

Pec Direzione

Da: zwsicilia@pec.libero.it
Inviato: mercoledì 11 novembre 2015 10:17
A: DGSalvanguardia.Ambientale@PEC.minambiente.it
Cc: dva-2@minambiente.it
Oggetto: Osservazioni per VIA Progetto Edipower cod. proc. 3217
Allegati: ZWS- osservazioni su progetto EDIPOWER .pdf

Al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
PEC: DGSalvanguardia.Ambientale@PEC.minambiente.it


Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio
del Mare – D.G. Valutazioni e Autorizzazioni Ambi
E prot. DVA – 2015 – 0028260 del 11/11/2015

E p.c.
Al responsabile del
procedimento
Dr.ssa Carmela Bilanzone
e-mail dva-2@minambiente.it

OGGETTO:

Osservazioni e proposte sulla istanza per l'avvio di procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA), presentata dalla ditta EDIPOWER S.p.A. in data 22 settembre 2015 al MATTM, del progetto "Impianto di Valorizzazione Energetica di CSS" da realizzarsi presso la Centrale Termoelettrica esistente di San Filippo del Mela.

La sottoscritta associazione Zero Waste Sicilia, facendo seguito all'AVVISO PUBBLICO del 22/09/2015 comparso sul Giornale di Sicilia inerente la richiesta presentata dalla ditta Edipower per l'avvio della procedura di Valutazione d'Impatto Ambientale per l'impianto in oggetto, chiede che nell'esprimere il giudizio di compatibilità vengano considerate le osservazioni qui presentate in allegato e che su di esse ci si esprima singolarmente. Anticipiamo le nostre richieste a fronte di tutte le diverse osservazioni riportate di seguito, con riserva di formulare ulteriori valutazioni nei termini e modi consentiti, la sottoscritta Associazione

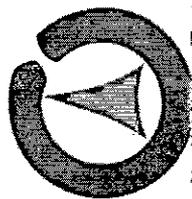
CHIEDE

- Che venga negata l'Autorizzazione richiesta per l'impianto in oggetto
- Di essere tempestivamente informata circa lo stato di avanzamento della procedura autorizzatoria in esame.

In attesa di cortese riscontro, porgiamo distinti saluti Per l'associazione Zero Waste Sicilia Beniamino Antonino Ginatempo

Presidente pro tempore





Zero Waste Sicilia - Associazione di volontariato

Via Maggiore Toselli 132 – 90143 Palermo

<http://www.zerowastesicilia.it>

e-mail : zwsicilia@gmail.com

Zero Waste Sicilia

PEC: zwsicilia@pec.libero.it

Al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
Indirizzo PEC: DGSalvanguardia.Ambientale@PEC.minambiente.it

E p.c.

Al responsabile del procedimento
Dr.ssa Carmela Bilanzone
e-mail dva-2@minambiente.it

OGGETTO: Osservazioni e proposte sulla istanza per l'avvio di procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA), presentata dalla ditta EDIPOWER S.p.A. in data 22 settembre 2015 al MATTM, del progetto "Impianto di Valorizzazione Energetica di CSS" da realizzarsi presso la Centrale Termoelettrica esistente di San Filippo del Mela.

La sottoscritta associazione Zero Waste Sicilia, facendo seguito all'AVVISO PUBBLICO del 22/09/2015 comparso sul Giornale di Sicilia inerente la richiesta presentata dalla ditta **Edipower** per l'avvio della procedura di Valutazione d'Impatto Ambientale per l'impianto in oggetto, chiede che nell'esprimere il giudizio di compatibilità vengano considerate le osservazioni qui presentate e che su di esse ci si esprima singolarmente. Anticipiamo le nostre richieste a fronte di tutte le diverse osservazioni riportate di seguito, con riserva di formulare ulteriori valutazioni nei termini e modi consentiti, la sottoscritta Associazione

CHIEDE

- Che venga negata l'Autorizzazione richiesta per l'impianto in oggetto
- Di essere tempestivamente informata circa lo stato di avanzamento della procedura autorizzatoria in esame.

In attesa di cortese riscontro, porgiamo distinti saluti
Per l'associazione Zero Waste Sicilia
Beniamino Antonino Ginatempo
Presidente pro tempore

Palermo, 10.11.2015

Osservazioni sul progetto
Impianto di Valorizzazione Energetica di CSS
Centrale Termoelettrica di San Filippo del Mela (ME):

Indice

- I. Premessa
- II. Politica europea dei rifiuti:
 - 1) quadro normativo europeo;
 - 2) lo scenario europeo e l'economia circolare
- III. Il Combustibile Solido Secondario:
 - 1) quale CSS sarà incenerito;
 - 2) approvvigionamento;
 - 3) costi;
 - 4) aspetti di legittimità;
 - 5) alternative.
- IV. Rifiuti in ingresso e uscita dall'impianto e loro movimentazione, stoccaggio e trattamento
- V. Emissioni
- VI. Congruità col piano energetico regionale
- VII. Congruità col piano rifiuti regionale
- VIII. Conflitto di competenze per il rilascio dell'AIA
- IX. Opportunità di un tale impianto in un'Area ad Elevato Rischio di Crisi Ambientale
- X. Conclusioni

I. Premessa

Si osserva preliminarmente che la richiesta in oggetto fa riferimento ad un "Impianto di Valorizzazione Energetica di CSS", termine che non ha nessun riscontro sia nelle Direttive Europee che nella legislazione nazionale. Come dimostreremo nel successivo capitolo VIII, l'impianto proposto più correttamente deve essere definito un "**Inceneritore di CSS**" e pertanto a tale definizione faremo riferimento nel prosieguo della presente. Il progetto di inceneritore proposto non riguarda, a nostro avviso, una modifica alla Centrale Edipower esistente, ma rappresenta un nuovo impianto completamente separato dalla centrale esistente, impianto che solo incidentalmente si trova all'interno del recinto della vecchia centrale.

Sempre in via preliminare osserviamo i seguenti punti.

- L'Avviso al Pubblico non riporta informazioni esaurienti e chiare sulla proposta progettuale: in particolare sul fatto che i residui di combustione sono costituiti da rifiuti pericolosi e così come le emissioni gassose dei camini presentano sostanze altamente tossiche (in particolare furani, diossine e metalli pesanti) non presenti in tale misura rilevante nelle emissioni della preesistente Centrale.
- La relazione contiene affermazioni che distorcono intenzionalmente la natura dell'impianto in oggetto al fine di indurre il cittadino ad un giudizio positivo nei confronti del medesimo. In particolare viene detto:
 - a) che la Centrale si trasforma in un polo di energie rinnovabili;
 - b) che si minimizzerà il ricorso alla discarica in accordo col Piano Regionale di gestione dei rifiuti contribuendo inoltre all'indipendenza energetica della Sicilia.

In merito al punto a) la normativa europea (Direttiva 2009/28/CE) ha provveduto a fare chiarezza circa quali fonti siano effettivamente considerate rinnovabili, in modo da evitare classificazioni opinabili o poco scientifiche.

La legge italiana ha recepito, attraverso il Decreto Legislativo 28 del 03/03/2011¹, i contenuti della Direttiva 2009/28/CE, compresa la parte relativa alle definizioni. A tutti gli effetti di legge quindi, anche in Italia le fonti di energia rinnovabile sono: "*energia proveniente da fonti rinnovabili non fossili, vale a dire energia eolica, solare, aerotermica, geotermica, idrotermica e oceanica, idraulica, biomassa, gas di discarica, gas residuati dai processi di depurazione e biogas*"². Quindi il CSS non rientra tra le fonti rinnovabili se non per la quota parte di biomasse che contiene³, ma contiene plastiche ovvero derivati da idrocarburi, quindi fonti fossili.

In merito al punto b) rimandiamo al capitolo VII, ma occorre precisare che a tutt'oggi non esiste un Piano ordinario di gestione dei rifiuti della Regione siciliana, bensì un piano straordinario di gestione, predisposto nel 2012 dal Commissario straordinario all'emergenza rifiuti⁴, ma la cui VAS è ancora da approvare in via definitiva dal MATIM⁵. Comunque in quel piano non esistono indicazioni precise sugli impianti necessari a chiudere il ciclo dei rifiuti in Sicilia. Si pongono invece obiettivi che, ad avviso degli scriventi, risultano incompatibili con le quantità di CSS che si intendono incenerire nell'impianto EDIPOWER⁶. Inoltre, la Regione siciliana così come il Governo nazionale hanno, seppure informalmente, espresso l'intenzione di inserire nel realizzando nuovo Piano regionale dei rifiuti la realizzazione di impianti di incenerimento di CSS per un valore superiore a quello che EDIPOWER intende utilizzare a S. Filippo del Mela.

¹ DECRETO LEGISLATIVO 3 marzo 2011, n. 28 - Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE.

² Art.2 comma a) DECRETO LEGISLATIVO 3 marzo 2011, n. 28

³ Non più del 15/20 %.

⁴ Emergenza cessata nel 2013

⁵ La VAS rilasciata dal MATIM in data 28/05/2015 è stata condizionata a correzioni e modifiche ancora non presentate dalla Regione siciliana.

⁶ Si veda il capitolo VII "Congruità col piano regionale dei rifiuti"

Poiché il CSS è un rifiuto non pericoloso (non si brucerà CSS-combustibile, che è end of waste, vedi sotto al capitolo III), la pianificazione degli impianti di gestione dei rifiuti (tale è l'impianto EDIPOWER) va inserita nel piano regionale di rifiuti.

Sul minore ricorso alle discariche è opinione comune che il CSS che verrà in futuro prodotto negli impianti siti nelle discariche attualmente in esercizio, richiederà spazi su cui depositare il materiale prodotto per il tempo non breve necessario ⁷ all'analisi e alla successiva classificazione prevista dalla legge. E' quindi opinabile che tale modo di gestire i rifiuti porti ad una diminuzione del ricorso alle discariche.

Sulla indipendenza energetica della Sicilia, osserviamo che l'elettrodotto che collega la Sicilia alla Calabria, nonché la produzione attuale dell'isola sono già tali da assicurare già oggi una ben grande indipendenza e sicurezza energetica. I consumi di energia elettrica nell'isola sono in calo costante dal 2010 ed il rapporto tra produzione e consumo è sempre stato, dal 1973, maggiore di uno. In particolare nel 2014 la produzione di energia è stata maggiore del 7,5 % rispetto al consumo ⁸.

Inoltre la producibilità totale dei 4.946,5 MW di potenza efficiente netta installata in Sicilia è stata largamente superiore alla produzione effettuata, con una significativa sottoutilizzazione degli impianti.

⁷ Criticità di carattere applicativo della norma UNI EN 15359 riguardo ai requisiti previsti per il campionamento e la classificazione del CSS che, di norma, si completano nell'arco di un periodo di produzione di 12 mesi. Tale prescrizione implica per il produttore di CSS la necessità di disporre di aree di stoccaggio molto ampie, con conseguenti notevoli oneri, soprattutto nel caso di impianti già in esercizio, che potrebbero non essere in grado di reperire spazi adeguati.

⁸ TERNA – Dati statistici 2014

II . La politica europea dei rifiuti

II.1 Quadro normativo europeo

Sono tante le decisioni, le risoluzioni e le direttive (che hanno trovate applicazione nelle leggi dei Paesi aderenti) che gli organismi dell'UE hanno emanato dal 1991 ad oggi, per razionalizzare la produzione materiale e la gestione dei materiali post-consumo dei paesi membri. Val la pena di citare la seguente limitata selezione di atti, di rilevanza nel seguito di queste osservazioni:

- a. La direttiva europea 2008/98/CE (Direttiva Quadro sui Rifiuti), "*La Società del Riciclaggio*", recepita in legge con il D.lgs 205 del 3/12/2010
- b. La risoluzione del P.E. del 24/05/2012, "*Una Europa efficiente nell'impiego delle risorse*"
- c. La risoluzione del P.E. del 09/07/2015, "*Efficienza delle risorse: transizione verso un'economia circolare*"

Quest'ultimo documento, detto Pacchetto per l'Economia Circolare (è sottotitolato non a caso: "Un programma Rifiuti Zero per l'Europa") pur non essendo ancora una direttiva, impegna la commissione europea ad emanare una direttiva che ne rispetti i contenuti. A tali documenti andrebbero senz'altro aggiunti il sesto ed il settimo Piano di Azione Ambientale.

Per futuro riferimento richiamiamo l'art. 4 del documento a. In tale articolo si stabilisce che la gestione dei rifiuti DEVE seguire una precisa gerarchia in 5 fasi:

- 1) Prevenzione (produzione responsabile, riduzione e riuso)
- 2) Preparazione per il riutilizzo (riparazione e recupero)
- 3) Riciclo (materie prime seconde)
- 4) Recupero di altro tipo (energetico)
- 5) Smaltimento

Pertanto **trasformare i rifiuti in combustibile (fase 4) senza aver attuato misure per le prime tre fasi, quelle relative al prioritario recupero di materia, è illegale anche per la nostra legislazione**; è passibile di denunce agli organismi europei; dovrebbe essere suscettibile di sanzioni e di procedimenti per danno erariale e ai contribuenti.

Riportiamo i punti 33 e 34 del documento b, evidenziandone in grassetto concetti di rilevanza per la successiva discussione.

(Il P.E.) ...

33. *Invita la Commissione a razionalizzare l'acquis in materia di rifiuti, tenendo conto della **gerarchia dei rifiuti** e della necessità di **ridurre i rifiuti residui fino a raggiungere livelli prossimi allo zero**; chiede pertanto alla Commissione di presentare proposte entro il 2014, allo scopo di **introdurre gradualmente un divieto generale dello smaltimento in discarica a livello europeo e di abolire progressivamente, entro la fine di questo decennio l'incenerimento dei rifiuti riciclabili e compostabili**; ritiene che queste iniziative debbano essere accompagnate da idonee misure transitorie, tra cui l'ulteriore sviluppo di norme comuni basate sul concetto di ciclo di vita; invita la Commissione a rivedere gli obiettivi per il riciclaggio per il 2020 della direttiva quadro sui rifiuti; ritiene che **un'imposta sullo smaltimento in discarica**, già introdotta da alcuni Stati membri, potrebbe contribuire al raggiungimento di tali obiettivi;*

34. *Sottolinea che le discariche esistenti potrebbero essere utilizzate come depositi di materie prime (estrazione mineraria urbana), ma che sono pochi i risultati esistenti delle ricerche in materia.*

Va ricordato che, in ottemperanza a questa risoluzione, la Commissione Barroso preparò nel luglio 2014 una proposta di direttiva, cui la Commissione Juncker, insediatasi nell'ottobre successivo non ha dato seguito.

Ma il parlamento europeo ha ripreso quegli stessi argomenti nel documento c - di cui riportiamo qui sotto il punto 35 - dettagliandoli con grande puntualità.

(Il P.E.)...

35. *esorta la Commissione a presentare la proposta annunciata sulla revisione della legislazione relativa ai rifiuti entro il 2015, applicando debitamente la gerarchia dei rifiuti, e a includere i seguenti punti:*

- *definizioni chiare e inequivocabili;*
- *elaborazione di misure di prevenzione dei rifiuti;*

- *obiettivi vincolanti di riduzione dei rifiuti per i rifiuti urbani, commerciali e industriali da conseguirsi entro il 2025;*
- *definizione di chiare norme minime riguardanti i requisiti di responsabilità estesa del produttore per garantire la trasparenza e l'efficacia in termini di costi dei regimi di responsabilità estesa del produttore;*
- *applicazione del principio di "paga quanto butti" per i rifiuti residui, insieme a sistemi obbligatori di raccolta differenziata per carta, metallo, plastica e vetro, per agevolare l'elevata qualità dei materiali riciclati; introduzione di sistemi obbligatori di raccolta differenziata per i rifiuti organici entro il 2020;*
- *aumento degli obiettivi di riciclaggio e di preparazione per il riutilizzo ad almeno il 70% dei rifiuti solidi urbani e all'80% dei rifiuti di imballaggio riciclati, sulla base di un efficace metodo di rendicontazione che impedisca di indicare rifiuti smaltiti (mediante collocamento in discarica o incenerimento) come rifiuti riciclati, con l'ausilio dello stesso metodo armonizzato per tutti gli Stati membri con statistiche verificate esternamente; introduzione dell'obbligo per gli addetti al riciclaggio di comunicare le quantità di rifiuti immessi nell'impianto di selezione dei rifiuti e la quantità di prodotti riciclati in uscita dagli impianti di riciclaggio;*
- *rigorosa limitazione degli inceneritori, con o senza recupero di energia, ai rifiuti non riciclabili e non biodegradabili, entro il 2020;*
- *riduzione vincolante e graduale di tutti i tipi di smaltimento in discarica, coerentemente con gli obblighi di riciclaggio, in tre fasi (2020, 2025 e 2030), fino a raggiungere un divieto completo per le discariche, fatta eccezione per determinati rifiuti pericolosi e rifiuti residui per i quali la discarica rappresenta il metodo di smaltimento più ecologico;*
- *incoraggiare gli Stati membri a introdurre oneri sul collocamento in discarica e l'incenerimento;*

Anche in questo caso abbiamo evidenziato in grassetto alcuni punti che esplicitano la volontà dei cittadini europei, attraverso i loro parlamentari, di limitare il più possibile il ricorso alla discarica ed all'incenerimento dei materiali compostabili e riciclabili, **entro il 2020**. Noi pensiamo che i materiali riusabili, recuperabili e riciclabili possano raggiungere asintoticamente percentuali vicine al 100%, e comunque il superamento della soglia del 90 % è realistico e raggiungibile in tempi relativamente brevi, come dimostreremo sotto.

II.2 Lo scenario europeo e l'economia circolare

Dai citati documenti a,b e c se ne possono dedurre le seguenti considerazioni:

- Mai come oggi economia ed ecologia puntano nella stessa direzione
- Al di là degli indubbi vantaggi ambientali (in termini di sostenibilità) del passaggio da una economia lineare (doppia categoria di impatti: estrazione di materie prime e risorse, e smaltimento finale dei rifiuti) ad una circolare, si possono mettere in risalto i benefici:
 - **Economici:** McKinsey⁹ ha appena valutato in 1,8 trilioni di Euro (1800 miliardi, più del PIL italiano) i benefici economici del passaggio ad una economia circolare
 - **Occupazionali:** la stima ufficiale dell'EXIA a corredo del Pacchetto CE del Luglio 2014 calcola 480.000 posti di lavoro creati nell'indotto diretto (circuiti di RD, impianti di riciclo e compostaggio, centri del riuso) da obiettivi di recupero materia al 70%. Per quanto riguarda l'indotto indiretto (fornitori di tecnologie e attrezzature per RD, compostaggio, riciclo; addetti alla riprogettazione di beni e servizi nell'ottica della minimizzazione degli scarti, ecc.) le cifre sono diverse, ma convergono su una dimensione che è generalmente tripla-quadrupla (recentemente in USA è stato valutato in 1,1 milioni di posti di lavoro, l'effetto della adozione in tutto il Paese delle strategie "Zero Waste" già adottate a San Francisco¹⁰. Fatte le proporzioni sulla demografia, in Europa questo significherebbe circa 1,5-2 milioni di posti di lavoro)

⁹ http://www.mckinsey.com/insights/sustainability/europes_circular-economy_opportunity

¹⁰ "More jobs, less pollution: growing the recycling economy in the US"

<http://www.bluegreenalliance.org/news/publications/document/MoreJobsLessPollution.pdf>

- **Geopolitici/strategici:** la “crisi da scarsità delle risorse” è il mantra e la preoccupazione dei decisori europei. In una economia, come quella UE, che importa circa il 60% di materie prime e risorse energetiche, ed in un mondo in cui le economie in crescita esercitano una pressione crescente sul mercato delle materie prime, è prioritaria la ricerca di un maggiore grado di indipendenza dagli approvvigionamenti esterni, allo scopo di garantire maggiore sicurezza delle forniture al nostro sistema produttivo. La strategia UE sui “materiali critici” (quei materiali vitali alla nostra economia e di cui non possediamo fonti di approvvigionamento) individua tra i suoi pilastri anche e soprattutto l’aumento del recupero interno di materiali, grazie alla massimizzazione dei percorsi di raccolta differenziata, disassemblaggio e riciclo.
- Nel frattempo, l’agenda energetica, che punta sempre di più all’uso di energie rinnovabili, rende sempre meno sensato ed efficiente l’incenerimento, dato che l’energia prodotta tramite esso (a bassa efficienza, causa il potere calorifico relativamente basso e l’eterogeneità dei rifiuti) va a sostituire sempre meno carbone e petrolio (fonti tradizionali) e si trova invece sempre più in competizione con eolico, solare ed altre fonti rinnovabili.
- Ci vuole dunque un ulteriore salto strategico, per rendere i percorsi del riuso e riciclo, già centrali nelle strategie europee, ancora più incisivi ed efficaci, consolidando strategie, pratiche e percorsi organizzativi di tutti gli attori (decisori, gestori dei servizi, programmatori locali, industria del riciclo ed industria tradizionale).
- La Direttiva 2008/98/CE (D.lgs 205 del 3/12/2010) attualmente prevede l’obiettivo del 50% di recupero materia (“preparazione per riuso e riciclo”) al 2020. L’obiettivo è importante, ma si può essere più ambiziosi, anche sulla base dei risultati conseguiti in quei territori che già hanno adottato i principi della economia circolare tramite le pratiche “Rifiuti Zero”, intese al continuo aumento dei tassi di recupero di materiali ed alla minimizzazione progressiva di quanto viene avviato a smaltimento.
 - Le Fiandre sono state la prima regione europea ad adottare un obiettivo di minimizzazione del **rifiuto residuo in kg/ab.anno**. Recentemente, anche la regione Emilia Romagna ha adottato tale criterio nella nuova Legge Regionale ispirata ai temi della Economia Circolare. Questo perché i tassi di raccolta differenziata (unica “metrica” dei risultati sinora) non siano a spese di una scarsa attenzione anche alla riduzione dei rifiuti (e dunque, solo a titolo di esempio, non si disincentivi l’uso di bottiglie di plastica, dato che le stesse poi finiscono nel computo della RD). L’unico modo per “tenere assieme” i risultati di riduzione e raccolta differenziata è misurare quanto rifiuto rimane da smaltire.
 - Ci sono aree vaste già attorno al 70% di RD, come le Fiandre, ed il Nord-Est d’Italia
 - Grandi città come Milano e Lubiana (prima Capitale ad avere adottato un programma “Rifiuti Zero”, con obiettivi di minimizzazione progressiva del rifiuto residuo in kg/ab.anno) hanno dimostrato la praticabilità di circuiti intensivi di RD, anche nelle aree densamente popolate. Ed i loro circuiti prevedono la raccolta dello scarto alimentare presso il 100% della popolazione, anche nelle abitazioni a sviluppo verticale
 - Distretti vasti, come il CONTARINA in Veneto (50 Comuni, 530.000 abitanti), hanno ormai **50 kg/ab.anno di rifiuto residuo**, grazie al consolidamento delle raccolte porta a porta (*kerbside collection*), sostenute dalla applicazione della tariffazione puntuale (*pay-as-you-throw*) ed **un obiettivo di riduzione ulteriore dello stesso a 10 kg/ab.anno al 2023**. Questo dimostra il modo più efficace per andare verso “discarica zero”, mentre ceneri e scorie di un inceneritore (che richiederebbe di essere alimentato con tonnellaggio costante nel tempo) in fin dei conti richiederebbero maggiori spazi di discarica
 - L’esempio trainante di quelle comunità che hanno adottato per prime la strategia “Rifiuti Zero” (Capannori, 2007) ha consentito di generare messaggi per il mondo della produzione industriale, stimolando la riprogettazione di beni e materiali nell’ottica di massimizzare la loro riciclabilità

(caso delle "capsule di caffè", ora molti dei principali produttori propongono capsule biodegradabili e compostabili)

- Quanto proposto nel Pacchetto "Economia Circolare" è dunque pienamente condivisibile; tra gli elementi più qualificanti citiamo:
 - Un aumento degli obiettivi di recupero di materia al 70%
 - L'unificazione dei criteri di calcolo, impedendo che vengano usati (come è ora, in base ad alcuni dei criteri possibili) solo valutando il tasso di recupero di carta, vetro, plastica e metalli (che sono peraltro già coperti dagli obiettivi, ben più ambiziosi, della Direttiva Imballaggi)
 - L'introduzione obbligatoria della raccolta dell'organico
 - Un obiettivo di riduzione dello spreco alimentare
 - Il superamento della "obsolescenza programmata" per sostituire progressivamente una economia basata su riparazione e ricondizionamento, ad una economia basata sulla sostituzione del bene
 - Il sostegno alla riprogettazione di beni e materiali nell'ottica di riparabilità, riuso, ricicloCui vale la pena di aggiungere anche l'abolizione di qualunque forma di incentivazione all'incenerimento (in conto capitale o come sussidio alla produzione energetica). Infatti, in una economia circolare, quanto avanza dopo la strategia virtuosa delle 3 R (riduci, riusa, ricicla) deve essere oggetto di riprogettazione perché quanto non è recuperabile oggi, lo sarà domani. L'esistenza invece di una infrastrutturazione "pesante" basata su inceneritori, costringe ad usare tali impianti al tonnellaggio prefissato (allo scopo di garantire il ritorno dell'investimento iniziale) e questo
 - Confligge con l'aumento della RD
 - deprime gli sforzi sulla riprogettazione ed miglioramento del sistema
 - richiede spazi di discarica da continuare ad alimentare con le ceneri e scorie corrispondenti al tonnellaggio prefissato

III . Il Combustibile Solido Secondario

III.1 Quale CSS sarà incenerito?

Come da protocollo UNI EN 15359:2011 il Combustibile Solido Secondario è classificato in base ai parametri PCI (potere calorifico inferiore), contenuto di Cloro (Cl) e contenuto di Mercurio (Hg), ciascuno per 5 classi, per un totale di possibili 125 classi, vedi tabella 6 pag. 12 del progetto in parola (qui sotto ricopiata).

Parametro di classificazione	Misura statistica	Unità di misura	Classi				
			1	2	3	4	5
Potere calorifico inferiore	media	MJ/kg ¹	≥25	≥20	≥15	≥10	≥3
Cloro (Cl)	media	% ²	≤0,2	≤0,6	≤1,0	≤1,5	≤3
Mercurio (Hg)	Mediana	mg/MJ ¹	≤0,02	≤0,03	≤0,08	≤0,15	≤0,50
	80° perc.le	mg/MJ ¹	≤0,04	≤0,06	≤0,16	≤0,30	≤1,00

Tabella 6 – Classi CSS in base alla Norma EN 15359:2011

In base al D.M. del 14/02/2013 (DM Clini), le migliori 18 classi (1,2,3 di PCI, 1,2,3 di Cl e 1,2 di Hg) sono definite “non rifiuto” (“end of waste”) ovvero “CSS-combustibile”, mentre le restanti 107 sono definite “rifiuti non pericolosi”, che quindi vanno smaltiti. Lo stesso protocollo sopraccitato definisce una procedura rigorosa per operare la classificazione, che consiste nell’analizzare almeno 10 lotti di produzione di un impianto nell’arco di 12 mesi per poter asseverarne la classe, tramite valori medi stabili (la composizione della frazione residua varia, in funzione della stagione e dell’area geografica).

Sempre a pagina 12 (paragrafo 3.1) del progetto si dichiara che saranno accettati CSS delle classi da 1 a 4 per il PCI, da 1 a 3 per il CL e da 1 a 4 per Hg (totale di 48 classi), e che potrebbe essere accettato CSS con un PCI anche di 9.5 MJ/Kg, ovvero di classe PCI 5. Tuttavia nel progetto (tabella 1, pag. 4, sotto ricopiata) e nel SIA (tabella 2a, pag. 11, identica) e si esplicitano i consumi e le rese energetiche previste (MCR) per CSS di classe PCI compresa fra 3 e 4 (valori di riferimento 11, 17 ed il valore medio 13.5 MJ/Kg).

Carico termico	MCR = 200 MWT		
PCI [kJ/kg]	11.000	13.500	17.000
Consumo orario [t/h]	65,45	53,33	42,35
Consumo annuo [t/anno]	510.545	416.000	330.353

Tabella 1 – Consumi di CSS in funzione del PCI (valori riferiti all’MCR)

Il progetto è dimensionato proprio per un utilizzo fino a 510.000 ton/anno di CSS. Pertanto questa tabella porta alla conclusione che è intenzione del proponente utilizzare nell’impianto solo CSS rifiuto, e non CSS-combustibile. Ciò è in parziale contraddizione con il citato paragrafo 3.1 del progetto, in quanto delle 48 classi indicate ben 18 sono CSS-combustibile. La questione ha rilevanza sotto vari aspetti, fra cui le emissioni ed i costi, in quanto il CSS-combustibile si deve acquistare, mentre il CSS rifiuto bisogna pagare per smaltirlo, oltre che le emissioni potrebbero essere notevolmente diverse. Dato anche il crollo della produzione energetica dichiarata, è quindi presumibile che Edipower fisserà una tariffa di conferimento per il CSS rifiuto.

Qui, per futuro riferimento, ci piace quotare la ratio scientifica della scelta dei tre parametri PCI, Cl e Hg. Ovviamente il PCI dà una misura della resa termica prevista. Gli indicatori Cl ed Hg servono a dare una idea delle potenzialità inquinanti: con l'aumento di Cl (classi alte) aumenterà la produzione di composti clorati, quali PCDD (diossine) e PCDF (furani), microinquinanti pericolosi per la salute pubblica, mentre l'indicatore Hg è materiale notoriamente tossico per gli esseri viventi, e dà anche una stima anche del contenuto di altri metalli pesanti.

In base a quanto sopra non è affatto chiaro quali classi di CSS verranno utilizzate. Se, come appare, verrà utilizzato solo CSS di classi PCI 3 e 4, ed ipotizzando come dichiarato (pag. 11 del progetto definitivo) solo classi 1,2,3 di Cl e 1,2,3,4 di Hg si avrebbe un totale di 24 classi ammesse, mentre delle 48 dichiarate, escludendo le 18 del CSS-combustibile, ne resterebbero 30 ammesse.

Ora le stime delle emissioni (in particolare di diossine, furani e metalli pesanti) - i cui valori teorici dichiarati totali sono più bassi dei limiti di legge per le ore di funzionamento ipotizzate - dipendono in maniera cruciale da quali classi di CSS saranno usate, in particolare dai valori di Cl e Hg. Questa circostanza potrebbe inficiare la validità dei conteggi delle tabelle 3.3.11.5 del SIA e seguenti, argomento che riprenderemo più avanti.

A quanto detto si aggiunga che si dichiara di voler usare prevalentemente CSS prodotto in un raggio di 200 Km, e segnatamente nelle province di Catania, Messina ed Enna (vedi per esempio il SIA, tabella 3.9a, pag. 140). Ma in tali province, a nostra conoscenza, non ci sono allo stato impianti di produzione di CSS, quindi non se ne possono conoscere le classi né le potenzialità emissive. Non è neppure possibile prevedere se tali impianti ci saranno in futuro, perché non si può prevedere se il futuro piano rifiuti della regione Sicilia ne prevederà e li autorizzerà, atteso che lo scenario delineato dalle risoluzioni del P.E. spingono verso l'economia circolare e dunque verso il recupero spinto di materia, anziché verso la produzione di CSS. Né si potranno conoscere questi dati se non prima di un anno dopo l'entrata in funzione di tali impianti, per potere asseverarne le classi in base al protocollo EN 15359:2011, come sopra citato.

Se ne deve concludere che l'autorizzazione integrata ambientale non dovrebbe essere concessa in assenza di tali precisazioni.

III.2 Approvvigionamento del CSS

Il D.lgs 22 del 05/02/1997, detto decreto Ronchi, pone come obiettivo da raggiungere entro il 31/12/2015 il limite minimo di 65% di RD (con il 50% di recupero di materia, RM), mentre la Legge Regionale siciliana 9 del 2010 (L.R. 9), pospone il raggiungimento di questi valori al 31/12/2015. In coerenza con queste norme, la Regione Sicilia approvò nel giugno 2012 il proprio piano di gestione (http://pti.regione.sicilia.it/portal/page/portal/PIR_PORTALE/PIR-LaStrutturaRegionale/PIR_AssEnergia/PIR-Dipartimentodellacquaedeirifiuti/PIR-PianoGestioneIntegratedeiRifiuti), che è ancor oggi in vigore (nonostante la VAS rilasciata dal MATTM solo lo scorso 28/05/2015 abbia prodotto delle osservazioni e richiesto ulteriori provvedimenti). In tale piano si stima che, raggiunti i livelli di RD e RM, data una produzione regionale di rifiuti di 2.600.000 t/a (2.391.000 t nel 2013, dati ISPRA), la quantità di CSS ricavabile dalle 900.000 (837.000=35% dei dati 2013) t/a di rifiuti indifferenziati rimanenti sia realisticamente all'incirca di 400.000 t/a, pari a circa 1.100 t/g (vedi fig. 16 pag. 259 del Piano rifiuti sui flussi di massa). Si noti come tale numero sia abbastanza inferiore alle 510.000 t/a previste nella tabella 1 del progetto e riportata nel precedente paragrafo. La stima di 400.000 t/a è basata sulla assunzione che il secco indifferenziato da cui produrre il CSS è il 65% della frazione residua (il 35% del tal quale totale) e che la resa della produzione è valutabile, ottimisticamente, in circa il 75%.

Si può analogamente stimare che per ottenere la prevista quantità di 510.000 t/a di CSS è necessario trattare almeno 1.130.000 t/a di rifiuti tal quale. Il territorio di riferimento preferenziale per l'approvvigionamento del CSS dovrebbe essere, come detto, quella delle province di Catania, Enna e Messina. Le stesse producono circa 930.000 t/a di rifiuti urbani, non sufficienti per generare CSS, con il potere calorifico previsto. Inoltre se i comuni dell'area indicata ottemperassero al decreto Ronchi o alla L.R. 9 e raggiungessero le percentuali richieste, potrebbero produrre al massimo 150.000 t/a di CSS. È alquanto evidente che, al contrario di quanto scritto nel progetto, è intenzione del proponente approvvigionarsi di CSS in altre regioni. Se ne deve dedurre che l'impianto proposto è molto

sovradimensionato per le esigenze del territorio che intende servire (Catania, Enna e Messina, ed anche la Sicilia tutta). Salvo che il mancato rispetto del decreto Ronchi o della L.R. 9 non fosse tollerato od invogliato, con i potenziali reati di istigazione che ciò comporta.

Tuttavia altri due aspetti, che hanno relazione con lo scenario europeo come illustrato nel precedente paragrafo 1.2, andrebbero chiariti dal proponente. Nel caso in cui in Italia ed in Sicilia si sviluppasse l'economia circolare, come auspicato dal legislatore europeo, e si raggiungessero le percentuali di recupero di RM indicate dal P.E., le produzioni di CSS crollerebbero. Come pensa il proponente di procedere in quel caso? Inoltre, dato che si prevede l'entrata in funzione dell'impianto nel 2019, cosa accadrebbe se dal 2020 subentrasse il divieto di incenerimento dei rifiuti compostabili e riciclabili presenti nel CSS?

È pertanto indispensabile conoscere:

- quali enti/aziende si prevede saranno i conferitori di CSS,
- come verrà trasportato (strada, ferrovia, mare) all'impianto e quali precauzioni saranno prese per evitare eventuali sgrondi ed altre criticità,
- l'impatto ambientale di tale trasporto,
- i provvedimenti che verranno presi nel caso si attuasse lo scenario europeo dell'economia circolare,
- i suoi costi ed a carico di quali soggetti saranno.

Quest'ultimo punto è alquanto rilevante. Infatti fra i benefici per il territorio della progettata riconversione, c'è la salvaguardia dei livelli occupazionali, che la produzione di energia elettrica mediante olio combustibile denso (OCD) non garantisce più, per la scarsa competitività nel mercato (vedi Introduzione del progetto). Qualora il CSS procacciabile non sarà sufficiente i livelli occupazionali non potranno essere mantenuti, a nostro avviso.

Riteniamo altresì che il proponente debba produrre copia dei contratti preliminari di fornitura del CSS con date di scadenza, comprensivi del piano di trasporto, delle ulteriori emissioni dovute all'allungamento eventuale dei tragitti e degli accorgimenti igienici che saranno adottati.

III.3 Costi del CSS ed eventuali danni erariali

Si può stimare che il valore economico di una tonnellata di rifiuti sia attorno a 40 euro (vedi tabella)

Specie Merceologica	Tonnellate	Percentuale	Valore in €	Posti di lavoro
Putrescibili	190.000	19,0%	1.254.718	85
Detriti vegetali	100.000	10,0%	660.377	30
Carta	370.000	37,0%	6.981.132	65
Legno	40.000	4,0%	301.887	24
Detriti Minerali	10.000	1,0%	66.038	20
Metalli	60.000	6,0%	2.264.151	35
Ceramica	20.000	2,0%	75.472	7
Vetro	30.000	3,0%	283.019	75
Tessili	40.000	4,0%	7.547.170	340
Polimeri	110.000	11,0%	10.377.358	1020
Prod. Farmaceutici	2.000	0,2%	28.302	4
Riuso	28.000	2,8%	14.528.302	350
Totale	1.000.000	100,0%	44.367.925	2055

Legenda: Il valore di un milione di tonnellate di rifiuti suddivisi per specie merceologica (cortesia di Rick Anthony Consulting S. Diego (CA, USA), conversione €/€ 1,09)

se i materiali fossero interamente recuperati, riusati e/o trasformati in materie prime secondarie (riciclo), in ottemperanza alle prime tre fasi della gerarchia fissata dalla direttiva europea quadro sui

rifiuti. **Recuperare tali denari è compito dei comuni** o dei loro affidatari della raccolta e gestione dei rifiuti. In tal caso **il ricavo di queste risorse è un bene pubblico**, e se non si procedesse in tal senso i cittadini ne riceverebbero un danno economico, quantificabile appunto in 40 euro ogni tonnellata circa. A ciò si aggiungano i posti di lavoro (ultima colonna) che le materie prime seconde recuperate creano (il recupero e riciclo necessitano manodopera) e potrebbero creare con le trasformazioni/produzioni e con l'indotto, quando le materie prime seconde ricavate verranno avviate al sistema industriale.

Ma lo smaltimento dei rifiuti urbani residui (RUR) ha altri onerosi costi per i cittadini, fra cui il costo di conferimento in discarica ed i costi di gestione, pagati attraverso la TARI, nonché gli inevitabili costi ambientali, **che invece il recupero descritto completamente eviterebbe**. La tariffa di conferimento in discarica ha un costo medio in Sicilia - il territorio che principalmente dovrebbe servire l'impianto proposto - di 106 euro/t (dati ISPRA), cui andrebbero sommati i costi del trattamento meccanico biologico (TMB), obbligatorio per legge ma non ancora effettuato per la quasi totalità dei rifiuti siciliani, da stimare in circa ulteriori 30 euro/t, per un totale approssimato di 120-130 euro/t.

Un terzo costo a carico dei cittadini è l'ulteriore smaltimento per incenerimento del CSS prodotto, ovvero la tariffa d'ingresso all'inceneritore. Nel caso in cui, invece, si producesse il CSS-combustibile questo potrebbe essere addirittura commercializzato, con **guadagni per il produttore di CSS, ma non per i cittadini**, che dei materiali scartati erano i proprietari legittimi (attraverso i comuni). È quindi uno strano caso contrario perfino alle leggi del libero mercato: una o più imprese ottengono ricavi in moneta sonante con un **prodotto realizzato non acquistando le materie prime ma facendosi pagare per riceverle**.

Lo stesso dicasi per una impresa che gestisce un inceneritore, che si fa pagare le tariffe di conferimento del CSS rifiuto, produce energia elettrica che vende alla rete e incassa altresì gli incentivi economici per l'uso di una fonte assimilata alle rinnovabili, in ragione del 51% dell'energia elettrica prodotta. **La distorsione del libero mercato dell'energia è evidente**.

Se, e come argomentato precedentemente la cosa appare realistica, il CSS provenisse da lunga distanza, i costi dei trasporti saranno certamente a carico dei cittadini e caricati nella loro rispettive TARI. Questo sarebbe dunque un aggravio delle loro bollette ingiusto, un danno economico che deriva solo dal fatto che l'impianto proposto è sovradimensionato. È pertanto ipotizzabile anche un danno erariale. Si aggiunga a ciò che **gli effetti ambientali dell'incenerimento di rifiuti prodotti altrove si riverserebbero nella Valle del Mela**, che è un Area ad Elevato Rischio di Crisi Ambientale (AERCA), e non dove gli stessi rifiuti sono stati prodotti.

Da questa analisi risulta dunque che, a parte inquinamento e danni ambientali più o meno reversibili, **i cittadini pagano il CSS ed il suo utilizzo almeno 4 volte:**

- 1) I mancati ricavi del recupero di materia;
- 2) Il conferimento in discarica e la produzione dopo il TMB;
- 3) Il conferimento del CSS all'inceneritore ovvero i proventi di altri per la vendita del CSS-combustibile;
- 4) La vendita dell'energia elettrica e gli incentivi per le energie rinnovabili.

A fronte di ciò, nel progetto non è previsto alcun piano finanziario, e non è possibile valutarne la sostenibilità economica. Non se ne conoscono le tariffe, né i costi per lo smaltimento delle scorie, né se viene accantonato un fondo per il decommissioning a fine vita produttiva, né è chiaro cosa accadrà nel caso in cui non fosse possibile reperire sul mercato il CSS. La sostenibilità economica dell'impianto ha, a nostro parere una non trascurabile rilevanza ambientale. Infatti se il progetto si rilevasse fallimentare e la centrale chiudesse chi si farà carico delle bonifiche dei danni arrecati al territorio?

Riteniamo, in base a quanto sopra che il proponente debba produrre un piano finanziario nonché dovrebbe indicare quali saranno i soggetti che si faranno carico dei costi di conferimento e trasporto del CSS. Il MATTM e gli organismi che rilasceranno l'PAIA che dovrebbero altresì, in autotutela, valutare se in queste procedure non si configuri un danno erariale.

In aggiunta ai costi sopra indicati, non è possibile trascurare i danni che si arrecano all'ambiente con le emissioni e le scorie dell'incenerimento del CSS, e quelle che provengono da tutto il suo ciclo produttivo. Se invece i materiali post-consumo venissero interamente recuperati con trattamenti a

freddo questi danni non ci sarebbero (no combustioni) o sarebbero notevolmente inferiori (Fabbriche dei Materiali, vedi sotto). I danni ambientali sono a carico di tutta la collettività, ovviamente.

III.4 Aspetti di legittimità

Il CSS viene prodotto a partire da una possibile risorsa pubblica, cioè i ricavi economici dell'ente pubblico ottenibili con il recupero spinto di materia. Qualcun altro, alla produzione e combustione del CSS, otterrà ricavi economici. Ciò accade per l'incapacità di tantissimi enti pubblici (comuni, regioni, ecc.) di valorizzare i materiali post-consumo. Enti che per liberarsi dei rifiuti costringono i cittadini a pagare mediante la TARI tutti i servizi, compreso l'incenerimento del CSS. Eppure si citava il caso virtuoso del distretto CONTARINA (capitolo I) o il caso del comune di Capannori (LU) nei quali tale danno economico per i cittadini è minimizzato. A questi danni economici si aggiunga il danno ambientale derivante nonché i costi delle eventuali bonifiche a carico della collettività, posto che i danni non siano irreparabili. Si configura, a nostro avviso un danno erariale, che l'autorizzazione a progetti quale quello in parola avallerebbe.

In base al decreto Ronchi e alla L.R.9, citati nel capitolo I, i comuni che non hanno raggiunto gli obiettivi di 65% RD e 50% RM sono fuori legge dal 31/12/2012, mentre moltissimi comuni siciliani lo saranno il 31/12/2015. Realistico visto che la Sicilia non riesce ad oggi a superare il 7% di RD, anche se comuni come Zafferana Etnea (Catania) ha raggiunto l'85% di RD, con punte mensili dell'88%. Tale reato amministrativo non è sanzionato, in quanto le leggi citate non prevedono sanzioni, ma **pur sempre di una violazione di legge si tratta**. La prova materiale di tale reato è la differenza fra il limite del 65% RD e l'effettiva quota raggiunta (per esempio: comune al 15% RD, differenza=50%). Inoltre, il mancato raggiungimento di questi obiettivi entro il 2020 (vedi, capitolo I) potrebbe esporre l'Italia, le regioni, i comuni e dunque i cittadini a sanzioni europee, con ulteriore danno economico per questi ultimi.

Il combinato disposto di queste norme porta inoltre ad ipotizzare un altro reato. Se quella frazione residua, differenza fra limiti di legge e effettiva RD (ovvero il 50%, per l'esempio fatto qui sopra), venisse avviata alla produzione di CSS, **si trasformerebbe la prova materiale di una violazione di legge in ricavi monetari, per le imprese che producono e utilizzano il CSS**. Potrebbe configurarsi dunque il reato di ricettazione.

III.5 Alternative

Il CSS si produce dal sovrillo ottenuto dal TMB - che separa la frazione umida da quella secca indifferenziata - purgandola per quello che si può da metalli, vetro ed altri materiali incombustibili. Tuttavia la produzione del CSS non è l'unica opzione possibile. Anzi con una spesa equivalente, dopo il TMB è possibile continuare il recupero di materia dalla frazione secca ed avviare solo la parte avanzata alla produzione - mediante estrusione termomeccanica o altro - di materiali plastici multicompositi, materiali per edilizia più leggeri e resistenti dei laterizi tradizionali, suppellettili varie, ecc.. Un tale impianto è denominato *Fabbrica dei Materiali (FDM)*.

Oltre ad una RD spinta al massimo, a nostro avviso la FDM è la vera alternativa ecologica, cioè più economica ed ambientalmente sostenibile, al CSS, perché

- si inquadra completamente nello scenario europeo,
- produce ricchezza, lavoro
- evita i danni ambientali della combustione. Inoltre diminuisce il saccheggio delle risorse naturali ed i suoi sprechi.

Pertanto la FDM combatte la "cultura dello scarto", deprecata da Papa Francesco nella sua lettera enciclica "Laudato si'".

IV. Rifiuti in ingresso e uscita dall'impianto e loro movimentazione, stoccaggio e trattamento

Per questo argomento siamo in presenza di una carenza normativa. In Italia una parte delle ceneri pesanti vengono definite come "rifiuti speciali non pericolosi" e vengono identificate tramite il codice CER 190112. Il DLgs 152/06 (modificato con il DLgs 4/08) prevede l'emanazione di norme tecniche che definiscano le procedure per la gestione/recupero di tali residui; in attesa dell'emanazione di tali norme il testo di riferimento è il DM 05/02/98 (emanato in attuazione del DLgs 22/97). Tuttavia una pubblicazione scientifica¹¹ dimostra come tutte le ceneri prodotte dall'incenerimento dei rifiuti sono pericolose. Citiamo un passaggio del lavoro citato: "La conoscenza approfondita e costante sulla presenza nelle ceneri di composti tossici organici e inorganici, sulle loro possibili interazioni con i diversi comparti ambientali e con i soggetti potenzialmente esposti è necessaria per tutelare la salute pubblica; in particolare quella degli operai addetti alla manutenzione degli impianti, alla raccolta, al trasporto e ai trattamenti delle ceneri e quella delle popolazioni potenzialmente esposte agli effetti delle ceneri durante le fasi di lavorazioni, il loro stoccaggio finale nel breve e nel lungo termine e l'eventuale utilizzo." Nel seguito di tale pubblicazione il Dr. Valerio dimostra come nelle ceneri pesanti e leggere sono presenti metalli pesanti, composti organici volatili, idrocarburi policiclici aromatici, diossine e furani. I dati sono ricavati dalla analisi comparata di 61 articoli su riviste scientifiche internazionali. La pubblicazione scientifica citata è fornita come allegato a queste osservazioni.

L'allegato c del SIA presenta a pag. 18 la seguente tabella 2.5.4:

Tabella 2.5.4a Quantitativi di residui di combustione

CER	Descrizione	Tipologia	Produzione	
			Oraria [kg/h]	Annua [t/a]
19 01 11*	Ceneri pesanti e scorie, contenenti sostanze pericolose			
19 01 12	Ceneri pesanti e scorie, diverse da quelle di cui alla voce 19 01 11	Ceneri pesanti e Scorie (tal quali o trattate)	11.130	86.814
19 03 05				
19 03 04	Rifiuti stabilizzati			
19 03 06*	Rifiuti solidificati			
19 03 07				
19 01 13*	Ceneri leggere, contenenti sostanze pericolose	Ceneri leggere da caldaia e linea fumi incluse quelle raccolte nei filtri a maniche	3.890	30.342
19 01 05*	Residui di filtrazione prodotti dal trattamento dei fumi			

In essa i codici CER dei rifiuti segnati con l'asterisco (19011, 190113 e 190105) sono rifiuti pericolosi. Ora le ceneri pesanti da incenerimento sono stimate in circa il 17% del CSS incenerito (86.814 t/a) cui va aggiunto un 6% circa di ceneri leggere (30.342 t/a), per un totale del 23%. Come abbiamo già argomentato al capitolo precedente, i prodotti di combustione (ceneri ed emissioni) sono fortemente dipendenti dalla composizione chimica del CSS in ingresso, pertanto assai variabili ed imprevedibili. Altre stime danno una quantità di scorie compresa fra il 25 ed il 30%. La precisione chirurgica fino alla tonnellata della previsione in tabella ci sembra alquanto pretefenziosa.

Le ceneri pesanti andrebbero smaltite successivamente in quanto rifiuti tossici, perché in base alla pubblicazione scientifica citata ci dovrebbero essere metalli IPA, PCDD/F e altro. Riguardo al riciclo di

¹¹ F. Valerio, *Impatti ambientali delle ceneri e dei residui solidi prodotti dall'incenerimento di rifiuti urbani: rassegna bibliografica*, Epidemiol Prev, 244 (2008)

queste ceneri pesanti, andrebbe pertanto effettuata una attenta analisi chimica qualitativa e quantitativa in loco, per verificare la presenza di IPA, PCDD/F e COV. Deve essere, a nostro avviso, onere del proponente e gestore dell'impianto mettere a disposizione risorse materiali e finanziarie per effettuare questi controlli, ma deve essere di un ente terzo (pubblico) asseverare il codice CER di queste scorie ed una procedura di come questo controllo potrà avvenire dovrebbe essere inserita nel progetto.

Ricordiamo che la legge 116 del 11/08/2014 all'art. 13 introduce una nuova premessa all'Allegato D della parte IV del D.Lgs. 152/06. La nuova premessa è particolarmente significativa, in quanto detta le regole generali per l'attribuzione del codice al rifiuto da parte del Produttore. Riportiamo testualmente :

“6. Quando le sostanze presenti in un rifiuto non sono note o non sono determinate con le modalità stabilite nei commi precedenti, ovvero le caratteristiche di pericolo non possono essere determinate, il rifiuto si classifica come pericoloso.

7. La classificazione in ogni caso avviene prima che il rifiuto sia allontanato dal luogo di produzione.”

In sintesi, dunque, alla luce delle nuove disposizioni, i produttori di rifiuto devono aggiornare le analisi di caratterizzazione e provvedere, nei casi dubbi, a una nuova classificazione dei rifiuti.

I nuovi criteri di classificazione dei rifiuti inseriti nel Regolamento 1357/2014 e alla luce della Decisione 955/2014, a nostro avviso, includono quindi le ceneri pesanti classificate con codice CER 190112, 190304, 190305, 190307, tra i rifiuti pericolosi assoluti o quantomeno tra i rifiuti con caratteristiche di pericolo HP6 (Tossicità acuta) e HP7 (cancerogeno).

Il progetto prevede un trattamento di recupero di materiali ferrosi ed una inertizzazione del resto, per inviare a recupero di vario tipo. Lo SIA è su questo punto alquanto carente, a nostro avviso.

Il progetto non specifica presso quali cementerie/impianti di betonaggio e/o in subordine presso quali discariche esaurite si intende trasferire le scorie visto che la cementeria più vicina si trova a 200 km (Augusta) e le discariche esaurite in Sicilia sono oggetto di bonifiche o destinate a bonifiche e l'autorizzazione da parte della Regione siciliana non è perciò scontata.

Il trasferimento di tali scorie (117 ton/annue che umide supereranno le 150 tonnellate) comporta comunque un ulteriore aumento di mezzi speciali per il trasporto (almeno tre autobotti al giorno che si sommano ai 9 in ingresso per il CSS).

Andrebbe specificato come si intende trasportarle, le precauzioni che saranno prese per evitare di disperderle per errore o per incidente nel trasporto, e le emissioni causate da tale trasporto, nonché inserire queste ultime nel conteggio totale delle emissioni del progetto.

Anche per le acque di lavaggio delle camere di combustione va fatta una analisi più approfondita, in quanto le ceneri pesanti presenteranno materiali tossici, che difficilmente possono essere smaltiti con lo stesso sistema usato per le linee ad OCD.

Riguardo alle ceneri leggere, che come si evince dalla tabella di cui sopra, sono pericolosissime (codici CER 190113 e 190105) e una parte (non tutte) di queste saranno verosimilmente intercettate dai sistemi di filtraggio. Tuttavia tale filtraggio è tanto più efficiente quanto più i filtri sono nuovi e puliti. Non è indicato un piano di sostituzione e manutenzione dei filtri, che fissi la cadenza periodica di pulizia e sostituzione. Né è indicato un piano di smaltimento dei filtri stessi a fine vita.

A maggior sicurezza del personale che vi lavora, oltre che del comprensorio in cui insiste l'impianto, occorre prevedere silos per lo stoccaggio delle ceneri che verranno avviate a trattamento/inertizzazione e/o a deposito finale presso altri impianti esterni all'impianto. Esiste infatti il rischio ambientale associato ad eventuali guasti dell'impianto che può dar luogo alla diffusione di polveri in una zona soggetta a venti. La definizione generica di “aree/baie” per descrivere i luoghi di stoccaggio delle ceneri appaiono invero poco rassicuranti e non conformi alle migliori BAT e non è sufficiente, a nostro avviso, utilizzare un capannone che, come scritto nel progetto, non è ermeticamente chiuso.

A completamento delle opere ed attrezzature occorre inoltre prevedere sistemi di carico automatico che provvedono al trasferimento su autobotti delle ceneri stoccate.

Tutto ciò a ragione del fatto che, come detto, la pericolosità delle ceneri pesanti e leggere è un fatto accertato a prescindere dalla loro classificazione in rifiuti pericolosi o non pericolosi (e nel progetto non abbiamo letto attraverso quale lavorazione o parte dell'impianto avviene questa possibile divisione e classificazione).

Ci sembra quantomeno colpevole considerare non pericolose tali ceneri (per giunta trattate chimicamente con additivi chimici) che come tali andrebbero trattate nella loro totalità, applicando un elementare principio di precauzione oltre che la delibera interministeriale del 27/07/1984 che le considera invece pericolose.

Per quanto riguarda i rifiuti in ingresso all'impianto, il nuovo deposito temporaneo rifiuti che dovrà essere realizzato, secondo le norme che regolano le discariche di rifiuti, nell'area sottostante l'area di scarico del CSS, esso dovrà essere autorizzato dalle competenti autorità regionali.

Infine occorre prevedere un deposito/silos del percolato.

V. Emissioni

La diminuzione delle emissioni previsto dal progetto non deriva dalla qualità del combustibile, bensì dalla diminuzione della produzione energetica già in corso da anni. Dai dati presentati nello SIA abbiamo elaborato la seguente tabella per consentire un confronto sinottico. La penultima colonna (5) rappresenta i limiti di legge che il progetto dichiara di rispettare, mentre l'ultima (6) è identica a questa ma trasformata in t/a, per consentire un confronto diretto con le colonne 2, 3 e 4.

EMISSIONI PRINCIPALI INQUINANTI DA CAMINO				Quota TMV	
	TABELLA 3.3.11.5e/5f del SIA pag.116 - tonn/anno			Tab.3.3.11.5b	
	AUTORIZZATO 8760 hr/anno	ATTUALE 3300 hr/anno	FUTURO 7800+1000 hr/anno	Limite TMV - mg/Nm3	da TMV - tonn/anno
SO2	4520,2	1702,8	300,6	40	124,8
NOx	2260	851,4	399,5	100	312
PTS	452	170,3	33,2	5	15,6
Cd+Hg+Tl	1,13	0,4	0,169	0,04	0,1248
Sb+...	22,601	8,5	1,503	0,2	0,624
CO2	6122923	2306580,6	846039		
IPA				0,01	0,0312
PCDD/PCDF				2,50E-08	7,8E-08

Ribadiamo, come già più volte detto, che le stime teoriche della colonna 4 sono attendibili solo nella misura in cui si ha la certezza della composizione chimica del CSS in ingresso. Ci sembra perciò pretensioso da parte degli estimatori del progetto parlare di concentrazioni "garantite" come si fa a pag. 112 del SIA.

Come si fa a "garantire" quali sono le sostanze contenute nei fumi e nelle ceneri, quando i materiali che alimentano l'inceneritore sono imprevedibili, proprio perché la materia prima da cui origina il CSS è un rifiuto indifferenziato e lo stesso CSS è soggetto a controlli a campione?

Analogamente a quanto detto per le ceneri deve essere, a nostro avviso, onere del proponente e gestore dell'impianto mettere a disposizione risorse materiali e finanziarie per effettuare i controlli sulle emissioni, ma deve essere di un ente terzo (pubblico) asseverare i risultati dei controlli.

Balza agli occhi che manca una stima di IPA e PCDD/PCDF nella colonna 4 (FUTURO). Si evincerebbe che la qualità dell'aria dovrebbe migliorare, per quanto riguarda macroinquinanti e metalli. Il vero problema sta invece in diossine, furani, fenili e idrocarburi policiclici aromatici, tutti composti cancerogeni e nocivi. I tempi di decomposizione al suolo di questi composti sono biblici. È notorio infatti che le diossine possono resistere nel suolo per molte centinaia di anni. Pertanto la probabilità che possano rientrare nella catena alimentare rasenta la certezza, in quanto si accumulano in continuazione.

Si potrebbe obiettare che le diossine siano emesse in minime quantità e, forse, a livelli inferiori ai limiti di legge, ma l'impianto oggetto di autorizzazione ambientale è abbastanza grosso (il terzo più grande d'Italia) e quello che conta ai fini delle ricadute ambientali nella produzione di inquinanti, solidi o gassosi, è la quantità totale di inquinanti riversati nel tempo sul territorio e non le emissioni per metro cubo o per tonnellata di CSS incenerito.

A ciò si aggiunga che il problema delle diossine e degli altri inquinanti è che ce ne sono già troppe nell'area ad alto rischio ambientale della Valle del Mela. Dal 2006 è stata dichiarata Sito di Interesse Nazionale (SIN) e da allora tutta l'area è in attesa di bonifica (vedi sotto). Dopo ben nove anni nessun intervento è stato effettuato. A nostro avviso è altamente inopportuno che continui la

contaminazione del suolo, in un'area che invece dovrebbe essere bonificata con grande urgenza.

A ciò è da considerare che la legge fissa dei limiti per ogni singolo impianto. Ma nella Valle del Mela insistono oltre alla centrale Edipower numerosi impianti impiantati. È indubitabile che ciascuno di questi impianti abbia ricevuto le ALA secondo procedure trasparenti e rispetti i limiti delle emissioni. Ma il combinato di tutti questi impianti non è normato da nessuna legge, ed il rischio per la salute dei cittadini è onestamente troppo alto.

Poiché conformemente al D.lgs. 152/2006 *“devono essere prese le opportune misure di prevenzione dell'inquinamento, applicando in particolare le migliori tecniche disponibili”*, riteniamo indispensabile, per quanto riguarda il sistema di controllo delle emissioni delle due linee fumi, che il progetto preveda una duplicazione per ogni linea e non una linea di riserva per ambedue le linee. Inoltre non risulta che sia previsto il blocco automatico dell'alimentazione dei rifiuti nei casi previsti dall'Art. 8 comma 8 del dlgs 133/2005, né sembra prevista la procedura necessaria per ottenere il fermo impianto per anomale condizioni di funzionamento per oltre 4 ore, come previsto all'art. 16 del suddetto d.lgs. Inoltre sarebbe opportuno avere un monitor in luogo pubblico che evidenzii i valori misurati in continuo e in tempo reale.

Inoltre per quanto riguarda la temperatura dei fumi nella zona di “post-combustione” il progetto prevede che i fumi permangano per almeno 2 secondi a temperatura non inferiore a 850°C. Se è pur vero che questa condizione è consentita dalla legge¹², è altrettanto vero che essa rappresenta la condizione minima accettata che potrebbe facilmente essere accidentalmente infranta, con gravi ripercussioni sulla pericolosità delle polveri e dei fumi immessi in atmosfera. Le BAT¹³ (Best Availables Techniques), suggeriscono¹⁴ che le alte temperature di incenerimento (1.100 – 1.400°C) forniscono numerosi vantaggi rispetto alle basse temperature di combustione (850 – 900°C). In questo modo tra l'altro tutti i materiali organici sono completamente inceneriti, che il contenuto di idrocarburi e di CO è più basso, che si ha una maggiore distruzione di molecole di PCB. La tecnologia scelta con forno a griglia anziché a tamburo rotante pone però dei limiti pratici alla temperatura (circa 1050 °C) massima per evitare problemi alle scorie con costi maggiori di smaltimento a scapito delle qualità delle emissioni.

¹² (850 °C per i RSU secondo la normativa italiana: D.M. 19/11/1997, n. 503)

¹³ Integrated Pollution Prevention and Control “Reference Document on Best Available Techniques (BREF) for Waste Incineration”, European Commission, Directorate General JRC, Joint Research Centre, Institute for Prospective Technological Studies (Seville), Technologies for Sustainable Development, European IPPC Bureau, (Agosto 2006).

¹⁴ Pag 261 punto 4.2.16 “Higher temperature incineration (slagging)”

VI . Congruità col piano energetico regionale

Benché la validità del PEARS (Piano per le Energie Alternative della Regione Sicilia) sia scaduta il 21/12/2012, in assenza di altre determinazioni della regione Sicilia non si può dire che il piano non sia in vigore, in quanto il vuoto legislativo causato dai ritardi e dalle inadempienze della burocrazia regionale non può in alcun modo essere sostituito dal caos, dall'arbitrio di chiunque, perché in un mondo civilizzato non può valere la legge della jungla. Peraltro moltissimi comuni siciliani hanno elaborato piani per le energie alternative comprendenti impianti fotovoltaici da realizzarsi sulle coperture degli edifici comunali. Tali piani sono stati presentati al Dipartimento Energia della Regione Sicilia ed approvati persino nel 2015. Evidentemente **il PEARS è ritenuto ancora in vigore.**

Ancorché, come detto sopra, la produzione energetica dell'impianto crollerà, il parere della regione sulla ammissibilità del piano e le sue eventuali interferenze con l'esistente va, a nostro avviso, richiesto, ed un eventuale parere favorevole è indispensabile per la concessione dell'AIA.

VII. Congruità col piano rifiuti regionale

Come già anticipato in premessa, a tutt'oggi non esiste un Piano ordinario di gestione dei rifiuti della Regione siciliana, bensì un piano straordinario di gestione, predisposto nel 2012 dal Commissario straordinario all'emergenza rifiuti¹⁵, ma la cui VAS è ancora da approvare in via definitiva dal MATTM¹⁶. Il decreto VAS emanato dal MATTM in data 28/05/2015 ha fatto delle osservazioni e richiesto correzioni ed altri adempimenti. Nelle prescrizioni non si citavano incenerimenti di CSS. In assenza di nuovi piani la richiesta di incenerire il CSS fino ai grandi volumi proposti non è, come argomentato al capitolo III, congrua con la politica di gestione dei rifiuti stabilita dalla regione.

In verità la politica regionale sui rifiuti potrebbe cambiare, infatti stanno circolando almeno due proposte. Una idea del governo era la realizzazione di due grandi inceneritori per una capacità complessiva di circa 700.000 t/a di CSS. Questa cifra si otterrebbe dai conteggi illustrati nella seguente tabella, posto che il totale della frazione residua dopo il 65% della RD sia la voce F della tabella stessa.

A	Frazione residua da inviare al TMB (teorica, 65% di RD)	836.893 t/a
	Efficienza teorica della produzione di CSS	
B=A*65%	Rifiuti e combustibili da rifiuti (FS e CSS)	543.981 t/a
C	Rifiuti e combustibili da rifiuti avviati agli impianti produttivi (2013)	0 t/a
D=B-C	Rifiuti e combustibili da incenerire	543.981 t/a
	Scarti irrecuperabili da RD	
E	Scarti da RD	155.423 t/a
F=D+E	Fabbisogno teorico di incenerimento	699.404 t/a

Tali conteggi sono secondo noi sbagliati (come argomentato al capitolo II) in quanto l'efficienza di produzione del CSS dal secco indifferenziato dopo il TMB difficilmente può superare il 75%. E comunque la stima del fabbisogno dipende da quanto la gestione dei rifiuti diventerà virtuosa in Sicilia. Tale conteggio era fissato nella proposta di decreti attuativi per il decreto Sblocca Italia fatta dal MATTM a settembre e poi ritirata.

Recentemente la giunta regionale ed il Dipartimento Regionale Acqua e Rifiuti hanno in maniera non ancora ufficiale proposto la realizzazione di 6 inceneritori più piccoli, locati nelle province di Palermo, Catania, Messina e nei comprensori Caltanissetta-Enna, Agrigento-Trapani e Ragusa-Siracusa.

La nostra associazione è, ovviamente, contraria a questa proposta per le ragioni di politica europea discusse al capitolo II e perché ritiene la riduzione dei rifiuti ed il recupero di materia l'opzione ecologicamente preferibile. Tuttavia non possiamo non rimarcare il fatto che i possibili scenari di un piano regionale siciliano non possono che essere i tre seguenti

- 1) Gestione europea e virtuosa basata su riduzione, riuso, recupero, riciclo e riprogettazione
- 2) Due grossi inceneritori (piano del governo)
- 3) Sei piccoli inceneritori (piano in studio presso la regione).

Nessuno di questi è congruo con la proposta di riconvertire la centrale Edipower in inceneritore di CSS.

Non sembra un caso, pertanto, che l'Assemblea Regionale Siciliana abbia approvato in data 20/10/2015 due mozioni di opposizione alla realizzazione di questa opera.

¹⁵ Emergenza cessata nel 2013

¹⁶ La VAS rilasciata dal MATTM in data 28/05/2015 è stata condizionata a correzioni e modifiche ancora non presentate dalla Regione siciliana.

VIII . Conflitto di competenze per rilascio dell'AIA

Un altro aspetto configura un conflitto di competenze stato-regione per la concessione dell'AIA. La regione Sicilia dovrà redigere al più presto un nuovo piano regionale rifiuti. Questo piano sarà soggetto a VAS. Per il progetto in parola, trattandosi di un impianto energetico con potenza superiore a 300 Mw, è stata richiesta la procedura VIA al MATTM in ordine alla quale queste osservazioni sono state preparate. Tuttavia, in base a quanto dichiarato dal progetto stesso, tratterà preferenzialmente CSS prodotto da rifiuti siciliani, la cui sovranità di gestione è della regione Sicilia. Ora, però, il progetto avrà una produzione energetica massima dichiarata di 788.000 Mwh (7800h*60Mw per il TMV+1000h*2*160Mw per gruppi SF1 e SF2, vedi p.es. tabella 3.3.3a pag. 17 della Sintesi non tecnica, riportata qui sotto).

Tabella 3.3.3a Confronto della potenza installata e delle ore di funzionamento dei singoli gruppi tra scenario attuale autorizzato e di progetto della CTE

Impianto	Scenario Attualmente Autorizzato			Scenario di Progetto (ore/anno)		
	Potenza Termica (MW)	Potenza Elettrica (MW)	Ore Funzionamento (ore/anno)	Potenza Termica (MW)	Potenza Elettrica (MW)	Ore Funzionamento (ore/anno)
Gruppo 1	417	160	8.760	417	160	1.000
Gruppo 2	417	160	8.760	417	160	1.000
Gruppo 5	798	320	8.760	-	-	-
Gruppo 6	798	320	8.760	-	-	-
TMV	-	-	-	200	59,9	7.800
Totale	2.430	960	-	1.034	379,9	-

Ciò a fronte di una già bassa produzione energetica (vedi tabella 4 pagina 10 del progetto definitivo, riportata qui sotto) di circa 1.550.000 Mwh nel 2014 (ultima colonna, riga 3) per un utilizzo che va da 2500 a 3500 ore delle quattro linee esistenti. Ovvero una produzione energetica nel 2014 circa doppia di quella proposta adesso, con meno della metà delle ore di funzionamento.

Unità	SF1		SF2		SF5		SF6		TOT
Pot. El.	160 MW		160 MW		320MW		320MW		960 MW
fuel [Mcal]	742.284		735.364		1.054.679		1.279.137		3.811.466
Energia lorda [kWh]	293.606.325		288.109.575		438.349.248		527.262.192		1.547.327.340
Ore marcia	3.672		3.495		2.749		3.271		13.187
Emissioni	t/y	mg/Nmc	t/y	mg/Nmc	t/y	mg/Nmc	t/y	mg/Nmc	t/y
SO₂	82,994	85,6	88,105	84,0	164,22 6	99,7	170,37 7	106,0	505,702
NOx	56,663	59,1	51,392	60,1	128,52 6	80,0	183,65 5	82,7	420,236
PST	2,049	2,9	3,508	3,1	21,447	5,3	20,057	9,2	47,061

Tabella 4 – Valori delle emissioni di macroinquinanti (anno 2014): dettaglio riferito alle singole unità e valore complessivo riferito all'intera centrale con specifiche ore di funzionamento e relativi consumi di combustibile

Ovviamente tale programmato crollo produttivo dimostra che la volontà dell'impresa non è quella di produrre energia elettrica ma di incenerire CSS (come citato in Premessa), con il fine

di ottenere altresì un risparmio di costi di esercizio della centrale dato che la materia prima utilizzata sarebbe pagata dai conferitori. Ciò, oltre a dimostrare che il roboante titolo "Impianto di Valorizzazione Energetica del CSS" è in contraddizione con gli stessi numeri forniti, dimostra inoppugnabilmente che il progetto non è altro che la realizzazione di un impianto di smaltimento tramite incenerimento di rifiuti non pericolosi (CSS). Pertanto la sua autorizzazione deve essere rilasciata dalla regione Sicilia, che è sovrana nella gestione dei rifiuti prodotti dai siciliani, attraverso un piano sottoposto a VAS e non ad una VIA. Il MATTM deve quindi valutare la propria competenza a rilasciare l'AIA richiesta, alla luce di questa osservazione.

IX. Opportunità di un tale impianto in un'Area ad Elevato Rischio di Crisi Ambientale

La legge 7 luglio 1986 n. 349 individuava la possibilità da parte del Consiglio dei Ministri, su proposta del Ministero dell'Ambiente, di dichiarare "aree ad elevato rischio di crisi ambientale" gli ambiti territoriali e marittimi caratterizzati da gravi alterazioni degli equilibri ambientali. Il Decreto Legislativo n. 112 del 31 marzo 1998 "Disciplina delle aree ad elevato rischio di crisi ambientale" ha introdotto una nuova normativa in base alla quale "le Regioni, sentiti gli enti locali, nei rispettivi territori, individuano le aree caratterizzate da gravi alterazioni degli equilibri ecologici nei corpi idrici, nell'atmosfera e nel suolo che comportano rischio per l'ambiente e la popolazione" (comma 2). Il comprensorio del Mela (comuni di Cendrò, Gualtieri Sicaminò, Milazzo, Pace del Mela, San Filippo del Mela, Santa Lucia del Mela e San Pier Niceto) è stato dichiarato area ad elevato rischio di crisi ambientale.

Le strutture ed impianti presenti nel comprensorio sono:

- Impianti chimici di raffinazione petrolifera, di costruzione di scafi in vetroresina, di recupero piombo, di imbottigliamento GPL, di conglomerati bituminosi e cementizi, di lavorazione di materie plastiche, relative infrastrutture petrolifere e relative infrastrutture stradali ad essi asservite;
- 3 centrali termoelettriche
- 1 stazione a 380 kV- 1 stazione a 220 kV- 1 linea aerea a 380 - 2 linee aeree a doppia terna a 220 kV- 4 linee aeree a 220 kV- alcune linee a 150 kV;

L'azienda fa un confronto dettagliato della ricaduta al suolo degli inquinanti nella situazione attuale e in quella futura. Ma la chiusura di due linee di produzione energia elettrica che utilizzano combustibili fossili non può essere portata a maggior giustificazione del nuovo impianto per una minor ricaduta di inquinanti sul territorio nella nuova conformazione; su di esso graveranno invece altri tipi di inquinanti o in maggior misura tipo metalli pesanti e diossine. **Non ha nessuna logica bonificare da un lato e continuare ad inquinare cambiando inquinanti dall'altro.**

Per questa ragione sarebbe necessario procedere con una riconversione industriale che non impatti sulla salute e sull'ambiente del comprensorio come invece si intende fare con la riconversione progettata da EDIPOWER.

X. Conclusioni

In aggiunta alle perplessità ed alle obiezioni di scenario e tecniche avanzate nei precedenti capitoli, purtroppo **non è possibile valutare la sostenibilità finanziaria dell'opera**, in quanto non sono forniti dati di alcun tipo. Precisiamo che, visto che il CSS si produce a partire da risorse pubbliche (quei materiali che una volta recuperati diventerebbero denari sonanti nelle casse dei comuni), è altamente opportuno che chi progetta l'uso di tali risorse ne renda conto in sede di progetto ai cittadini, presentando un accurato piano finanziario.

Abbiamo diffusamente discusso (capitolo II) su come gli scenari europei auspicano una stabile realizzazione di una economia circolare, un nuovo modello di sviluppo basato sulla riduzione dei rifiuti e sul recupero spinto di materia per ridurre il saccheggio delle risorse terrestri e per fronteggiare la crisi economica da scarsità di risorse che, verosimilmente, sarà fra i principali problemi di politica economica e industriale di tutta l'Europa nei prossimi decenni.

Abbiamo osservato (capitolo III) come

- 1) l'approvvigionamento del CSS sarà un grave problema e che l'impianto è largamente sovradimensionato per tutta la regione Sicilia;
- 2) non è possibile conoscere le specifiche chimiche del CSS che sarà incenerito e questo può inficiare le predizioni teoriche su emissioni e scorie;
- 3) che il CSS ed il suo incenerimento oltre ai costi ambientali presenta gravi costi economici per i cittadini;
- 4) che ci sono aspetti di illegittimità nella sua produzione e nel suo uso;
- 5) che esistono serie, economiche ed ambientalmente sostenibili alternative all'incenerimento, basate sul recupero spinto di materia (le FDM);

Abbiamo discusso (capitolo IV) il problema delle scorie ed evidenziato che non è affatto chiaro nel progetto e nello SIA come saranno gestite, in quanto le soluzioni prospettate sono troppo vaghe.

Abbiamo discusso di come i microinquinanti emessi si depositeranno sul suolo ed ivi potrebbero restare per centinaia di anni, con la certezza di ritrovarli nella catena alimentare.

Abbiamo discusso la congruità del progetto rispetto ai piani energetici (capitolo VI) e rifiuti (capitolo VII) regionali, arguendo che non può essere la vacatio di piani e regolamenti regionali, una buona ragione per arrendersi alla legge della jungla.

Nel capitolo VIII abbiamo argomentato che nonostante il titolo il progetto è stato ideato non per produrre energia, ma per incenerire CSS di bassa qualità (rifiuto). A nostro avviso, nonostante la potenza dell'impianto sia superiore a 300 Mw, ma in quanto la principale funzione dell'impianto non è la produzione di energia ma l'incenerimento, responsabile della concessione dell'AIA non può essere il MATTM, ma la regione Sicilia, titolare della gestione dei rifiuti siciliani.

In ultimo abbiamo evidenziato l'opportunità che nell'AERCA della Valle del Mela, pur abbattendo le emissioni, rispetto alla attuale situazione, abbattimento che deriva dal crollo della produzione energetica e non già dalla qualità del combustibile, la situazione dell'area ad alto rischio ambientale della Valle del Mela è già pregiudicata da decenni e decenni di emissioni, che hanno fatto accumulare al suolo agenti inquinanti a livelli insostenibili per la salute pubblica. L'area deve essere bonificata e liberata da emissioni macroinquinanti, microinquinanti e climalteranti di tutti i tipi.

In conclusione, a nostro avviso, l'AIA non può essere concessa.

Impatti ambientali delle ceneri e dei residui solidi prodotti dall'incenerimento di rifiuti urbani: rassegna bibliografica

Federico Valerio

Istituto nazionale ricerca sul cancro, Servizio semplice chimica ambientale, Genova

Corrispondenza: Federico Valerio, Servizio semplice chimica ambientale, Istituto nazionale ricerca cancro, largo Rosanna Benzi 10, 16132 Genova; tel. 010 5737550; e-mail: federico.valerio@istge.it

Review on environmental impact of solid wastes produced by municipal urban waste incinerators

Cosa si sapeva già

- Si riteneva che le ceneri pesanti prodotte dall'incenerimento dei rifiuti, dopo trattamento termico ad alta temperatura fossero inerti.
- La loro classificazione tossicologica era effettuata in base alla sola presenza di metalli pesanti solubili.
- In base a questi risultati grandi quantità di ceneri pesanti sono state riutilizzate tal quali per la copertura di discariche e in opere edili.
- Anche per le ceneri leggere prodotte dalla depurazione dei fumi la classificazione, come tipo di rifiuto, si basa solo sul rilascio di metalli pesanti

Cosa si aggiunge di nuovo

- Studi recenti mettono in evidenza nel lisciviato di ceneri leggere e di ceneri pesanti, la presenza di composti organici tossici, insieme a quella di metalli.
- Questi eluati, sottoposti per la prima volta a diversi test eco e genotossici hanno dato risultati positivi.
- Tali risultati suggerirebbero l'emissione da parte dell'Unione Europea di norme di controllo più severe che comprendano anche valutazioni tossicologiche idonee sulle frazioni organiche residuali all'incenerimento e, se necessario, ulteriori inertizzazioni delle ceneri, sia per la loro messa a discarica, ma ancor più, per un loro eventuale riciclo.

Riassunto

Gli inceneritori, utilizzati per ridurre il volume dei rifiuti urbani e per recuperare parte della loro energia termica, producono rifiuti solidi sotto forma di ceneri in quantità che variano dal 20 al 30 % rispetto al peso del rifiuto incenerito. Si stima che nel 2006 gli inceneritori italiani abbiano prodotto 711.000 tonnellate di ceneri pesanti (residui di combustione) e 162.000 tonnellate di ceneri leggere (dai trattamenti fumi). Le grandi quantità di ceneri prodotte con l'incenerimento, il recupero energetico dei rifiuti urbani, la loro residua reattività e la presenza nelle ceneri di metalli e composti

tossici e genotossici lisciviabili, rende problematico, senza ulteriori trattamenti di inertizzazione, il loro smaltimento in discarica e, come è stato proposto, l'eventuale utilizzo per la produzione di cemento o l'asfaltatura di strade. L'esame di studi recenti sulla tossicità delle ceneri prodotte dall'incenerimento dei rifiuti urbani, suggerisce l'opportunità e l'urgenza di una normativa europea a tutela dell'ambiente e della salute umana, che tenga conto di queste evidenze sperimentali e che sia operativa in tutti i paesi dell'Unione Europea. (*Epidemiol Prev* 2008; 32(4-5): 244-53)

Parole chiave: incenerimento, rifiuti urbani, ceneri, tossicità

Abstract

Incinerators reduce urban waste volumes and recover energy by combustion, but produce important quantities of solid wastes: bottom ashes and fly ashes.

The presence of toxic heavy metals and persistent organic compounds, both in bottom and in fly ash, require attention for their disposal and for proposed use in cement production or as

filling material in road construction.

Recent ecotoxicological studies on leachates obtained from ashes produced by urban waste incinerators suggest an urgent proposal of common more stringent regulations in all Union European countries for ashes disposal and use.

(*Epidemiol Prev* 2008; 32(4-5): 244-53)

Key words: incineration, municipal urban waste, bottom and fly ash, toxicity

Introduzione

Nel 2006, in Italia, sono stati prodotte 32.522.650 tonnellate di rifiuti urbani di cui 3,95 milioni di tonnellate (pari al 12,1%) sono state smaltite ricorrendo all'incenerimento con recupero di calore.

L'incenerimento riduce i volumi dei materiali post consumo

(MPC) trattati ma, a sua volta, produce rifiuti solidi sotto forma di ceneri, classificabili, in base alla loro densità, in pesanti e leggere (in inglese si definiscono, rispettivamente, come *bottom ash* e *fly ash*). Nelle ceneri pesanti si trova il residuo incombustibile dei rifiuti trattati (vetro, ceramiche, metalli, sali e ossidi) che si accumula sul fondo del forno, men-

tre le ceneri leggere sono formate dalle polveri presenti nei fumi e separate da questi con adeguati sistemi di depurazione, prima di essere immessi in atmosfera.

Alle ceneri leggere si possono aggiungere i residui solidi e/o liquidi dei reagenti usati per neutralizzare i gas acidi (calce) o per assorbire composti tossici (polvere di carbone).

A titolo di esempio, riportiamo alcune informazioni sul trattamento termico e sul trattamento fumi usati nell'inceneritore di Brescia.¹ Questo impianto, operativo dal 1998, utilizza un forno a griglia costituito da sei corsie parallele; ogni corsia ha quindici gradini in movimento lungo i quali scorrono i rifiuti e il conseguente continuo rimescolamento ne facilita la combustione che, nella parte terminale del forno, è mantenuta a una temperatura massima intorno a 1000 °C. Tutti gli incombusti sotto forma di scorie (ceneri pesanti) si raccolgono al fondo della griglia e, dopo il loro raffreddamento con elettrocalamite, si recupera il ferro e si provvede allo smaltimento della frazione residua.

I fumi, dopo aver ceduto calore alla caldaia per produrre elettricità e acqua calda per il teleriscaldamento, vanno all'impianto di trattamento fumi, finalizzato a ridurre gli inquinanti in uscita al camino. Il primo trattamento dei fumi avviene con l'aggiunta di calce idrata e carbone attivo in polvere. La calce idrata serve per neutralizzare e assorbire i vapori acidi (acido cloridrico, acido fluoridrico, anidride solforosa), mentre il carbone attivo assorbe i microinquinanti (metalli, diossine, furani, policlorobifenili, idrocarburi policiclici aromatici). Dopo questo trattamento, le polveri di sali di calcio e di carbone, insieme alle polveri formatesi durante l'incenerimento, vanno ai filtri a maniche, che sono fatte di feltri di fibra sintetica, ognuna delle quali è lunga sette metri e con un diametro di tredici centimetri. I fumi attraversano le maniche dall'esterno all'interno, depositando sull'esterno del feltro le polveri e così depolverati sono immessi in atmosfera attraverso il camino.

Periodicamente lo strato di polvere che si forma sull'esterno delle maniche viene scrollato meccanicamente con soffi d'aria compressa e questa miscela di ceneri, polvere di carbone e carbonati (ceneri leggere), dopo un opportuno stoccaggio, viene avviata allo smaltimento.

Nel 2005, l'inceneritore di Brescia ha incenerito 756.813 tonnellate di rifiuti classificabili come urbani, assimilati, speciali e biomasse e ha prodotto 136.268 tonnellate di ceneri pesanti e 31.121 tonnellate di ceneri leggere.

Pertanto, il peso di tutte le ceneri prodotte dall'inceneritore di Brescia corrisponde complessivamente al 22,1% del peso dei rifiuti trattati in questo impianto, di cui il 18% è dovuto alle polveri pesanti e il 4,1% alle polveri leggere.

Per l'incenerimento dei rifiuti urbani, oltre al forno a griglia, si usano anche i forni a letto fluido; in questo caso i rifiuti, selezionati prima del trattamento per togliere rifiuti ingombranti e non combustibili, sono conferiti in un forno dove un letto di sabbia ad alta temperatura è tenuto in continuo rimescolamento.

Un vantaggio di questi impianti è quello di produrre una bassa quantità di ceneri pesanti (circa il 5% in peso, rispetto al peso dei rifiuti trattati) attribuibile sia alla selezione a monte dei rifiuti, sia alla parziale incorporazione nel letto fluido delle ceneri di dimensioni più ridotte.

Nel 2001, in Giappone, è stato effettuato uno studio su diciannove inceneritori a griglia e sette inceneritori a letto fluido.² I risultati dimostravano una grande variabilità nella quantità di ceneri prodotte per tonnellata di rifiuti urbani inceneriti. Nei forni a griglia la quantità più elevata di ceneri pesanti era di 167,3 kg/t, la più bassa 60,3 kg/t; la produzione di ceneri leggere (esclusi i reattivi solidi aggiunti per il trattamento fumi) era compresa tra un massimo di 109 kg/t a un minimo di 18,7 kg/t, con i valori più bassi negli impianti con forno a griglia. Questi valori sono più bassi di quelli riportati per l'inceneritore di Brescia.

Diversi fattori possono spiegare queste e altre differenze, anche importanti, che caratterizzano sia la quantità sia la composizione chimica delle ceneri prodotte da ciascun inceneritore. Per esempio, lo studio giapponese prima citato è stato effettuato dopo l'introduzione della legge per il riciclo degli elettrodomestici resa operativa in Giappone nel 2001. Secondo gli autori, questa potrebbe essere la spiegazione della minore concentrazione di metalli trovati nelle ceneri, rispetto alle concentrazioni misurate in campioni di ceneri raccolte, sempre in Giappone, tra il 1993 il 2000.²

Nell'ipotesi che tutti gli inceneritori italiani abbiano le stesse prestazioni dell'inceneritore di Brescia, è possibile stimare che nel 2006 l'incenerimento dei rifiuti abbia prodotto, in Italia, circa 713.000 tonnellate di ceneri pesanti e 162.000 tonnellate di ceneri leggere a cui si è dovuta trovare un'adeguata e sicura sistemazione.

La conoscenza approfondita e costante sulla presenza nelle ceneri di composti tossici organici e inorganici, sulle loro possibili interazioni con i diversi comparti ambientali e con i soggetti potenzialmente esposti è necessaria per tutelare la salute pubblica; in particolare quella degli operai addetti alla manutenzione degli impianti, alla raccolta, al trasporto e ai trattamenti delle ceneri e quella delle popolazioni potenzialmente esposte agli effetti delle ceneri durante le fasi di lavorazioni, il loro stoccaggio finale nel breve e nel lungo termine e l'eventuale utilizzo.

Questi argomenti saranno l'oggetto di questa rassegna bibliografica.

Caratteristiche chimico fisiche delle ceneri

Si è portati a credere che i rifiuti trattati da un inceneritore, dopo essere stati a lungo nei forni a temperature superiori a 900 °C, come avviene nei moderni inceneritori, lascino solo ceneri inerti, senza problemi ambientali e sanitari.

Questo era quello che i tecnici del settore credevano fino agli anni Settanta, ma numerosi studi, effettuati negli anni Novanta, smentirono queste credenze.

In particolare, alcuni di questi studi, hanno verificato che le ceneri pesanti e leggere, durante il loro stoccaggio in discarica, sviluppano calore in grado di portare la temperatura delle ceneri stesse all'interno della discarica fino a 90 °C.^{3,4} Questo fenomeno è dovuto a reazioni esotermiche a carico di alcuni componenti delle ceneri, quali l'idrolisi di alluminio e solfuro di ferro, l'idratazione di CaO, la carbonatazione del Ca(OH)₂.⁵⁻⁷

Un'elevata temperatura all'interno di una discarica controllata può avere indirettamente conseguenze negative per la salute pubblica in quanto, a temperature superiori a 40 °C, non può essere garantita la tenuta meccanica delle membrane polimeriche⁸ e degli strati di argilla,⁹ di regola posti sul fondo della discarica con lo scopo di bloccare la diffusione nel terreno circostante degli eluati prodotti dalla discarica. Studi approfonditi di questo fenomeno sono stati effettuati sulle sole ceneri pesanti prodotte da un inceneritore tedesco (costruito nel 1996), dopo lo spegnimento in vasche d'acqua, uno stoccaggio per alcune settimane in cumuli all'aperto di due metri di altezza, il recupero del ferro e la successiva messa a discarica. In queste condizioni, la temperatura massima raggiunta sul fondo della discarica, in corrispondenza delle membrane polimeriche è stata di 49,5 °C e temperature critiche per l'integrità della membrana (superiori a 40°C) si sono mantenute per circa un anno.¹⁰

Metalli nelle ceneri

Il trattamento termico a cui sono sottoposti i rifiuti inceneriti non può eliminare i metalli presenti nei rifiuti stessi, ma l'incenerimento, a causa delle complesse reazioni che avvengono durante la combustione dei rifiuti, può trasformarli in forma chimica più tossica o più facilmente biodisponibile per organismi viventi che ne venissero a contatto.

Un esempio è quello del cadmio¹¹ che nei MPC può essere presente sotto forma di solfuro, ossido o metallo; in queste forme la tossicità del cadmio è molto ridotta, in quanto il cadmio metallico, il solfuro e l'ossido di cadmio sono poco solubili in acqua e quindi, se inalati o ingeriti, difficilmente entrano in circolo nell'organismo ospite.

Tuttavia, nei fumi di un inceneritore sono sempre presenti elevate quantità di acido cloridrico (per esempio, dai camini dell'inceneritore di Brescia ogni anno escono 21 tonnellate di acido cloridrico). L'acido cloridrico, reagendo con ossido o solfuro di cadmio, trasforma questi due composti in cloruro di cadmio, un sale molto volatile e molto solubile in acqua e quindi molto tossico, anche perché soggetto a fenomeni di bioaccumulo lungo la catena alimentare. A seguito dell'incenerimento, anche per zinco e piombo si ha la formazione dei rispettivi cloruri volatili.¹² A causa dell'elevata volatilità del cloruro di cadmio e della bassa efficienza di abbattimento nei confronti di questo composto delle migliori tecnologie disponibili fino agli anni Novanta, il cadmio è stato per lungo tempo considerato un trac-

	MPC		Ceneri leggere		Ceneri pesanti	
	media (mg/kg)		media (mg/kg)	cv (%)	media	cv (%)
Cd	7,1		98	94	5,5	79
Cr	15,1		61	48	112,0	47
Pb	141,0		1.878	70	673,0	53
Sb	295,0		435	81	98,0	44
Se	1,7		3,0	81	2,0	76

cv (coefficiente di variazione = deviazione standard/media)
* le analisi sono state effettuate sul sovrappiù di rifiuti indifferenziati di origine urbana

Tabella 1. Concentrazione media di metalli tossici nei materiali post consumo inceneriti* e nelle ceneri leggere e pesanti prodotte nel 2001, da 19 inceneritori giapponesi con forni a griglia.⁷

Table 1. Mean concentrations of toxic metals in shredded bulky waste, in fly ash and in bottom ash from 19 Japanese stoker incinerators.⁷

	MPC		Ceneri leggere		Ceneri pesanti	
	min.	max	min.	max	min.	max
Cd	nd	31	220	410	9,8	14
Cr	nd	68	54	210	230,0	280
Pb	nd	219	2.300	3.600	750,0	1.000

nd: inferiore ai valori minimi determinabili

Tabella 2. Concentrazione minima e massima di metalli tossici (mg/kg) nei materiali post consumo prodotti in Corea e nelle ceneri leggere e pesanti prodotte da tre inceneritori coreani con forni a griglia mobile.¹⁴

Table 2. Minimum and maximum concentrations of toxic metals (mg/kg) in post consumer materials and in fly ash and bottom ash produced by three Korean stoker incinerators.¹⁴

ciante dell'inquinamento dell'aria prodotto dagli inceneritori di rifiuti urbani.¹³

Oggi, i più efficaci sistemi di trattamento dei fumi, in particolare l'introduzione dei filtri a maniche e i trattamenti a umido e a secco, riducono la quantità di metalli e di composti tossici che un inceneritore emette in atmosfera, ma, inevitabilmente, aumentano la loro quantità presente nelle ceneri leggere, come confermano studi recenti che fanno riferimento a sei moderni inceneritori con forno a griglia operanti in Giappone e Corea.¹⁴ Nel 2003, nelle ceneri leggere prodotte dagli inceneritori giapponesi, la concentrazione di cadmio risultava compresa tra 20 e 90 mg/kg; molto più inquinate da cadmio risultavano essere le ceneri coreane, con una concentrazione compresa tra 220 e 410 mg/kg. Alte concentrazioni di piombo sono state trovate nelle ceneri prodotte dagli inceneritori operanti in entrambi i Paesi, da 340 a 3.600 mg/kg.

L'elevata variabilità delle concentrazioni di metalli nelle ceneri è dovuta certamente anche alla variabilità della composizione dei metalli nei rifiuti urbani. La sensibile riduzione nelle emissioni degli attuali inceneritori di cadmio e mercurio è dovuta anche al fatto che questi metalli sono in pratica spariti, rispettivamente, dalle plastiche e dalle pile; inoltre, anche il diffondersi di buone pratiche di raccolte differenziate e di riciclo ha avuto certamente un ruolo po-

sitivo nel miglioramento della qualità delle emissioni atmosferiche e delle ceneri degli inceneritori.

In Giappone, nel 2001, è stato realizzato uno studio dettagliato sui metalli presenti nei MPC e nelle ceneri prodotte dalla loro combustione.² Le maggiori concentrazioni di ferro, rame e alluminio si sono trovate nelle ceneri pesanti, mentre i metalli più volatili come cadmio, piombo e zinco si trovavano in maggiore concentrazione nelle ceneri leggere. Questo studio ha dimostrato (tabella 1) che nelle ceneri leggere, ma anche nelle ceneri pesanti, le concentrazioni di metalli tossici (quali cadmio, arsenico, cromo, antimonio e piombo) possono essere a valori più elevati della concentrazione di questi stessi metalli trovati nei materiali post consumo prima del loro incenerimento, in particolare, com'è avvenuto in questo studio, nel sovrappeso dei rifiuti indifferenziati di origine urbana usato per alimentare gli inceneritori.

Risultati simili si sono trovati in uno studio condotto nei primi anni del 2000 su tre inceneritori giapponesi e tre coreani.¹⁴ La tabella 2 mette a confronto le concentrazioni minime e massime di cadmio, cromo e piombo misurate in MPC prodotti in Corea con le concentrazioni degli stessi metalli nelle ceneri prodotte da tre impianti coreani. Anche in questo caso, le concentrazioni misurate testimoniano un possibile aumento delle concentrazioni, in particolare nelle ceneri leggere, rispetto ai materiali inceneriti, ma per il cromo e il piombo l'aumento di concentrazione si riscontra anche nelle ceneri pesanti.

In Corea, i materiali inceneriti con maggiori concentrazioni di metalli tossici risultavano essere gli scarti di carta e di cuoio per il piombo, mentre il cromo è risultato più concentrato negli scarti di plastica. Negli scarti alimentari coreani destinati all'incenerimento, l'unico metallo tossico degno di nota era il cadmio, trovato, in media, a 5 mg/kg. Concentrazioni simili di cadmio sono state trovate in scarti compostabili prodotti in Turchia tra il 2004 e il 2005¹⁵ (concentrazione minima <0,5 mg/kg, massima 2,39 mg/kg). Pertanto, è possibile che la normale concentrazione di cadmio negli scarti di cibo possa essere nettamente inferiore alle concentrazioni di cadmio nelle ceneri di rifiuti indifferenziati prodotte anche dalla loro combustione.

Metalli negli eluati di ceneri

Studi sulla speciazione e la mobilità dei metalli effettuati sulle ceneri leggere prodotte da inceneritori per rifiuti urbani¹¹ hanno verificato che piombo, zinco e cadmio, oltre ad avere un'elevata concentrazione in questa matrice, hanno una elevata mobilità, in quanto sono facilmente lisciviabili. Questo significa che eventuali eluati prodotti da discariche contenenti ceneri, se non adeguatamente segregati o trattati, possono contaminare terreni, corsi d'acqua, coltivazioni.

Ovviamente, per questi stessi motivi, esistono pericoli di contaminazione ambientale se le ceneri vengono riutilizzate senza le dovute attenzioni o, ancor peggio, smaltite in modo illegale.

Prove di lisciviazione effettuate su ceneri prodotte da inceneritori coreani e giapponesi¹⁴ hanno potuto verificare che, nella maggior parte dei campioni testati, le concentrazioni di piombo nell'acqua di lisciviazione sono superiori ai limiti di legge stabiliti da questi due Paesi. Le concentrazioni maggiori di piombo (110+3,1 mg/l) sono state trovate nei campioni di polveri leggere, a fronte di limiti di 3 mg/l e 0,3 mg/l in vigore, rispettivamente, in Corea e in Giappone. Solo le ceneri leggere di uno dei tre inceneritori coreani esaminati hanno dimostrato di poter liberare per lisciviazione una quantità di cadmio (0,71 mg/l) superiore a quella prevista dalla normativa (0,3 mg/l) attualmente vigente in questi due Paesi.

In Giappone e in Corea è in vigore un test di bio-disponibilità nei confronti dei metalli pesanti, un metodo sperimentale che valuta il rischio per la salute umana a seguito dell'ingestione di metalli pesanti, simulando le reazioni del metallo nell'ambiente acido dello stomaco. Tutti i campioni di ceneri (leggere e pesanti) testati, tranne un campione di ceneri pesanti da un impianto giapponese, hanno superato in modo significativo (Pb >250 mg/kg) il valore limite di bio-disponibilità del piombo prevista dalla normativa giapponese, pari a 150 mg/kg.¹⁴

Composti organici persistenti nelle ceneri

Il principale obiettivo dell'incenerimento dei rifiuti urbani è la completa mineralizzazione della componente organica, sia per massimizzare il recupero energetico, sia per eliminare completamente qualunque problema igienico sanitario derivante da questa componente. Anche negli inceneritori più moderni questo obiettivo non è totalmente raggiunto.

Nelle ceneri pesanti e leggere prodotte da cinque inceneritori francesi nei primi anni del 2000, sono stati trovati composti organici in una concentrazione compresa tra 2 e 50 g/kg (peso secco).¹⁶

La composizione di questa frazione organica è molto complessa; abbondano cellulosa e lignina,¹⁷ come pure amminoacidi e carboidrati¹⁸ e composti derivati della decomposizione termica dei materiali organici, quali acidi alifatici e aromatici, stirene e idrocarburi policiclici aromatici.¹⁹

Studi sistematici sulla presenza di composti organici pericolosi nelle ceneri di rifiuti urbani risalgono alla seconda metà degli anni Novanta.²⁰⁻²² Questi studi hanno focalizzato la loro attenzione sui composti organici persistenti e in particolare idrocarburi policiclici aromatici (IPA), policlorodibenzo, diossine e dibenzo furani (PCDD/F).

Studi più recenti, pubblicati nel 2006, hanno identificato nelle ceneri anche altri composti d'interesse tossicologico, quali cloro-organici, trovati nelle ceneri di un inceneritore per rifiuti ospedalieri, in funzione in Turchia, le cui concentrazioni, nelle ceneri pesanti (esprimesse come quantità di cloro organico) erano tra 0,014 e 1,879 mg/kg e nelle ceneri leggere tra 0,004 e 0,062 mg/kg.²³

Anche nelle ceneri leggere di un inceneritore operativo a Milano (dati pubblicati nel 2005) sono stati trovati cloroorganici: penta cloro benzene (31 ng/g), esacloro benzene (34 ng/g), orto trifenil benzene (72 ng/g) e meta trifenil benzene (4,4 ng/g); questi composti sono stati trovati anche nei lisciviati, dopo test di lisciviazione con acqua di queste stesse ceneri leggere.²⁴

Idrocarburi Policiclici Aromatici

Nelle ceneri pesanti prodotte da quattro inceneritori svedesi con forni a griglia sono stati trovati idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA). La somma dei 16 IPA che l'Environmental Protection Agency consiglia di misurare era a concentrazioni comprese tra 480 e 3.590 µg/kg di ceneri.²⁵ La somma dei sette IPA classificati come cancerogeni faceva registrare valori compresi tra 89 e 438 µg/kg. Gli autori segnalavano che le più elevate concentrazioni di IPA, trovate in alcuni campioni di ceneri pesanti, superavano il corrispondente valore guida (300 µg/kg) stabilito dal governo svedese per l'uso di terreni sensibili (parchi pubblici, parchi gioco, eccetera) come pure le comuni concentrazioni di IPA cancerogeni che si riscontrano nei terreni delle città svedesi.

Misure di IPA nei materiali post consumo, nelle ceneri pesanti e nelle ceneri leggere di un impianto di incenerimento cinese a letto fluido²⁶ hanno permesso di verificare che nelle ceneri leggere era presente una quantità di IPA cancerogeni, espressa come Tossicità Totale Equivalente (TEQ), maggiore di quella che si trovava nei rifiuti prima del loro incenerimento. In particolare, nelle ceneri leggere, quelle più contaminate, la concentrazione di IPA era compresa tra 6,89 e 9,67 mg TEQ/kg, a fronte di una concentrazione media di IPA di 1,24 mg TEQ/kg nei materiali post consumo prima del loro incenerimento.

In un inceneritore a griglia operante in Cina, la concentrazione dei 16 IPA definiti come inquinanti prioritari dall'EPA risultava pari a circa 3.000 µg/kg, sia nelle ceneri leggere sia in quelle pesanti.²⁷ I test di lisciviazione segnalavano che solo gli IPA a basso peso molecolare (4 anelli aromatici) erano trovati nell'eluato. In questo studio, la decrescente concentrazione di IPA nell'eluato dopo trenta giorni di trattamento era interpretato come un fenomeno di biodegradazione degli IPA stessi indotto da attività microbica.

Diossine

Dagli studi disponibili, la concentrazione di PCDD/F presente nelle ceneri è molto variabile: nelle ceneri pesanti è compresa tra 5 e 830 ng I-TEQ/kg, nelle ceneri leggere tra 100 e 21.000 ng I-TEQ/kg.²⁸⁻³³

Uno studio dettagliato³² sulle concentrazioni di PCDD/F lungo la linea fumi di un inceneritore italiano, con un moderno trattamento fumi (filtri a manica, lavaggio in contro corrente e un catalizzatore finale per abbattere ossidi di azo-

to e PCDD/F) ha dato i seguenti risultati: la concentrazione di PCDD/F nei fumi, all'uscita del camino, è compresa tra 34 e 5 pg I-TEQ Nm⁻³, prestazioni confrontabili con l'inceneritore di Brescia (da 1,6 a 7 pg I-TEQ Nm⁻³), in entrambi i casi ampiamente all'interno degli attuali limiti di legge (100 pg I-TEQ Nm⁻³).

Le maggiori quantità di PCDD/F, nei residui solidi dell'inceneritore, sono state trovate nelle ceneri e nei fanghi prodotti da questo impianto.

In particolare, nelle ceneri pesanti sono state trovate 34,1 ng I-TEQ/kg, nelle ceneri leggere della caldaia 116,9 ng I-TEQ/kg, nelle ceneri leggere trattenute dai filtri a maniche 193,8 ng I-TEQ/kg e nei fanghi prodotti dai trattamenti a umido dei fumi 604 µg I-TEQ/kg.

Uno studio simile è stato effettuato nel 1999 in Spagna sull'inceneritore di Tarragona,²⁸ dotato di un sistema di trattamento fumi simile a quello dell'inceneritore di Brescia. Le concentrazioni di PCDD/F a camino risultavano comprese tra 3 e 20 pg I-TEQ Nm⁻³ e le concentrazioni medie nelle ceneri leggere e nelle ceneri pesanti erano rispettivamente 512 ng I-TEQ/kg e 10 ng I-TEQ/kg.

In entrambi questi studi è stata stimata la quantità di PCDD/F prodotta per unità di peso di MPC incenerito che, dopo l'incenerimento, si ritrovava nelle ceneri e nei fumi.

La tabella 3 sintetizza questi risultati; in entrambi gli impianti, la quantità di PCDD/F (I-TEQ) presenti nei fumi e nelle ceneri, a seguito dell'incenerimento di una tonnellata di MPC, è simile nei due impianti e la maggior parte di questi composti si trova nelle ceneri.

Nello studio spagnolo,²⁸ le quantità di PCDD/F effettivamente presenti nei rifiuti urbani utilizzati per alimentare l'inceneritore sono state misurate prima dell'incenerimento; in sette diverse misure effettuate con frequenza mensile nel corso del 1999 le concentrazioni medie variavano tra 2,2 e 7 µg I-TEQ ton⁻¹, con il valore più frequente pari a 2,7 µg I-TEQ ton⁻¹. In un solo campione fu trovata una concentrazione media di 64,1 µg I-TEQ ton⁻¹. Le stesse misure ripetute nel marzo del 2000, confermavano questi dati: nei rifiuti avviati all'incenerimento in 17 campioni su 18, la concentrazione di PCDD/F nei rifiuti erano comprese tra 1,5 e 8,6 µg I-TEQ ton⁻¹. Un unico cam-

	Inceneritore italiano (I-TEQ) (pg Nm ⁻³)	Inceneritore spagnolo (I-TEQ) (µg ton ⁻¹)
ceneri pesanti	7,59	2,34
ceneri leggere	2,68	11,03
fumi camino	0,17	0,03
totale	10,44	13,36

Tabella 3. Flusso di PCDD/F per tonnellata di MPC inceneriti, in uscita da due inceneritori europei.^{28,34}

Table 3. Flux of PCDD/F in the output residues from an Italian and a Spanish incinerator.^{28,34}

Test Usato	Anno	Ceneri	Paese	Metodo estrazione	Risultato
Ames ⁴⁸	1990	pesanti e leggere	USA	cloruro metilene - metanolo	+
				soluzione acqua acida	-
Ames ⁵⁰	2004	pesanti	Europa	acqua deionizzata	-
Micronuclei Vicia Fava ^{50,51}	2004	pesanti	Cina	acqua deionizzata	+
				acido acetico pH 4,9	+
				acido acetico pH 2,9	+
Microtox ⁴⁹	2002	pesanti	B, F, D, I, UK	acqua deionizzata	+
Inibizione crescita alghe ⁴⁹	2002	pesanti	B, F, D, I, UK	acqua deionizzata	+
Inibizione crescita <i>Lactuca sativa</i> ⁴⁹	2002	pesanti	B, F, D, I, UK	acqua deionizzata	+
Inibizione mobilità <i>Dafnia magna</i> ⁴⁹	2002	pesanti	B, F, D, I, UK	acqua deionizzata	+
Inibizione crescita <i>Escherichia coli</i> ⁴⁹	2006	pesanti e leggere	Taiwan	soluzione salina	+

Tabella 4. Materiali, metodi e risultati di studi tossicologici condotti su eluati di ceneri prodotte da impianti di incenerimento rifiuti urbani.

Table 4. Material, methods and results of toxicological studies carried out on leachates from ashes produced by Municipal Urban Waste incinerators.

pione risultava molto più contaminato da PCDD/F: 45,2 µg I-TEQ ton⁻¹.

Pertanto questo studio ha potuto verificare che, nel periodo oggetto di analisi (1998-2000), le quantità di diossine presenti nei MPC prodotti a Tarragona, nella maggior parte dei casi, erano inferiori alle quantità trovate, complessivamente, nei residui gassosi (fumi) e solidi (ceneri) prodotti dall'incenerimento di questi stessi rifiuti.

Lo studio condotto da Giugliano et al.³² non ha effettuato la misura in contemporanea sui MPC inceneriti durante la propria sperimentazione, ma si è limitato a confrontare la quantità di diossine emesse dall'inceneritore con la quantità di diossine riportata da dati di letteratura non aggiornati, in quanto pubblicati tra il 1991 e il 1998 e, in alcuni casi, relativi a rifiuti prodotti nel 1980. In base a questa rassegna bibliografica, la concentrazione di PCDD/F era stimata compresa tra 10 e 250 µg I-TEQ ton⁻¹, con valori medi intorno a 50 µg I-TEQ ton⁻¹. Questo confronto ha portato gli autori a concludere che impianti d'incenerimento dotati di tecnologie di combustione e trattamento fumi come quello da loro studiato, abbiano la potenzialità di distruggere gran parte delle diossine presenti nei rifiuti trattati.

In Europa, la quantità di PCDD/F, stimata essere emessa nel 2005 da tutte le fonti civili e industriali è inferiore dell'86% rispetto alla quantità stimata essere emessa dalle stesse fonti nel 1985.³⁵

Conseguentemente, nelle ultime decadi, importanti riduzioni delle concentrazioni di PCDD/F sono state riscontrate negli alimenti³⁶⁻³⁹ e conseguentemente nella frazione umida dei rifiuti urbani.

Le minori emissioni di PCDD/F hanno anche avuto un riflesso positivo nei fanghi prodotti dagli impianti di depurazione delle acque fognarie,⁴⁰ fanghi che spesso, dopo dissidratazione, sono smaltiti negli impianti di incenerimento di rifiuti urbani.

Pertanto è ipotizzabile che anche nei rifiuti urbani le con-

centrazioni di PCDD/F siano in diminuzione, anche grazie al progressivo miglioramento della qualità delle raccolte differenziate.

Valutazioni fatte sui migliori inceneritori operanti nei primi anni del 2000, in Europa³⁴ stimano fattori di emissione complessiva di PCDD/F (fumi + ceneri) compresi tra 1,5 e 45 µg I-TEQ per tonnellata di materiali inceneriti, con i valori più bassi negli impianti con un trattamento di degradazione catalitica dei microinquinanti organici.

Il più basso fattore di emissione di PCDD/F (1,5 µg I-TEQ per tonnellata) di questi inceneritori è uguale alla più bassa concentrazione di PCDD/F trovata nel 2000 nei MPC catalani,²⁸ pertanto, affermare, come è stato fatto, che gli inceneritori dell'ultima generazione producono meno diossine di quanto ce ne siano nei rifiuti «termovalorizzati» richiede per lo meno, il supporto di accurate misurazioni sia nei rifiuti inceneriti sia nelle emissioni dell'inceneritore.

PCDD/F negli eluati di ceneri

I test di lisciviazione confermano che, in particolari condizioni, i PCDD/F presenti nelle ceneri, sia leggere sia pesanti, possono essere liscivate e rese biodisponibili in quantità non trascurabile e con effetti ecotossici misurabili.

Diossine e furani sono poco solubili in acqua deionizzata, ma la loro solubilità aumenta molto se si usa acido acetico al 5%, in particolare con le ceneri leggere.⁴¹ La lisciviazione di diossine dalle ceneri leggere aumenta in modo significativo in presenza di tensioattivi di largo uso, quali gli alchilbenzen sulfonati,⁴¹⁻⁴² e di acidi umici disciolti,⁴³ situazioni possibili quando le ceneri pesanti sono smaltite insieme a rifiuti urbani o usate come materiale di copertura dei rifiuti. In effetti, quantità non trascurabili di PCDD/F (0,65-5,88 pg TEQ/l) e di PCB diossino simili (0,05-0,32 pg-TEQ/l) sono state trovate negli eluati di 12 discariche coreane,⁴⁴ dove i rifiuti urbani erano mescolati a ceneri da impianti per l'incenerimento di rifiuti urbani. Altri studi, condotti

su discariche coreane,⁴⁵ correlavano le elevate concentrazioni di PCDD/F negli eluati con il contenuto di carbonio organico solubile presente negli eluati stessi, ruolo confermato da studi condotti in impianti pilota in cui si simulavano i fenomeni di lisciviazione che avvengono all'interno di una discarica.⁴⁶

Nell'ultima decade, la maggior parte degli studi che hanno avuto come oggetto le ceneri prodotte dall'incenerimento di rifiuti solidi urbani hanno riguardato composizione chimica, caratteristiche mineralogiche e le modalità di lisciviazione dei metalli pesanti. Studi sugli effetti tossici ed ecotossici delle ceneri e dei loro eluati sono in numero molto minore⁴⁷⁻⁵² e molti di essi sono stati effettuati in anni recenti (2002-2007). La tabella 4 sintetizza materiali, metodi e risultati di questi studi. Lo studio ecotossicologico più esteso è stato realizzato da Lapa et al.,⁴⁹ ceneri pesanti prodotte da sette inceneritori, di cui tre operanti in Belgio, gli altri in Francia, Germania, Italia, e Regno Unito, sono state liscivate con acqua deionizzata. I lisciviati sono stati sottoposti a cinque diversi test di ecotossicità (tabella 4).

Tutti i campioni di eluati testati, tranne uno, sono stati classificati come ecotossici, in quanto almeno uno dei test biologici è risultato positivo con superamento dei limiti stabiliti in precedenza.

Eluati di ceneri pesanti trattate con acqua deionizzata⁵⁰ e con acqua a diverso pH acido⁵¹ sono risultati positivi al test dei micronuclei applicato a cellule di radici di *Vicia faba*. Questo effetto, in entrambi gli studi, è stato attribuito alla presenza nell'eluato di metalli genotossici in grado di attivare a livello cellulare fenomeni di stress ossidativo.

Test di mutagenicità realizzati con il metodo di Ames sono risultati negativi con eluati di ceneri ottenuti con acqua deionizzata.⁵⁰ Questo risultato era atteso, in quanto le estrazioni con acqua deionizzata solubilizzano in prevalenza metalli e il test di Ames è poco sensibile a questi elementi. Lo stesso test, applicato all'inizio degli anni Novanta a ceneri pesanti e leggere provenienti dall'inceneritore di Chicago ed estratti con cloruro di metilene⁴⁸ ha invece dato risultati positivi e l'eluato così ottenuto è risultato mutageno dopo diversa attivazione metabolica: 103,46 revertants/g (TA98); 247,5 revertants/g (TA100). Questi risultati sono interpretati con l'attività mutagena di composti organici liposolubili presenti nelle ceneri e resi biodisponibili dal solvente apolare utilizzato per l'estrazione.

L'inibizione alla crescita di *E. coli* DH5 è stata usata per classificare la tossicità dei diversi tipi di ceneri prodotte da un inceneritore di rifiuti urbani ed eluite con acido acetico diluito.⁵² L'inibizione alla crescita è stata riscontrata a concentrazioni molto basse, suggerendo il seguente ordine di tossicità delle ceneri, attribuita alla presenza di cloruri (in parentesi le concentrazioni al di sopra delle quali è stata osservata la completa inibizione della crescita cellulare): ceneri da lavaggio (0,0195 g/l), ceneri pesanti (0,156 g/l), ceneri da separazione (0,625 g/l).

Discussione

L'incenerimento dei rifiuti di rifiuti urbani in impianti dedicati ha avuto diffusione in Inghilterra e negli Stati Uniti, a partire dalla fine del 1800. Da allora, la storia di questa tecnologia è caratterizzata dal suo continuo adeguamento a norme di tutela ambientale sempre più restrittive e alla scoperta di nuovi e diversi effetti negativi indotti dal processo di incenerimento, quali l'emissione in atmosfera di metalli pesanti e composti organici clorurati.⁵³ Oggi, i fattori di emissioni di inquinanti aeriformi sono stati fortemente ridotti, grazie a complessi e costosi trattamenti fumi e gli inceneritori costruiti con le attuali migliori tecnologie disponibili rispettano ampiamente i limiti di legge.

Inevitabilmente, questo miglioramento tecnologico ha spostato una parte dei problemi ambientali dai fumi alle ceneri prodotte da questi impianti.

La rassegna bibliografica che abbiamo presentato evidenzia alcuni di questi problemi: nelle ceneri e nei loro eluati sono presenti metalli e composti organici potenzialmente tossici, molto spesso a concentrazioni maggiori di quelle riscontrabili nei MPC prima del loro incenerimento; una parte di composti organici assorbiti alle ceneri si forma durante la combustione e la stessa combustione rende più biodisponibili alcuni metalli; una maggiore biodisponibilità di composti organici si può verificare nella fase di stoccaggio in discarica; le reazioni esotermiche delle ceneri, se non adeguatamente controllate, possono diminuire l'impermeabilità delle discariche. Test genotossici hanno messo in evidenza un fatto relativamente nuovo: la genotossicità di eluati da polveri pesanti, fino a oggi considerate meno problematiche dal punto di vista dell'impatto ambientale e pertanto candidate, dopo opportuni trattamenti, a forme di riciclo in manufatti cementizi, asfaltatura strade, riempimenti edili. Questo effetto genotossico richiede conferme e lo sviluppo di test più affidabili, in quanto, per esempio, il test del micronucleo in cellule vegetali, ancorché risultato positivo nei confronti di eluati di ceneri pesanti in almeno due studi indipendenti,^{50,51} è generalmente ritenuto ancora di limitata predittività per l'elevata instabilità del genoma vegetale.

Per la loro natura, le ceneri prodotte dall'incenerimento dei rifiuti hanno una composizione molto variabile, corrispondente principalmente alla variabilità del rifiuto incenerito, variabilità che a sua volta dipende dai cambiamenti nei consumi, nei modi di produzione, nei metodi adottati per la gestione dei rifiuti.

Se, come pare, è inevitabile provvedere a forme di riciclo delle ingenti quantità di ceneri pesanti che si producono e si produrranno in Europa è assolutamente indispensabile che si prescrivano adeguati controlli in continuo anche sulle ceneri prodotte per verificare la loro idoneità a forme di riciclo, comunque possibili dopo sicuri processi di inertizzazione.

Per il momento, la maggior parte delle 711.000 tonnellate di ceneri pesanti, che si stima abbiano prodotto gli incene-

ritori italiani nel 2005, sono state poste insieme ai rifiuti urbani in discariche con caratteristiche idonee per raccogliere rifiuti non pericolosi. Come si è visto,⁴⁴ il mescolamento di ceneri con rifiuti urbani, può facilitare la mobilità di PCDD/F assorbiti alle ceneri, pertanto è altamente raccomandabile che l'impermeabilizzazione di queste discariche e la composizione dei loro eluati sia costantemente sotto controllo. E anche la durata di questi controlli merita la dovuta attenzione, in quanto poco o nulla si sa sull'andamento nel tempo delle concentrazioni di composti organici persistenti, quali PCDD/F e PAH, in un ambiente particolare quale quello del corpo di una discarica.

Le 162.000 tonnellate di ceneri volanti che abbiamo stimato essere state prodotte nel 2005, sono state inviate in apposite discariche controllate, idonee a stoccare in sicurezza questo tipo di rifiuti, classificati come rifiuti tossici per il presumibile alto contenuto di metalli pesanti, PCDD/F, IPA. Anche in questo caso sarebbe il caso di chiedersi se i controlli previsti per il monitoraggio delle discariche controllate, sono sufficienti a garantire la tutela dell'ambiente, specialmente nel lungo periodo.

Attualmente, in Italia, solo una piccola parte delle ceneri pesanti è utilizzata come materia prima dell'industria cementiera per la produzione di clinker, come previsto dal DM 5/2/97 e 5/2/98.

In altri Paesi europei con una lunga tradizione di incenerimento dei rifiuti urbani quali Olanda, Belgio, Germania, Francia, le ceneri pesanti sono già ora in gran parte riciclate come materiali di riempimento in opere edili, per la produzione di cemento e di asfalto. Questo uso è condizionato da specifici adempimenti, diversi in ciascun paese, che di solito fanno riferimento soltanto alla concentrazione di metalli trovati nell'eluato oppure a pre-trattamenti di inertizzazione. Se il riciclo non è possibile, come di solito avviene per le ceneri leggere, si provvede alla messa in discarica con livelli di sicurezza consona con la concentrazione di composti tossici trovata nelle ceneri.⁵⁴

La Direttiva europea 2000/76/EC che norma l'incenerimento dei rifiuti, per quanto riguarda i residui solidi derivanti da questo trattamento, all'articolo 9, si limita a raccomandare la minimizzazione della loro quantità e della loro pericolosità. Secondo questa stessa Direttiva il destino finale da privilegiare dovrebbe essere il riciclo, ma sia in questo caso che nell'eventuale messa a discarica «appropriati test dovranno essere condotti per stabilire le caratteristiche chimico-fisiche e il potenziale inquinamento dei diversi residui dell'incenerimento. Le analisi riguarderanno la frazione totale solubile e la frazione solubile dei metalli pesanti».

La decisione del Consiglio europeo del 19.12.2002 stabilisce criteri e procedure per le caratteristiche dei rifiuti da conferire nelle diverse tipologie di discariche previste dalla normativa europea: per rifiuti inerti, per rifiuti non pericolosi, per rifiuti pericolosi.

Questi criteri fanno riferimento alla concentrazione di determinati metalli, di cloruri, fluoruri e solfati, di carbonio organico disciolto e di solidi totali disciolti negli eluati ottenuti con tre tecniche diverse.

Criteri simili sono adottati dai paesi membri dell'Unione, ma con valori limite diversi tra Paese e Paese e con diversi metodi di liscivaggio.

Le possibili conseguenze di questa diversa normativa sono state oggetto di uno specifico studio.⁵⁴ Ceneri pesanti e leggere prodotte da un inceneritore belga sono state estratte con le diverse metodologie in vigore nei principali paesi europei e le concentrazioni dei metalli così ottenuti sono stati confrontati con i valori limiti in vigore negli stessi paesi per definire i possibili trattamenti finali.

In base ai risultati di questo studio, le ceneri pesanti tal quali avrebbero potuto essere riciclate nel pieno rispetto delle leggi nazionali in vigore in Olanda e in Francia, mentre nel Belgio e in Germania, il riciclo avrebbe richiesto ulteriori trattamenti di inertizzazione.

Per quanto riguarda le ceneri leggere, senza nessun trattamento potevano essere conferite in discariche per rifiuti pericolosi in Olanda, mentre in Germania e nelle Fiandre, in base alla normativa Europea, questo stoccaggio era possibile solo con una aggiunta del 20% di cemento; questo accorgimento tuttavia non sarebbe stato sufficiente in Francia, la cui normativa avrebbe richiesto una inertizzazione con più del 40% di cemento.

I risultati di questo studio evidenziano un problema reale: le diverse legislazioni nei Paesi europei possono indurre la spedizione verso i Paesi con norme meno restrittive d'ingenti quantità di ceneri, con l'obiettivo di risparmiare sui costi delle analisi, dei trattamenti, di smaltimento.

L'attuale tendenza ad armonizzare tra i Paesi dell'Unione le normative sullo smaltimento dei rifiuti dovrebbe evitare questo problema.

Forti ritardi invece ci sono sulla armonizzazione delle norme che autorizzano il riciclo in sicurezza delle ceneri pesanti prodotte dagli inceneritori europei.

Le grandi quantità di ceneri prodotte e l'aumento dei costi del loro smaltimento spinge alla scelta del loro riciclo. Gli effetti eco-tossici e genotossici degli eluati delle ceneri, evidenziati dai diversi studi presentati in questa rassegna, suggeriscono che prima che questa pratica si diffonda, sia opportuno emanare una normativa europea che regoli il riciclo delle ceneri prodotte dall'incenerimento dei rifiuti.

Tale norma, oltre ai test chimici ormai consolidati, quali l'analisi dei metalli pesanti, deve prevedere anche l'analisi di composti organici persistenti e adeguati test tossicologici in grado di garantire nel tempo l'innocuità di questi usi.

Contemporaneamente, in considerazione dei potenziali rischi per l'ambiente, specialmente quelli a lungo termine, che questa rassegna ha descritto, e al prevedibile ulteriore aumento dei costi dello smaltimento attraverso inceneri-

mento, anche a causa della doverosa inertizzazione di tutte le ceneri prodotte, sarebbe opportuno che, nei Paesi dell'Unione, e in particolare in Italia, si rafforzasse la consapevolezza dell'assoluta priorità da dare a politiche di riduzione alla fonte,⁵⁵ di riuso, di riciclo,⁵⁶⁻⁵⁸ di trattamenti meccanico-biologici della frazione organica biodegradabile,⁵⁹⁻⁶⁰ scelte che, a costi più contenuti, garantiscono un minor impatto ambientale e maggiori risparmi energetici rispetto all'incenerimento.⁶¹

Conflitti di interesse: nessuno

Bibliografia

- Rapporto dell'osservatorio sul funzionamento del termoutilizzatore di Brescia, relativo agli anni 2004 e 2005. Brescia: Comune di Brescia Settore Ambiente e Ecologia, 2006.
- Jung CH, Matsuto T, Tanaka N, Okada T. Metal distribution in incineration residues of municipal solid waste (MSW) in Japan. *Waste Manag* 2004; 24(4):381-91.
- Johnson SBS, Baccini P. Acid neutralizing capacity of municipal waste incinerator bottom ash. *Environ Sci Technol* 1995; 28: 142-47.
- Dugenes S. MSWI bottom ash: characterization and kinetic studies of organic matter. *Environ Sci Technol* 1999; 33: 1110-15.
- Klein R, Nestle N, Niessner R, Baumann T. Numerical modelling of the generation and transport of heat in a bottom ash monofill. *J Hazard Mater* 2003; 100(1-3): 147-62.
- Yan J, Bäverman C, Moreno L, Neretnieks I. Neutralising processes of municipal solid waste incineration bottom ash in a flow-through system. *Sci Total Environ* 1999; 227: 1-11.
- Rendek E, Ducom G, Germain P. Carbon dioxide sequestration in municipal solid waste incinerator (MSWI) bottom ash. *J Hazard Mater* 2006; 128(1): 73-79.
- Albano C, Trujillo, J, Caballero, A, Brito, O. Application of different kinetic models for determining thermal stability of PA 66/HDPE blends. *Polym Bull* 2001; 53:1-8.
- Southern JM, Rowe RK. Modelling of thermally induced desiccation of geosynthetic clay liners. *Geotextiles and Geomembranes* 2005; 23: 425-42.
- Klein R, Baumann T, Kahapka E, Niessner R. Temperature development in a modern municipal solid waste incineration (MSWI) bottom ash landfill with regard to sustainable waste management. *J Hazard Mater* 2001; 83(3): 265-80.
- Liu F, Liu JG, Yu QF, Nie YF. Chemical speciation and mobility of heavy metals in municipal solid waste incinerator fly ash. *J Environ Sci (China)* 2004; 16(6): 885-88.
- Verhulst D, Buekens A, Spencer PJ, Eriksson G. Thermodynamic behavior of metal chlorides and sulfates under conditions of incineration furnaces. *Environ Sci Technol* 1996; 30: 50-56.
- Valerio F, Pala M, Piccardo MT. Exposure to airborne cadmium in some Italian urban areas. *Sci Total Environ* 1995; 172: 57-63.
- Shim YS, Rhee SW, Lee WK. Comparison of leaching characteristics of heavy metals from bottom and fly ashes in Korea and Japan. *Waste Manag* 2005; 25(5): 473-80.
- Nas SS, Bayram A. Municipal solid waste characteristics and management in Gumushane, Turkey. *Waste Manag*. In Press, Corrected Proof.
- Rendek E, Ducom G, Germain P. Assessment of MSWI bottom ash organic carbon behavior: A biophysicochemical approach. *Chemosphere* 2007; 67(8): 1582-87.
- Pavasars I. Composition of organic matter in bottom ash from MSWI. Waste Management Series. In: G.R. Woolley JJJ, M.GaPJJW, ed. Waste Materials in Construction Wascon 2000 - Proceedings of the International Conference on the Science and Engineering of Recycling for Environmental Protection, Harrogate, England 31 May, 1-2 June 2000: Elsevier Science Ltd 2000: 241-46.
- Zhang S, Herbell JD, Gaye-Haake B. Biodegradable organic matter in municipal solid waste incineration bottom ash. *Waste Manag* 2004; 24(7): 673-79.
- Ferrari S, Belevi H, Baccini P. Chemical speciation of carbon in municipal solid waste incinerator residues. *Waste Manag* 2002; 22(3): 303-14.
- Di Palo C. Emission of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) from solid waste incinerator equipped with an after-combustion. *Fuel and Energy Abstracts* 1997; 38: 351.
- Kosson DS, van der Sloot HA, Eighmy TT. An approach for estimation of contaminant release during utilization and disposal of municipal waste combustion residues. *J Hazard Mater* 1996; 47: 43-75.
- Ibanez R, Andres A, Viguri JR, Ortiz I, Irabien JA. Characterisation and management of incinerator wastes. *J Hazard Mater* 2000; 79(3): 215-27.
- Durmusoglu E, Bakoglu M, Karademir A, Kirlı L. Adsorbable Organic Halogens (AOXs) in Solid Residues from Hazardous and Clinical Waste Incineration. *J Environ Sci Health, Part A* 2006; 41(8): 1699-714.
- Korenkova E, Matisova E, Slobodnik J. Application of large volume injection GC-MS to analysis of organic compounds in the extracts and leachates of municipal solid waste incineration fly ash. *Waste Manag* 2006; 26(9): 1005-16.
- Johansson I, van Bavel B. Polycyclic aromatic hydrocarbons in weathered bottom ash from incineration of municipal solid waste. *Chemosphere* 2003; 53(2): 123-28.
- Zhou HC, Zhong ZP, Jin BS, Huang YJ, Xiao R. Experimental study on the removal of PAHs using in-duct activated carbon injection. *Chemosphere* 2005; 59(6): 861-69.
- Liu Y, Li Y, Li X, Jiang Y. Leaching behavior of heavy metals and PAHs from MSWI bottom ash in a long-term static immersing experiment. *Waste Manag* 2008; 28(7): 1126-36.
- Abad E, Adrados MA, Caixach J, Rivera J. Dioxin abatement strategies and mass balance at a municipal waste management plant. *Environ Sci Technol* 2002; 36(1): 92-99.
- Johnke B, Stelzner E. Results of the German dioxin measurement programme at MSW incinerators. *Waste Manag Res* 1992; 10: 345-55.
- Riedel H, Hentschel B, Thoma H. Organic pollutants in stack gases compared to solid emissions of municipal solid waste incinerators. *Organohalogen Compd* 1999; 40: 465-69.
- Shin D, Choi S, Oh JE, Chang YS. Evaluation of polychlorinated dibenzo-p-dioxin/dibenzofuran (PCDD/F) emission in municipal solid waste incinerators. *Environ Sci Technol* 1999; 33: 2657-66.
- Giugliano M, Cernuschi S, Grosso M, Miglio R, Aloigi E. PCDD/F mass balance in the flue gas cleaning units of a MSW incineration plant. *Chemosphere* 2002; 46(9-10): 1321-28.
- Giugliano M, Cernuschi S, Grosso M, Aloigi E, Miglio R. The flux and mass balance of PCDD/F in a MSW incineration full scale plant. *Chemosphere* 2001; 43(4-7): 743-50.
- Grosso M, Cernuschi S, Giugliano M, Lonari G, Rigamonti L. Environmental release and mass flux partitioning of PCDD/Fs during normal and transient operation of full scale waste to energy plants. *Chemosphere* 2007; 67(9): S334-43.
- Quass U, Fermann M, Broker G. The European dioxin air emission inventory project-final results. *Chemosphere* 2004; 54(9): 1319-27.
- Gómara B, Bordajandi LR, Fernández MA et al. Levels and trends of polychlorinated dibenzo-p-dioxins/furans (PCDD/Fs) and dioxin-like polychlorinated biphenyls (PCBs) in Spanish commercial fish and shellfish products, 1995-2003. *J Agricol Food Chem* 2005; 53(21): 8406-13.
- Knutzen J, Bjerkeng B, Naes K, Schlabach M. Polychlorinated dibenzofurans/dibenzo-p-dioxins (PCDF/PCDDs) and other dioxin-like substances in marine organisms from the Greenland fjords, S. Norway, 1975-2001: present contamination levels, trends and species specific accumulation of PCDF/PCDD congeners. *Chemosphere* 2003; 52(4): 745-60.
- Schmid P, Gujer E, Zennegg M, Studer C. Temporal and local trends of PCDD/F levels in cow's milk in Switzerland. *Chemosphere* 2003; 53(2): 129-36.
- Fernández MA, Gómara B, Bordajandi LR et al. Dietary intakes of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, dibenzofurans and dioxin-like polychlorinated biphenyls in Spain. *Food Addit Contam* 2004; 21(10): 983-91.
- Eljarrar E, Caixach J, Rivera J. A comparison of TEQ contributions

- from PCDDs, PCDFs and dioxin-like PCBs in sewage sludges from Catalonia, Spain. *Chemosphere* 2003; 51(7): 595-601.
41. Yasuhara A, Katami T. Leaching behavior of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and furans from the fly ash and bottom ash of a municipal solid waste incinerator. *Waste Management* 2007; 27(3): 439-47.
 42. Schramm KW, W. ZW, Henkelmann B et al. Influence of linear alkylbenzene sulfonate (LAS) as organic cosolvent on leaching behaviour of PCDD/Fs from fly ash and soil. *Chemosphere* 1995; 31: 3445-53.
 43. Kim YJ, Lee DH, Osako M. Effect of dissolved humic matters on the leachability of PCDD/F from fly ash-laboratory experiment using Aldrich humic acid. *Chemosphere* 2002; 47(6): 599-605.
 44. Ham SY, Kim YJ, Lee DH. Leaching characteristics of PCDDs/DFs and dioxin-like PCBs from landfills containing municipal solid waste and incineration residues. *Chemosphere* 2008; 70(9): 1685-93.
 45. Choi KI, Lee DH. PCDD/DF in leachates from Korean MSW landfills. *Chemosphere* 2006; 63(8): 1353-60.
 46. Osako M, Kim YJ, Lee DH. A pilot and field investigation on mobility of PCDDs/PCDFs in landfill site with municipal solid waste incineration residue. *Chemosphere* 2002; 48(8): 849-56.
 47. Schramm KW, Hofmaier A, Klobasa O, Kaune A, Kettrup A. Biological in vitro emission control. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 1999; 49: 199-210.
 48. Silkowski MA, Smith SR, Plewa MJ. Analysis of the genotoxicity of municipal solid waste incinerator ash. *Science Total Environ* 1992; 111(2-3): 109-24.
 49. Lapa N, Barbosa R, Morais J, Mendes B, Mehu J, Santos Oliveira JF. Ecotoxicological assessment of leachates from MSWI bottom ashes. *Waste Manag* 2002; 22(6): 583-93.
 50. Radetski CM, Ferrari B, Cotellet S, Masfaraud JF, Ferard JF. Evaluation of the genotoxic, mutagenic and oxidant stress potentials of municipal solid waste incinerator bottom ash leachates. *Sci Total Environ* 2004; 333(1-3): 209-16.
 51. Feng S, Wang X, Wei G, Peng R, Yang Y, Cao Z. Leachates of municipal solid waste incineration bottom ash from Macao: Heavy metal concentrations and genotoxicity. *Chemosphere* 2007; 67(6): 1133-37.
 52. Lin KL, Chen BY. Understanding biotoxicity for reusability of municipal solid waste incinerator (MSWI) ash. *J Hazard Mater* 2006; 138(1): 9-15.
 53. Walsh DC, Chillrud SN, Simpson HJ, Bopp RF. Refuse incinerator particulate emissions and combustion residues for New York City during the 20th century. *Environ Sci Technol* 2001; 35(12): 2441-47.
 54. Van Gerven T, Geysen D, Stoffels L, Jaspers M, Wauters G, Vandecasteele C. Management of incinerator residues in Flanders (Belgium) and in neighbouring countries. A comparison. *Waste Manag* 2005; 25(1): 75-87.
 55. McGrath C. Waste minimisation in practice. *Resources, Conservation and Recycling* 2001; 32: 227-38.
 56. Samakovlis E. Revaluing the hierarchy of paper recycling. *Energy Economics* 2004; 26: 101-22.
 57. Patel M, von Thienen N, Jochem E, Worrell E. Recycling of plastics in Germany. *Resources, Conservation and Recycling* 2000; 29: 65-90.
 58. Sahlin J, Ekvall T, Bisailon M, Sundberg J. Introduction of a waste incineration tax: Effects on the Swedish waste flows. *Resources, Conservation and Recycling* 2007; 51: 827-46.
 59. Bezama A, Aguayo P, Konrad O, Navia R, Lorber KE. Investigations on mechanical biological treatment of waste in South America: Towards more sustainable MSW management strategies. *Waste Management* 2007; 27(2): 228-37.
 60. Konecny K, Pennington DW. Life cycle thinking in waste management: Summary of European Commission's Malta 2005 workshop and pilot studies. *Waste Manag* 2007; 27(8): S92-97.
 61. Denison RA. Environmental life-cycle comparisons of recycling, landfilling and incineration: a review of recent studies. *Annu Rev Energy Environ* 1996; 21: 191-237.