul territorio provinciale, la Provincia di Torino ha convocato due incontri, rispettivamente in data 3/12/2008 e 19/1/2009, con i gestori delle discariche pubbliche e private, che sono stati invitati a presentare un progetto per l'utilizzo delle scorie da termovalorizzazione dei rifiuti come materiale di ingegneria presso i propri impianti.

In esito a tali incontri la società Barricalla SpA, titolare di autorizzazione della discarica per rifiuti pericolosi sita nel comune di Collegno, ha manifestato la volontà di effettuare la sperimentazione, presentando alla Provincia di Torino in data 17 giugno 2009 un progetto di ricerca di massima, il cui scopo era quello di verificare l'idoneità di utilizzo delle scorie da incenerimento come materiale di ingegneria per la realizzazione di strade e piazzali e per la copertura finale della discarica (capping). Il progetto prevedeva la realizzazione di un campo prove presso il sito della discarica in cui studiare il comportamento delle scorie nelle diverse condizioni al contorno che possono verificarsi in discarica, valutare la possibilità di miscelazione con terreno naturale e/o altri materiali, analizzare i possibili trattamenti da effettuarsi al fine di ottenere la migliore qualità delle scorie in termini di caratteristiche meccaniche e di rilascio degli inquinanti.

In data 22/7/2009 con nota prot. 594319, la Provincia di Torino ha giudicato positivamente il progetto di massima presentato dalla società Barricalla.

Successivamente, a seguito di una serie di incontri preliminari con Provincia di Torino, TRM SpA e la Società Barricalla, ATO-R, coerentemente con quanto previsto nell'art. 7 della Quarta Appendice Integrativa alla Convenzione di Affidamento, ha proposto alla Società TRM ed alla Provincia di Torino la sottoscrizione di Accordo di programma per un'attività sperimentale mirata al recupero delle scorie da incenerimento come materiale di ingegneria e di copertura definitiva nelle discariche attive della provincia di Torino.

Di fatto l'Accordo di Programma non ha avuto seguito, anche per le difficoltà nel reperimento di un idoneo quantitativo di scorie necessarie a rendere significativa la sperimentazione.

2 IL QUADRO NORMATIVO

Ad oggi in Italia il destino principale delle scorie da incenerimento è lo smaltimento in discarica ma si guarda con sempre maggiore interesse alle possibilità di recuperare tale rifiuto, anche a seguito dell'emanazione del DM 203/2003 e successiva circolare ministeriale attuativa n. 5205/05 che sanciscono l'obbligo, per gli appalti della pubblica amministrazione e per le società a capitale pubblico operanti nel settore edile e stradale, dell'utilizzo di materiali riciclati nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno.

Tale decreto e la successiva circolare riguardano in particolare gli utilizzi di aggregati riciclati da costruzione e demolizione, ma permettono di prendere in considerazione anche inerti ottenibili da altre tipologie di rifiuti, quali ad esempio le scorie pesanti provenienti dal processo di combustione dei rifiuti urbani in quanto dotate di spiccate proprietà idrauliche e litoidi. Tali caratteristiche hanno infatti già permesso in molti paesi dell'Unione Europea il riutilizzo delle ceneri pesanti (in percentuali differenti) nella formazione di conglomerati bituminosi o nell'industria cementiera, come seria alternativa ai comuni filler e aggregati.

2.1 IL D. LGS 152/2006 E IL D.M. 5/2/1998

La normativa di riferimento per la gestione delle ceneri pesanti è il D.Lgs 152/06 e s.m.i che classifica le scorie da termovalorizzatore con il codice CER 19 01 12 ("ceneri pesanti e scorie, diverse da quelle di cui alla voce 19 01 11"). Il decreto prevede che nella gestione integrata dei rifiuti debba essere data priorità alle attività di riutilizzo, riciclaggio e recupero rispetto allo smaltimento che deve costituire la fase residuale di tutto il processo. Il decreto stabilisce che alcune attività possano essere svolte in procedura semplificata a condizione che vengano rispettate le norme fissate in appositi decreti ministeriali.

La gestione in procedura semplificata dei rifiuti non pericolosi è regolamentata dal D.M. 5/2/98, che pur essendo stato emanato in attuazione del D. Lgs 22/1997, abrogato dal D.Lgs 152/06, rimane in vigore fino all'emanazione delle nuove norme tecniche attuative previste all'art. 214 del citato D.Lgs 152/06.

Il D.M. 5/2/98 e s.m.i. stabilisce all'art. 9 che determinate tipologie di rifiuti debbano essere sottoposte al test di cessione di cui alla norma UNI-10802 "Rifiuti liquidi, granulari, pastosi e fanghi- Campionamento manuale e preparazione ed analisi degli eluati". I risultati analitici devono essere confrontati con i valori limite della tabella riportata all'Allegato 3 del citato D.M. Le scorie da incenerimento rientrano nella tipologia di rifiuti, per i quali deve essere effettuato il test qualora vengano utilizzate per la realizzazione di rilevati, sottofondi stradali, recuperi ambientali.

Il test di cessione deve essere effettuato almeno ad ogni inizio di attività e successivamente ogni 12 mesi, salvo diverse prescrizioni dell'autorità competente e in ogni caso qualora intervengano modifiche sostanziali all'assetto impiantistico.

L'allegato 3 stabilisce anche, in relazione alle particolari caratteristiche del sito o alla natura del rifiuto, quali parametri significativi e rappresentativi devono essere determinati per poter utilizzare i rifiuti nelle attività di recupero ambientale.

Il D.M. 5/2/98 prevede che le scorie possano essere utilizzate tal quali nel processo produttivo senza effettuazione preventiva del test di cessione, quando vengono utilizzate nei cementifici, nella produzione di conglomerati cementizi e nell'industria dei laterizi e dell'argilla espansa.

Tale attività rappresenta una valorizzazione del rifiuto e il cementificio stesso può rappresentare l'impianto di trattamento al quale è demandato l'onere di ottenere l'autorizzazione in regime di procedura semplificata (ex D.Lgs 152/06 art. 214 - "Determinazione delle attività e delle caratteristiche dei rifiuti per l'ammissione alle procedure semplificate" e art. 216- "Operazioni di recupero"). Le operazioni di pretrattamento delle scorie possono essere conglobate nell'autorizzazione del termovalorizzatore oppure essere oggetto di un'autorizzazione separata presumibilmente con procedura semplificata.

In sintesi, le attività di recupero che prevedono l'utilizzo delle scorie da incenerimento individuate all'allegato 1 del D.M. 5/2/98 sono la 13.2 e la 13.3 (Tab. 2.1 e Tab. 2.2).

Tab. 2.1- Attività di recupero punto 13.2- Allegato 1, D.M. 5/2/98

Descrizione del rifiuto	ceneri dalla combustione di biomasse (paglia, vinacce) ed affini, legno, pannelli, fanghi di cartiere
Codice CER	[190112] [190114] [100101] [100115] [100103] [100117]
Provenienza	impianti di recupero energetico di biomasse, legno e fanghi di cartiera.
Caratteristiche del rifiuto	ceneri costituite principalmente da potassio, calcio, sodio e loro composti; PCDD in concentrazione non superiore a 0.1 ppb sul secco, PCB, PCT <5 ppm sul secco.
Attività di recupero	a) produzione di conglomerati cementizi [R5]; b) cementifici [R5]; c) industria dei laterizi e dell'argilla espansa [R5]; d) formazione di rilevati e riutilizzo per recuperi ambientali (il recupero è subordinato all'esecuzione del test di cessione sul rifiuto tal quale secondo il metodo in allegato 3 al DM 5/2/1998) [R5] [R10];
Caratteristiche delle materie prime e/o prodotti ottenuti	a) conglomerati cementizi nelle forme usualmente prodotte; b) cemento nelle forme usualmente commercializzate c) laterizi e argilla espansa nelle forme usualmente commercializzate.

Tab. 2.2- Attività di recupero punto 13.3- Allegato 1, D.M. 5/2/98

Descrizione del rifiuto	Ceneri pesanti da incenerimento di rifiuti solidi urbani e assimilati e da CDR
Codice CER	[190112]
Provenienza	Impianti di incenerimento di rifiuti solidi urbani e assimilabili.
Caratteristiche del rifiuto	Ceneri costituite da inerti, ossidi, idrossidi, silicati, cloruri, solfati, carbonati metallici, metalli pesanti e tracce di inquinanti organici.
Attività di recupero	Cementifici [R5]
Caratteristiche delle materie prime e/o prodotti ottenuti	Cemento nelle forme usualmente commercializzate.

Le attività di recupero delle scorie come materia prima secondaria secondo procedura semplificata sono piuttosto limitate e non comprendono le alternative di recupero che attualmente vanno sviluppandosi e per le quali è necessario fare ricorso alla procedura ordinaria ex D. Lgs 152/2006 (art. 208 – "Autorizzazione unica per i nuovi impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti").

Il recupero delle scorie può avvenire infatti in impianti dedicati allo scopo di ottenere in uscita:

- una vera e propria materia prima per cementeria non più classificata come rifiuto (arricchimento della matrice minerale delle scorie con calcare da cemento ed eventualmente con marna naturale);
- oppure inerti granulari da utilizzare in sostituzione degli inerti naturali per usi poco pregiati (sottofondi stradali) o in utilizzi pregiati (calcestruzzi e asfalti).

Tale tipologia di impianto non rientra nella casistica sottoposta ad Autorizzazione Integrata Ambientale (AIA) di cui al D. Lgs. 59/2005 in quanto questa non si applica agli impianti che effettuano operazioni di recupero (R5) di rifiuti non pericolosi, ma solo operazioni di recupero di rifiuti pericolosi con potenzialità superiore a 10 t/giorno. Resta invece soggetta a procedura di VIA

ai sensi del medesimo D.Lgs 152/06, in particolare a verifica (screening) rientrando normalmente nella tipologia di impianti che fanno recupero (R5) di rifiuti non pericolosi con potenzialità maggiore di 10 t/giorno.

Il materiale in uscita dalla suddetta tipologia di impianto non è più un rifiuto, ma una materia prima liberamente commercializzabile; nessun onere formale è dunque richiesto agli acquirenti del materiale.

Per quanto riguarda infine lo smaltimento in discarica, ferma restando l'esigenza di caratterizzazione chimica del rifiuto, le scorie pesanti dell'inceneritore risultano di norma smaltibili in discariche per rifiuti non pericolosi in quanto conformi ai parametri previsti dall'art. 6 del DM 27 settembre 2010 (*Criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica - Abrogazione DM 3 agosto 2005*). I criteri costruttivi e gestionali di tale tipologia di discarica sono illustrati al punto 2, Allegato 1 del D. Lgs 36/2003 (Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti).

Rispetto alla disciplina previgente il DM 27 settembre 2010 non fa registrare rilevanti novità.

Viene ribadito l'obbligo per il produttore di effettuare la caratterizzazione di base dei rifiuti, in occasione del primo conferimento, ovvero in caso di variazione significativa del processo produttivo e comunque una volta l'anno.

Da tale obbligo sono comunque esclusi alcuni rifiuti inerti (ad esempio CER 101208, 170101, 170102, 170103, 170107, 170202, 170504, 200202) per i quali è consentito lo smaltimento in discarica senza preventiva caratterizzazione, in quanto sono considerati già conformi ai criteri di ammissibilità stabiliti nel decreto medesimo.

L'ammissibilità, in discariche per rifiuti non pericolosi, di rifiuti pericolosi stabili non reattivi, già prevista con la previgente disciplina, è oggi subordinata però alla conformità dell'eluato alle concentrazioni di cui alla nuova Tab. 5a (in luogo della vecchia tab. 5): si noti che i valori limite del Cadmio e del Mercurio sono più elevati rispetto alla vecchia tabella 5 a cui doveva sottostare l'eluato dei rifiuti pericolosi stabili con il DM 3/8/05.

2.2 IL D. LGS 205/2010 E LA CLASSIFICAZIONE DELLE SCORIE

Il recepimento della Direttiva 2008/98/CE avvenuto con D.Lgs. 3 dicembre 2010, n. 205, ha modificato e integrato la parte IV relativa ai rifiuti del D.Lgs. n. 152/2006 ed ha portato all'introduzione di alcune novità in grado di incidere sui criteri di classificazione dei rifiuti.

Il D.Lgs. n. 205/2010 rispetto al D.Lgs. n. 152/2006 ha in particolare:

- introdotto la definizione di rifiuto pericoloso (art. 183 comma 1, lettera b): *“rifiuto che presenta una o più caratteristiche di cui all'Allegato I della parte IV del presente decreto”*;
- sostituito l'Allegato I “Caratteristiche di pericolo dei rifiuti” alla parte IV
- modificato l'articolo 184 inerente la classificazione dei rifiuti;
- sostituito l'Allegato D “Elenco dei rifiuti istituito conformemente alla Decisione della Commissione 2000/532/CE del 3 Maggio 2000” alla parte IV in cui sono state modificate alcune parti dell'Introduzione in particolare per quanto concerne le “voci a specchio”
- abrogato gli allegati G e H alla parte IV.

Il nuovo *Allegato I* alla parte IV del D.Lgs. 152/2006 s.m.i introduce anche il concetto di rifiuto “ecotossico” (indicato con il codice H14 e mutuato dall'allegato III della direttiva 91/689/CEE

relativa ai rifiuti pericolosi), rifiuto che “*presenta o può presentare rischi immediati o differiti per uno o più comparti ambientali*”.

Nasce quindi la necessità di valutare la pericolosità di un rifiuto anche agli effetti della classe di pericolosità “H14”. Il problema dell’attribuzione della classe “H14” riguarda molte tipologie di rifiuti tra cui le scorie da termodistruzione di rifiuti urbani, le scorie da acciaieria, taluni fanghi di depurazione di acque miste civili e industriali, il car fluff.

Il tema della definizione della pericolosità del rifiuto è oggi molto dibattuto; l’Assessorato all’Ambiente della Regione Veneto nel marzo scorso ha istituito un tavolo di lavoro, coordinato da Arpa Veneto con lo scopo di definire una procedura tecnica che possa permettere la corretta attribuzione delle caratteristiche di pericolo “corrosivo” ed “irritante” ai rifiuti.

Si riporta di seguito l’interpretazione normativa fornita da ARPA Veneto nel documento che sintetizza le risultanze dei lavori di tale tavolo tecnico [25].

La Decisione 2000/532/CEE e s.m.i. (recepita nell’Allegato D alla parte IV del D.Lgs. n. 152/2006) ha rivisto l’elenco dei rifiuti nonché i criteri di attribuzione della pericolosità. Il punto 3.4 dell’Introduzione dell’Allegato D alla parte IV del D.Lgs. n. 152/2006 prevede che i rifiuti contrassegnati nell’elenco con un asterisco “” siano rifiuti pericolosi ai sensi della direttiva 91/689/CEE relativa ai rifiuti pericolosi (ora Direttiva 2008/98/CE) e che ad essi si applicano le disposizioni della medesima direttiva.*

Nel definire la presenza nel rifiuto di sostanze pericolose, la Decisione 2000/532/CE e s.m.i. fa riferimento sia ai limiti di concentrazione previsti dalla Direttiva 88/379/CEE (sostituita dalla Direttiva 1999/45/CE, Direttiva Preparati) sia alla Direttiva 67/548/CEE e s.m.i. relativa alla classificazione, all’imballaggio e all’etichettatura delle sostanze pericolose, peraltro ora sostituita dal Regolamento 1272/08/CE (cosiddetta “CLP”) per le miscele. Più precisamente, per alcuni rifiuti individuati come “voci speculari”, si fa un esplicito riferimento a concentrazioni limite di sostanze pericolose presenti nel rifiuto.

Nell’Art. 2 della decisione 2000/532/CE, si ha una nota esplicativa che trova corrispondenza nell’Allegato III della Direttiva 2008/98/CE e nell’Allegato I alla parte IV del D.Lgs. n. 152/2006 dalla quale si evince come il riferimento ai criteri di classificazione per alcune caratteristiche di pericolo sia alla direttiva 67/548/CEE e “ove pertinente” i limiti di concentrazione fanno riferimento alle norme relative alla classificazione dei preparati pericolosi. In particolare le concentrazioni limite (CL) previste all’art. 2 della Decisione 2000/532/CE e trasposte al punto 3.4 dell’Introduzione dell’Allegato D alla parte IV del D.Lgs. n. 152/2006 sono mutate da quelli della Direttiva 1999/45/CE (Direttiva Preparati).

La classificazione di pericolosità nel caso dei rifiuti, diversamente dal caso dei preparati, richiede la valutazione delle sole caratteristiche di pericolo (H) ai fini della attribuzione della pericolosità e non delle frasi R.

Infine la direttiva sui preparati pericolosi concede, in alternativa al sistema convenzionale di calcolo, la possibilità, a determinate condizioni, di saggiare sperimentalmente il preparato e di classificarlo in funzione dei risultati di tale sperimentazione. Tale possibilità è estensibile anche al campo dei rifiuti, poiché la Direttiva 2008/98/CE nonché il TU ambientale così come modificato dal D. Lgs. 205/10, fa un esplicito riferimento non solo ai criteri, ma anche ai metodi utilizzati per la classificazione delle sostanze e dei preparati pericolosi.

Tuttavia i test adottati nell'ambito della Direttiva 67/548/CEE e s.m.i. idonei alla classificazione di una materia prima e/o di un preparato, potrebbero non essere tali per il rifiuto. In altri termini il rifiuto non prescinde dalle sostanze, ma è un qualcosa di più complesso della loro semplice sommatoria, poiché nel processo di gestione le sostanze di partenza reagiscono tra di loro, con il che si potrebbero avere ulteriori sostanze e/o il rilascio di sostanze pericolose. Quindi il riferirsi alla sola disciplina dell'etichettatura parrebbe essere limitativo [41].

La semplice presenza di una sostanza classificata ecotossica ai sensi della dir. 67/548/CEE e s.m.i., in concentrazione apprezzabile con le migliori tecniche analitiche possibili, non sembrerebbe sufficiente a fare scattare la caratteristica "Ecotossico" bensì, tale caratteristica di pericolo andrà accertata con metodologie idonee a valutare la reale pericolosità del rifiuto nei confronti dell'ambiente acquatico e terrestre, e cioè facendo riferimento a quanto stabilito (sia criteri che metodi analitici) nell'ambito della direttiva 67/548/CEE e s.m.i.

La maggior parte degli Stati membri applica la caratteristica di pericolo "ecotossicità", sia pure con modalità estremamente diversificate: in molti casi vengono seguiti i criteri e i metodi della legislazione comunitaria in materia di classificazione ed etichettatura delle sostanze e preparati pericolosi mentre in altri vengono individuati specifici test ecotossicologici e definiti valori limite [42].

La Conferenza delle Regioni e delle Province autonome, nella riunione del 5 maggio 2011 ha approvato un documento dal titolo "Smaltimento dei rifiuti e ulteriori aspetti interpretativi relativi alle problematiche riscontrate nell'attuazione del Decreto ministeriale 27 settembre 2010, recante "definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica", che sostituisce il Decreto del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio del 3 agosto 2005 [23]. Nel suddetto documento al par. 6 sul tema "Classificazione di rifiuto quale ecotossico" si legge: *"Risulta necessario che il Ministero dell'Ambiente individui con apposito decreto i criteri e metodi per valutare l'ecotossicità dei rifiuti. Allo stato attuale, pur in presenza di un parere dell'ISS relativo alle frasi di rischio in ambiente acquatico (da R 50 a R 53), non si hanno disposizioni sulle metodologie da applicare per valutare l'ecotossicità in ambiente terrestre (frasi di rischio da R 54 a R 58): l'attenzione alla valutazione di questo punto è dettata dalle notevoli ripercussioni che avranno queste metodologie e relative disposizioni, soprattutto su rifiuti quali il "car-fluff" e le scorie di incenerimento."*

3 LA CARATTERIZZAZIONE DELLE CENERI PESANTI

L'incenerimento dei rifiuti, oltre alle emissioni gassose, produce residui solidi che si differenziano in:

- scorie o ceneri pesanti, costituite dal residuo non combustibile dei rifiuti, residui metallici e non metallici e da materiale organico incombusto, comprese le ceneri di griglia, che transitano attraverso le parti mobili e le aperture della griglia (per gli inceneritori dotati di impianto a griglia); rappresentano la frazione più rilevante degli scarti prodotti dal processo di incenerimento (da 200 a 300 kg per ogni tonnellata di rifiuto, in funzione della composizione dello stesso);
- ceneri leggere o volanti, che derivano dai trattamenti di depurazione dei reflui gassosi e ceneri di caldaia, costituite dai sali di metalli condensati sulle pareti della caldaia di recupero energia; sono prodotte in quantità variabili tra 30 e 60 kg per tonnellata di rifiuto, sono rifiuti pericolosi e vengono generalmente smaltite in discarica previa inertizzazione.

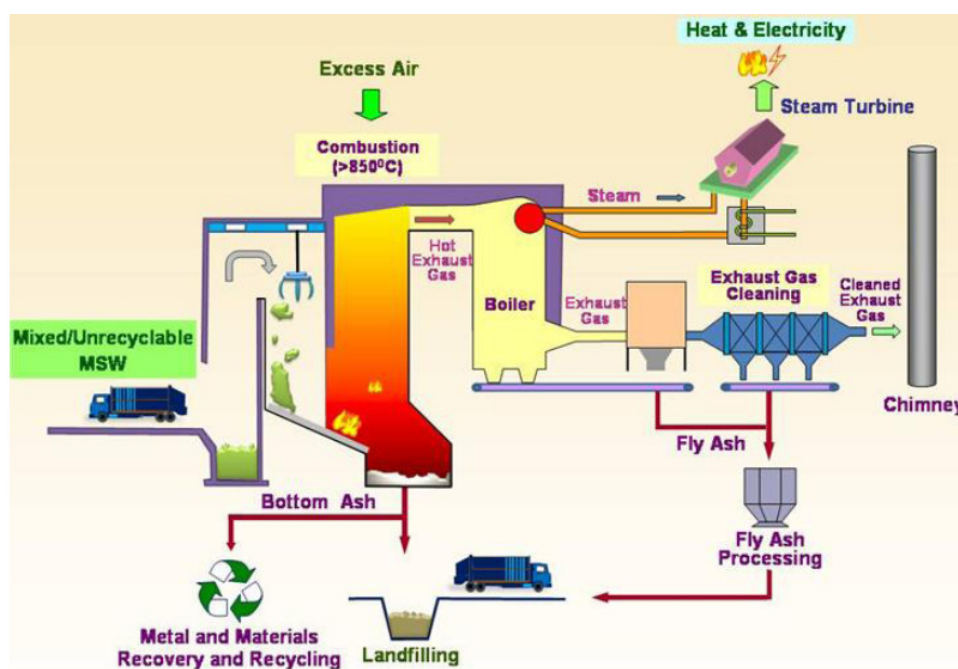


Fig. 1.1 – Schema semplificato del processo di incenerimento dei rifiuti solidi urbani [8]

Gli inceneritori di rifiuti solidi urbani producono annualmente in Europa circa 20 milioni di tonnellate di scorie che in molti paesi europei (Germania, Olanda, Francia, Danimarca) vengono in larga parte riutilizzate, mentre in Italia, allo stato attuale, sono destinate per lo più allo smaltimento in discarica (cfr par. 4.1.2 e 4.1.3).

La normativa di riferimento per la gestione delle ceneri pesanti è il D.Lgs 152/06 e s.m.i che classifica le scorie da termovalorizzatore come **rifiuti speciali non pericolosi**, con il codice CER 19 01 12 ("ceneri pesanti e scorie, diverse da quelle di cui alla voce 19 01 11").

Recentemente, con l'entrata in vigore del D.Lgs. 205 del 3/12/2010, che recepisce la direttiva 2008/98/CEE e modifica la parte IV del D.Lgs. 152/2006, è venuta alla ribalta la questione della

possibile classificazione delle scorie come **rifiuto pericoloso**, tema ancora oggi controverso e molto dibattuto.

Le scorie da incenerimento potrebbero essere classificate come rifiuti pericolosi per via del pH estremamente basico (in genere compreso tra 10 e 13, [11]); sostanze caratterizzate da un pH compreso tra 11,5 e 13,0 vengono infatti classificate come rifiuto pericoloso in quanto corrosive (H8) e/o irritanti (H4); per dimostrare la loro non pericolosità è necessario effettuare un percorso analitico piuttosto complesso (cfr par. 3.2).

Sulla base dei risultati analitici, in particolare per la presenza di metalli pesanti, potrebbe inoltre essere attribuita alle scorie da incenerimento la caratteristica di pericolo “eco-tossico” (H14).

La classificazione delle ceneri di fondo come rifiuto pericoloso imporrebbe lo smaltimento presso discariche autorizzate o l’invio ad impianti di trattamento che consentano di raggiungere valori di concentrazione dei diversi inquinanti nell’eluato compatibili con i limiti imposti per il riutilizzo o per il conferimento in discariche per rifiuti non pericolosi.

3.1 CARATTERISTICHE DELLE CENERI DI FONDO

Le ceneri di fondo di un inceneritore si presentano sotto forma di miscuglio eterogeneo grigio scuro di frammenti di metalli ferrosi e non ferrosi, di ceramiche, di vetri e di altri materiali incombusti.

Le proprietà delle ceneri di fondo si dividono sostanzialmente in [8]:

- fisiche: distribuzione granulometrica, contenuto di umidità, densità resistenza a compressione, permeabilità, porosità;
- chimiche: composizione chimica, composti volatili, concentrazione di metalli pesanti e lisciviabilità, composti organici, contenuto di cloro.

Si riporta di seguito una sintesi delle principali caratteristiche fisiche e chimiche derivante dalla consultazione di diverse fonti bibliografiche ([8], [11], [12], [15], etc) e dalle analisi condotte da ARPA Piemonte su campioni di scorie prelevate presso gli impianti di Granarolo dell’Emilia (BO) e di Piacenza nel 2008.

3.1.1 Caratteristiche fisiche

Da un punto di vista fisico le ceneri di fondo sono caratterizzate da una composizione granulometrica in prevalenza rappresentata da quella di sabbie e ghiaie [12]:

- frazione grossolana o breccia (granulometria maggiore di 5 mm): rappresenta circa il 45% delle scorie ed è costituita in buona parte da vetro, ossidi metallici e residui metallici semifusi, con scarse tracce di materiali incombusti;
- frazione intermedia (granulometria compresa tra 1 e 5 mm): rappresenta circa il 35% delle scorie ed è costituita principalmente da vetro e residui metallici semifusi con scarso tenore di carbonio incombusto;
- frazione fine (granulometria compresa tra 0.1 e 1 mm): è una sabbia fine che costituisce il 10% delle scorie e che contiene silicati di calcio, quarzo e solfati, un buon tenore di ferro e materiale organico incombusto pari a circa il 7%

- frazione finissima e surnatante (granulometria inferiore a 0,1 mm): costituisce circa il 10% delle scorie ed è costituita da calcite, quarzo e silicato di calcio, sali di cloro, fosforo e bromo e un tenore elevato di composti organici (circa il 9%).

A livello mineralogico la composizione delle scorie, pur essendo variabile in relazione alle caratteristiche del rifiuto incenerito, è riconducibile ad una matrice prevalentemente costituita da silicoalluminati di calcio, magnesio e ferro, molto simile a quella di rocce eruttive come basalti e graniti, ma con concentrazioni decisamente superiori di metalli pesanti.

Rispetto ai granulati naturali, però, le scorie d'incenerimento possono assorbire più acqua.

La massa volumica apparente delle scorie da RU deferrizzate e frantumate è compresa tra 1.100 e 1.200 kg/m³, la massa volumica reale può raggiungere 2.500 kg/m³. Si tratta quindi di un materiale molto leggero in rapporto ai granulati naturali.

La frazione organica incombusta è concentrata principalmente nelle frazioni più fini ed è costituita per il 95% da lignina e cellulosa e per il restante 5% da composti solubili in solventi o in acqua (acidi carbossilici, alcani, steroidi, ftalati) (Marchese et al., 2005).

In Tab. 3.2 sono riportati i valori di alcune misure di caratterizzazione fisica di sei campioni di scorie prelevati presso impianti di incenerimento del Nord Italia (Tab. 3.1) e analizzati dal Politecnico di Torino [11].

Si osservano valori di umidità molto variabili, in parte giustificabili con le modalità di gestione della fase di stoccaggio delle scorie dopo lo spegnimento con acqua.

Tab. 3.1 - Dati di processo dei sei differenti impianti presso cui sono stati prelevati campioni di scorie

Pre-trattamenti	Forno	Tipologia dei rifiuti inceneriti	PCI medio rifiuti kcal/kg	Temperatura combustione °C	quenching	Trattamenti su scorie spente	Stoccaggio scorie
1	-	MGAc RU, San, RS	2920	1100	in acqua	VA+DE+DA	all'aperto, 7-10 giorni
2	-	MGAc RU, San	2485	850	in acqua	DE	in vasca coperta, 24 ore
3	-	MGAc RU	2750	1050	in acqua	-	all'aperto, 12 ore
4	DE	MGAc RU	2675	1150	in acqua	*	al chiuso in depressione, 24 ore
5	-	MGAc RU, San, RS	2970	1000	in acqua	DE	all'aperto, massimo 7 giorni
6	-	MGAc RU, RS, Bio	2100	1100	in acqua	DE	al chiuso, massimo 24 ore

VA = vagliatura, DE = deferrizzazione, DA = dealluminazione, MGAc = griglia mobile raffreddata ad aria

Il grado di umidità delle scorie è compreso in un intervallo molto ampio che va dal 10 al 60%.

Tab. 3.2 - Caratterizzazione fisica delle scorie provenienti da sei termovalorizzatori del Nord Italia (Tab. 3.1, [11])

		S1	S2	S3	S4	S5	S6
Umidità	% sul secco	38.2	35.1	20.7	12.7	24.9	16.8
Volatili	% sul secco	7.2	8.6	2.9	5.7	3.4	6.7
Acqua del substrato saturo	% sul secco	27.5	19.9	14.6	9.3	12.4	13.5
Porosità	%	40.4	32.6	27.5	18.8	23.6	26.0
Diametro passante 50%	mm	2.3	2.6	3.3	6.8	5.3	3.2

3.1.2 Composizione chimica

La composizione dei rifiuti solidi urbani varia nel tempo e da paese a paese a causa delle differenze socio-economiche, dei livelli di raccolta differenziata, etc; varia di conseguenza la composizione delle ceneri di fondo [8].

In generale la caratterizzazione fisica e chimica della scoria è funzione delle caratteristiche del rifiuto in ingresso al forno, delle condizioni operative, del tipo di inceneritore, del layout e dall'efficienza del sistema di abbattimento degli inquinanti presenti nei fumi [8].

Per ciò che concerne la composizione chimica, gli elementi presenti in quantità maggiori sono: Si, Al, Fe, Mg, Ca, K, Na e Cl. Inoltre SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , Fe_2O_3 , Na_2O , K_2O sono gli ossidi maggiormente presenti nelle ceneri di fondo, in particolare SiO_2 è il composto più abbondante, raggiungendo una percentuale in peso di oltre il 49%. (Tab. 3.3).

Tab. 3.3 – Contenuto in ossidi delle ceneri pesanti da incenerimento di rifiuti urbani [8]

Authors	[29]	[30]	[31]	[32]	[24]	[25]	[27]
Type	BA (150–200 mesh)	MSWI ash	MSWI ash	MSWI ash	BA	BA	BA
SiO_2	27.8	29.4	12.01	5.44	13.44	46.7	49.38
Al_2O_3	9.9	18	8.1	3.1	1.26	6.86	6.58
CaO	25.9	27.2	13.86	42.55	50.39	26.3	14.68
Fe_2O_3	4	13.3	1.21	1.69	8.84	4.69	8.38
MgO	3.3	1.6	2.62	1.83	2.26	2.22	2.32
K_2O	1.8	0.9	7.41	4.31	1.78	0.888	1.41
Na_2O	3.3	3.6	17.19	4.82	12.66	4.62	7.78
SO_3	N/A	N/A	N/A	12.73	0.5	2.18	0.57
P_2O_5	6.9	N/A	N/A	1.62	N/A	0.855	N/A
TiO_2	2	N/A	N/A	0.92	2.36	0.77	N/A

[29] Gupta, V.K.; Ali, I.; Saini, V.K; Van Gerven. T.; Van Bruggen, B.D.; Vandecasteele, C. Removal of dyes from wastewater using bottom ash. *Ind. Eng. Chem. Res.* 2005, 44, 3655-3664.

[30] Shih, P.H.; Chang, J.E.; Chiang, L.C. Replacement of raw mix in cement production by municipal solid waste incineration ash. *Cem. Concr. Res.* 2003, 33, 1831-1836.

[31] Saikia, N.; Kato, S.; Kojima, T. Production of cement clinkers from municipal solid waste incineration (MSWI) fly ash. *Waste Manag.* 2007, 27, 1178-1189.

[32] Qian, G.; Cao Y.; Chui, P.; Tay, J. Utilization of MSWI fly ash for stabilization/solidification of industrial waste sludge. *J. Hazard. Mater.* 2006, 129, 274-281.

[24] Pan, J.R.; Huang, C.; Kuo, J.J.; Lin, S.H. Recycling MSWI bottom and fly ash as raw materials for Portland cement. *Waste Manag.* 2008, 28, 1113-1118.

[25] Andreola, F.; Barbieri, L.; Hreglich, S.; Lancellotti, I.; Morselli, L.; Passarini, F.; Vassura, I. Reuse of incinerator bottom and fly ashes to obtain glassy materials. *J. Hazard. Mater.* 2008, 153, 1270-1274.

[27] Gines, O.; Chimenos, J.M.; Vizcarro, A.; Formosa, J.; Rosell, J.R. Combined use of MSWI bottom ash and fly ash as aggregate in concrete formulation: Environmental and mechanical considerations. *J. Hazard. Mater.* 2009, 169, 643-650

L'analisi volta alla determinazione delle specie chimiche e delle loro quantità è in genere mirata all'individuazione dei metalli pesanti e degli elementi alogeni, responsabili della pericolosità del residuo solido della combustione di RSU. Cr, Cu, Hg, Ni, Cd, Zn e Pb sono i metalli pesanti più frequentemente trovati nelle ceneri di fondo e Zn e Pb quelli che presentano le concentrazioni maggiori (Tab. 3.4, Tab. 3.5).

Per ciò che riguarda la distribuzione in funzione delle diverse classi dimensionali (Tab. 3.4), dalle analisi condotte su scorie provenienti da inceneritori del Nord Italia [18] si evince che:

- il ferro è presente in tutte le frazioni, anche se la presenza diventa meno significativa per scorie di diametro inferiore ad 1 mm (frazione fine e finissima) ;
- le concentrazioni dei metalli bivalenti e trivalenti (Cr, Mn, Cu, Zn, Pb) non variano particolarmente tra i vari tagli, salvo scomparire nella fase surnatante;
- la presenza dei solfati, fosfati e cloruri cresce rapidamente man mano che ci sposta dalle frazioni grossolane verso quelle via via più fini (decuplicando il loro tenore);

- il bromo è presente nella sola fase surnatante;
- i metalli pesanti quali Cu, Zn, Pb sono meno rappresentati nelle frazioni più fini.

 Tab. 3.4 - *Composizione chimica delle varie frazioni granulometriche [18]*

Elemento (ppm)	>5	1-5	0.1-1	<0.1	Solubile	Media elemento
P	14.312	48.623	32.901	74.123	61.300	31.905
S	4.136	21.921	26.081	57.744	46.600	15.119
Cl	6.550	6.578	4.438	15.913	66.000	7.132
K	3.347	8.905	11.460	14.420	19.700	6.822
Ti	7.064	6.967	6.039	10.282	0	6.915
Cr	1.763	2.141	1.725	940	0	1.880
Mn	1.338	1.212	1.465	903	0	1.277
Fe	87.939	71.427	76.411	16.582	1.400	77.724
Ni	370	403	0	138	0	338
Cu	1.740	1.365	2.810	2.227	550	1.692
Zn	1.197	1.398	2.663	3011	770	1.458
Pb	637	1.237	571	825	280	877
Br	54	0	0	0	370	29
Sr	264	405	385	548	480	342
Ca%	11,2	14,1	16,2	26,2	48,9	14
% delle frazioni	46	41	10	2	1	

 Tab. 3.5 – *Metalli pesanti nelle ceneri pesanti da incenerimento di rifiuti urbani (mg/kg) [8]*

Authors	[37]	[33]	[38]	[31]	[39]
Type	BA	BA	BA	BA	BA
Ag	4.1–14	2–38	8.5–10.7	N/A	N/A
As	19–80	1.3–45	209–227	160	13
Ba	900–2,700	47–2,000	1,104–1,166	N/A	N/A
Cd	1.4–40	0.3–61	6.8–7.8	110	3
Co	<10–40	22–706	49.6–53.1	N/A	N/A
Cr	230–600	13–1,400	323–439	260	900
Cu	900–4,800	80–10,700	4,139–4,474	N/A	500
Hg	<0.01–3	0.003–2	N/A	N/A	2.6
Mn	<0.7–1.7	50–3,100	869–894	N/A	280
Ni	60–190	9–430	216–242	N/A	180
Pb	1,300–5,400	98–6,500	2,474–2,807	N/A	2,700
Se	0.6–8	ND–3.4	230–265	130	N/A
Zn	1,800–6,200	200–12,400	4,261–4,535	N/A	600
Sn	<100–1,300	N/A	N/A	840	960
Sr	170–350	N/A	N/A	N/A	N/A
V	36–90	N/A	N/A	N/A	N/A

[37] Hjelmar, O. Disposal strategies for municipal solid waste incineration residues. J. Hazard. Mater. 1996, 47, 345-368.

[33] Waste and Recycled Materials Use in the Transportation Industry. In National Cooperative Highway Research Program; Transportation Research Board, National Research Council: Washington, DC, USA, 2000.

[38] The Research on the Utilization of MSWI Residues(II); Taiwan Environmental Protection Agency: Taipei, Taiwan, 2004.

[31] Saikia, N.; Kato, S.; Kojima, T. Production of cement clinkers from municipal solid waste incineration (MSWI) fly ash. Waste Manag. 2007, 27, 1178-1189.

[39] Forteza, R.; Far, M.; Segui, C.; Cerda, V. Characterization of bottom ash in municipal solid waste incinerators for its use in road base. Waste. Manag. 2004, 24, 899-909

Tab. 3.6 – Cloruri nelle ceneri pesanti da incenerimento di rifiuti urbani [8]

Authors	[24]	[31]	[32]	[39]	[25]
Type	BA	BA	BA	BA	BA
	2,876	149,500	201,100	2,300	1,760

- [24] Pan, J.R.; Huang, C.; Kuo, J.J.; Lin, S.H. Recycling MSWI bottom and fly ash as raw materials for Portland cement. Waste Manag. 2008, 28, 1113-1118.
- [31] Saikia, N.; Kato, S.; Kojima, T. Production of cement clinkers from municipal solid waste incineration (MSWI) fly ash. Waste Manag. 2007, 27, 1178-1189.
- [32] Qian, G.; Cao Y.; Chui, P.; Tay, J. Utilization of MSWI fly ash for stabilization/solidification of industrial waste sludge. J. Hazard. Mater. 2006, 129, 274-281.
- [39] Forteza, R.; Far, M.; Segui, C.; Cerda, V. Characterization of bottom ash in municipal solid waste incinerators for its use in road base. Waste. Manag. 2004, 24, 899-909
- [35] Andreola, F.; Barbieri, L.; Hreglich, S.; Lancellotti, I.; Morselli, L.; Passarini, F.; Vassura, I. Reuse of incinerator bottom and fly ashes to obtain glassy materials. J. Hazard. Mater. 2008, 153, 1270-1274.

Tab. 3.7 - Caratterizzazione chimica delle scorie provenienti da sei termovalorizzatori del Nord Italia (Tab. 3.1, [11])

Elemento	Unità di misura	S1	S2	S3	S4	S5	S6	Valore medio	Deviazione standard %
Si	%	19,63	21,55	19,88	21,22	15,43	18,23	19,32	11,6
Al	%	5,02	6,14	5,22	3,90	6,01	5,75	5,34	15,5
Fe	%	4,18	3,60	3,36	7,40	6,28	6,15	5,16	32,3
Ti	%	1,64	1,71	1,69	1,05	1,77	1,35	1,54	18,2
Ca	%	15,63	11,95	16,71	13,22	18,90	17,50	15,65	16,8
Mg	%	3,47	2,26	2,98	2,05	2,74	2,66	2,69	18,9
Na	%	2,76	3,23	3,26	4,17	3,31	2,35	3,18	19,2
K	%	1,45	2,10	1,27	1,40	1,06	1,45	1,46	24,0
O	%	41,54	41,68	41,92	41,22	39,15	40,63	41,02	2,5
S	%	1,01	0,45	0,65	0,42	0,66	0,45	0,61	37,0
P	%	0,54	0,65	0,89	0,44	0,48	0,32	0,55	35,7
Cl	%	0,67	1,22	0,57	0,69	1,35	0,62	0,85	39,8
C _{org.}	%	1,56	2,43	0,25	0,50	0,91	0,56	1,04	79,3
C _{inorg.}	%	0,43	0,86	1,06	0,62	1,12	0,66	0,79	34,0
Ni	mg/kg	659	500	428	407	465	572	505	18,9
Zn	mg/kg	13256	11248	7913	4419	6568	13015	9403	38,8
Cu	mg/kg	8947	6636	9506	8388	8987	14380	9474	27,5
Pb	mg/kg	10397	7046	5598	1532	5486	7686	6291	46,7

I test di cessione in acqua condotti dal Politecnico di Torino su 6 campioni di scorie provenienti da inceneritori del Nord Italia evidenziano un comportamento piuttosto diverso ed in particolare evidenziano una grande variabilità delle concentrazioni di piombo, di particolare interesse ai fini di un possibile smaltimento delle scorie in discariche per rifiuti non pericolosi: in due casi la concentrazione risulta superiore al valore limite di 1 mg/l [11].

Tab. 3.8 - Caratterizzazione degli eluati di scorie provenienti da sei termovalorizzatori del Nord Italia (cfr Tab. 3.1 per le caratteristiche degli impianti) [11]

	unità di misura	S1	S2	S3	S4	S5	S6
pH	-	11.85	10.87	11.70	12.08	11.38	12.20
Conducibilità	µS/cm	1870	2802	1419	3760	1732	7175
Cloruri	mg/l	218	650	101	290	299	211
CO ₃ ⁻²	mg/l	108	198	164	105	145	96
Calcio	mg/l	172	61	101	218	41	555
Rame	mg/l	0.49	0.25	0.07	0.42	0.16	1.56
Piombo	mg/l	2.00	0.06	0.69	0.80	0.40	3.64

Si riportano infine i risultati delle analisi condotte da ARPA Piemonte su campioni di scorie prelevati presso gli impianti di Granarolo e di Piacenza, entrambi con tecnologia del forno a griglia mobile (Tab. 3.9) nel corso del 2008, nell'ambito del lavoro svolto dal Tavolo Tecnico composto da Provincia di Torino, ATO Rifiuti, TRM e ARPA allo scopo di indagare la possibilità di recupero delle scorie prodotte dal termovalorizzatore del Gerbido e ridurre il conferimento in discarica.

Tab. 3.9 - Principali caratteristiche dei due impianti di termovalorizzazione presso cui sono stati prelevati i campioni di scorie

	 Terموالورizzatore di Torino- Gerbido	 Terموالورizzatore di Granarolo	 Terموالورizzatore di Piacenza
Potenzialità [t/giorno]	1.295	600-700	360
Tipologia rifiuti	RSU	RSU,RSA, rifiuti ospedalieri	RSU,RSA, rifiuti ospedalieri, fanghi
PCI [kcal/kg]	2.747	2800	-
RD [%]	50,0%	23,6%	35,8%
Pretrattamento rifiuto in ingresso	No	No	No
Tecnologia forno	Griglia raffreddata ad aria (3 linee)	Griglia raffreddata ad acqua/aria (2 linee)	Griglia raffreddata ad aria (2 linee)
Deferrizzazione delle scorie	Si	No	Si
Destino delle scorie	Da definirsi	Discarica per rifiuti non pericolosi	Cementifici

Tab. 3.10- Caratterizzazione analitica delle scorie e dell'eluato (analisi ARPA e analisi gestore)

		TMV 1			TMV 2
		ARPA	Analisi gestore	Analisi gestore	ARPA
Analisi del campione tal quale	Contenuto d'acqua (%)	15,9			13,5
	pH	10,4			10,2
	Cd (mg/kg)	< 10	1,9	3	< 10
	Co (mg/kg)	21,0		18	21
	Cr (mg/kg)	210,0	79,0	44	230
	Cr VI (mg/kg)	< 5	< 0,5	< 5	< 5
	Mo (mg/kg)	< 42		4	< 41
	Ni (mg/kg)	100,0	79,0	28	170
	Pb (mg/kg)	2300,0	700,0	174	1160
	Cu (mg/kg)	2600,0	1260,0	1452	2200
	Zn (mg/kg)	3100,0	880,0	1611	2000
	Al (mg/kg)	-	16000,0	11790	-
	Sb (mg/kg)	-	76,0	22	-
	As (mg/kg)	-	2,5	3	-
	Mg (mg/kg)	-	7600,0	4370	-
	Hg (mg/kg)	-	< 0,1	< 1	-
	Se (mg/kg)	-	< 0,5	< 1	-
	Sn (mg/kg)	-	46,0	112	-
	Tl (mg/kg)	-	< 0,5	< 1	-
	Te (mg/kg)	-	< 0,5	< 1	-
	Be (mg/kg)	-	-	< 1	-
	2,3,7,8-tetracdd ($\mu\text{g/kg}$)	-	< 0,1	< 1	-
	1,2,3,7,8-pentacdd ($\mu\text{g/kg}$)	-	< 0,1	< 1	-
	1,2,3,4,7,8-esacdd ($\mu\text{g/kg}$)	-	< 0,1	< 1	-
	1,2,3,6,7,8-esacdd ($\mu\text{g/kg}$)	-	< 0,1	< 1	-
	1,2,3,7,8,9-esacdd ($\mu\text{g/kg}$)	-	< 0,1	< 1	-
	1,2,3,4,6,7,8-eptacdd ($\mu\text{g/kg}$)	-	< 0,1	< 1	-
	octacdd ($\mu\text{g/kg}$)	-	< 0,1	< 1	-
	2,3,7,8-tetracdf ($\mu\text{g/kg}$)	-	< 0,1	< 1	-
	1,2,3,7,8-pentacdf ($\mu\text{g/kg}$)	-	< 0,1	< 1	-
	2,3,4,7,8-pentacdf ($\mu\text{g/kg}$)	-	< 0,1	< 1	-
	1,2,3,4,7,8-esacdf ($\mu\text{g/kg}$)	-	< 0,1	< 1	-
	1,2,3,6,7,8-esacdf ($\mu\text{g/kg}$)	-	< 0,1	< 1	-
2,3,4,6,7,8-esacdf ($\mu\text{g/kg}$)	-	< 0,1	< 1	-	
1,2,3,7,8,9-esacdf ($\mu\text{g/kg}$)	-	< 0,1	< 1	-	
1,2,3,4,6,7,8-eptacdf ($\mu\text{g/kg}$)	-	< 0,1	< 1	-	
1,2,3,4,7,8,9-eptacdf ($\mu\text{g/kg}$)	-	< 0,1	< 1	-	
octacdf ($\mu\text{g/kg}$)	-	< 0,1	< 1	-	
Prova di eluizione	Cl - (mg/l)	275,0	260,0	161	210
	F - (mg/l)	< 0,2	1,0	0,6	< 0,2
	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	175,0	110,0	31,7	260
	CN- (mg/l)	< 0,001	< 0,01	< 0,02	0,001
	Sb (mg/l)	0,1	< 0,0005	< 0,001	0,11
	As (mg/l)	< 0,05	< 0,0005	< 0,01	< 0,05
	Ba (mg/l)	0,6	0,6	0,66	< 0,04
	Cd (mg/l)	< 0,01	< 0,0005	< 0,001	< 0,01
	Cr (mg/l)	< 0,1	0,0	< 0,01	< 0,1
	Hg (mg/l)	< 0,0005	0,0	< 0,0002	< 0,0005
	Mo (mg/l)	< 0,1	0,0	0,03	0,13
	Ni (mg/l)	< 0,040	0,0	0,002	< 0,04
	Pb (mg/l)	0,1	0,0	0,17	< 0,04
	Cu (mg/l)	0,3	0,2	< 0,09	0,78
	Se (mg/l)	< 0,02	0,0	0,009	< 0,02
	Zn (mg/l)	< 0,10	0,1	0,14	< 0,1
	DOC	-	26,0	15,6	-
solidi disciolti totali	-	4700,0	2710	-	

3.2 CLASSIFICAZIONE DELLE SCORIE IN TERMINI DI PERICOLOSITÀ

Le ultime modifiche normative (D. Lgs 205/2010) hanno portato alla ribalta la questione della possibile classificazione delle scorie come **rifiuto pericoloso**, tema ancora oggi controverso e molto dibattuto.

La classificazione del rifiuto come pericoloso o non pericoloso, indispensabile ai fini del corretto recupero/smaltimento, si basa sulla sua origine (il rifiuto è classificato pericoloso unicamente in ragione dell'attività produttiva che lo ha generato, senza necessità di verifiche analitiche) o sul contenuto di sostanze pericolose (determinato a seguito dell'analisi di laboratorio). L'analisi di laboratorio risulta indispensabile per l'attribuzione dei codici "a specchio" per cui si richiede di confrontare i dati di laboratorio con i valori limite imposti dalla normativa.

Per ciò che concerne le ceneri di fondo di impianti di incenerimento queste potrebbero risultare pericolose sostanzialmente per due ragioni:

- per via del **pH estremamente basico** che fa loro attribuire la classe di pericolosità H8 (corrosivo) e/o H4 (irritante)
- per via delle concentrazioni elevate di metalli pesanti che farebbe attribuire alle scorie da incenerimento la caratteristica di **pericolo "eco-tossico"** (H14).

L'ARPA Veneto ha richiesto con nota prot. 149502/2010 alla Regione Veneto indicazioni circa l'applicazione di determinate classi di pericolo a rifiuti caratterizzati da **pH estremo** (CER 190112 – ceneri pesanti e scorie diverse da quelle di cui alla voce 190111*) per i quali la recente evoluzione normativa sia in ambito europeo che nazionale ha introdotto profondi cambiamenti. L'Assessorato all'Ambiente in data 4 Marzo 2011 ha istituito un tavolo di lavoro, coordinato da Arpav con la partecipazione di Tecn.Amb (associazione costituita dai rappresentanti degli Ordini Professionali), del Consiglio Nazionale dei Chimici e dell'Associazione Gestori Rifiuti, con lo scopo di definire una procedura tecnica che permetta la corretta attribuzione delle caratteristiche di pericolo "corrosivo" ed "irritante" ai rifiuti [25]. Si riporta di seguito una sintesi delle risultanze del suddetto tavolo di lavoro.

I rifiuti con un valore estremo del pH (≤ 2 oppure $\geq 11,5$) e con più di una componente acida o basica, per i quali non sia già stata evidenziata la pericolosità per effetto corrosivo o irritante in base a quanto previsto dall'allegato D (ossia in base alla concentrazione di sostanze corrosive o irritanti presenti nel rifiuto che superano le soglie limite), devono essere valutati e classificati, per quanto attiene al loro effetto corrosivo, secondo le disposizioni della «regolamentazione del pH».

Ai fini della classificazione di un preparato con pH estremo ($11,5 < \text{pH}$ e $\text{pH} < 2$) la Commissione Europea si è espressa in questi termini (Position paper della Commissione europea del 18 settembre 2007, [24]):

“Il pH estremo prevale non solo rispetto al risultato derivante dal metodo di calcolo basato sui limiti percentuali generici assegnati alle categorie di pericolo delle sostanze costituenti il preparato, ma anche rispetto ai limiti specifici eventualmente assegnati alle singole sostanze.

Quindi, anche se il limite specifico porterebbe ad una classificazione meno severa, se il pH è ≤ 2 oppure $\geq 11,5$ comunque si classifica C R35 (n.d.r: corrosivo – provoca gravi ustioni), a meno che non si decida di confutare questa classificazione con la determinazione della riserva acida/alcalina, alla quale deve poi seguire il test in vitro”.

L'Istituto Superiore di Sanità (ISS) nel proprio parere espresso in data 16/05/2008 avente per oggetto "D.Lgs. 152/2006, parte IV – Richiesta parere sulla classificazione dei rifiuti pericolosi corrosivi e irritanti" e quindi specifico alla materia della classificazione dei rifiuti pericolosi caratterizzati da pH estremo tratta dell'argomento dei rifiuti esibenti pH estremo.

In particolare l'ISS nel caso di rifiuti ove la concentrazione di sostanze pericolose presenti sia inferiore alla concentrazioni limite previste nell'Allegato D, parte IV del D.Lgs. 152/2006, ma sia noto che essi esibiscono un pH estremo, ritiene che non sia possibile classificare detto rifiuto comunque non pericoloso, bensì sarà necessario procedere con la determinazione della riserva alcalina e, se necessario, ai test in vitro. Pertanto conclude che qualora il calcolo della riserva acida/alcalina faccia escludere il potere corrosivo, ma faccia supporre un potere irritante, in base al pH estremo esibito, si ritiene opportuna la classificazione come irritante (H4) in via cautelativa, con frasi di rischio R36 "irritante per gli occhi" e R38 "irritante per la pelle".

In definitiva, per dimostrare la non pericolosità delle scorie, essendo queste caratterizzate da valori di pH molto alti, sarà necessario effettuare un percorso analitico molto complesso.

Il diagramma operativo che illustra la procedura di classificazione dei rifiuti che esibiscono pH estremo è il seguente.

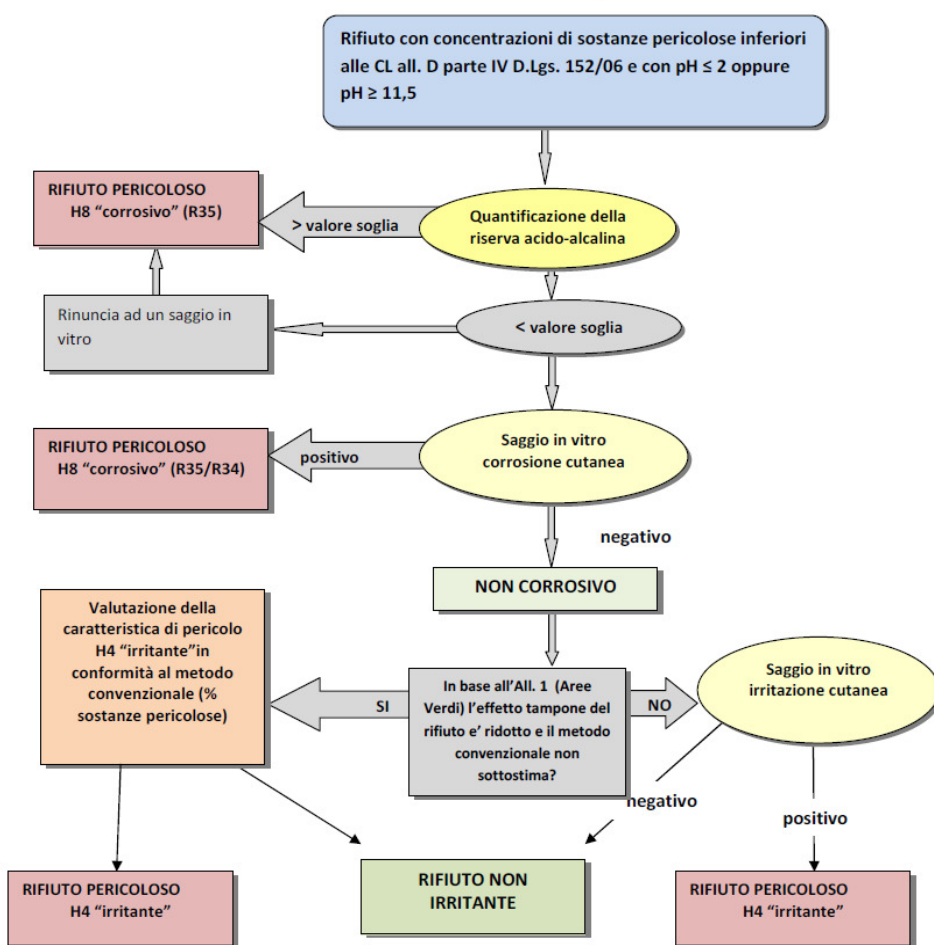


Fig. 3.1 – Diagramma procedura operativa classificazione rifiuti con pH estremo [25]

Sulla base dei risultati analitici, per la presenza di metalli pesanti (ed in particolare per contenuti di zinco superiori a 2.500 mg/kg, pari allo 0.25%), potrebbe essere attribuita alle scorie da incenerimento la caratteristica di **pericolo "eco-tossico"** (H14).

La nuova direttiva 2008/98/CE afferma che, per la caratteristica di pericolo “ECOTOSSICO” si fa riferimento alle sostanze classificate come tali e riportate all’All.VI della dir. 67/548/CEE e s.m.i (L’allegato VI risulta abrogato e sostituito dall’allegato I del regolamento 1272/2008 e s.m.i.); per l’attribuzione della classe di pericolo H14 (sostanze classificate con frasi di rischio R50, R51, R52 singole o combinate ciascuna con R53) si fa riferimento ai criteri riportati nella parte A allegato III della direttiva 1999/45/CE.

Le concentrazioni limite relative alle frasi di rischio sono le seguenti:

- R50 o R50-R53 0,25 % p/p
- R51 o R51-R53 2,5 % p/p
- R52 o R52-R53 25 % p/p

In attesa dell’uscita delle linee guida comunitarie, i soggetti interessati al problema della possibile attribuzione ad alcune tipologie di rifiuti della classe di pericolosità H14 (Enti pubblici, gestori di impianti di trattamento/smaltimento, etc) si sono impegnati ad individuare un metodo condiviso e praticabile di attribuzione di tale caratteristica.

In particolare Arpa Veneto propone la seguente procedura operativa ai fini della attribuzione della caratteristica di pericolo ecotossico ad un rifiuto [26]:

1. se il rifiuto ha composizione nota (o questa può essere determinata), allora si procede con il metodo convenzionale che prevede la determinazione delle concentrazioni e l’applicazione dei metodi di calcolo, utilizzando la classificazione delle sostanze prevista dalla direttiva 1967/548/CEE e dal regolamento 2008/1272/CE;
2. nel caso in cui il rifiuto non ha composizione nota (e questa non può essere determinata), allora si possono seguire due strade per la attribuzione della caratteristica H14:
 - a) si effettuano i test di ecotossicità
 - b) si utilizza il criterio del valore limite di concentrazione più basso, rimandando per la sua applicazione al punto 1.

Per ciò che concerne l’effettuazione di test eco tossicologici, si procede alla preparazione del campione e alla effettuazione del test di cessione nel rapporto liquido/solido =10/1 secondo la norma UNI EN 14375:2005.

Sull’eluato così ottenuto verranno effettuati i seguenti test:

- saggio di tossicità acuta con vibrio fischeri secondo il metodo EN ISO 11348-1-2-3 o corrispondenti;
- saggio di tossicità acuta con Daphnia magna secondo il metodo EN ISO 6341 o corrispondenti;
- saggio di tossicità cronica, inibizione della crescita algale con Pseudokirchneriella sub capitata secondo il metodo EN ISO 8692 o corrispondenti;

I valori limite da applicare saranno i seguenti:

organismo	Valori limite
<i>vibrio fischeri</i>	EC ₅₀ raggiunto con una soluzione al 10% il rifiuto è tossico
<i>Daphnia magna</i>	EC ₅₀ raggiunto con una soluzione al 10% il rifiuto è tossico
<i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>	EC ₂₀ raggiunto con una soluzione al 20% il rifiuto è tossico

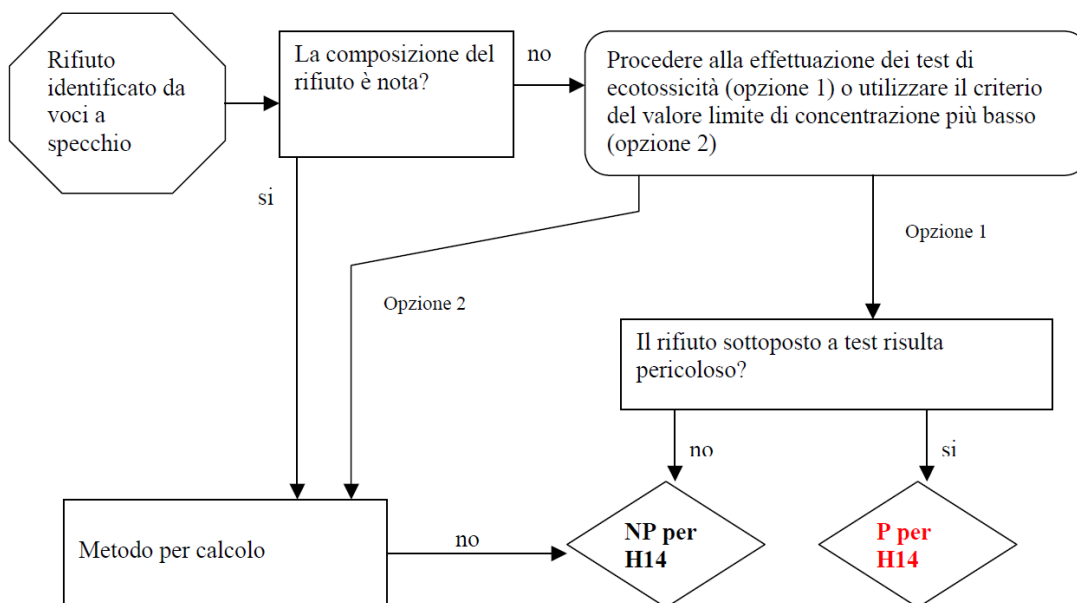


Fig. 3.2 – Schema decisionale per l’attribuzione al rifiuto della classe di pericolosità H14 [26]

La possibilità che le scorie da incenerimento di rifiuti urbani vengano classificate come ecotossiche sulla base di saggi biologici è concreta e confermata da uno studio condotto in Germania tra il 2008 e il 2009 [15].

Tale studio ha analizzato 13 campioni di scorie provenienti da inceneritori di rifiuti solidi urbani al fine di valutarne l’ecotossicità (classe di pericolo H14). A seconda dell’intervallo di tempo intercorso tra il processo di combustione e il campionamento, le scorie sono state divise in tre gruppi: scorie fresche (pochi giorni), scorie intermedie (da pochi giorni a tre mesi) e scorie invecchiate (oltre tre mesi).

Sono stati condotti saggi biologici su eluato (alghe, Daphnia Magna – inibizione della mobilità e batteri luminescenti - Vibrio fischeri) e su fase solida (piante, lombrichi e batteri) e, per valutare l’ecotossicità dei campioni di scorie, è stato assunto un valore del LID pari a 4 nel primo caso, a 8 nel secondo dove per LID (Lowest Ineffective Dilution) si intende il primo step di diluizione senza effetto; ad esempio un valore di LID pari a 4 vuol dire che una soluzione composta al 25% di eluato e 75% da acqua non provoca alcun effetto tossico. Le soglie di effetto sono state poste pari al 20% per tutti i test tranne per il test relativo alla crescita delle piante (ISO 11269-2) fissato pari al 30% e per quello relativo all’inibizione della mobilità della Daphnia magna (test di tossicità acuta, EN ISO 6341).

Con le assunzioni di cui sopra, i risultati dei test hanno evidenziato la potenziale pericolosità ecotossica delle scorie da incenerimento dei rifiuti urbani non mostrando alcuna correlazione tra gli effetti biologici e la composizione chimica dei campioni.

Sebbene alcune scorie fresche siano risultate molto più tossiche di quelle invecchiate, non sono emerse differenze sostanziali, in termini di tossicità tra i due gruppi di campioni; specifiche operazioni sulle scorie da incenerimento, quali ad esempio l’invecchiamento, potrebbero portare ad un decremento della mobilità e della biodisponibilità dei composti tossici nelle scorie, con una possibile diminuzione della tossicità del campione.

3.3 EFFETTI DEI PRETRATTAMENTI SULLE CARATTERISTICHE DI PERICOLOSITÀ DELLE SCORIE

Alla luce delle ultime modifiche normative (D. Lgs 205/2010), la scoria fresca (ossia appena prodotta o al limite prodotta da qualche settimana) potrebbe presentare una serie di criticità tali da precluderne il recupero o, addirittura, lo smaltimento in discariche per rifiuti non pericolosi, salvo il ricorso a trattamenti preliminari di raffinazione, che permettano la separazione delle frazioni metalliche ferrose e non ferrose e la stabilizzazione o eliminazione delle frazioni inquinanti.

Tali criticità possono essere così sintetizzate:

- pH troppo elevato;
- concentrazioni elevate di anioni e metalli pesanti (in particolare di zinco);
- presenza di sali solubili (cloruri, solfati);

La scelta delle tecnologie di trattamento deve tener conto di tutti gli agenti contaminanti presenti e delle condizioni ambientali in cui andranno ad essere utilizzate o smaltite le scorie, in modo da evitare situazioni per cui viene ridotta la lisciviazione di alcuni elementi ed aumentata quella di altri.

A seconda del tipo di destinazione finale, le scorie vengono sottoposte a trattamenti più o meno spinti di tipo fisico, chimico e termico (Tab. 3.11). Per ulteriori dettagli sui trattamenti finalizzati al recupero si rimanda al par. 4.1.1.

Preme sottolineare che alcuni trattamenti (in particolare quelli di inertizzazione termica quali sinterizzazione e vetrificazione, ma anche quelli più tradizionali di stabilizzazione – solidificazione) sono piuttosto costosi ed economicamente non proponibili nel caso in cui le scorie debbano essere collocate in discarica.

Tab. 3.11 – Trattamenti cui possono essere sottoposte le ceneri di fondo da termovalorizzazione.

Tipo di trattamento		descrizione	
Fisico	Classificazione granulometrica	può essere realizzata a secco, finalizzata alla rimozione della frazione fine più contaminata, o ad umido; in questo caso si combina la separazione fisica con l'estrazione in acqua.	
	Separazione dei metalli	I metalli ferrosi vengono rimossi con separatori magnetici, quelli non ferrosi con separatori a correnti indotte.	
Chimico	Separazione	Lavaggio	Viene impiegato per rimuovere le componenti solubili come cloruri e solfati. Il limite di tale strategia è dato dalla complessa gestione del percolato a fronte di un ridotto miglioramento della qualità delle scorie.
		Estrazione chimica	Processo di estrazione con sostanze chimiche quali ad esempio acidi inorganici (acido cloridrico, nitrico e solfidrico)
	Stabilizzazione	Invecchiamento/ carbonatazione	le scorie vengono lasciate riposare all'aperto per un periodo che va da alcune settimane ad alcuni mesi, a contatto con gli agenti atmosferici quali pioggia, ossigeno, CO ₂ .
		Inertizzazione	Le scorie vengono miscelate con reagenti specifici (cemento, calce, sostanze termoplastiche, ecc), che ne immobilizzano la componente metallica arrivando ad una stabilizzazione/solidificazione del rifiuto.
Termico	Heating	Le ceneri pesanti vengono sottoposte ad un trattamento termico con temperature intorno ai 400-500 °C, che mira principalmente alla distruzione della sostanza organica alla quale sono legati alcuni metalli attraverso complessi organo-metallici.	
	Vetrificazione/ sinterizzazione	Processo ad alta temperatura (1.000-1.500 °C) che porta alla riduzione della frazione organica e all'inglobamento di buona parte degli inquinanti nella matrice solida. I limiti sono legati agli elevati costi di esercizio.	

Uno dei trattamenti proponibili anche nel caso in cui si opti per lo smaltimento è la carbonatazione (o invecchiamento o ageing o maturazione) che può essere sostanzialmente di due tipi:

- carbonatazione naturale
- carbonatazione accelerata

La **carbonatazione naturale** consiste nel lasciare le scorie in cumulo esposte all'aria ed alle precipitazioni meteoriche per un periodo variabile tra i 3 e i 12 mesi [20]. La CO₂, presente naturalmente nell'aria, reagisce con gli ossidi ed idrossidi presenti nella scoria dando origine a carbonati ed acqua.

La **carbonatazione accelerata**, mediante reazione con CO₂ messa artificialmente a contatto con la scorie, è un procedimento noto, anche se, quasi esclusivamente, a livello sperimentale. In letteratura vengono riportati i risultati di numerose sperimentazioni effettuate su diverse tipologie di scorie. La grande mole di lavoro sperimentale non si è tradotta tuttavia in applicazioni su scala reale significative.

La carbonatazione è il risultato di più processi chimici interconnessi: idrolisi, idratazione, dissoluzione/precipitazione, neutralizzazione, ossido-riduzione, carbonatazione, etc. [20]. La lenta trasformazione mineralogica della massa prosegue nel lungo periodo verso l'equilibrio chimico; tuttavia le modificazioni più significative di composizione, caratteristiche geotecniche e comportamento alla lisciviazione avvengono nei primi cinque mesi [20]. In tale periodo si opera l'ossidazione biologica della sostanza organica solubile residua, vengono dilavati i cloruri, si osserva la diminuzione del pH determinato soprattutto dalla precipitazione dei carbonati.

Sia la carbonatazione naturale che quella accelerata non permettono di ottenere, con sufficiente sicurezza, un rifiuto non eco tossico e recuperabile.

Diversi studi hanno infatti evidenziato che la maturazione non è sufficiente a raggiungere gli standard di qualità per il recupero; in particolare ulteriori trattamenti sono necessari per specifici contaminanti quali Cu, Cr, Mo, Pb e Sb [21].

La Fig. 3.3 riporta i risultati di un processo di carbonatazione naturale sulla frazione di ceneri di fondo da incenerimento di granulometria 0.1–2 mm; il campione è stato esposto all'aria atmosferica per 13 settimane (Arickx & al., 2006).

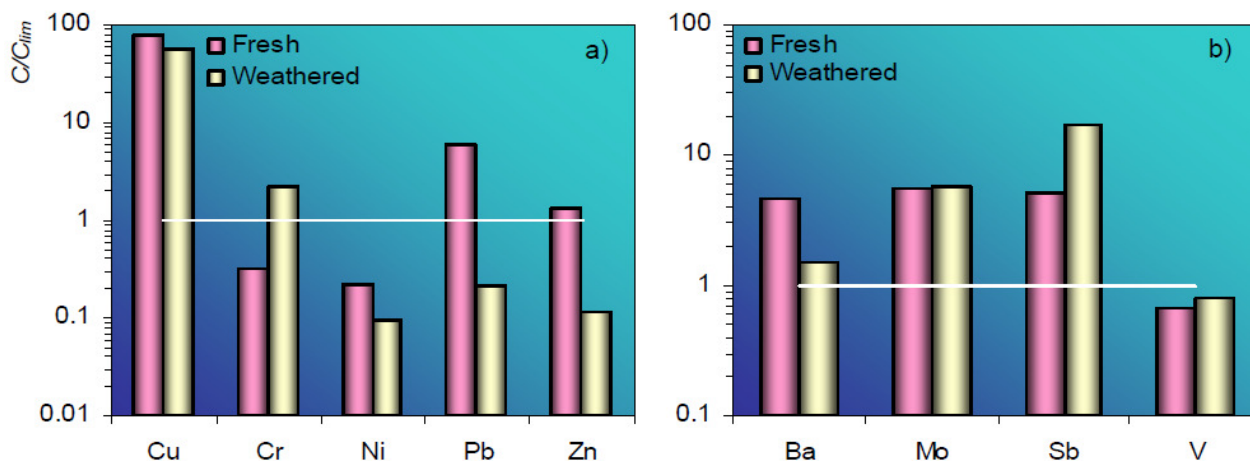


Fig. 3.3 – Effetto della carbonatazione naturale sulla lisciviazione dei metalli dalle scorie di incenerimento per i metalli regolamentati formalmente (a) e informalmente (b) (standards fiamminghi) [Arickx & al., 2006]

Per avere la certezza di ottenere un materiale recuperabile non tossico bisogna optare per un trattamento più spinto quale ad esempio la combinazione di carbonatazione e lavaggio. Tale trattamento permetterebbe di superare le criticità sopra evidenziate, ed in particolare abbasserebbe il pH da circa 11 a 9 (bloccando la lisciviazione di quei metalli come piombo e zinco che vengono asportati facilmente in ambiente sia acido che basico [19]), determinerebbe la conversione degli ossidi in carbonati, porterebbe ad una sensibile riduzione del contenuto di sali e delle concentrazioni di metalli riscontrate nei test di cessione.

4 IL DESTINO DELLE CENERI DI FONDO DEI TERMOVALORIZZATORI

I rifiuti complessivamente inceneriti in Italia negli impianti dedicati al trattamento dei rifiuti urbani ammontavano a circa 4,5 milioni di tonnellate nel 2007, di cui 3 milioni di tonnellate rifiuti indifferenziati, 319 mila tonnellate frazione secca da trattamento meccanico-biologico, 661 mila tonnellate CDR, 489 mila tonnellate rifiuti speciali e 36 mila rifiuti sanitari.

La 2^a Edizione del **Rapporto sul recupero energetico da rifiuti urbani in Italia** pubblicata da ENEA e Federambiente nel febbraio 2009, riporta i dati relativi al 2007 ed in particolare un quantitativo di scorie prodotte dalla termovalorizzazione dei rifiuti pari a circa 800.000 tonnellate. Si ritiene che tale produzione sia destinata a crescere nei prossimi anni a seguito dell'avvio degli impianti di incenerimento in programma.

Tab. 4.1 – Produzione e gestione dei residui di trattamento (2007) [43]

Area geografica	Scorie						Residui trattamento fumi					
	Produzione		Smaltimento		Recupero		Produzione		Smaltimento		Recupero	
	kt	%	kt	%	kt	%	kt	%	kt	%	kt	%
NoNord	635,6	79,7	258,6	65,9	377,1	93,1	148,6	66,3	134,7	64,1	13,9	100
Centro	82,7	10,4	59,8	15,3	22,8	5,6	27,3	12,2	27,3	13,0	0,0	0,0
Sud	79,1	9,9	73,8	18,8	5,3	1,3	48,1	21,5	48,1	22,9	0,0	0,0
Totale	797,4	100	392,2	100	405,2	100	224,0	100	210,1	100	13,9	100

In merito alla produzione di residui si riscontra una situazione pressoché stazionaria per le scorie rispetto al 2004, anno cui si riferiscono i dati della precedente edizione del Rapporto (circa 797.000 t contro le 806.000 t, corrispondente a -1,1%) nonostante l'aumento dei quantitativi di rifiuti trattati. Tale situazione si giustifica, presumibilmente, con l'adozione di migliori schemi per la raccolta differenziata e del pre-trattamento dei rifiuti. Della produzione totale di scorie oltre la metà (50,8%) viene destinata al recupero, aspetto che denota un sensibile miglioramento rispetto alla situazione del 2004, in cui tale alternativa costituiva circa il 22% (Fig. 4.1).

Benché il recupero di tale flusso si stia diffondendo, si può osservare come circa la metà dei quantitativi prodotti venga attualmente ancora smaltita in discarica. Ad oggi il recupero delle scorie di combustione viene per lo più effettuato tramite il loro impiego in cementifici come materia prima per la produzione di cemento.

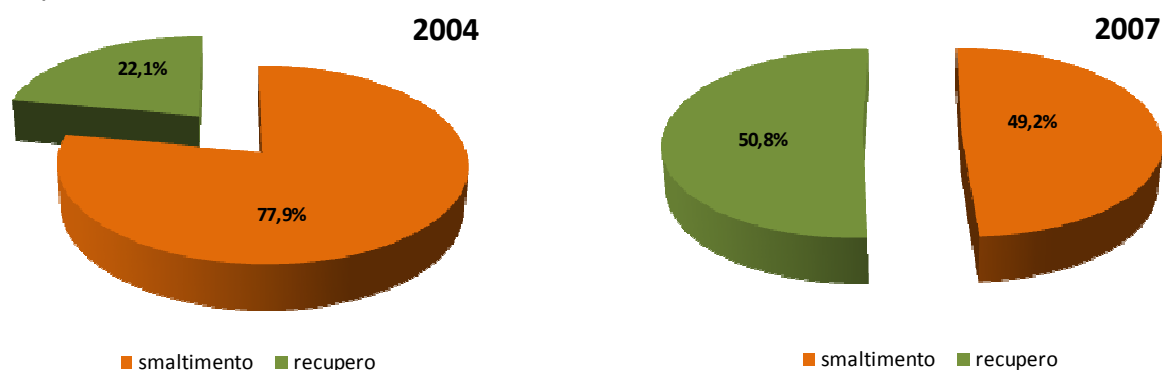


Fig. 4.1 - Modalità di gestione delle scorie in Italia nel 2004 e nel 2007 [Enea]

4.1 IL RECUPERO

Le scorie pesanti provenienti dal processo di combustione dei rifiuti urbani possiedono spiccate proprietà idrauliche e litoidi. Tali caratteristiche hanno infatti già permesso in molti paesi della UE il riutilizzo delle ceneri pesanti (in percentuali differenti) nella formazione di conglomerati bituminosi o nell'industria cementiera come seria alternativa ai comuni filler e aggregati. D'altra parte, mentre le scorie da demolizione e costruzione sono rapidamente utilizzabili (a parte le procedure di deferrizzazione e di frantumazione e vagliatura), le scorie di termodistruzione devono essere sottoposte a trattamenti di raffinazione, che permettano la separazione delle frazioni metalliche ferrose e non ferrose e la stabilizzazione o eliminazione delle frazioni inquinanti (organici ed inorganici) [18].

Il trattamento risulta particolarmente spinto nel caso di produzione di inerti granulari per calcestruzzo dovendosi ottenere un sostituto della sabbia naturale chimicamente inerte.

Negli ultimi anni sono state presentate diverse metodologie di trattamento, in particolare di tipo termico (ad esempio la fusione/vetrificazione in impianto con torcia al plasma, con combustibili solidi, con arco elettrico, in particolare in Giappone) per inertizzare sia le scorie pesanti sia le ceneri volanti rendendole maggiormente adatte ad applicazioni particolari quali la creazione di materiali vetroceramici. Tali tecnologie determinano la eliminazione dei metalli bassofondenti come Pb e Cd che si concentrano nella frazione volatile, ottenendo così materiali inerti, ma il vantaggio viene però vanificato dagli elevati costi di trasformazione.

Bisogna infatti tener presente che il costo di trasformazione delle scorie non deve eccedere il costo dell'attuale conferimento in discarica, se non si vuole far sì che tutta l'iniziativa sia fuori mercato.

4.1.1 Le tecnologie di recupero

Al fine di consentirne il riutilizzo, le scorie di termodistruzione devono essere preventivamente sottoposte a trattamenti di raffinazione, che permettano la separazione delle frazioni metalliche ferrose e non ferrose e la stabilizzazione o eliminazione delle frazioni inquinanti (organici ed inorganici).

I pretrattamenti delle ceneri pesanti vengono effettuati per migliorare le caratteristiche di lisciviabilità a breve e lungo termine e altre proprietà tecniche relative all'uso specifico cui sono destinate. Alcune sostanze presenti nelle scorie sono identificate come agenti contaminanti (Mo, Pb, Sb, Zn, cloruri e solfati). Quando il riutilizzo delle scorie non è praticabile per via di vincoli normativi o per ragioni economiche, il trattamento può essere utile per eliminare i contaminanti e per migliorare il comportamento ambientale. In tali casi lo scopo del trattamento è quello di accelerare il processo chimico e le trasformazioni mineralogiche che avvengono in discarica, al fine di favorire la formazione di un prodotto solido con un rilascio minimo di agenti inquinanti.

La scelta delle tecnologie di trattamento dovrebbe tener conto di tutti gli agenti contaminanti presenti e delle condizioni ambientali in cui andranno ad essere utilizzate o smaltite le scorie, in modo da evitare situazioni per cui viene ridotta la lisciviazione di alcuni elementi ed aumentata quella di altri.

I trattamenti più applicati vanno dal semplice recupero dei metalli in esse contenuti al riutilizzo del materiale inerte nei fondi stradali o come additivo nella produzione di cemento o di materiale da costruzione.

I trattamenti più utilizzati sono:

- la separazione fisica;

- la separazione chimica;
- l'invecchiamento e la stabilizzazione chimica;
- i trattamenti termici;
- la bonifica elettrocinetica.

TRATTAMENTI FISICI DI SEPARAZIONE

Tra i trattamenti fisico-meccanici si distinguono:

- riduzione granulometrica e selezione
- separazione dei metalli ferrosi e non ferrosi

Attraverso la **riduzione granulometrica e selezione** (frantumazione e vagliatura) è possibile suddividere le scorie in più classi granulometriche, da destinare a differenti utilizzi.

La selezione granulometrica ha lo scopo di rimuovere dalle scorie specifici contaminanti (sali quali cloruri e solfati, metalli) che si concentrano nella frazione più fine e che possono precludere il riutilizzo del materiale.

La selezione granulometrica può avvenire sia con processi a secco che con processi ad umido. I vagli possono essere rotativi o piani ed in genere hanno una maglia di 20–50 millimetri e 2–10 millimetri.

I sistemi ad umido combinano il principio della separazione fisica con quello dell'estrazione delle componenti solubili in funzione del tempo di permanenza nel sistema di separazione. Va ovviamente considerata la gestione dell'acqua che deve essere sottoposta a trattamento.

È stato evidenziato il ruolo della vagliatura nel determinare l'aumento della velocità di carbonatazione sia nel caso che venga effettuata sulla scoria fresca o sia nel caso dell'applicazione sulla scoria dopo maturazione; parallelamente all'aumento della carbonatazione, la vagliatura determina un aumento della capacità di ritenzione dell'acqua della scoria.

Gli obiettivi principali della **separazione di metalli ferrosi e non ferrosi** dalle scorie sono:

- recuperare gli scarti di metallo ai fini del riciclo di materia
- limitare gli effetti negativi dei metalli come Al, Fe e Zn, che possono creare problemi di corrosione e rigonfiamento in alcune applicazioni quali la costruzione di strade e la produzione di cemento o di conglomerati.

I metalli ferrosi e non ferrosi nelle scorie di incenerimento di rifiuti solidi urbani ammontano rispettivamente al 7–15% e al 1–2% in peso, sebbene ciò dipenda fortemente dalle tecniche di selezione del rifiuto a monte del processo di combustione.

La separazione di metalli ferrosi avviene attraverso l'impiego di magneti deferrizzatori, tecnologia semplice e poco costosa che consente un'efficienza di recupero del 55-60% del contenuto iniziale.

La separazione di metalli non ferrosi avviene attraverso l'impiego di separatori ad induzione, che risultano efficaci su materiali con granulometria 4-30 mm; va effettuata dopo la separazione del ferro, la classificazione dimensionale e, meglio ancora, dopo triturazione e consente mediamente un'efficienza di recupero pari a circa il 50% del contenuto iniziale.

Tab. 4.2 – Contenuti di metalli e non metalli nelle scorie e efficienze di separazione [33]

	Metalli ferrosi	Alluminio (>60%non ferrosi)
Contenuto nelle ceneri pesanti (% in peso)	7-15	1-2
Efficienza di recupero* (% in peso)	80	30-70**
*prodotto recuperato/prodotto in ingresso al forno		
**a seconda che si utilizzino tecnologie tradizionali o avanzate		

TRATTAMENTI CHIMICI DI SEPARAZIONE

Dopo il raffreddamento in acqua (*quenching*) a valle della camera di combustione, le scorie contengono ancora residui solubili che possono essere estratti attraverso il **lavaggio con acqua**, che appare il processo più semplice che può essere applicato per rimuovere i composti solubili dalle scorie.

A causa della natura alcalina del materiale la sospensione in acqua di scorie fresche presenta un pH compreso tra 9.5 e 12; con valori di pH così alti risulta minima la solubilità della maggior parte dei metalli, pertanto l'efficienza di rimozione dei metalli dalle scorie attraverso lavaggio è in generale bassa e il trattamento è utilizzato per rimuovere componenti più solubili quali cloruri, sodio e solfati (tuttavia per alcuni solfati il lavaggio potrebbe non essere sufficiente a garantire il rispetto dei limiti di legge).

Miglioramenti nella separazione dei solfati sono stati ottenuti utilizzando soluzioni acquose di NaHCO_3 o CO_2 , per via della precipitazione del calcio come carbonato piuttosto che come solfato. Il lavaggio con acqua e insufflazione di CO_2 per abbassare il pH consente l'estrazione di alcuni metalli in tracce; d'altra parte alcuni studi hanno evidenziato l'effetto negativo di questo trattamento sulla lisciviabilità di metalli quali Cr, Cu, Mo e Ni; nessun effetto negativo è stato invece riscontrato per Pb e Zn.

Sono stati proposti processi di **estrazione con solvente** che prevedono l'utilizzo di diversi acidi inorganici (ad esempio acido cloridrico, nitrico e solfidrico); tali processi trovano applicazione prevalentemente per le ceneri volanti.

I processi di **stabilizzazione chimica** che trovano applicazione sulle scorie da termovalorizzazione sono:

- stagionatura (o maturazione o carbonatazione)
- Stabilizzazione con agenti chimici
- Stabilizzazione con cemento

Tra i trattamenti di stabilizzazione chimica delle scorie, la **stagionatura** o maturazione o "ageing" è uno dei processi più semplici ed economici da applicare, anche in combinazione con altri processi, ed è finalizzato alla riduzione della reattività residua e della lisciviabilità dei metalli (in particolare Pb). Consiste nell'esposizione delle scorie in cumuli ad agenti atmosferici per 6-20 settimane; si possono prevedere rivoltamenti periodici ed eventualmente irrigazione periodica con acqua; si rende necessario il collettamento e il trattamento dell'acqua di percolazione

Il contatto delle scorie con gli agenti atmosferici (acqua, ossigeno, anidride carbonica) porta ad una serie di trasformazioni chimiche e mineralogiche che somigliano ai processi di alterazione mineralogica che avvengono nei suoli di origine vulcanica.

Sebbene il processo di stabilizzazione impieghi centinaia, se non migliaia di anni, per raggiungere l'equilibrio, le modifiche più significative di composizione, caratteristiche geotecniche e comportamento alla lisciviazione avvengono nei primi 5 mesi [Marchese, 2005]. In tale fase si opera l'ossidazione biologica, della sostanza organica solubile residua, vengono dilavati i cloruri, si osserva la diminuzione del pH determinato soprattutto dalla precipitazione dei carbonati.

Le alterazioni mineralogiche e le variazioni di pH che si verificano in tale periodo possono modificare i meccanismi di rilascio dei contaminanti. È stato dimostrato che i cloruri, Cu e Mo potrebbero essere dimezzati dopo 8 settimane. Un altro effetto importante della stagionatura è la degradazione della sostanza organica (riduzione del DOC); è stato inoltre verificato che la maturazione delle scorie facilita la successiva rimozione dei metalli mediante deferrizzatore.

Altri studi hanno tuttavia dimostrato che l'esposizione delle scorie agli agenti atmosferici, pur diminuendo il contenuto di acqua e riducendo la lisciviabilità dei metalli, non è sufficiente per garantire standard di qualità che consentano il riutilizzo delle scorie; ulteriori trattamenti si rendono necessari per la rimozione di specifici contaminanti quali Cu, Cr and Mo, Pb e Sb.

Attraverso la stagionatura delle scorie accoppiata con l'insufflazione di anidride carbonica (**carbonatazione accelerata**) è possibile ottenere gli stessi vantaggi ottenibili attraverso la stabilizzazione delle scorie in un periodo di tempo molto inferiore rispetto a quello richiesto con la sola stagionatura (1-2 settimane invece che 6-20).

Altri processi di stabilizzazione chimica consistono nell'utilizzo di agenti chimici che incrementino le proprietà adsorbenti del materiale, con effetti positivi quali l'immobilizzazione dei metalli.

L'utilizzo di Sali di Al(III) e Fe(III) e di altri composti adsorbenti quali scorie di fonderia, apatite, bauxite migliora le proprietà delle scorie attraverso la precipitazione di idrossidi di alluminio e ferro, sebbene la percolazione dei cloruri e dei solfati potrebbe costituire un problema.

Sono stati osservati effetti di immobilizzazione su Cu, Mo, Cr e Sb, mentre è stata riscontrata la mobilizzazione di Ni, Zn e dei principali cationi (Ca, Mg e Na).

La stabilizzazione delle scorie può avvenire attraverso l'aggiunta di **cemento o di agglomeranti** (quali ad esempio il bitume per la produzione di asfalti). Tali trattamenti di stabilizzazione – solidificazione con agenti leganti risultano economicamente poco proponibili nel caso di smaltimento in discarica.

TRATTAMENTO TERMICO

La **vetrificazione** e la **sinterizzazione** sono processi termici che possono essere applicati alle scorie da termovalorizzazione per ridurre i volumi e ottenere una matrice solida stabile.

La vetrificazione consiste nella fusione del materiale a temperature di 1.000 – 1.500 °C con produzione di una fase liquida omogenea che viene rapidamente raffreddata in modo da ottenere un prodotto vetroso amorfo. La sinterizzazione avviene a temperature inferiori a quelle di fusione dei principali composti e porta ad una "ristrutturazione" delle fasi chimiche e ad un inglobamento dei contaminanti nella matrice solida.

Il materiale ottenuto attraverso il trattamento termico risulta completamente stabilizzato e può essere utilizzato come materiale inerte per la produzione di vetri, fibre vetrose, composti a matrice vetrova e conglomerati cementizi, sottofondi stradali, etc.

Con l'aggiunta, al momento della fusione, di scorie provenienti da industrie della produzione di materiale ceramico, è possibile produrre piastrelle ceramiche.

Sono state presentate negli ultimi anni diverse metodologie di trattamento termico (ad esempio la fusione/vetrificazione in impianto con torcia al plasma, con combustibili solidi, con arco elettrico, in particolare in Giappone) per inertizzare sia le scorie pesanti sia le ceneri volanti, rendendole maggiormente adatte ad applicazioni particolari quali la creazione di materiali vetroceramici.

Tali tecnologie, non soggette a procedura semplificata, determinano l'eliminazione dei metalli bassofondenti come Pb e Cd che si concentrano nella frazione volatile, ottenendo così materiali inerti, ma il vantaggio viene però vanificato dagli onerosi costi di trasformazione.

LA BONIFICA ELETTROKINETICA

La bonifica elettrocinetica è un sistema generalmente utilizzato per la decontaminazione dei suoli ma è applicabile anche al trattamento delle ceneri pesanti.

Si applica una corrente continua dell'ordine di 0,5-2 mA/cm² oppure una tensione di circa 1 V/cm in un mezzo conduttore, come il suolo o le scorie umide. I fenomeni che avvengono nel mezzo conduttore sono l'elettromigrazione, l'elettroosmosi, l'elettroforesi e l'elettrolisi dell'acqua.

La tecnologia consente il recupero dei metalli pesanti che si depositano sugli elettrodi, la rimozione ad alto rendimento dei cloruri, la diminuzione dell'umidità per elettrolisi e la produzione di residui gassosi recuperabili come il Cl₂, l'O₂ e soprattutto l'H₂.

Tra gli svantaggi vi sono i tempi di trattamento abbastanza lunghi (3-4 giorni), la necessità di rimuovere i rottami metallici a monte del trattamento e la possibilità di estrarre solo gli inquinanti solubili e polarizzati. Questo limite non è però fondamentale per le ceneri pesanti, in quanto l'obiettivo è di estrarre i metalli liberi o legati ai sali deboli che possono essere lisciviati con l'acqua. Le prove realizzate presso l'Istituto Giordano di Rimini [19] hanno verificato la migrazione dei principali metalli pesanti (Pb, Cu, Zn, Ba, Cd, Cr), la possibilità di estrarre i cloruri con un'elevata efficienza, la diminuzione dell'umidità fino al 35- 40%, una probabile riduzione del COD e costi energetici limitati (7- 9 euro per tonnellata di scoria).

4.1.2 Stato dell'arte in Europa

Data l'ingente quantità di scorie prodotte in Europa e nel mondo e le sempre più restrittive norme sul conferimento in discarica dei rifiuti, la pratica del recupero delle scorie si è notevolmente sviluppata negli ultimi anni.

Nel 2003 in Europa, Danimarca e Olanda hanno mostrato i tassi di recupero più elevati (Tab. 4.3). In Danimarca sono state recuperate circa il 98% delle scorie, principalmente come sottofondo stradale, nei terrapieni o nella produzione di calcestruzzi da utilizzarsi nell'edilizia; in Olanda il tasso di recupero delle scorie è stato dell'87% ed i principali settori in cui esse sono state impiegate sono la costruzione di strade e di massicciate. Anche Francia e Germania hanno raggiunto un elevato recupero delle scorie, con tassi superiori al 70%. In Francia le ceneri pesanti sono utilizzate soprattutto nella realizzazione di strade mentre in Germania il loro utilizzo è esteso a tutte le opere civili.

Minore è la percentuale di riciclo delle scorie in Italia, circa il 20% nel 2003, prevalentemente recuperate come additivo al cemento o come copertura giornaliera nelle discariche.

Negli Stati dove le scorie vengono recuperate, i trattamenti più diffusi sono quelli che prevedono il recupero dei metalli ed operazioni di vagliatura che permettano di isolare le frazioni meno contaminate e direttamente riutilizzabili (Tab. 4.3).

Tab. 4.3- Utilizzi delle ceneri pesanti nel 2003 [16]

Paese	Produzione [t]	Recupero		Principali utilizzi
		[t]	%	
Austria	225.000	n.d.	n.d.	
Belgio	~ 500.000	n.d.	n.d.	Materiale da costruzione
Danimarca	644.626	629.278	98%	Costruzione edifici, strade, massicciate
Francia	2.995.000	2.366.000	79%	Costruzione strade
Germania	3.140.000	2.025.700	65%	Opere civili
Italia	753.390	151.180	20%	Additivo nel cemento, copertura giornaliera di
Norvegia	197.000	102.000	52%	
Olanda	1.075.000	950.000	88%	Costruzione strade, massicciate
Portogallo	177.918	-	-	
Regno Unito	725.000	410.000	57%	Costruzione strade, aggregate cementizi
Repubblica Ceca	118.000	105.000	89%	
Spagna	250.000	n.d.	n.d.	Costruzione strade
Svezia	446.478	40.000	9%	Opere civili e costruzione discariche
Svizzera	640.000	-	-	discarica
Ungheria	53.000	n.d.	n.d.	

Tab. 4.4 - Trattamenti effettuati sulle ceneri pesanti in diversi paesi [22]

Country	Type of processing			Ageing
	Screening	Ferrous metal recov.	Non-ferrous metal recov.	
Austria	×	×		
Belgium	×	×	some	×
Denmark	×	×	×	×
Finland				
France	×	×	often	×
Germany	×	×	some	×
Hungary	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Italy	×	×	some	
The Netherlands	×	×	×	×
Norway	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Portugal				
Sweden	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Switzerland				
Spain	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
United Kingdom	×	×	some	
USA	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

n.a. = data not available

4.1.3 Il recupero delle scorie in Italia

Il confronto tra i dati di produzione e recupero di scorie in Italia relativi al 2003 (Tab. 4.3) e al 2007 (Tab. 4.1) rileva un trend crescente del quantitativo di scorie da incenerimento inviate a recupero: nel 2007 sono state inviate a recupero circa il 51% della produzione nazionale e circa il 60% della produzione del Nord Italia (377.000 t a fronte di 636.000 t prodotte nell'Italia Settentrionale).

Va segnalato che gran parte delle ceneri di fondo prodotte sul territorio nazionale vengono inviate all'estero:

- nel 2007 oltre 118 mila tonnellate, pari al 15% della produzione complessiva;
- nel 2008 oltre 171 mila tonnellate.

In particolare nel 2009 sono state inviate all'estero le scorie del termovalorizzatore **Silla 2 di Milano** (80.140 t a fronte di un quantitativo di rifiuti in ingresso al forno di 514.292 t); tali scorie vengono recuperate in Germania in parte come materiale per il consolidamento di cave esaurite di salgemma ed in parte vagliate, macinate e miscelate a materiale inerte impiegato per sottofondi stradali [28, 29, 30].

Il costo per lo smaltimento delle scorie, comprensivo di trasporto, è di circa 53 €/t [29].

Tab. 4.5 – Alcuni termovalorizzatori del Nord Italia -rifiuti trattati, ceneri pesanti prodotte e % di recupero (dato 2007)

Località	RUR [t]	Scorie [t]	Recupero	
			[t]	%
Milano	450.028	66.206	66.206	100
Brescia	423.881	131.014	77.722	59,3
Granarolo nell'Emilia (BO)	140.300	50.260	-	-
Padova	72.725	17.137	17.137	100
Trieste	115.145	34.844	3.618	10,4
Piacenza	99.207	25.004	25.004	100
Modena	99.093	27.431	-	-
Ferrara	36.916	8.841	8.841	100
Forlì	34.990	12.400	-	-
Reggio Emilia	48.353	12.293	8.630	70,2

In Tab. 4.6 viene riportato un elenco non esaustivo di impianti del Nord Italia.

Tab. 4.6 – Elenco non esaustivo degli impianti di trattamento scorie del Nord Italia.

Ditta	Località	Potenzialità autorizzata [t]	Processo	Destinazione materiale
BSB	Noceto	50.000	Vagliatura, lavaggio, separazione dei metalli, triturazione	Inerti per la produzione di calcestruzzo; metalli a recupero
Ecolombardia 18 – Gruppo Ecodeco	Giussago (PV)	120.000	Vagliatura, separazione ferrosi e non ferrosi, lavaggio, inertizzazione	Produzione di materiali per la realizzazione di sottofondi stradali
Iris Ambiente	Conselve (PD)	150.000	Carbonatazione (3-4 giorni), vagliatura, separazione metalli ferrosi e non ferrosi	Metalli a recupero; ceneri fini ai cementifici; frazioni a granulometria superiori a recupero ambientale.
Officina dell'Ambiente	Lomello (PV)	250.000	Selezione delle scorie e recupero dei metalli ferrosi e non ferrosi	materia prima seconda, denominata Matrix®, sostitutiva delle materie prime naturali per la produzione del cemento e di prodotti e manufatti per le costruzioni
RMB spa	Polpenazze del Garda (BS)	187.000	Vagliatura, frantumazione, flottazione, lavaggio, cernita manuale e selezione meccanica.	materia prima seconda per diversi usi
		757.000		

Un impianto di trattamento scorie della potenzialità di 30.000 t/anno è in fase di realizzazione a Piacenza (Iren Emilia); un altro impianto da 250.000 t/anno verrà realizzato a Conselice - Ravenna (Officina dell'Ambiente – Hera Ambiente).

BSB di Noceto

L'impianto BSB, sito a Noceto e realizzato nel 1998, tratta le scorie prodotte dalla termovalorizzazione dei rifiuti solidi urbani, al fine di recuperare metalli e materiale inerte per la produzione di calcestruzzo. L'impianto, della potenzialità autorizzata di 50.000 t/anno, è integrato con una linea dedicata alla produzione di cabine elettriche prefabbricate. Il trattamento prevede la rimozione dei metalli ferrosi e non ferrosi e il lavaggio del materiale inerte con acqua all'interno di un vaglio rotativo. Si ottengono due prodotti: un sabbione ed un ghiaietto a cui viene addizionato un opportuno inertizzante. Da tali materiali si ottiene "Ecocal@calcestruzzo", che può essere utilizzato come aggregato per calcestruzzo secondo la norma UNI EN 12620, ed "Ecocal@aggregato", che può essere commercializzato come aggregato per sottofondi stradali secondo la norma UNI EN 13424 (BSB Prefabbricati).

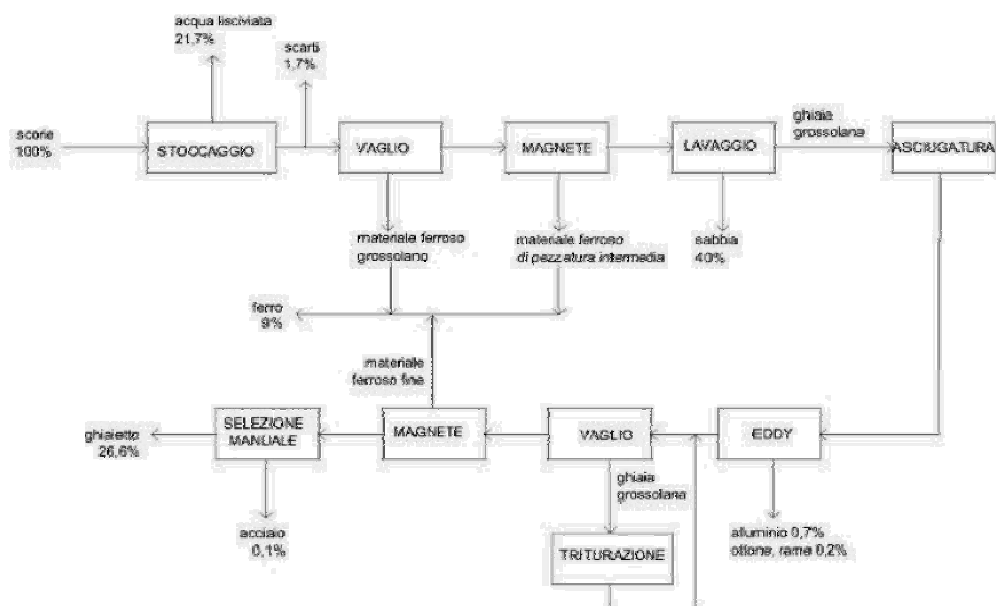


Fig. 4.2 – L'impianto BSB di Noceto, Parma [9],[51]

Ecolombardia 18 di Giussago

L'impianto di inertizzazione di rifiuti pericolosi e non pericolosi, di Ecolombdia18 srl (Gruppo Ecodeco) tratta 120.000 t/anno di scorie. L'attività presso l'insediamento di Giussago è iniziata nel 1983.

Le scorie sono alimentate ad un vaglio a tamburo rotante che permette di separare il materiale in due frazioni granulometriche:

- **sopravaglio:** è sottoposto alla separazione dei metalli ferrosi mediante un magnete permanente. Il metallo è recuperato mentre gli inerti sono scartati (12-13% del totale in ingresso all'impianto);
- **sottovaglio:** viene fatto transitare attraverso un nastro magnetico ed un separatore a correnti indotte per la rimozione dei metalli ferrosi e non ferrosi. Successivamente il materiale viene alimentato ad una fase di lavaggio ad acqua, nella quale quattro redler in serie ribaltano e rimescolano il materiale per favorirne il contatto con l'acqua. Il lavaggio permette di ridurre la presenza di sali nelle scorie, nonché di favorire la lisciviazione dei metalli pesanti. Le scorie lavate sono alimentate all'inertizzatore, ossia un tamburo rotante che miscela il materiale e gli additivi aggiunti (1% di ferro solfato in soluzione ed il 2% di cemento).

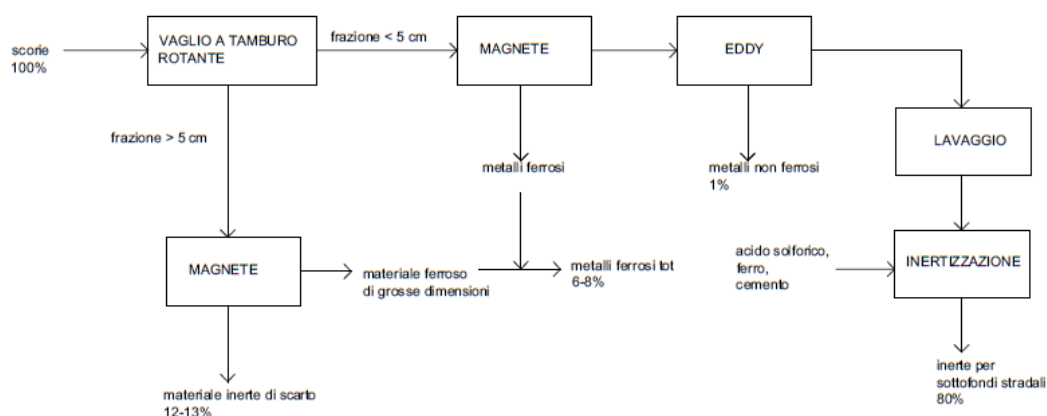


Fig. 4.3 – L'impianto Ecolombardia 18 di Giussago [9], [53]

Iris Ambiente di Conselve (PD)

Attivo dal 2003, l'impianto IRIS Ambiente è in grado di trattare circa 150.000 tonnellate di ceneri l'anno per ricavare inerti per la produzione del cemento, materiali ferrosi e alluminio che viene poi riciclato nelle fonderie.

Le scorie sono fatte maturare al chiuso per un periodo di 3-4 giorni, al fine di ridurne l'umidità fino ad un valore del 15-20% circa; vengono quindi alimentate ad un vaglio a tamburo rotante che permette di separare un flusso di materiale fine, in cui si concentrano i contaminanti, ed uno di materiale grossolano.

La linea relativa al materiale di maggiore granulometria è costituita, nell'ordine, da un'elettrocalamita per la separazione del ferro grossolano, un vibrovaglio, un secondo magnete per la separazione del ferro fine ed un separatore a correnti indotte per la rimozione dei metalli non ferrosi. Il materiale inerte così ottenuto viene ulteriormente pulito mediante un processo manuale, durante il quale vengono rimossi i sassi di grosse dimensioni e l'acciaio non separato dai magneti.

La linea relativa alla frazione a minore granulometria è costituita, nell'ordine, da una prima calamita per la rimozione dei metalli ferrosi, da una seconda calamita per la rimozione del materiale ferroso più fine e da un vaglio stellare che permette di separare le ceneri da inviare ai cementifici da un ghiaietto fine utilizzabile nelle attività di recupero ambientale.

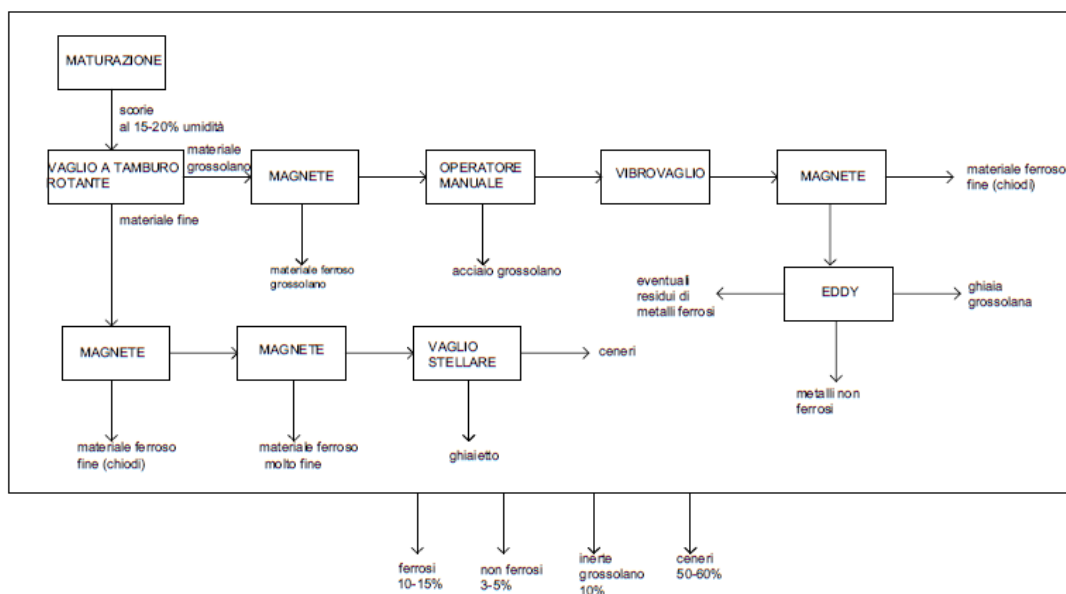


Fig. 4.4 – L'impianto IRIS Ambiente di Conselve, Padova [9]

Officina dell'Ambiente di Lomello (PV)

L'attività nell'impianto ubicato in comune di Lomello (PV) ha avuto inizio nell'ottobre 2001, previo ottenimento dell'autorizzazione all'esercizio per operazioni di recupero e trattamento di rifiuti speciali non pericolosi, rilasciata dalla Regione Lombardia. Attualmente l'impianto lavora in forza dell'Autorizzazione Integrata Ambientale rilasciata dalla Regione Lombardia per l'esercizio delle operazioni di messa in riserva (R13), recupero (R4, R5) e deposito temporaneo (R14) di rifiuti speciali.

L'impianto è in grado di produrre su scala industriale una materia prima seconda, denominata Matrix, derivante dal trattamento controllato della scoria, che viene utilizzata per la produzione del cemento e/o dei manufatti in cemento, in sostituzione dei prodotti naturali quali calcare, argilla e marna argillosa.

L'impianto è caratterizzato da un doppio processo di separazione granulometrica sia a secco che ad umido dal quale si originano, in due distinti flussi, le materie prime secondarie denominate:

- Matrix 0-2 mm utilizzabile come smagrante nell'industria dei laterizi e come aggregato fine marcato CE per la produzione del conglomerato bituminoso;
- AGMatrix, utilizzabile come aggregato marcato CE per la produzione del calcestruzzo.

Lo sviluppo del processo è passato attraverso un periodo di attività sperimentale concordato e disciplinato da vari disposti autorizzativi che ha portato, nel corso dei primi mesi del 2009, al raggiungimento delle marcature CE dei prodotti derivanti dal ciclo produttivo ed alla completa autorizzazione dell'attività da parte degli organi di controllo (Provincia di Pavia e Regione Lombardia).

RMB spa di Polpenazze del Garda (BS)

L'attività di R.M.B. nasce nel 1985 a Polpenazze (BS) come semplice attività di raccolta e commercio di metalli. Nel maggio 1993 l'Azienda ottiene la prima autorizzazione regionale per le operazioni di stoccaggio, cernita e recupero di rifiuti speciali per un quantitativo di 10.000 t/anno; nel 2005 la Provincia di Brescia approva il progetto di ampliamento presentato con potenzialità di 147.520 t/anno; nel maggio 2007 viene rilasciata ad R.M.B. S.p.A. l'Autorizzazione Integrata Ambientale; contestualmente viene autorizzato l'ampliamento dell'insediamento verso il lato Sud con la realizzazione di una nuova porzione di stabilimento e l'aumento della potenzialità complessiva dell'impianto a 187.520 t/anno.

Il trattamento delle ceneri da termovalorizzazione svolto presso l'impianto della RMB SpA ha come obiettivo finale il recupero della maggior parte della frazione metallica ancora presente e la produzione di un sovrappiù da destinarsi in discarica e/o a recupero presso impianti terzi specificatamente autorizzati anche come materia prima. I metalli recuperati (ferrosi e non ferrosi) dopo particolare selezione e cernita sono destinati all'industria metallurgica dove rientrano nel ciclo di produzione come MPS [35].

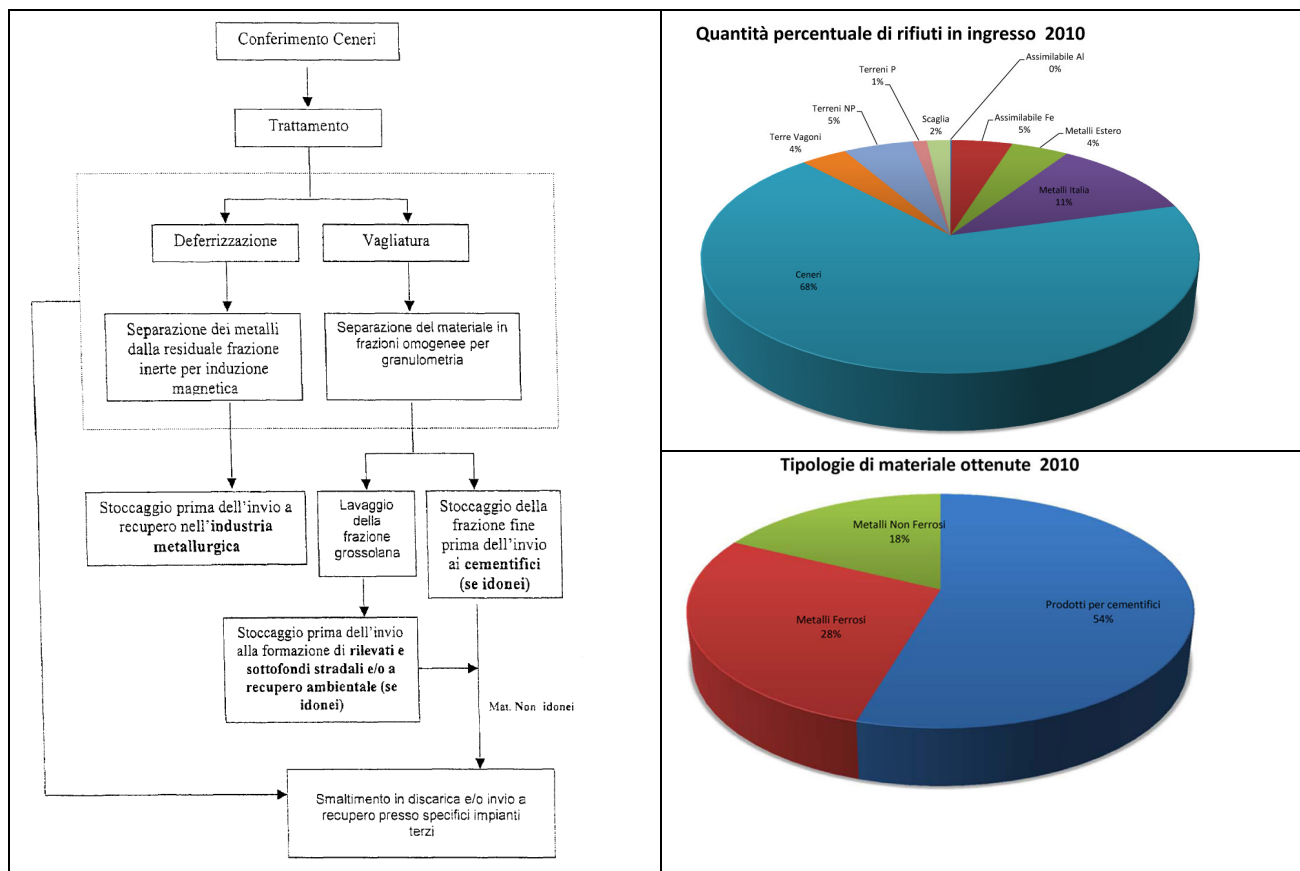


Fig. 4.5 – L'impianto RMB di Polpenazze del Garda (BS) [52]

Impianto di Conselice - Ravenna (Officina dell'Ambiente – Hera Ambiente)

Nel luglio scorso Officina dell'Ambiente ha presentato in Regione Emilia Romagna, ai fini autorizzativi, il progetto definitivo di un impianto di recupero di scorie da combustione mediante operazione R5 – R13 della potenzialità di 250.000 t/anno.

L'intervento proposto ha lo scopo di recuperare le ceneri oggi prodotte a seguito della combustione dei forni inceneritori di Heraambiente in Romagna e in Emilia. Le ceneri, a seconda della granulometria, verranno sottoposte a vagliatura, lavaggio, macinazione, triturazione ed estrazione di metalli, per giungere alla produzione di una materia prima seconda, detta matrix, da utilizzarsi nel settore dell'edilizia (produzione di clinker da cemento, manufatti in calcestruzzo, calcestruzzo preconfezionato, ceramica, laterizi, conglomerato bituminoso, ecc...); l'impianto avrà una potenzialità massima pari a 250.000 t/a e sorgerà nel comune di Conselice (RA).

4.2 IL CONFERIMENTO IN DISCARICA

Le scorie di incenerimento sono ad oggi, in Italia e in Europa, classificate come rifiuti non pericolosi e smaltite prevalentemente in discariche per rifiuti urbani, in discariche per speciali non pericolosi o in discariche dedicate.

Le ultime modifiche normative (D. Lgs 205/2010) hanno portato a mettere in discussione la classificazione delle scorie come **rifiuto non pericoloso**. La caratterizzazione delle ceneri di fondo come rifiuto pericoloso imporrebbe lo smaltimento presso discariche autorizzate o l'invio ad

impianti di trattamento che consentano di raggiungere valori di concentrazione dei diversi inquinanti nell'eluato compatibili con i limiti imposti per il riutilizzo o per il conferimento in discariche per rifiuti non pericolosi.

4.2.1 Smaltimento in discariche dedicate o codisposal con rifiuti urbani

In Italia diversi gestori di impianti di trattamento termico per rifiuti urbani inviano la totalità delle ceneri di fondo a discarica: tra questi gli impianti di Forlì, Granarolo nell'Emilia - Bologna, Modena (cfr Tab. 4.5).

Nell'ambito delle attività del gruppo di lavoro, composto da Provincia di Torino, ATO Rifiuti, TRM e ARPA, costituitosi nel 2008, è stata visitata la Discarica per rifiuti non pericolosi - sottocategoria "discarica per rifiuti inorganici a basso contenuto organico o biodegradabile" gestita da ASA SpA e sita nel comune di Castel Maggiore, Bologna.

La discarica riceve circa 150.000 t/anno di rifiuti di cui il 45-50% scorie di incenerimento; riceve inoltre fanghi di depurazione e di processo e terre di bonifica.

La discarica, pur non facendo direttamente parte del sistema impiantistico di gestione dei rifiuti urbani prodotti nel territorio della provincia di Bologna, tuttavia appartiene alla "filiera" di smaltimento dei rifiuti urbani che residuano dalla raccolta differenziata e destinati al trattamento termico, mediante l'inceneritore di Granarolo Emilia, in quanto ne smaltisce totalmente le scorie pesanti per un quantitativo variabile da 45.000 t/anno a circa 50.000 t/anno.



Fig. 4.6 - Discarica per rifiuti non pericolosi ASA S.p.a, Comune di Castel Maggiore (BO)

Il termovalorizzatore di Brescia (423.881 tonnellate di RUR inceneriti nel 2007) ha inviato a recupero nel corso del 2007 il 60% delle scorie complessivamente prodotte (131.000 tonnellate); la rimanente parte (53.292 tonnellate) è finita alla discarica di Montichiari (BS), gestita da A2A.

La discarica di Montichiari, caratterizzata da una volumetria di 3.530.000 m³, rappresenta una delle esperienze italiane di discariche dove le scorie da incenerimento (provenienti in questo caso dal termovalorizzatore di Brescia) vengono smaltite insieme ai rifiuti urbani (codisposal). Gran parte del materiale viene impiegato per la copertura giornaliera dei rifiuti.

La discarica è entrata in esercizio nel maggio 1998 e nel periodo maggio 1998 - dicembre 2009 ha ricevuto 3.805.723 t di rifiuti, di queste il 24% è rappresentato da scorie di incenerimento (906.893

t). Il conferimento di scorie del termovalorizzatore di Brescia ha subito un brusco calo dei conferimenti dal 2008 (Fig. 4.7), diminuzione legata all'impegno verso la ricerca di nuove opportunità di recupero di questi rifiuti.

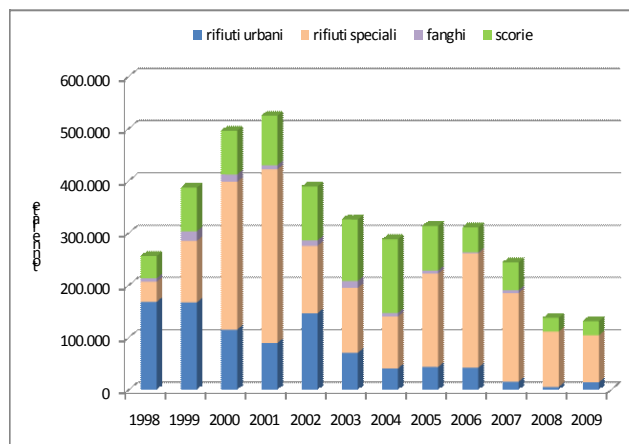


Fig. 4.7 - Discarica di Montichiari – quantitativi e tipologia di rifiuti smaltiti per anno [10]

4.2.2 Utilizzo delle scorie come materiale di ingegneria nelle discariche

Alla scopo di trovare un'alternativa allo smaltimento che colga nel contempo l'obiettivo di ridurre l'utilizzo di materia prima, si è valutata la possibilità di impiegare le scorie da termovalorizzazione come materiale di ingegneria in un ambito confinato e sottoposto ad un continuo monitoraggio ambientale quale la discarica.

Da un punto di vista normativo, ferma restando l'esigenza di caratterizzazione chimica del rifiuto, le scorie pesanti dell'inceneritore risultano di norma smaltibili in discariche per rifiuti non pericolosi in quanto conformi ai parametri previsti dall'art. 6 del DM 27 settembre 2010 (*Criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica - Abrogazione DM 3 agosto 2005*) e quindi destinabili al recupero come materiale di ingegneria in discarica per:

- la copertura giornaliera dei rifiuti;
- la realizzazione di strade interne, piazzali e rilevati.

Nel corso del 2011 è stata condotta un'indagine di letteratura ad integrazione di quella effettuata nel 2008 dal già citato Gruppo di Lavoro costituito da ARPA, ATO-R e TRM. L'indagine ha avuto quale obiettivo quello di indagare gli effetti dello smaltimento congiunto di rifiuti urbani e scorie di incenerimento (codisposal) ed in particolare l'utilizzo di scorie come materiale per copertura giornaliera dei rifiuti.

Non è stata analizzata ad oggi l'ipotesi di utilizzare le scorie da incenerimento in discariche esistenti per la realizzazione del capping, modalità di recupero ampiamente sperimentata dal 2011 in Svezia, ma che richiederebbe ulteriori approfondimenti e sperimentazioni su campo.

Si riportano di seguito le principali risultanze dello studio bibliografico condotto.

Prove su campo condotte su un rifiuto vecchio di 4 anni hanno consentito di verificare che l'utilizzo di scorie come infrastrato determina una riduzione delle emissioni odorigene ed un'accelerazione del processo di degradazione; i risultati in termini di riduzione di odori non sono altrettanto evidenti

per il rifiuto fresco, ma l'utilizzo delle scorie come copertura giornaliera determina anche in questo caso un aumento delle emissioni di composti organici totali, segno di un'accelerazione dei processi di stabilizzazione, e una riduzione delle emissioni di ammoniaca [1]. Altre fonti concordano nel ritenere che il conferimento di scorie in discarica insieme ai rifiuti urbani accelera il processo di stabilizzazione (effetto di neutralizzazione), a fronte di un incremento della concentrazione di metalli nel percolato [2].

A tal proposito sembra che lo smaltimento contemporaneo di rifiuti urbani e di ceneri pesanti non porti nell'immediato ad un incremento della lisciviazione dei metalli pesanti rispetto allo smaltimento di soli rifiuti urbani (Joar Karsten Oygard, 2005), sebbene alcuni autori ritengano che a lungo termine (10- 20 anni) si possa assistere ad un consistente incremento delle concentrazioni di Pb.

Prove condotte in una discarica in cui erano stati smaltiti rifiuti urbani e scorie di fondo dei termovalorizzatori di rifiuti urbani (Mostbauer & Lechner, 2006) e dati su campo riportati precedentemente da Marzi et al. (2004), hanno evidenziato le proprietà adsorbenti delle scorie nei confronti di anidride carbonica e idrogeno solforato contenuti nel gas di discarica [3] con conseguente arricchimento del gas in metano. È stata verificata anche la variazione della qualità del percolato nel corso degli anni: il percolato, inizialmente basico e caratterizzato da elevati valori di salinità, successivamente per effetto della carbonatazione (formazione di carbonati ad opera della CO₂ presente nel biogas) può assumere valori di pH acido (5.7- 6.5), con conseguente solubilizzazione dei metalli (Zn, Cd, Cu, Ni). [Mostbauer, 2007].

Ulteriori studi hanno evidenziato l'abbattimento dell'ammoniaca e l'arricchimento in VOC nel flusso di gas in uscita e un conseguente possibile abbattimento degli odori [Courant, 2007]

Uno studio condotto sulle scorie dell'impianto di incenerimento di rifiuti urbani di Ningbo in Cina [4] ha consentito di caratterizzare le stesse con particolare riferimento alle proprietà fisiche e ingegneristiche: distribuzione granulometrica, composizione fisica e chimica, contenuto di sostanza organica, contenuto di umidità, densità, etc. I risultati delle prove condotte hanno evidenziato che le scorie di fondo, se confrontate con materiale inerte naturale, hanno una distribuzione granulometrica più uniforme, costituenti più complessi, maggiore resistenza, maggiore contenuto d'acqua, maggiore capacità di assorbire acqua e densità più bassa. Lo studio conclude che le caratteristiche ingegneristiche delle scorie di incenerimento sono simili a quelle del materiale naturale e apre quindi alla possibilità di applicazioni ingegneristiche.

Ulteriori studi condotti in Spagna [5] e finalizzati a verificare la possibilità di utilizzo delle scorie di incenerimento di rifiuti urbani nella realizzazione di strade e pavimentazioni, hanno consentito di ottenere una caratterizzazione fisica e chimica delle scorie e di valutare gli effetti sull'ambiente del loro utilizzo come materiale d'ingegneria. I risultati ottenuti indicano che il contenuto di metalli delle scorie non trattate ma sottoposte a maturazione per almeno un mese e delle acque di lisciviazione rispettano i limiti di legge; le proprietà ingegneristiche delle scorie di fondo sono simili a quelle dei materiali naturali e, pertanto l'uso delle scorie nella realizzazione di strade è possibile.

4.2.3 Possibilità di conferimento delle scorie del termovalorizzatore del Gerbido nelle discariche della Provincia di Torino

Vista la carenza di volumetrie per lo smaltimento dei rifiuti urbani residui alla raccolta differenziata nel periodo transitorio, ossia fino all'entrata in funzione del termovalorizzatore del Gerbido, è stata esclusa la possibilità di smaltire, nel primo periodo di funzionamento, le scorie dell'impianto presso le discariche di rifiuti urbani della Provincia.

Sono state invece valutate le seguenti possibilità:

- smaltimento delle scorie del TMV del Gerbido in discariche di rifiuti speciali della Provincia
- recupero delle scorie del TMV del Gerbido come materiale di copertura giornaliera nelle discariche per rifiuti urbani della Provincia

Possibilità di smaltimento delle scorie del TMV del Gerbido in discariche di rifiuti speciali della Provincia

Le discariche per rifiuti speciali non pericolosi, con autorizzazione in capo a privati, in cui sarebbe possibile smaltire le ceneri pesanti (CER 19 01 12) sono al momento tre (La Torrazza, REI e SMC). Di queste due (La Torrazza e REI) sono autorizzate a smaltire il suddetto codice; per SMC si renderebbe invece necessaria la richiesta di integrazione dei CER ammessi allo smaltimento.

La discarica Barricalla è l'unica per rifiuti pericolosi della provincia di Torino; occorrerebbe anche per tale discarica un'integrazione all'elenco dei CER autorizzati.

In generale i titolari dell'autorizzazione hanno manifestato la più ampia disponibilità a valutare possibili conferimenti delle scorie di provenienza dal Gerbido in un prossimo futuro.

La **discarica La Torrazza**, la cui autorizzazione è in capo alla Società La Torrazza s.r.l. (AIA, Determina del dirigente del Servizio gestione Rifiuti e bonifiche n°249-1275027/2007 del 30/10/2007) è ubicata a Torrazza Piemonte in località Fornace Nigra. La discarica può accogliere molteplici tipologie di rifiuti speciali non pericolosi, tra cui anche le scorie di incenerimento (CER 19 01 12) le quali devono essere conferite esclusivamente in appositi contenitori tipo big- bag.

Ai fini dell'ammissione in discarica dei suddetti rifiuti, l'AIA prescrive che il titolare dell'autorizzazione debba attenersi a quanto previsto dall'art. 11, comma 3 del D.Lgs 36/2003, che prevede, per ogni carico di rifiuti, il controllo della documentazione, la verifica della conformità delle caratteristiche indicate nel formulario ai criteri di ammissibilità, nonché l'ispezione visiva. Inoltre per le scorie, trattandosi di codice a specchio *"è necessario, per ogni serie omogenea di conferimenti, effettuare le verifiche analitiche di conformità previste all'art. 11, terzo comma, lettera f) del D.lgs 36/2003. Tali verifiche possono essere omesse se, mediante la sola ispezione visiva, è possibile escludere qualsiasi caratteristica di pericolosità dei rifiuti."*

La cella 8 della discarica di Torrazza, l'ultima autorizzata, ha una volumetria di 346.600 m³; la coltivazione è iniziata nel mese di novembre 2009. La volumetria residua presso la discarica al 31/12/2010 è di 286.472 m³ con previsione di esaurimento fine 2015.

La **discarica REI** è ubicata nel comune di Collegno in località Cascina Margaria; titolare dell'autorizzazione (AIA, DD n° 231-50405/2008 del 3/10/2008) è la Ricuperi Ecologici Industriali s.r.l. (REI srl). La discarica per rifiuti speciali non pericolosi, è autorizzata allo smaltimento del CER 19 01 12 che deve essere conferito in big- bag *"a meno che in fase di omologa non venga dichiarata, dimostrata e documentata con la trasmissione di apposito campione (da conservare presso l'impianto) la natura non polverulenta dello stesso."* Anche qui come per la discarica di

Torrazza è fatto obbligo di attenersi all'art. 11, comma 3, lettera f) del D.Lgs 36/2003 potendo tuttavia omettere le verifiche qualora, mediante la sola ispezione visiva, è possibile escludere qualsiasi caratteristica di pericolosità dei rifiuti.

La discarica REI ha una volumetria autorizzata di 595.000 m³; la discarica è attualmente in fase di realizzazione e l'avvio del conferimento è ragionevolmente previsto per la fine del 2012.

La **discarica SMC**, anch'essa per rifiuti speciali non pericolosi, è ubicata in località Fornace Slet nel comune di Chivasso; titolare dell'autorizzazione è la SMC Smaltimenti Controllati SpA (AIA, DD n°288-62959/2008 del 12/12/2008). La discarica non è al momento autorizzata al ritiro del CER 19 01 12 per il quale si richiede una modifica non sostanziale dell'AIA.

La volumetria complessivamente autorizzata presso il sito è di 1.606.961 m³ e la volumetria residua al 31/12/2010 pari a 433.000 m³ con previsione di esaurimento fine 2014.

La **discarica di Barricalla**, per rifiuti pericolosi, è ubicata nel comune di Collegno in località Cascina Barricalla. La titolarità dell'autorizzazione è in capo alla Società Barricalla SpA (AIA, DD n°11-771316/2007 del 9/7/2007).

Il volume complessivamente autorizzato attivo (Lotti 3 e 4) è di circa 603.000 m³ e la volumetria residua al 31/12/2010 pari a 148.943 m³ con previsione di esaurimento a dicembre 2013.

Tab. 4.7 - Discariche per rifiuti speciali della Provincia di Torino

Discarica	Località	Stato attuale	Volumetria autorizzata [m ³]	Rifiuti smaltiti nel 2010 [t]	Volumetria disponibile al 31/12/2010 [m ³]	Previsione esaurimento	Autorizzazione CER 190112
La Torrazza	Torrazza Piemonte (TO)	In esercizio	346.600	79.477	286.472	Fine 2015	Si
REI	Collegno (TO)	In costruzione	595.000	-	595.000		Si
SMC	Chivasso (TO)	In esercizio	1.606.961	171.877	433.000	Fine 2014	No
Barricalla SpA	Collegno (TO)	In esercizio	603.000	148.943	218.749	Fine 2013	No

Possibilità di recupero delle scorie del TMV del Gerbido come materiale di copertura giornaliera nelle discariche per rifiuti urbani della Provincia

In assenza della sperimentazione su scala reale in situ, cui si era inizialmente pensato, ma cui si è dovuto rinunciare constatate le difficoltà di TRM a reperire presso impianti di incenerimento operativi le scorie necessarie all'allestimento del campo prove, la valutazione atta a stabilire l'idoneità del materiale per questi utilizzi è stata condotta essenzialmente mediante un'indagine di letteratura tecnico-scientifica e attraverso l'approfondimento su casi reali di impianti di discarica, dove viene effettuato questo tipo di impiego.

Verificata l'idoneità del materiale attraverso la ricerca bibliografica (cfr par. 4.2.2), si è proceduto a definire, per i primi anni di attività del termovalorizzatore (orientativamente 2013-2016):

- i siti di discarica dove è possibile l'utilizzo come materiale di ingegneria;
- i quantitativi di ceneri pesanti smaltibili.

Sulla base della stime dei conferimenti di rifiuti urbani e speciali nelle discariche della provincia di Torino per gli anni 2013, 2014 e 2015, effettuate da ATO-R nel corso del primo semestre 2011, è stato possibile calcolare l'ipotetico quantitativo massimo di scorie avviabile a recupero in discarica

per la copertura giornaliera del rifiuto assumendo ragionevolmente un quantitativo di scorie da utilizzare a tale scopo pari al 15% in peso del totale dei rifiuti da smaltire. È intuitivo come tale soluzione possa essere praticabile solo nel periodo in cui saranno ancora attive le discariche per rifiuti urbani della provincia (anni 2013, 2014 e 2015) dato che la tendenza, in ottemperanza alla normativa vigente e recepita anche dal vigente Piano Provinciale di gestione dei rifiuti, è quella di superare l'attuale sistema di smaltimento finale dei rifiuti basato sulle discariche, per giungere ad una valorizzazione energetica del rifiuto non recuperabile come materia. A regime l'intero fabbisogno di smaltimento dovrà essere soddisfatto attraverso impianti di trattamento termico e lo smaltimento in discarica sarà riservato solo a quei rifiuti non ulteriormente valorizzabili.

Nella definizione di una stima di massima delle scorie utilizzabili come copertura giornaliera in discarica sono stati considerati due scenari:

- **scenario 1:** sono interessate dai flussi di scorie tutte le discariche per rifiuti urbani della Provincia (Tab. 4.7);
- **scenario 2:** più cautelativamente vengono escluse dal calcolo le discariche di Mattie e Castellamonte che, per via della loro posizione geografica e delle caratteristiche morfologiche, potrebbero presentare problemi di stabilità a seguito del conferimento di scorie; l'invio di ceneri di fondo a tali discariche potrebbe avvenire solo a seguito dell'esito positivo di approfondimenti di tipo geotecnico; per i calcoli si è ipotizzato che la discarica di Mattie riceva nel corso del 2013 35.000 t di rifiuti esaurendo a dicembre la volumetria autorizzata e che la discarica di Castellamonte riceva 32.000 t di rifiuti nel 2013 e 22.000 nel 2014.

Tab. 4.8 - Volumetrie di discariche residue e volumetrie potenzialmente disponibili al 30/6/2011

Discarica	Volumetria residua al 30/06/2011[m ³]	Ulteriori ampliamenti previsti [m ³]		Totale volumetrie potenzialmente disponibili al 30/06/2011[m ³]
		Ampliamenti autorizzati nel corso del 2011 e in fase di realizzazione	Progetti presentati alla Provincia di Torino e in fase di autorizzazione	
ACEA- Pinerolo	39.400		181.260	220.660
ARFORMA- Mattie	69.725		20.500	90.225
CCS- Cambiano	43.304			43.304
CIDIU- Pianezza	359.259			359.259
SIA- Grosso	31.210	386.880	40.500	458.590
ASA- Castellamonte	1.000		83.000	84.000
SETA- Chivasso	331.570			331.570
	875.468	386.880	325.260	1.587.608

Nell'anno 2013 il termovalorizzatore sarà avviato in regime di esercizio provvisorio: si può ragionevolmente ipotizzare che tratti la metà della potenzialità annua autorizzata e quindi 210.000 t di rifiuti, producendo all'incirca 47.000 t di ceneri pesanti. Nelle discariche per rifiuti urbani della Provincia sarà invece smaltito un quantitativo di rifiuti urbani e speciali pari indicativamente a 363.000 t. Dalle stime effettuate risulterebbe possibile conferire nelle discariche di rifiuti urbani un quantitativo di ceneri di fondo compreso tra 44.500 e 54.500 tonnellate.

A partire dal 2014 è previsto l'esercizio a pieno regime per l'impianto di incenerimento: sarà possibile smaltire 421.000 t di rifiuti, producendo all'incirca 95.000 t di scorie l'anno. Le discariche ancora in esercizio nella Provincia dovrebbero smaltire orientativamente nel 2014 152.000 t di rifiuti; il fabbisogno di scorie come materiale di copertura giornaliera delle discariche ammonterebbe pertanto a 20.000-23.000 tonnellate; residuerebbe quindi un quantitativo di 72.000 tonnellate per le quali occorrerebbe trovare altre destinazioni.

Nel 2015 la volumetria di discarica residua dovrebbe consentire di smaltire 103.000 t di rifiuti urbani e speciali e di utilizzare come copertura giornaliera un quantitativo di scorie pari a 15.500 t con un residuo di circa 80.000 t da destinare altrove.

Tab. 4.9 - Utilizzo delle scorie come materiale di copertura in discariche per rifiuti urbani nel periodo 2014-2016

	Volumetria di discarica residua al 1° gennaio [m ³]	RSU e RSA smaltiti in discarica [t]	Quantitativo di scorie per copertura giornaliera [t]	
			Scenario 1	Scenario 2
2012	1.281.100	536.000	-	-
2013	686.000	363.000	54.500	44.500
2014	283.000	152.000	22.800	19.500
2015	114.000	103.000	15.500	15.500
Totale		1.154.000	92.800	79.500

4.3 IL MERCATO DELLE SCORIE: COSTI DELLO SMALTIMENTO E DEL RECUPERO

I costi unitari di smaltimento delle ceneri di fondo possono incidere significativamente sul bilancio economico di un inceneritore. Nel Piano Finanziario di TRM l'incidenza dello smaltimento delle ceneri di fondo negli anni di esercizio commerciale è pari a circa 23 €/t di rifiuto in ingresso.

In relazione a tale parametro, tra quelli reperiti i dati di letteratura maggiormente affidabili sono quelli del Rapporto Eunomia (2002). Tali valori, attualizzati al 2009 [32], sono riportati nella seguente tabella.

Tab. 4.10 - I costi unitari di smaltimento dei residui da incenerimento nei principali stati dell'Unione Europea - fonte Eunomia 2001 (dati attualizzati al 2009) [32]

Costo smaltimento scorie			
N. dati utilizzati	min (€/t)	Max (€/t)	media (€/t)
3	€ 33	€ 75	€ 49

In numerosi paesi negli ultimi anni si sono diffuse tecniche di trattamento che consentono il riciclo delle scorie, evitandone lo smaltimento in discarica e garantendo notevoli risparmi di gestione (anche rispetto ai dati riportati nella precedente tabella).

Si riportano di seguito le risultanze delle indagini condotte nel corso del 2011 da TRM e Labelab srl in merito alle possibilità di recupero/smaltimento delle scorie da incenerimento e ai costi di tali operazioni.

4.3.1 Risultati dell'indagine condotta da TRM

L'indagine di mercato condotta da TRM ha avuto come oggetto i principali operatori del settore ai quali sono stati richiesti i seguenti dati.

- quantitativo di residui solidi in grado di ritirare su base annua sia con finalità di recupero che di smaltimento;
- periodo di tempo di disponibilità al ritiro del quantitativo indicato;
- possibilità di effettuare il trasporto del materiale attraverso l'infrastruttura ferroviaria, considerando come punto di interscambio il terminal RFI di Orbassano;
- prezzo indicativo comprensivo dei costi di trasporto.

La richiesta è stata trasmessa ai seguenti dieci destinatari:

- ETC (discarica REI Collegno)
- BSB srl
- Bonifiche San Martina srl
- FADA srl
- IRIS Ambiente srl
- Officina dell'Ambiente spa
- SADI (La Torrazza)
- ECODECO srl
- IREN Emilia spa
- Palladio Umwelt srl

Hanno risposto alla richiesta: FADA srl, Officina dell'Ambiente spa, SADI, Palladio Umwelt srl, ETC (per conto della discarica REI). Officina dell'Ambiente e ETC per conto della discarica REI, pur non avendo quotato il prezzo di ritiro, hanno dichiarato un interesse a partecipare a gare per il recupero/smaltimento delle ceneri di fondo del termovalorizzatore del Gerbido.

La Tabella che segue sintetizza i risultati dell'indagine.

Tab. 4.11- Esiti dell'indagine di mercato condotta da TRM

		Quantitativo annuo ritirabile [t]	Periodo di disponibilità al ritiro della quantità indicata	Possibilità di trasporto ferroviario	Prezzo di ritiro [€/t]	Attività svolta sulle scorie
1	FADA srl	30.000	2013	Si	230 €/t incluso trasporto	Trasferimento transfrontaliero
2	Officine dell'Ambiente spa	<95.000 ma non indicato	n.d	n.d	n.d	Trattamento ai fini del recupero come mps
3	SADI	95.000	2013- 2014	n.d.	40 €/t escluso trasporto	Trattamento
4	Palladio Umwelt srl	95.000	Dal 2013 con contratti triennali o quinquennali	Si	60-65 € incluso trasporto	Attività di recupero R5
5	Discarica REI (ETC)	95.000	2013	n.d.	n.d	Smaltimento in discarica

4.3.2 Risultati dell'indagine condotta da Labelab srl

Le indagini svolte dal Labelab srl su incarico di ATO-R in merito alle possibilità di collocazione finale delle scorie da incenerimento indicano che esiste, allo stato attuale, la potenzialità di assorbimento per i quantitativi necessari a TRM.

Circa la metà dei quantitativi di scorie prodotti sul territorio nazionale viene ad oggi ancora smaltita in discarica con costi dell'ordine di 50 – 70 €/t. La scelta del ricorso alla discarica deriva presumibilmente da motivazioni logistiche: il costo del trasporto ha infatti un'incidenza rilevante. In qualche altro caso la disponibilità da parte dei gestori dell'impianto di termovalorizzazione di una discarica di proprietà da utilizzare non spinge verso la ricerca di soluzioni alternative.

La gestione delle scorie si sta dirigendo sempre più verso il mercato del recupero: nel corso del 2007 sono state inviate a recupero circa il 50% delle scorie prodotte in Italia.

L'indagine condotta sugli impianti di recupero scorie del Nord Italia ha evidenziato una capacità degli stessi non ancora satura (cfr. Tab. 4.1 e Tab. 4.6) e tariffe di trattamento più basse rispetto a quelle praticate da impianti di discarica ed in generale inferiori a 50 €/t (analisi di 26 bandi di gara espletati nel periodo 2006-2011).

Va tuttavia evidenziata la maggiore complessità e incertezza del mercato del recupero rispetto a quello dello smaltimento per via della forte dipendenza dell'attività degli impianti dalla capacità di assorbimento da parte dei destinatari delle materie prime secondarie ottenute (cementifici, aziende produttrici di laterizi, bitume, etc.).

La tendenza riscontrata nella gestione delle scorie è in ogni caso rivolta sempre più verso il mercato del recupero, utilizzando impianti terzi.

L'analisi dei bandi di gara relativi a servizi di prelievo, trasporto, trattamento e/o recupero delle ceneri pesanti da incenerimento dei rifiuti urbani espletati nel periodo 2006-2011 (cfr Appendice) ha inoltre evidenziato quanto segue:

- le gare espletate, dove il dato è disponibile, registrano ribassi compresi tra lo 0% e il 46% con un ribasso medio di circa il 14%;
- il range del prezzo di trattamento/smaltimento è influenzato:
 - dalla classificazione del rifiuto con incrementi notevoli per le frazioni classificate come pericolose;
 - dall'impianto di destinazione (discarica, recupero presso cementificio, ecc.) con valori superiori per le discariche.
- la taglia dei bandi di gara è limitata; nel caso di grossi quantitativi di scorie da smaltire, la gara è espletata generalmente per lotti.

Il focus sulla situazione nella Regione Emilia Romagna ha evidenziato come in tale Regione la modalità di smaltimento prevalente dei rifiuti urbani sia l'incenerimento (8 impianti di incenerimento operativi nel 2009 [45]); circa il 78% delle scorie prodotte viene trattato/smaltito all'interno della regione; gli impianti di trattamento hanno recuperato nel corso del 2007 63.485 t di ceneri pesanti; significativa è anche la quota che viene inviata fuori regione (44.632 t), in particolare in Lombardia (38.243 t nel 2007) e il quantitativo di scorie che arriva in Emilia Romagna da regioni del Nord e Centro (36.664 t), in particolare dalla Lombardia (21.881 t nel 2007).

Per quanto riguarda l'aspetto programmatico in merito alla gestione delle ceneri pesanti e scorie provenienti da incenerimento, nei Piani Provinciali di Gestione Rifiuti vigenti in Emilia Romagna solo in tre casi (Bologna, Ferrara, Forlì-Cesena) è dato rilievo alla necessità di individuare il sistema di smaltimento delle scorie e comunque non in forma perentoria.

Infatti si tende a considerare le scorie come un sovrappiù del processo industriale di recupero energetico/smaltimento dei rifiuti urbani (al pari ad esempio del percolato delle discariche), limitato in termini quantitativi rispetto al processo prevalente (incenerimento) e quindi un rifiuto speciale che deve trovare nel mercato le migliori forme di recupero/smaltimento, non limitandolo ai confini provinciali e non assoggettandolo quindi a un sistema di programmazione che riguarda solo i rifiuti urbani.

5 CONCLUSIONI

Il vigente Programma Provinciale di Gestione dei Rifiuti (PPGR 2006) definisce il quadro dell'impiantistica per lo smaltimento finale dei flussi di rifiuto indifferenziato a valle della raccolta differenziata. In particolare, nella fase a regime, prevede la realizzazione, oltre agli impianti di termovalorizzazione a servizio dell'area sud (impianto del Gerbido) e di quello servizio dell'area nord della provincia di Torino (di cui ad oggi è stata effettuata la localizzazione, ma non ancora avviata la fase di affidamento), di una discarica di servizio per lo smaltimento delle ceneri di fondo di entrambi gli impianti.

Il Programma Provinciale di Gestione dei Rifiuti è attualmente in fase di revisione (DGP n. 176-33791 del 15 settembre 2009).

Nella Seconda Appendice Integrativa alla Convenzione di Affidamento, sottoscritta in data 14 maggio 2008 tra ATO-R e TRM spa, è stato sospeso l'obbligo di realizzazione della discarica di servizio con l'assunzione tra le parti di specifici impegni reciproci.

Nella successiva Quarta Appendice Integrativa alla Convenzione di Affidamento, sottoscritta dall'Associazione d'Ambito e da TRM Spa in data 12 gennaio 2010, ATO-R e TRM spa hanno convenuto che il procedimento per pervenire alla puntuale localizzazione della discarica di servizio sia preceduto da una fase propedeutica di approfondimento.

Sulla base di tali approfondimenti era in capo all'Associazione d'Ambito Torinese per il Governo dei rifiuti l'onere di redigere un **Piano di Gestione delle Scorie**.

A seguito delle indagini e degli approfondimenti riportati nel presente Studio, l'Associazione d'Ambito ha potuto acquisire gli elementi conoscitivi essenziali per redigere il Piano di Gestione delle Scorie, il cui obiettivo è quello di definire, almeno nel medio periodo corrispondente ai primi anni di attività dell'impianto, le strategie operative per la collocazione delle ceneri di fondo che saranno prodotte dal termovalorizzatore del Gerbido e di verificare se si pone la necessità, e in quale arco temporale, di realizzare una specifica discarica di servizio.

I rifiuti complessivamente inceneriti in Italia negli impianti dedicati al trattamento dei rifiuti urbani ammontano a circa 4,5 milioni di tonnellate nel 2007; la quantità di scorie prodotte dalla termovalorizzazione dei rifiuti, pari a circa 800.000 tonnellate nel 2007, è certamente destinata a crescere nei prossimi anni a seguito dell'avvio degli impianti di incenerimento in programma.

Della produzione totale di scorie, oltre la metà (50,8%), nel corso del 2007, è stata inviata a recupero; tali dati evidenziano un sensibile miglioramento rispetto alla situazione del 2004, quando veniva riutilizzato solo il 22% dei residui solidi prodotti dagli inceneritori italiani.

Le ultime modifiche normative, introdotte a seguito del D.lgs. 205/2010, hanno modificato significativamente e, in qualche misura, complicato la ricerca di soluzioni volte al recupero delle scorie, portando alla ribalta la questione della possibile classificazione delle scorie come **rifiuto pericoloso**.

La classificazione del rifiuto come pericoloso o non pericoloso, indispensabile ai fini del corretto recupero/smaltimento, non può prescindere da analisi di laboratorio. Il complesso percorso analitico potrebbe portare a classificare le ceneri di fondo di impianti di incenerimento come pericolose sostanzialmente per due ragioni:

- per via del pH estremamente basico che fa loro attribuire la classe di pericolosità H8 (corrosivo) e/o H4 (irritante)
- per via delle concentrazioni elevate di metalli pesanti che farebbe attribuire alle scorie da incenerimento la caratteristica di pericolo “eco-tossico” (H14).

Sulle caratteristiche delle ceneri di fondo del termovalorizzatore del Gerbido non si possono ad oggi avere certezze, ma fare soltanto delle ipotesi: tali caratteristiche dipendono infatti non solo dalla qualità del rifiuto alimentato (livelli di raccolta differenziata, capacità del sistema di raccolta di intercettare in particolare i metalli, i RUP e i RAEE), ma anche dalle modalità operative dell'impianto, in particolare dalla fase di quenching delle scorie e dalla loro gestione immediatamente a valle del forno.

Il tema della caratterizzazione delle scorie è ad oggi controverso e molto dibattuto, ma si può tuttavia confermare, sulla base di dati di letteratura e sulla base dell'esperienza degli addetti ai lavori, la posizione border line delle ceneri di fondo, in particolare in riferimento ad alcuni parametri, quali pH e concentrazione di metalli pesanti. Non si può escludere, inoltre, che in un futuro prossimo le ceneri di incenerimento vengano classificate tout court come rifiuto pericoloso.

Nell'immediato pertanto non appaiono percorribili le soluzioni finalizzate al recupero come materia, che prevedano la reimmissione nell'ambiente in sostituzione degli inerti naturali (ad esempio per ripristini ambientali, sottofondi stradali, rilevati, terrazzamenti), senza un trattamento preliminare che ne migliori le caratteristiche chimico-fisiche.

Processi piuttosto semplici e poco costosi quali la carbonatazione ed il lavaggio potrebbero portare a superare le criticità connesse alla classificazione delle scorie, consentendo un declassamento da rifiuto caratterizzato inizialmente come pericoloso a non pericoloso.


La necessità di un processo di pretrattamento appare in prospettiva, quindi, un passaggio obbligato, se si sceglie la via del recupero delle scorie e andrebbe valutata anche nel caso di smaltimento in discarica, per consentirne la collocazione in impianti per rifiuti non pericolosi.

Le indagini e le valutazioni di mercato sulle possibilità di collocazione finale delle scorie da incenerimento indicano che esiste, allo stato attuale, la possibilità di assorbimento per i quantitativi necessari a TRM. Come s'è detto, circa la metà dei quantitativi di scorie prodotti viene ad oggi ancora smaltita in discarica con costi dell'ordine di 50 – 70 €/t (escluso trasporto); la scelta della discarica deriva presumibilmente da motivazioni logistiche (il costo del trasporto incide notevolmente), dalla disponibilità per gli stessi produttori di rifiuti di impianti discarica di proprietà e dalla maggiore sicurezza e continuità di smaltimento garantita da un impianto di discarica rispetto ad uno di recupero.

Tra le possibili destinazioni per le scorie di incenerimento è indubbiamente auspicabile privilegiare le soluzioni indirizzate al recupero della materia, obiettivo che si rileva in piena sintonia con la vigente normativa comunitaria e nazionale in materia di rifiuti e verso cui peraltro appare evolvere il sistema impiantistico.

L'indagine condotta sugli impianti di recupero scorie del Nord Italia ha evidenziato una capacità degli stessi non ancora satura e tariffe di trattamento generalmente inferiori a 50 €/t (analisi a cura di Labelab di bandi di gara espletati nel periodo 2006-2011).

Va tuttavia evidenziata la maggiore complessità e incertezza del mercato del recupero rispetto a quello dello smaltimento per via della forte dipendenza dell'attività degli impianti dalla capacità di

	ANALISI DELLE POSSIBILITA' DI RECUPERO/SMALTIMENTO DELLE CENERI DI FONDO PRODOTTE DAL TERMOVALORIZZATORE DEL GERBIDO	Settembre 2011
	Capitolo 5 – Conclusioni	Pagina 56

assorbimento da parte dei destinatari delle materie prime secondarie ottenute (cementifici, aziende produttrici di laterizi, bitume, etc.).

Il mercato del recupero sembra essere una destinazione possibile per le ceneri di fondo del termovalorizzatore del Gerbido. A tal proposito i quantitativi previsti a regime (oltre 90.000 t/anno) suggeriscono di avviare gare per lotti di dimensione limitata (al massimo 20.000 tonnellate) in modo da distribuire i rischi di eventuali non continuità del flusso e di risposta del mercato.

Si ritiene utile inoltre valutare l'opportunità che TRM, in un futuro prossimo, partecipi alla realizzazione di un impianto intermedio di valorizzazione delle scorie, unitamente a operatori già presenti sul settore e a destinatari finali (cementifici e/o produttori di materiali per edilizia); si dovrebbe pertanto limitare la durata dei contratti di smaltimento/trattamento iniziali nel tentativo di attrarre gli investimenti finalizzati alla realizzazione di impianti di trattamento scorie nel territorio almeno regionale (con evidente riduzione degli impatti dei costi di trasporto) e di favorire alleanze di filiera per implementare un'impiantistica flessibile sul territorio.

Va tuttavia sottolineato che il mercato delle scorie di incenerimento sta attualmente attraversando una fase evolutiva per via delle recenti modifiche normative: la classificazione delle scorie come rifiuti pericolosi potrebbe avere ripercussioni notevoli sulle tariffe di conferimento, non solo a causa dei maggiori costi realizzativi e di gestione degli impianti di recupero/smaltimento, ma anche, e soprattutto, per via della limitata disponibilità, almeno nel breve-medio periodo, di impianti autorizzati ad accogliere tali rifiuti.

Nella fase iniziale di avviamento dell'attività dell'impianto del Gerbido l'utilizzo delle scorie come copertura giornaliera nelle discariche per rifiuti urbani in attività della Provincia di Torino può costituire un'opportunità auspicabile e interessante, fatte salve ulteriori valutazioni ed approfondimenti sul tema della loro possibile pericolosità. Tale opzione comporterebbe in ogni caso una modifica delle autorizzazioni (integrazione dell'elenco dei CER in ingresso, modifica del Piano di Gestione operativa delle discariche) e l'avvio di un tavolo tecnico con ATO-R, Provincia di Torino, Gestori delle discariche e TRM, per definire i siti di discarica dove risulti gestibile l'utilizzo come materiale di ingegneria, i quantitativi di ceneri pesanti smaltibili, le modalità di gestione del materiale e la tariffa-soglia di conferimento, che non dovrà superare il miglior prezzo reperibile sul mercato di smaltimento delle scorie.

Le stime di massima effettuate nel presente documento evidenziano come questa potenziale destinazione possa dare un contributo significativo per assorbire i quantitativi prodotti nel 2013 (esercizio provvisorio) e, in misura minore, nel 2014 e nel 2015.

Va ancora osservato che in Provincia di Torino esiste la disponibilità nei prossimi anni di importanti volumetrie in discariche autorizzate per rifiuti speciali non pericolosi e pericolosi, che possono costituire una alternativa, almeno nel medio periodo, allo smaltimento delle scorie in una discarica dedicata.

Le possibilità sopra evidenziate di recupero/smaltimento delle ceneri di fondo del termovalorizzatore del Gerbido (mercato del recupero, utilizzo come copertura giornaliera nelle discariche di rifiuti urbani dell'Ambito, possibilità di smaltimento presso discariche di rifiuti speciali della Provincia) e, soprattutto, l'attuale incertezza sulla classificazione delle scorie di fondo tra rifiuti pericolosi e non pericolosi suggeriscono di attendere prima di impegnare la Società TRM

verso l'investimento per una discarica di servizio (la cui tipologia non è ad oggi definibile), senza la garanzia che questa sia la soluzione ambientalmente ed economicamente più sostenibile.

D'altra parte, le incertezze sull'approdo dell'attuale fase evolutiva del mercato e il permanere della previsione di una discarica di servizio nel Programma Provinciale di Gestione dei Rifiuti vigente portano a non accantonare definitivamente, in questo momento, l'opzione della discarica di servizio.

BIBLIOGRAFIA

- [1] P. Courant, A. Budka, L. Bonnome, O. Greze, E. Senante, Use of bottom ashes as intermediate cover in MSW landfills in order to reduce emissions of odorous compounds, International Waste Management and Landfill Symposium, 1-5 October 2007, S.Margherita di Pula - Cagliari, Sardinia, Italy
- [2] Shen Dongsheng, Migration and leaching behavior of heavy metals in MSW and MSW bottom ash co-disposed landfill, 2nd China-Japan Joint Conference for the community formation on material recycling and waste management ,16-19 Settembre 2010, Chengdu, China
- [3] P. Mostbauer and S. Lenz, Upgrading of lean landfill gas using MSWI bottom ash, International Waste Management and Landfill Symposium, 1-5 October 2007, S.Margherita di Pula - Cagliari, Sardinia, Italy
- [4] Peng-Fei Fang, Xiang-Rong Zhu, Hong-Shui Chen, Wei Chen, Engineering Characteristics of Bottom Ash in Municipal Solid Waste Incinerators, Proceedings of sessions of GeoShanghai 2010 International Conference, Shanghai, China, June 3-5, 2010 pp. 95-102
- [5] R. Forteza, M. Fara, C. Seguí and V. Cerdá, Characterization of bottom ash in municipal solid waste incinerators for its use in road base, Waste Management Volume 24, Issue 9, 2004, pp. 899-909
- [6] Meng-Chia Weng, Chiou-Liang Lin, Chun-I Ho, Mechanical properties of incineration bottom ash: the influence of composite species, Waste Management, Volume 24, Issue 9, 2004, Pages 899-909
- [7] A. Dominijanni, G. Genon, P. Luciani, M. Maggiorotto, M. Manassero, F. Marchese, S. Puma, G.L. Soldi, M.C. Zanetti, Landfilling and reuse of bottom ashes from refuse derived fuel and municipal solid waste incineration, International Waste Management and Landfill Symposium, 5 - 9 October 2009, S.Margherita di Pula - Cagliari, Sardinia, Italy
- [8] Charles H. K. Lam, Alvin W. M. Ip, John Patrick Barford and Gordon McKay, Use of Incineration MSW Ash: A Review, Sustainability 2010
- [9] Studio promosso da CiAl, a cura del Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Ambientale, Infrastrutture Viarie, Rilevamento del Politecnico di Milano con la collaborazione di Federambiente, Separazione e recupero dei metalli e valorizzazione delle scorie di combustione dei rifiuti urbani, maggio 2010
- [10] Gruppo A2A, Discarica di Montichiari - Dichiarazione Ambientale Aggiornamento 2010
- [11] F. Marchese, G. Genon, Caratterizzazione del rilascio delle scorie in relazione alle diverse condizioni del processo di incenerimento di RSU, SIDISA 2008, Firenze 25-27/6/2008
- [12] R. Barberis, E. Calderaro, F. Pittarello, A. Robotto (ARPA Piemonte) "Studio sul recupero delle ceneri provenienti da termovalorizzatori di rifiuti urbani", dicembre 2008
- [13] EU Statistics, "Structural Indicators: Municipal Waste," 2007. <http://Europe.eu.int>.
- [14] Simon P. M. Berkhout, Bert P. M. Oudenhoven, Peter C. Rem, Optimizing Non-Ferrous Metal Value from MSWI Bottom Ashes, Journal of Environmental Protection, 2011, 2, 564-570
- [15] J. Römbke, Th. Moser, H. Moser, Ecotoxicological characterisation of 12 incineration ashes using 6 laboratory tests, Waste Management 29 (2009) 2475–2482
- [16] ISWA, "Management of Bottom Ash from WTE Plants" An overview of management options and treatment methods, 2006
- [17] Andres VAN BRECHT, Alain KONINGS Innovative and BREF proven material recycling of MSWI bottom ashes,

- [18] P. Plescia, G. Paoloni, M. Amor Tocino, G. Furia, Scorie pesanti da incenerimento dei rifiuti solidi urbani, Recycling novembre 2006
- [19] G. Traina, Master Universitario di 1° livello in Tecnologie e controllo ambientale nel ciclo dei Rifiuti A.A. 2003/04
- [20] F. Marchese, M. Poggio, G. Giusti, Maturazione in cumulo all'aperto di scorie pesanti derivanti dall'incenerimento di RSU, Rifiuti Solidi, 2005
- [21] A. Poletti et al., State-of-the-art and outlook on management of waste-to-energy bottom ashes. part 1: treatment, Proceedings Sardinia 2007
- [22] A. Poletti et al., State-of-the-art and outlook on management of waste-to-energy bottom ashes. part 2: utilization, Proceedings Sardinia 2007
- [23] Conferenza delle regioni e delle province autonome 11/64/cr7a/c5 "Smaltimento dei rifiuti e ulteriori aspetti interpretativi relativi alle problematiche riscontrate nell'attuazione del Decreto ministeriale 27 settembre 2010, recante "Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica", che sostituisce il Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio del 3 agosto 2005, Roma, 5 maggio 2011
- [24] Position paper of DG ENTR / G2 on the classification and labelling of preparations with extreme ph values ($11.5 < \text{ph} < 2$)
- [25] Ausilio tecnico-normativo alla classificazione dei rifiuti con valori estremi del pH in relazione alla nota ARPAV prot. n. 149502/2010, ARPAV, maggio 2011
- [26] ARPA Veneto "Attribuzione della caratteristica di pericolo "Ecotossico" (H14) ai rifiuti contenenti metalli e loro composti" disponibile sul sito dell'Ordine dei Chimici della Provincia di Brescia
- [27] F. Marchese, G. Genon, Full Scale Tests of Short-Term Municipal Solid Waste Incineration Bottom Ash Weathering Before Landfill Disposal, American Journal of Environmental Sciences 5 (4): 569-576, 2009
- [28] Amsa Spa Termovalorizzatore Silla 2 – dichiarazione ambientale – Aggiornamento Anno 2010
- [29] Luca Ferraioli, Tesi di Laurea "La valorizzazione energetica dei rifiuti: l'impianto di termovalorizzazione Silla 2 di Milano", Università degli studi di Siena, Facoltà di Economia "R.M. Goodwin", Corso di Laurea in Economia Ambientale A. A. 2006 – 2007
- [30] Atti del convegno "Raccolta differenziata e termovalorizzazione: un modello integrato", Milano 7 maggio 2008
- [31] BSB Prefabbricati s.r.l.. Relazione Tecnica Descrittiva dell'impianto, marzo 2008.
- [32] Autorità regionale per la vigilanza dei servizi idrici e di gestione dei rifiuti urbani Regione Emilia Romagna (relazione a cura dell'ing. A. Andretta), Analisi prezzi medi impianti Anno 2009 - Le Tariffe per il recupero e lo smaltimento dei rifiuti urbani per tipologia e caratteristiche degli impianti, gennaio 2010
- [33] M. Grosso, L. Rigamonti, L. Biganzoli "Presentazione dello studio CiAl Consorzio imballaggi alluminio – Federambiente "Separazione e recupero dei metalli e valorizzazione delle scorie di combustione dei rifiuti urbani", Milano, 4 maggio 2010
- [34] M. Grosso, . Rigamonti, L. Biganzoli "Italian experience and research on bottom ash recovery" "From ashes to metals", CEWEP – EAA Seminar 5th – 6th September 2011, Copenhagen
- [35] Decreto Regione Lombardia n. 005078 del 17 maggio 2007 - Autorizzazione Integrata Ambientale dell'impianto RMB di Polpenazze del Garda (BS)
- [36] D.L. Baun et al., *Treatment of bottom ash from waste to energy plants: overview and experiences*, Proceedings Sardinia 2007
- [37] Y. Dote e T. Sehito, *Evaluation of elusion rate of alkalinity from bottom ash for a long term period*, Proceedings Sardinia 2007

- [38] O. Hjelm et al., *Environmental impacts of MSWI bottom ash utilisation in road construction – results from a large scale demonstration site*, Proceedings Sardinia 2007
- [39] Y. Hu et al., *Metal distribution in Los Angeles`MSWI bottom ash*, Proceedings Sardinia 2007
- [40] E. Lategano et al., *Characterization of the bottom ash produced in a sanitary waste incineration facility and influence of the operating conditions aimed at material recovery or safe disposal*, Proceedings Sardinia 2007
- [41] A. Pierobon, *Prime (principali) problematiche che emergono dalla caratteristica di pericolosità "H14" come introdotta nel d.lgs. 205/2010 e nel d.m. 27 settembre 2010: cenni* (disponibile all'indirizzo web: <http://lexambiente.it/rifiuti/179/7049-rifiuti-rifiuti-pericolosi.html>)
- [42] L. Musmeci (Istituto Superiore Sanità), "Classificazione dei rifiuti pericolosi in base alla Direttiva 2008/98/CE", Atti del Convegno "Applicazione del Regolamento CE 1272/2008: classificazione, etichettatura e imballaggio delle sostanze e delle miscele e ricadute nella legislazione correlata", Roma 13 maggio 2010
- [43] ENEA, Federambiente, Rapporto sul recupero energetico da rifiuti urbani in Italia, 2^a Edizione, febbraio 2009
- [44] ENEA, Federambiente, Rapporto sul recupero energetico da rifiuti urbani in Italia, 1^a Edizione, ottobre 2006
- [45] ISPRA, Rapporto Rifiuti Urbani 2011

SITI WEB

- [46] Sito web TRM Spa: <http://www.trm.to.it/>
- [47] Sito web Officina dell'Ambiente: <http://www.matrix1.it/>
- [48] [http://lcarifiuti.net/wiki/L%27inceneritore di Milano Silla 2](http://lcarifiuti.net/wiki/L%27inceneritore_di_Milano_Silla_2)
- [49] <http://www.salute.gov.it/sicurezzaChimica/paginaInternaMenuSicurezzaChimica.jsp?id=632&lingua=italiano&menu=preparati>
- [50] Sito web Ordine dei Chimici di Brescia: <http://www.chimicibrescia.it/>
- [51] Sito web BSB Prefabbricati: <http://www.bsbprefabbricati.it/>
- [52] Sito web RMB spa: <http://www.rmbspa.com/>
- [53] Sito web Ecodeco: <http://www.ecodeco.it>

APPENDICE

Bandi di gara relativi a servizi di prelievo, trasporto, trattamento e/o recupero delle ceneri pesanti provenienti da impianti di termovalorizzazione dei rifiuti urbani

Bandi di gara relativi a servizi di prelievo, trasporto, trattamento e/o recupero delle ceneri pesanti provenienti da impianti di termovalorizzazione dei rifiuti urbani

N.	Data di pubblicazione	Stazione appaltante	Gara N° avviso GUJE	Principali dettagli sul servizio messo a gara	Ubicazione impianto di termovalorizzazione	Importo a base d'asta (euro IVA esclusa)	Aggiudicazione N° avviso GUJE	Aggiudicatario	Importo aggiudicato (euro IVA esclusa)	Importo unitario trattamento ceneri pesanti (euro/t)
1	02/10/2003	ASM Brescia SpA via Lamarmora 230 25124 Brescia	2003/S 189- 170550	Trasporto e recupero scorie di fondo griglia caldaia.	Brescia	ND	2007/S 106- 130447	GTS Italia Srl via Carlo Molino 90 36100 Vicenza	1.980.000,00	ND
2	21/03/2006	Enia SpA - sede di Reggio Emilia, via Nubi di Magellano 30, I-42100 Reggio Emilia	2006/S 55- 057752	Servizio di trasporto e smaltimento e/o recupero delle ceneri prodotte da impianti di termovalorizzazione. Si tratta di ceneri identificate come rifiuti speciali pericolosi con i seguenti codici CER: 190113, 190105. Quantitativo totale: circa 5.710 t/anno così suddivise: CER 190113: circa 3.380 t/anno; CER 190105: circa 2.330 t/anno Periodo in mesi: 36	Piacenza	2.826.450,00	2006/S 223- 239191	Furia S.r.l. via Cardano, 35 43036 Fidenza	1.604.042,55	ND
3	21/12/2006	Vesta spa S. Croce 489 30135 Venezia	2006/S 245- 263456	Servizio nolo cassoni, trasporto e smaltimento e/o recupero scorie Cer 190112 da impianto termodistruzione di Fusina. Periodo in mesi: 12	Venezia	1.216.000,00	2007/S 68- 082596	Procedura non aggiudicata in quanto l'unica offerta pervenuta, nei termini previsti, era incompleta.		
4	26/04/2007	Tecnocasic s.c.p.a. viale Diaz 86 09125 Cagliari	2007/S 81- 099202	Servizio di smaltimento ed eventuale trasporto in discarica di rifiuti. Smaltimento ed eventuale trasporto in discarica autorizzata dei rifiuti prodotti nella piattaforma ambientale Casic ed in particolare: 1) rifiuti codice CER 19 01 12 "ceneri pesanti e scorie diverse da quelle di cui alla voce 19 01 11"; 2) rifiuti codice CER 19 03 05 "rifiuti stabilizzati diversi da quelli di cui alla voce 19 03 04". Periodo in mesi: 12	Capoterra (CA)	3.800.000,00	2007/S 159- 198155	La gara è andata deserta in quanto l'unica offerta pervenuta è stata giudicata inammissibile.		

Bandi di gara relativi a servizi di prelievo, trasporto, trattamento e/o recupero delle ceneri pesanti provenienti da impianti di termovalorizzazione dei rifiuti urbani										
N.	Data di pubblicazione	Stazione appaltante	Gara N° avviso GUJE	Principali dettagli sul servizio messo a gara	Ubicazione impianto di termovalorizzazione	Importo a base d'asta (euro IVA esclusa)	Aggiudicazione N° avviso GUJE	Aggiudicatario	Importo aggiudicato (euro IVA esclusa)	Importo unitario trattamento ceneri pesanti (euro/t)
5	09/06/2007	Brianza Energia Ambiente - BEA SpA via G. Agnesi 272 20033 Desio	2007/S 109- 134639	Servizio di carico, trasporto e smaltimento e/o recupero delle ceneri pesanti (codice CER 190112) presso idonei impianti (10.000 t/a circa). Breve descrizione dell'appalto o degli acquisti L'appalto ha per oggetto la stipula di un contratto, per il servizio di carico, trasporto recupero e/o smaltimento delle ceneri pesanti CER 190112 prodotte dall'impianto di incenerimento presso la società BEA SpA presso idonei impianti.	Desio (MB)	1.200.000,00	ND	ND	ND	ND
6	20/09/2007	Tecnocasic s.c.p.a. viale Diaz 86 09125 Cagliari	2007/S 181- 221650	Appalto per il servizio di recupero (ritiro e riutilizzo) presso impianto per la produzione di cemento, dei rifiuti prodotti dall'impianto di termovalorizzazione di rifiuti solidi urbani (CER 190112) della piattaforma ambientale Casic in Z.I. Macchiareddu – Capoterra. quantità annua massima presunta di 12.000 t. Periodo in mesi: 12	Capoterra (CA)	396.000,00	2008/S 21- 027091	Italcementi Fabbriche Riunite Cemento s.p.a. Via Gabriele Camozzi 124 24121 Bergamo ITALIA	360.000,00	30,00

Bandi di gara relativi a servizi di prelievo, trasporto, trattamento e/o recupero delle ceneri pesanti provenienti da impianti di termovalorizzazione dei rifiuti urbani

N.	Data di pubblicazione	Stazione appaltante	Gara N° avviso GUJE	Principali dettagli sul servizio messo a gara	Ubicazione impianto di termovalorizzazione	Importo a base d'asta (euro IVA esclusa)	Aggiudicazione N° avviso GUJE	Aggiudicatario	Importo aggiudicato (euro IVA esclusa)	Importo unitario trattamento ceneri pesanti (euro/t)
7	28/09/2007	AAMPS S.p.A. via G. Bandi 15 57122 Livorno	2007/S 187- 228200	<p>Servizio di ritiro, trasporto e recupero e/o smaltimento ceneri pesanti, scorie e ceneri leggere, prodotte dall'impianto di termovalorizzazione dei rifiuti di Livorno.</p> <p>Il quantitativo annuo stimato di rifiuti da ritirare trasportare e smaltire è:</p> <p>1) 15.000 t di ceneri pesanti e scorie destinate al recupero (rifiuto speciale non pericoloso C.E.R. 190112);</p> <p>2) 3.000 t di ceneri leggere (rifiuto speciale pericoloso C.E.R. 190113) destinate allo smaltimento (quantitativo da ritenersi puramente orientativo e non costituisce alcun impegno per AAMPS SpA).</p> <p>Periodo in mesi: 12</p>	Livorno	1.900.000,00	ND			<p>Procedura non aggiudicata non essendo pervenuta alcuna offerta entro il termine ultimo (http://www.aamps.livorno.it/web/aampsweb.nsf/std/3ED1B4380B3C86E3C12571330065D408?OpenDocument)</p>

Bandi di gara relativi a servizi di prelievo, trasporto, trattamento e/o recupero delle ceneri pesanti provenienti da impianti di termovalorizzazione dei rifiuti urbani										
N.	Data di pubblicazione	Stazione appaltante	Gara N° avviso GUJE	Principali dettagli sul servizio messo a gara	Ubicazione impianto di termovalorizzazione	Importo a base d'asta (euro IVA esclusa)	Aggiudicazione N° avviso GUJE	Aggiudicatario	Importo aggiudicato (euro IVA esclusa)	Importo unitario trattamento ceneri pesanti (euro/t)
8	12/10/2007	Acegas-Aps S.p.A. via Maestri del Lavoro 8 34123 Trieste	2007/S 197- 239462	<p>Servizio di smaltimento/recupero secondo il fabbisogno aziendale per un biennio delle ceneri pesanti e scorie identificate dal codice CER 190112 (lotto 1 + lotto 2 + lotto 3 + lotto 4) assistenza tecnico-amministrativa ai competenti uffici di Acegas-Aps. Il quantitativo complessivo di rifiuto posto in gara per l'intera durata contrattuale e per tutti e quattro i lotti, indicativamente previsto sulla base dei dati storici aziendali relativi alla produzione di ceneri pesanti e scorie (CER 190112) prodotte dai ns. impianti, da smaltire/recuperare e trasportare è quantificabile in 110.000 t :</p> <p>lotto 1 (Trieste): 50 000 t lotto 2 (Trieste): 30 000 t lotto 3 (Padova): 20 000 t lotto 4 (Padova): 10 000 t.</p> <p>Prezzi unitari posti a base di gara, comprensivi di tutti i servizi accessori: - per i lotti 1 e 2 è di 65,30 €/t IVA esclusa, di cui 0,30 €/t relativi ad oneri per la sicurezza e pertanto non soggetti a ribasso; - per i lotti 3 e 4 è di 52,30 €/t IVA esclusa, di cui 0,30 €/t relativi ad oneri per la sicurezza e pertanto non soggetti a ribasso.</p> <p>Periodo in mesi: 24</p>	Trieste, Padova.	6.793.000,00	2009/S 43- 062206	Centro Risorse srl via Lazio, n. 48 (TV) 31045 Motta di Livenza (Lotto 1). Lotti n.ri 3 e 4 deserti. Lotto n. 2 ancora in fase di aggiudicazione provvisoria.	2.990.000	<p>65,30: importo messo a gara per Lotti 1 e 2</p> <p>59,80: Stima importo aggiudicazione lotto1</p> <p>52,30: importo messo a gara per i Lotti 3 e 4</p>

Bandi di gara relativi a servizi di prelievo, trasporto, trattamento e/o recupero delle ceneri pesanti provenienti da impianti di termovalorizzazione dei rifiuti urbani										
N.	Data di pubblicazione	Stazione appaltante	Gara N° avviso GUJE	Principali dettagli sul servizio messo a gara	Ubicazione impianto di termovalorizzazione	Importo a base d'asta (euro IVA esclusa)	Aggiudicazione N° avviso GUJE	Aggiudicatario	Importo aggiudicato (euro IVA esclusa)	Importo unitario trattamento ceneri pesanti (euro/t)
9	03/11/2007	ACSM S.p.A. via Pietro Stazzi 2 22100 Como	2007/S 212- 257944	Servizio di prelievo, trasporto, trattamento e/o recupero delle ceneri pesanti e delle scorie provenienti dall'impianto di termovalorizzazione dei rifiuti ubicato in Como, località La Guzza e identificate con il codice CER "19 01 12 ceneri pesanti e scorie, diverse da quelle di cui alla voce 19 01 11". Importo complessivo stimato del servizio ottenuto moltiplicando il corrispettivo unitario del servizio posto a base di gara per il quantitativo stimato della tipologia di rifiuto oggetto del servizio, pari a 13.000 t/anno. Il corrispettivo unitario del servizio posto a base di gara - comprensivo di eventuali tributi relativi allo smaltimento, i.v.a esclusa - è pari a € 55,00€/t.	Como	715.000,00	ND	ND	ND	55,00: importo unitario messo a gara
10	25/01/2008	CORE - Consorzio Recuperi Energetici - spa via Manin, 181 20099 Sesto San Giovanni	2008/S 17- 021737	Appalto biennale servizio "movimentazione, caricamento, trasporto e smaltimento rifiuti speciali dell'impianto di termovalorizzazione RSU di Sesto S.Giovanni". Scorie - ceneri pesanti 12.000 – 14.000 t/anno; Polveri 1.000 – 2.000 t/anno; Fanghi 50 - 100 t/anno. Periodo in mesi: 24	Sesto San Giovanni (MI)	ND	2008/S 72- 096693	RTI - Capogruppo Carluccio Giuseppe Snc - Gualdi Snc Via Senigallia 20161 Milano	ND	ND

Bandi di gara relativi a servizi di prelievo, trasporto, trattamento e/o recupero delle ceneri pesanti provenienti da impianti di termovalorizzazione dei rifiuti urbani										
N.	Data di pubblicazione	Stazione appaltante	Gara N° avviso GUJE	Principali dettagli sul servizio messo a gara	Ubicazione impianto di termovalorizzazione	Importo a base d'asta (euro IVA esclusa)	Aggiudicazione N° avviso GUJE	Aggiudicatario	Importo aggiudicato (euro IVA esclusa)	Importo unitario trattamento ceneri pesanti (euro/t)
11	23/01/2009	Tecnocasic s.c.p.a. viale Diaz 86 09125 Cagliari	2009/S 15- 021297	Servizio di trasporto e smaltimento dei rifiuti prodotti nella Piattaforma Ambientale del Consozio Industriale Provinciale Cagliari. Quantità ceneri pesanti: 25.159 t/a Periodo in mesi: 24	Capoterra (CA)	6.170.462,40	2009/S 172- 247742	ECOSERDIANA s.p.a. Via dell'Artigianato, 6 09122 Cagliari	6.162.866,60	68,80: importo unitario messo a gara per ceneri pesanti classificate come 19.01.12
12	01/10/2009	Brianza Energia Ambiente - BEA SpA via G. Agnesi 272 20033 Desio	2009/S 189- 272440	Servizio di smaltimento o recupero delle ceneri pesanti prodotte da termovalorizzazione (CER 190112). Il quantitativo presunto delle ceneri pesanti da recuperare e/o smaltire in impianti autorizzati è valutato in circa 8.500 t. L'importo presunto dell'appalto è previsto in circa 408.000 € oltre IVA. L'importo è puramente indicativo e consiste nell'ammontare complessivo per il servizio di recupero e/o smaltimento finale delle ceneri pesanti (CER 190.112). Periodo in mesi: 10	Desio (MB)	408 000	2010/S 97- 146224	Ecodeco SRL 27010 Giussago	318.750	48,00: importo unitario messo a gara; 37,50: importo aggiudicazione

Bandi di gara relativi a servizi di prelievo, trasporto, trattamento e/o recupero delle ceneri pesanti provenienti da impianti di termovalorizzazione dei rifiuti urbani										
N.	Data di pubblicazione	Stazione appaltante	Gara N° avviso GUJE	Principali dettagli sul servizio messo a gara	Ubicazione impianto di termovalorizzazione	Importo a base d'asta (euro IVA esclusa)	Aggiudicazione N° avviso GUJE	Aggiudicatario	Importo aggiudicato (euro IVA esclusa)	Importo unitario trattamento ceneri pesanti (euro/t)
13	04/12/2009	ACSM S.p.A. via Pietro Stazzi 2 22100 Como	2009/S 234- 334917	Servizio di prelievo, trasporto, trattamento e/o recupero delle ceneri pesanti e delle scorie provenienti dall'impianto di termovalorizzazione dei rifiuti ubicato in Como, località La Guzza e identificate con il codice CER "19 01 12 ceneri pesanti e scorie, diverse da quelle di cui alla voce 19 01 11". Corrispettivo unitario del servizio posto a base di gara, i.v.a. esclusa: 53 €/t. Importo complessivo stimato del servizio, i.v.a. esclusa: 1.060.000 €, importo ottenuto moltiplicando il corrispettivo unitario del servizio posto a base di gara per il quantitativo stimato della tipologia di rifiuto oggetto del servizio, pari a 20.000 t/anno. Periodo in mesi: 12	Como	1.060.000	ND	ND	ND	55,00: importo unitario messo a gara
14	02/04/2010	CORE - Consorzio Recuperi Energetici - spa via Manin, 181 20099 Sesto San Giovanni	2010/S 65- 097824	Appalto biennale servizio "movimentazione, caricamento, trasporto e smaltimento rifiuti speciali dell'impianto di termovalorizzazione RSU di Sesto S.Giovanni". Scorie - ceneri pesanti 12.000 – 14.000 t/anno Polveri 1.000 – 2.000 t/anno Fanghi 50 - 100 t/anno. Periodo in mesi: 24	Sesto San Giovanni (MI)	ND	2010/S 128- 195309	Carluccio Snc di Carluccio Giuseppe & C. via Senigalli 20161 Milano	2.600.000	ND

Bandi di gara relativi a servizi di prelievo, trasporto, trattamento e/o recupero delle ceneri pesanti provenienti da impianti di termovalorizzazione dei rifiuti urbani

N.	Data di pubblicazione	Stazione appaltante	Gara N° avviso GUJE	Principali dettagli sul servizio messo a gara	Ubicazione impianto di termovalorizzazione	Importo a base d'asta (euro IVA esclusa)	Aggiudicazione N° avviso GUJE	Aggiudicatario	Importo aggiudicato (euro IVA esclusa)	Importo unitario trattamento ceneri pesanti (euro/t)
15	08/05/2010	AMIU SpA - Azienda multiservizi e igiene urbana di Taranto via della Croce 62 74123 Taranto	2010/S 90-135089	Servizio di raccolta, trasporto, recupero e/o smaltimento di ceneri pesanti - leggere, acque di spegnimento ceneri - acque di percolazione e fanghi provenienti dall'impianto integrato di smaltimento rifiuti "Città di Taranto" Periodo in mesi: 12	Taranto	2.237.384,94	ND	RECYCLING SRL (solo ceneri pesanti)	ND	105,00: importo unitario messo a gara; 91,36: importo aggiudicazione
16	11/06/2010	Presidenza del Consiglio dei ministri - DPC - unità operativa piazza Plebiscito, 33 80132 Napoli	2010/S 112-170626	Servizio di raccolta, trasporto, recupero e/o smaltimento di scorie e polveri codici CER 19.01.05 e 19.01.12, prodotti dal termovalorizzatore di Acerra (NA). Scorie CER 19.01.12: 50.000/60.000 t. Polveri CER 19.01.05 15.000/20.000 t Periodo in mesi: 6	Acerra (NA)	4.570.000	2010/S 223-340402	La procedura di aggiudicazione è stata interrotta. La delibera del Seggio di gara recita "... le ditte/società invitate non posseggono tutti i requisiti richiesti dal bando di gara ... e quindi dichiara la gara deserta ...".		
17	15/06/2010	ACEA SpA Ostiense, 2 00154 Roma	2010/S 114-173294	Appalto per la gestione del servizio di trasporto e smaltimento ceneri pesanti e scorie, identificate dal codice CER 190112 o alternativamente dal codice CER 190111*, prodotte dall'impianto di termovalorizzazione EALL SRL. Periodo in mesi: 6	San Vittore del Lazio (FR)	1.080.000	2010/S 202-307868	Centro risorse SRL in ATI con Casa di spedizione Casarin via Lazio n. 48 Motta di Livenza ITALIA	1.080.000	179,00: importo unitario messo a gara, incrementato di 1,00 per oneri rischi di interferenze; 209,00: importo se il rifiuto è classificato con CER 191111* incrementato di 1,00 per oneri rischi di interferenze;

Bandi di gara relativi a servizi di prelievo, trasporto, trattamento e/o recupero delle ceneri pesanti provenienti da impianti di termovalorizzazione dei rifiuti urbani										
N.	Data di pubblicazione	Stazione appaltante	Gara N° avviso GUJE	Principali dettagli sul servizio messo a gara	Ubicazione impianto di termovalorizzazione	Importo a base d'asta (euro IVA esclusa)	Aggiudicazione N° avviso GUJE	Aggiudicatario	Importo aggiudicato (euro IVA esclusa)	Importo unitario trattamento ceneri pesanti (euro/t)
18	20/08/2010	Presidenza del Consiglio dei ministri - DPC - unità operativa piazza Plebiscito 33 80132 Napoli	2010/S 161-248848	Servizio di raccolta, trasporto, recupero e/o smaltimento di scorie e polveri codici CER 19.01.05 e 19.01.12, prodotti dal termovalorizzatore di Acerra (NA). Scorie (CER 19.01.12): 50.000 t; Polveri (CER 19.01.05): 15 000 t. IVA esclusa Periodo in mesi: 3	Acerra (NA)	3.600.000	2010/S 217-332295	RMB SpA via Montecanale, 3 - fraz. Bottenago 25080 Polpenazze del Garda	3.600.000	ND
19	03/09/2010	AMSA SpA via Olgettina 25 20132 Milano	2010/S 171-262312	Procedura ristretta 42/2010, ai sensi del D.Lgs. 163/06 e s.m.i., per l'affidamento del servizio di noleggio cassoni omologato ADR, eventuale movimentazione degli stessi, nonché trasporto agli impianti di trattamento/smaltimento finale delle ceneri di caldaia e delle polveri dei filtri a maniche (PSR), provenienti dall'attività dell'impianto termovalorizzatore Silla 2. Periodo in mesi: 36	Milano	327.600	2010/S 224-342682	GEO risorse SRL via Circonvallazione 5 27022 Casorate Primo ITALIA	ND	ND

Bandi di gara relativi a servizi di prelievo, trasporto, trattamento e/o recupero delle ceneri pesanti provenienti da impianti di termovalorizzazione dei rifiuti urbani

N.	Data di pubblicazione	Stazione appaltante	Gara N° avviso GUJE	Principali dettagli sul servizio messo a gara	Ubicazione impianto di termovalorizzazione	Importo a base d'asta (euro IVA esclusa)	Aggiudicazione N° avviso GUJE	Aggiudicatario	Importo aggiudicato (euro IVA esclusa)	Importo unitario trattamento ceneri pesanti (euro/t)
20	22/09/2010	Brianza Energia Ambiente - BEA SpA via G. Agnesi 272 20033 Desio	2010/S 184- 281403	Servizio di trattamento finalizzato al recupero delle ceneri pesanti da termovalorizzatore (CER 19.01.12). Il quantitativo presunto delle ceneri pesanti da trattare in impianti autorizzati è stimato in 12.000 t. L'importo presunto dell'appalto è previsto in 450.000 € oltre IVA. L'importo è puramente indicativo e consiste nell'ammontare complessivo per il Servizio di trattamento finalizzato al recupero delle ceneri pesanti da termovalorizzatore (CER 19.01.12). Periodo in mesi: 12	Desio (MB)	450.000 (37,5 €/t)	2010/S 253- 388460	La procedura di aggiudicazione è stata interrotta. Gara annullata per autotutela della Stazione Appaltante		
21	19/10/2010	ACCAM SpA strada Comunale di Arconate 121 21052 Busto Arsizio	2010/S 203- 309885	Appalto per il servizio di carico, trasporto, recupero delle scorie decadenti dalle camere di combustione dell'impianto di incenerimento e del ferro separato dalle scorie. Le attività del servizio sono le seguenti: a) Caricamento automezzi, prelievo e trasporto delle scorie; b) Recupero delle scorie; c) Fornitura container per il caricamento del ferro separato dalle scorie per mezzo dell'impianto di deferrizzazione e movimentazione dello stesso; d) Presa in carico, trasporto ad impianti di recupero del ferro nonché vendita dello stesso. Periodo in mesi: 24	Busto Arsizio (VA)	2.280.000,00	2011/S 82- 134746	RTI FURIA SRL - BSB Prefabbricati SRL Via Cardano, 35 43036 Fidenza	1.683.200,00	ND

Bandi di gara relativi a servizi di prelievo, trasporto, trattamento e/o recupero delle ceneri pesanti provenienti da impianti di termovalorizzazione dei rifiuti urbani

N.	Data di pubblicazione	Stazione appaltante	Gara N° avviso GUJE	Principali dettagli sul servizio messo a gara	Ubicazione impianto di termovalorizzazione	Importo a base d'asta (euro IVA esclusa)	Aggiudicazione N° avviso GUJE	Aggiudicatario	Importo aggiudicato (euro IVA esclusa)	Importo unitario trattamento ceneri pesanti (euro/t)
22	30/08/2011	EP Sistemi spa c/o CONSORZIO GAIA SPA Via Carpinetana Sud n. 144 00034 Colferro (RM)	2011/S 165- 272907	Servizio di carico, trasporto e smaltimento delle polveri derivanti dal trattamento fumi e delle ceneri leggere (lotto 1) e del servizio di carico/trasporto/recupero/smaltimento delle scorie di combustione (lotto 2). Produzione prevista lotto 2: 7.500 t/a. Importo complessivo (lotto 1 + lotto 2) dell'appalto 2.107.500,00 € oltre a 42.150,00 € per oneri di sicurezza non soggetti a ribasso; importo stimato per il lotto1: 930.000,00 € oltre 18.600,00 € per oneri sicurezza; importo stimato per il lotto 2: 1.177.500,00 € oltre 23.550,00 € per oneri sicurezza; Periodo in mesi: 12	Roma	2.107.500,00	Procedura in corso		157,00 €/t + € 3,14/t per oneri sicurezza (importo unitario messo a gara per ceneri pesanti classificate come 19.01.11*)	
23	30/08/2011	MOBILSERVICE srl c/o CONSORZIO GAIA SPA Via Carpinetana Sud n. 144 00034 Colferro (RM)	2011/S 165- 272906	Servizio di carico, trasporto e smaltimento delle polveri derivanti dal trattamento fumi e delle ceneri leggere (lotto 1) e del servizio di carico, trasporto, recupero e smaltimento delle scorie di combustione (lotto 2). Produzione prevista lotto 2: 7.500 t/a. Importo complessivo (lotto 1 + lotto 2) dell'appalto 2.107.500,00 € oltre ad 42.150,00 € per oneri di sicurezza non soggetti a ribasso; importo stimato per il lotto 1: 930.000,00 € oltre 18.600,00 € per oneri sicurezza; importo stimato per il lotto 2: 1.177.500,00 € oltre 23.550,00 € per oneri sicurezza; Periodo in mesi: 12	Roma	2.107.500,00	Procedura in corso		157,00 €/t + € 3,14/t per oneri sicurezza (importo unitario messo a gara per ceneri pesanti classificate come 19.01.11*)	

Bandi di gara relativi a servizi di prelievo, trasporto, trattamento e/o recupero delle ceneri pesanti provenienti da impianti di termovalorizzazione dei rifiuti urbani										
N.	Data di pubblicazione	Stazione appaltante	Gara N° avviso GUJE	Principali dettagli sul servizio messo a gara	Ubicazione impianto di termovalorizzazione	Importo a base d'asta (euro IVA esclusa)	Aggiudicazione N° avviso GUJE	Aggiudicatario	Importo aggiudicato (euro IVA esclusa)	Importo unitario trattamento ceneri pesanti (euro/t)
24	07/09/2011	ACSM-AGAM SpA via Pietro Stazzi 2 22100 Como	2011/S 171- 281739	Servizio di prelievo, trasporto, trattamento e/o recupero delle ceneri pesanti e delle scorie provenienti dall'impianto di termovalorizzazione dei rifiuti ubicato in Como, località La Guzza e identificate con il codice CER "19.01.11 ceneri pesanti e scorie contenenti sostanze pericolose" con classe di pericolo H14 o "19 01 12 ceneri pesanti e scorie, diverse da quelle di cui alla voce 19 01 11". L'attribuzione di uno o dell'altro CER sarà effettuata in funzione della più recente analisi di classificazione del rifiuto. Periodo in mesi: 12	Como	1.330.000,00	Procedura in corso		85,00 (importo unitario messo a gara per ceneri pesanti classificate come 19.01.11); 48,00 (importo unitario messo a gara per ceneri pesanti classificate come 19.01.12);	
25	26/03/2009	ACEGAS - APS SpA Via del Teatro 5 Godina 34121 Trieste	2009/S 59- 085156	Sistema di qualificazione fornitori per l'affidamento di servizi di smaltimento e/o recupero incluso trasporto delle ceneri pesanti e scorie identificate dal codice CER 19.01.12 (solido non polverulento) prodotte da impianti di termovalorizzazione rifiuti solidi urbani e speciali, compresi servizi amministrativi correlati.	Padova	500.000	2010/S 242- 369558 (lotto 1)	RMB SpA via Montecanale, 3 25080 Polpenazze del Garda ITALIA	452.245,86	ND
						1.002.250,00	2010/S 242- 369559	RMB SpA via Montecanale, 3 25080 Polpenazze del Garda ITALIA	878.250,00	ND

Bandi di gara relativi a servizi di prelievo, trasporto, trattamento e/o recupero delle ceneri pesanti provenienti da impianti di termovalorizzazione dei rifiuti urbani										
N.	Data di pubblicazione	Stazione appaltante	Gara N° avviso GUJE	Principali dettagli sul servizio messo a gara	Ubicazione impianto di termovalorizzazione	Importo a base d'asta (euro IVA esclusa)	Aggiudicazione N° avviso GUJE	Aggiudicatario	Importo aggiudicato (euro IVA esclusa)	Importo unitario trattamento ceneri pesanti (euro/t)
26	09/08/2011	Consorzio Obbligatorio Smaltimento Rifiuti (COSMARI) - Località Piane di Chienti - 62029 Tolentino (MC)	ND	servizi vari gestione rifiuti derivanti da impianto trattamento RSU (linee selettive e di termovalorizzazione dei sovralli). LOTTO 1 – Servizio di trasporto e recupero ceneri pesanti da combustione impianto incenerimento: CER 190112 Ceneri pesanti e scorie, diverse da quelle di cui alla voce 190111 – 3.300 t/a; LOTTO 2 – Servizio di trasporto, recupero e/o smaltimento delle polveri da elettrofiltro dell'impianto di incenerimento: CER 190113 Ceneri leggere contenenti sostanze pericolose – 330 t/a LOTTO 3 – Servizio di trasporto e recupero materassi da raccolta differenziata RSU: CER 200307 Rifiuti ingombranti.	Tolentino (MC)	1.071.500,00	Procedura in corso			112,12 (importo unitario messo a gara per ceneri pesanti classificate come 19.01.12)