

Osservazioni sul progetto della Celtica Ambiente/Powerco/Elettroambiente per la realizzazione di una "torcia al plasma" a Brindisi

Castellanza/Brindisi, 6 maggio 2002 – 20 ottobre 2002

Le seguenti note sintetiche intendono contribuire criticamente alla conoscenza dell'iniziativa per la realizzazione di una "torcia al plasma" finalizzata alla gassificazione di Combustibile da Rifiuti (CDR) a Brindisi.

1. La torcia al plasma e la gestione dei rifiuti in provincia di Brindisi

Chi scrive ha avuto modo di esaminare e fornire osservazioni al "*Programma di emergenza sui rifiuti*" redatto dal Commissario Straordinario per l'emergenza della regione Puglia a seguito delle diverse Ordinanze del Ministro dell'interno, ed in particolare di quella dell'Ordinanza del 27.06.1996.

E' nell'ambito della gestione, emergenziale dal 1994, dei rifiuti urbani e assimilabili - congiuntamente con la chiusura dell'impianto CVM del Petrolchimico di Brindisi - che i proponenti della torcia alla plasma trovano la principale motivazione dell'intervento.

Senza voler ripresentare quelle osservazioni possiamo sinteticamente tracciare la situazione nelle tabelle che seguono.

In particolare :

- nella Tabella 1 riporta gli obiettivi del Programma di emergenza al 31.12.1999;
- nella Tabella 2 si riportano le previsioni impiantistiche derivanti dalle scelte operate nel Programma di emergenza.

A tale proposito si evidenzia sia una elevata capacità di incenerimento regionale, addirittura superiore alla prevista produzione di RDF (ora CDR) ovvero una capacità di incenerimento pari a 1.500 t/giorno a fronte di una produzione di circa 629 t/giorno, sia l'assenza di una previsione di un impianto di incenerimento proprio nella provincia di Brindisi.

- nella Tabella 3 si riportano le stime relative alla composizione dei rifiuti urbani della regione Puglia e, infine, nella Tabella 4 si indica la attuale (al 2000) situazione relativa alla raccolta differenziata

Tabella 1. Regione Puglia, Previsione del Programma di emergenza sui rifiuti, obiettivi al 31.12.1999

<i>Provincia</i>	<i>Produzione RSU t/giorno</i>	<i>Raccolta differenziata frazione secche t/giorno</i>	<i>Raccolta differenziata frazioni organiche t/giorno</i>	<i>Raccolte differenziata totale t/giorno</i>	<i>Produzione di RDF da RSU t/giorno</i>	<i>Produzione di frazione organica "sporca" t/giorno</i>
Brindisi	460	92,9	73,6	166,5	58,7	235
Foggia	845	170,3	135,6	305,9	107,8	431,3
Bari	1.776	358,6	284,3	642,9	226,6	906,7
Lecce	1.032	208,5	165,1	373,6	131,7	526,7
Taranto	814	164,4	130,2	294,6	103,9	415,5
Totale	4.927	994,7	788,8	1783,5	628,7	2515,2

Tabella 2 . Previsioni impiantistiche del Programma di emergenza al 31.12.1999

<i>Provincia</i>	<i>Centri raccolta per raccolte differenziate</i>	<i>Impianti di compostaggio</i>	<i>Impianti di produzione di RDF</i>	<i>Impianti di incenerimento</i>
Brindisi	60	50	50	
Foggia	100	240	70	300
Bari	145	325	160	700
Lecce	100	60	70	300
Taranto	40	140	70	200
Totale	445	815	420	1.500

Nota : Per quanto concerne gli impianti di trattamento dei rifiuti indifferenziati non viene indicata la potenzialità che dovrà essere comunque pari alla quantità di rifiuti urbani al netto delle raccolte differenziate (3.143.5 t/g)

Tabella 3. Composizione dei rifiuti in regione Puglia e percentuali di intercettazione previste nel Programma di emergenza al 31.12.1999

<i>Frazione</i>	<i>Percentuale di presenza della frazione sul totale degli RSU</i>	<i>Percentuale di raccolta differenziata della frazione</i>
Vetro	8 %	60 %
Plastica	10 %	50 %
Frazione organica domestica	40 %	20 %
Frazione organica mercatale	10 %	80 %
Carta	20 %	40 %
Metalli	6 %	40 %
Sottovaglio	6 %	//

Tabella 4. Produzione di rifiuti solidi urbani in regione Puglia e per provincia, stato della raccolta differenziata al 2000

<i>Provincia</i>	<i>Produzione attuale (2000) (*)</i>	<i>Raccolta differenziata (2000) (*)</i>	<i>Raccolta differenziata (2000) (*)</i>	<i>Raccolte differenziata totale (previsione programma di emergenza al31.12 1999)</i>
	<i>t/giorno</i>	<i>%</i>	<i>t/giorno</i>	<i>t/giorno</i>
Brindisi	468	2,65%	12,4	166,5
Foggia	788	0,82%	6,4	305,9
Bari	1.976	4,80%	94,8	642,9
Lecce	899	5,56 %	50,0	373,6
Taranto	739	1,92 %	14,2	294,6
Totale	4.871	3,65 %	177,9	1.783,5

(*) Rapporto Rifiuti 2001, ANPA.

Senza entrare nel dettaglio, dalle tabelle 3 e 4 emergono due fatti:

- il primo concerne il sostanziale fallimento ovvero il non raggiungimento degli obiettivi del Programma di emergenza per quanto concerne la raccolta differenziata e il mancato raggiungimento degli obiettivi (35 %) indicati dal DLgs 22/97;
- il secondo - come già osservato a suo tempo - riguarda la centralità, per ottenere una drastica riduzione delle quantità di rifiuti inviati allo smaltimento, della raccolta differenziata della frazione organica.

Non sono qui per pontificare sulle ragioni di questo fallimento e sulla perdurante "timidezza" delle iniziative per colmare questo divario; mi limito a sottolineare la stretta relazione che vi è tra assenza/carenza di iniziative idonee a intercettare adeguatamente (sia sotto il profilo quantitativo che qualitativo) le singole frazioni di cui sono composti i rifiuti urbani e assimilabili e iniziative, come quella in oggetto, finalizzate allo smaltimento con sistemi termici dei rifiuti indifferenziati e/o sotto la forma di CDR ovvero delle frazioni combustibili.

A quest'ultimo riguardo, più di tante parole, si può evidenziare questa relazione la tabella 5 che segue che riporta le stime - a partire da un rifiuto indifferenziato "tipico" - del contenuto calorifico del rifiuto risultante in funzione della diversa efficacia delle iniziative di raccolta differenziata (rammento a tale proposito che vi sono oramai collaudate esperienze basate su sistemi di raccolta porta a porta, anche in città delle dimensioni di Brindisi - che oggi sono in grado di evitare che finiscano nel flusso dei rifiuti indifferenziati circa il 50 %, e anche più, dei rifiuti prodotti).

In sintesi la Tabella 5 evidenzia che con la progressione della raccolta differenziata, in particolare delle due frazioni combustibili contenute nei rifiuti (le matrici plastiche e cellulosiche), il potere calorifico del rifiuto (o CDR) rimanente è talmente basso da non consentire l'autosostentamento di un impianto di combustione (o di gassificazione), come pure non avrebbero ragione di essere impianti di selezione del rifiuto indifferenziato tra un flusso organico e uno combustibile, come quelli previsti in Puglia.

Comunque sia vorrei qui, anche se sinteticamente, portare all'attenzione il fatto che le numerose iniziative per l'incenerimento dei rifiuti rappresentano una "chiusura del cerchio" perversa del ciclo delle merci fondato sullo spreco di risorse. In altri termini l'incenerimento - e in genere i processi termici - di "distruzione" dei rifiuti rappresentano la perpetuazione del ciclo dell'inquinamento che inizia con l'estrazione delle risorse naturali, prosegue nei cicli produttivi e di distribuzione e troverebbe una sua "chiusura" altrettanto inquinante delle precedenti fasi ove si adottasse lo smaltimento mediante l'incenerimento o altri processi termici : la ciliegina su una torta avvelenata.

Tabella 5. Stima degli effetti delle raccolte differenziate sulla quantità dei rifiuti urbani “inceneribili” e sul potere calorifico risultante

<i>Tipologia di raccolta differenziata</i>	<i>Energia residua Kcal/kg</i>	<i>Massa residua %</i>	<i>P.C.I. del RDF/CDR ottenibile</i>
Recupero senza plastica (tot. 15 %)	2.250	85	2.650
Recupero senza plastica (tot. 25 %)	2.150	75	2.850
Recupero senza plastica (tot. 35 %)	2.100	65	3.200
Recupero al 20 % con 5 % plastica	1.910	80	2.380
Recupero al 30 % con 5 % plastica	1.810	70	2.600
Recupero al 35 % con 5 % plastica	1.760	60	2.950
Recupero al 25 % con 10 % plastica	2.570	75	2.100
Recupero al 35 % con 10 % plastica	1.470	65	2.261
Recupero al 45 % con 10 % plastica	1.420	55	2.580
Recupero organico 100 %, plastica 50 %, carta 5 %	1.398	49,5	2.124
Recupero organico 100 %, plastica 100 %, carta 100 %	536	29	1.848
Recupero plastica 50 %, carta 50 %	1.638	79,5	2.060
Recupero plastica 100 % carta 100 %	776	59	1.315
Recupero solo organico 100 %	2.260	70	3.230

Fonte: U. Ghezzi “*Effetti dell’attività di recupero sull’incenerimento*” in Recupero di materiali ed energia da rifiuti solidi, Dipartimento di ingegneria idraulica ambientale e del rilevamento, Politecnico di Milano, CIPA editore, 1998, pp 399-412.

Da ultimo vorrei ricordare che una corretta gestione dei rifiuti (che deve comunque partire dalla messa in discussione - modifica - del sistema economico di produzione delle merci che oggi implica una produzione di rifiuti in quantità esponenziali, quindi un approccio che parte dalla prevenzione e riduzione dei rifiuti stessi) ha effetti positivi sia in termini economici che occupazionali, come indicato nella tabella 6 che segue.

Tabella 6 – Costi e occupati diretti per il ciclo di raccolta/valorizzazione dei materiali recuperati e per il ciclo di raccolta/smaltimento dei rifiuti indifferenziati (Fonte: Ambiente Italia, 1998)

	Costi di gestione (lire/kg)			Addetti (unità per 100.000 t/a)		
	minimo	massimo	media	minimo	massimo	media
RD Organico/verde e compostaggio	213	369	278	157	282	223
RD Carta e selezione	53	144	93	80	173	123
RD Vetro e selezione	43	190	76	24	207	56
RD Plastica e selezione	983	1.419	1.108	1.007	1.605	1.191
Raccolta RSU tal quali e discarica	171	372	254	39	175	91
Raccolta RSU tal quali e incenerimento	239	480	305	52	188	104
RD totale (media ponderata)	165	301	215	148	286	202

2. La torcia al plasma

Si premette che le note che seguono sono basate sulla documentazione disponibile a chi scrive¹ nonché quella direttamente reperita da diverse fonti, via via citate nel testo. Non si è potuto disporre delle relazioni tecniche e progettuali dell'impianto né dello studio di impatto ambientale presentato nel 1999 dalla società e poi ritirato.

Venendo alla questione della torcia al plasma proposta a Brindisi, la stessa viene presentata dalla società proponente con le seguenti peculiarità :

- elevate temperature di gassificazione dei rifiuti (non formazione di sostanze tossiche);
- produzione di un gas ad elevato potere calorifico;
- produzione di scorie basaltiche inerti inglobanti i metalli e utilizzabili in campo edilizio/stradale;
- assenza di ceneri volanti, scarichi idrici e altri scarti;

¹ In particolare, il decreto ministeriale autorizzativo n. 56/2000, relazioni presentate dall'Amministrazione comunale, documentazione distribuita dalla società Celtica Ambiente/Powerco, in particolare il documento dal titolo "Impianti "PPV" con Torcia al Plasma per la Produzione di Energia Elettrica da Fonti Rinnovabili".

- elevato recupero energetico del gas combustibile prodotto dalla torcia con ciclo combinato;
- investimenti ridotti rispetto a un inceneritore tradizionale.

Esaminiamo questi aspetti.

In primo luogo ricordo che esistono due tipologie di torcia al plasma ovvero di un sistema, fondato sulla produzione di una differenza di potenziale tra due elettrodi, che trasferisce elevata energia termica a una matrice in condizioni di ridotta presenza di aria (o di altri gas):

- le torce ad arco trasferito, in cui uno degli elettrodi è costituita dalla matrice (rifiuto, suolo contaminato) ed in cui il calore prodotto dalla scarica elettrica viene trasferito direttamente alla matrice/elettrodo. Si tratta di sistemi finalizzati alla "*inertizzazione*" del rifiuto ovvero alla sua "*vetrificazione*" per bloccare le componenti tossiche ed impedire la loro migrazione verso l'ambiente una volta posti in discarica;
- le torce ad arco non trasferito in cui il calore prodotto dalla scarica elettrica viene trasferito indirettamente alla matrice mediante un gas (aria nel caso dei rifiuti) per riscaldare, senza combustione, ad elevate temperature (3.000-4.000 °C) il rifiuto trattato.

Anche se non esplicitato nella documentazione disponibile, il progetto che ci interessa è del secondo tipo - ad arco non trasferito - ed ha appunto la funzione di riscaldare il rifiuto (CDR, pulper da cartiere, biomasse) affinché, tramite successive reazioni di pirolisi, ossidazione parziale e reforming, dalla componente organica venga prodotto un gas combustibile che viene successivamente - previa depurazione dello stesso - inviato alla combustione in un impianto a ciclo combinato per la produzione di energia elettrica (e volendo di energia termica sotto forma di vapore). Dall'altro, le componenti non organiche dei rifiuti (inerti, metalli) verrebbero "*fuse*" in una matrice basaltica/vetrosa tale da rendere inerte il prodotto (e, secondo i proponenti, utilizzabile in opere edilizie o stradali).

Rispetto alle applicazioni finalizzate ad una inertizzazione del rifiuto² (applicazioni su rifiuti pericolosi come i rifiuti ospedalieri, con matrice amiantifera, quelli derivanti dalle produzioni nucleari, suoli contaminati, specifiche categorie di rifiuti industriali e di armi chimiche) in uso da alcuni anni, nel nostro caso l'utilizzo della torcia al plasma risponderebbe anche alla produzione di energia.

Va segnalato subito che, rispetto alle applicazioni ricordate, siamo in presenza di una matrice (i rifiuti urbani) di elevata eterogeneità e ciò implica che le sostanze e le

² Non si entra nell'illustrazione delle applicazioni propriamente industriali della torcia al plasma, ad esempio in campo metallurgico per la separazione/recupero di metalli dalle scorie.

reazioni lungo tutto il processo siano estremamente numerose, di difficile prefigurazione e di difficile controllo.

Si segnala che è la stessa società proponente ad evidenziare tale problematica : al convegno Ricicla 2000 il gruppo Celtica e il gruppo Sorain Cecchini hanno presentato le intenzioni di applicazione sperimentale di questa tecnologia su CDR, proprio per individuare le criticità dell'applicazione della torcia ai rifiuti e per la messa a punto ottimale di questa tecnologia³.

1.1 La ricerca italiana sulla torcia al plasma

A conferma di quanto detto sopra il CNR ha approvato un Progetto Strategico “*Applicazioni Industriali del Plasma*”⁴ nella seduta del Consiglio di Presidenza del CNR del 5 Luglio 1996. “*Il principale obiettivo scientifico del P.S. è la verifica sperimentale dell'ipotesi che il plasma, costituito da particelle cariche e atomi neutri energetici, possa essere utilizzato, in funzione delle sue diverse caratteristiche, per attivare sui materiali tre tipi di processo:*

1. distruzione di materiali tossico/nocivi.

2. modificazione superficiale di materiali esistenti

3. creazione di nuovi materiali

e nello stimolare l'inizio di un'attività nazionale sulle suddette linee di ricerca i cui risultati possano essere applicabili in tempi brevi a livello industriale. “

In particolare sono diverse le diramazioni di questo progetto nel campo dei rifiuti, ma, come detto, finalizzate al trattamento di rifiuti particolari e di elevata pericolosità.

Nel capitolo del progetto dedicato alla “*distruzione di materiali tossico/nocivi*” si afferma : “*Queste tecnologie **dovrebbero** consentire, grazie alle elevate temperature raggiungibili anche in ‘bruciatori’ di grande volume, l’ottenimento di efficienze di distruzione molto elevati, garantite dall’aumento della velocità della reazione. (...) In particolare questi processi **dovrebbero** risultare particolarmente efficaci nel trattamento dei rifiuti difficilmente smaltibili oppure aventi un costo di smaltimento elevato. Ad esempio :*

- *rifiuti a prevalente base organica contenenti composti organici alogenati quali : policlorobifenili (PCB), policlorodibenzodiossine (PCDD), policlorodibenzofurani (PCDF), oppure composti che sono possibili precursori nel processo di formazione dei composti citati;*
- *rifiuti a prevalente base inorganica quali l’amianto, terreni contaminati da PCB, ecc.;*
- *rifiuti ospedalieri.” (il neretto è di chi scrive).*

³ Gruppo Sorain Cecchini, Gruppo Celtica “*Applicazione della tecnologia al plasma per la produzione di energia dai rifiuti. Realizzazione impianto dimostrativo*”, Atti del Convegno Ricicla 2000, pp. 278- 283, Maggioli Editore.

⁴ Coordinato dal Dr. Giovanni Bonizzoni.

Ad esempio, nel campo del trattamento dei PCB, il progetto di ricerca sopra ricordato parte dal presupposto che “ *Il processo ad arco-plasma possiede tutti i prerequisiti necessari per operare in condizioni di temperatura elevata e per minimizzare la ricombinazione dei frammenti molecolari ottenuti dalla rottura dei legami chimici per mezzo degli urti con le particelle elettricamente cariche del plasma.*

L'attività di ricerca su prototipi di impianto, in scala di laboratorio, è legata all'ottimizzazione dei parametri della torcia al plasma e alla messa a punto della tecnologia per l'alimentazione delle sostanze tossiche in forma gassosa dopo un processo di pirolisi.”

Un altro indirizzo è stato quello relativo al trattamento di scorie da incenerimento di rifiuti tossico-nocivi e di fanghi da impianti di depurazione delle acque di scarico (cui è interessato anche l'Istituto di Ricerca sulle Acque presso la sede sperimentale di Bari) per la verifica della capacità di immobilizzazione dei metalli pesanti nel prodotto solido dell'applicazione della torcia al plasma a queste tipologie di rifiuti.

Un altro ancora era identificato nella realizzazione di un prototipo di impianto per il trattamento di rifiuti ospedalieri con la collaborazione dell'AMIAT di Torino, tale progetto (non completato) a cura del Politecnico di Torino doveva essere accompagnato da una “*valutazione di impatto ambientale del processo*”.

Ad oggi, nonostante alcune attività propedeutiche svolte, questo progetto – per quanto concerne le applicazioni sui rifiuti - non è stato completato né sono disponibili risultati idonei a caratterizzare i diversi impatti connessi con l'uso di questa tecnica sulle tipologie di rifiuti sopra indicate, men che meno su rifiuti urbani e/o CDR.

Si rammenta ancora che è lo stesso CNR, nel presentare gli obiettivi di questa ricerca nel campo dei rifiuti pericolosi, che ricorda le applicazioni della torcia al plasma in questo campo e nel contempo evidenzia che “*è necessaria una attività di ricerca e sviluppo finalizzata all'ottimizzazione del sistema di alimentazione (torcia compresa), all'ingegnerizzazione del sistema (reattore e linea di trattamento dei fumi), alla valutazione dei costi di trattamento e della qualità dei reflui...”*”.

1.2 Il gas combustibile ottenibile dalla torcia al plasma applicata a Rsu/CDR

Per quanto concerne le caratteristiche del gas ottenuto dalla gassificazione dei rifiuti, paragonato al “*gas d'acqua*”⁵ (e che, secondo i proponenti, sarebbe composto principalmente dal 53 % di idrogeno e dal 33 % di monossido di carbonio) vi è da evidenziare in primo luogo che il suo potere calorifico inferiore è stimabile intorno ai 2.700 kcal/Smc a fronte, ad esempio, del metano che ha un p.c.i. pari a 8.250 kcal/Smc. Si tratterebbe quindi di un gas combustibile “*povero*”, a basso p.c.i..

⁵ Ottenuto dalla gassificazione di coke, lignite, oramai non più impiegati per ragioni di costo dei combustibili di partenza e quelli di produzione.

Altre fonti indicano composizioni pari a 41,2 % di idrogeno, 29,7 di monossido di carbonio, 3,2 % di metano, 17 % di ossidi di azoto, 8,3 % di biossido di carbonio e altri composti, con un potere calorifico risultante anche inferiore (circa 2.240 kcal/Smc)⁶.

Altri studi indicano una valore di 10.753 MJ/kg (2.568 kcal/kg) e di 10.021 MJ/mc (2.393 kcal/mc), vicini (anzi inferiori) a quelli calcolati da chi scrive.

Si rammenta inoltre che in letteratura sono segnalati problematiche inerenti l'utilizzo di un gas con elevate concentrazioni di idrogeno nelle attuali "macchine" turbogas.⁷

Per quanto concerne le caratteristiche delle emissioni va detto che le stesse dipendono, oltre che dalle caratteristiche della matrice trattata, anche dall'efficacia del sistema di "depurazione" del gas combustibile prodotto dalla gassificazione dei rifiuti, prima del suo invio alla combustione nell'impianto a ciclo combinato, e dalle reazioni chimiche possibili tra i diversi e numerosi contaminanti presenti nel gas stesso, che possono formarsi "ex novo" anche dopo il sistema di depurazione.

Nel nostro caso la società proponente dichiara che i gas prodotti verranno depurati tramite una serie di operazioni che comprendono un "quench" (un rapido raffreddamento dei fumi), un lavaggio ad umido (scrubber) e con un impianto di desolfurazione - presumibilmente - ma non viene dichiarato - con un reattivo alcalino per ridurre l'acidità dei fumi e per abbattere lo zolfo presente nei fumi.

In altri termini è la efficacia di questo sistema di depurazione che determina l'emissione conclusiva dell'impianto (cioè quella risultante dopo la combustione del gas prodotto nella torcia al plasma) in quanto l'impianto a ciclo combinato non è dotato - come di prassi in quanto si tratta di impianti che trovano la loro maggiore applicazione nella combustione del metano - di alcun ulteriore sistema di abbattimento.

Si osserva, in via generale che non esiste alcun sistema di abbattimento in grado di eliminare completamente gli inquinanti presenti nei fumi (di un ciclo produttivo e/o di combustione) e, nel caso specifico, ovvero di una gassificazione/combustione di una matrice eterogenea come i rifiuti urbani.

In particolare su impianti sperimentali di torce al plasma⁸ sono state rilevate elevate concentrazioni di ossidi di azoto, di polveri, di acido benzoico e di mercurio.

Possiamo affermare che, nonostante le affermazioni tranquillizzanti dei proponenti e data la matrice sottoposta a gassificazione, che non può essere esclusa la formazione di microinquinanti clorurati (tra cui le dibenzodichlorodiossine e i diclorobenzofurani) in una fase successiva alla depurazione dei gas combustibili e/o successivamente alla loro combustione nel turbogas dell'impianto a ciclo combinato.

⁶ V. Prof. Giuliano Cammarata "Termovalorizzazione dei rifiuti solidi", in Rifiuti Solidi, XVI, n. 3, maggio-giugno 2002, p. 153.

⁷ V. A. Corti, L. Lombardi, "Ipotesi di recupero energetico da rifiuti mediante processo al plasma", Rifiuti Solidi, vol XVI n. 3, maggio-giugno 2002, pp. 179-185.

⁸ Cfr. EPA/540/A5-9/007, Retech Inc., Plasma Centrifugal Furnace "Applications Analysis Report", giugno 1992.

E' infatti noto che nessun impianto di incenerimento (e di gassificazione) ossida completamente i materiali organici. Così i gas di scarico e i residui del processo di combustione contengono ancora materiale organico di varia complessità, che può derivare sia da combustione incompleta, sia da reazioni di sintesi termica: in questo materiale sono presenti le PCDD e i PCDF.

Circa la formazione delle PCDD e dei PCDF nei processi di combustione, sono state fatte le seguenti ipotesi:

- a) - tali composti sono presenti in tracce nei rifiuti e non completamente "*distrutti*";
- b) - le due classi di composti si formano da precursori organici clorurati come, per esempio, i policlorobenzene, i policlorofenoli, i PVC, durante la combustione;
- c) - la presenza di PCDD e PCDF è dovuta ad una serie di reazioni termiche fra precursori non clorurati e composti inorganici clorurati;
- d) - a causa della natura eterogenea dei rifiuti, sopravvivono alla combustione specie cloroorganiche che possono originare PCDD e PCDF;
- e) - sono possibili reazioni in fase non gassosa o reazioni bifase (gassosa/non gassosa) che contribuiscono alla formazione delle PCDD e dei PCDF.

Fra i meccanismi di formazione delle PCDD e dei PCDF negli impianti di incenerimento o di termodistruzione che dir si voglia, è pacificamente accettato dai ricercatori quello costituito da precursori quali i clorofenoli e i clorobenzene, che si formano per via radicalica ad alta temperatura nelle camere di combustione degli impianti di incenerimento (e/o dei sistemi di postcombustione) e, con successive reazioni di condensazione, che possono avvenire in fase omogenea e danno luogo, appunto, alla formazione delle PCDD e dei PCDF.

Un secondo meccanismo pacificamente accettato dai ricercatori è rappresentato dalla cosiddetta "*de-novo sintesi*" in cui sono coinvolte le fly-ash. Le particelle carboniose reagiscono con ossigeno e cloro formando una grande varietà di composti clorurati tra i quali le PCDD e i PCDF, grazie anche al ruolo catalitico svolto da alcuni ioni metallici presenti su di esse, in particolare il rame (la cui concentrazione "*permessa*" nel CDR è elevata).

I due meccanismi anzidetti, possono avvenire contemporaneamente; allo stato, la letteratura non chiarisce l'importanza dei processi in fase omogenea rispetto a quelli in fase eterogenea.

In proposito va ancora segnalato che la formazione delle PCDD e dei PCDF non avviene solo nelle zone "*fredde*" dell'impianto (zone di temperatura comprese tra 200 400 °C), dopo la camera di combustione, come per esempio, negli elettrofiltri, ma *anche* in intervalli di temperatura di 500 ÷ 650 °C come evidenziato da recenti ricerche.

Recenti valutazioni condotte dall'EPA sulla applicazione da parte di imprese private della torcia al plasma⁹ per il trattamento di rifiuti pericolosi (ospedalieri, esplosivi, rifiuti industriali contaminati da solventi, suoli contaminati da piombo, vetrificazione

⁹ Nel caso specifico da parte della società Startech Environmental Corp..

di ceneri leggere da impianti di incenerimento di rifiuti urbani) hanno indicato concentrazioni di diossine, furani e metalli - dopo la combustione del gas ottenuto dalla torcia - a livelli di alcune grandezze inferiori ai limiti vigenti ¹⁰, nelle medesime valutazioni sono stati indicati concentrazioni di diossine nel gas combustibile prodotto (prima della combustione dello stesso) nell'ordine di 0,1 nanogr/Nmc come TCDD_{eq}, ovvero a livelli pari ai limiti alle emissioni di questi contaminanti prescritti per gli inceneritori per rifiuti.

La assenza di una risoluzione definitiva su questo aspetto – per quanto concerne le applicazioni della torcia al plasma su RSU/CDR – sono confermate anche nella più recente letteratura. Ad esempio nelle conclusioni inerenti delle valutazioni sul recupero energetico ¹¹ si afferma : *“Tale scenario apre sicuramente il campo a possibili ulteriori sviluppi che vadano anche nella direzione delle performance necessarie ai fini di uno sfruttamento reale del gas di sintesi in turbine a gas (trattamento gas e abbattimento composti gassosi e particellari indesiderati)”* (il neretto è di chi scrive).

La società Elettroambiente presenta – sul proprio sito web – dei valori inerenti le concentrazioni attese all’emissione dalla gassificazione di rifiuti mediante torcia al plasma rispetto a quelle ottenibili con un impianto di incenerimento tradizionale sia in termini di concentrazioni che di rapporto tra emissione e quantità di rifiuti trattati. La tabella presentata evidenzerebbe valori più bassi per tutti i contaminanti nel caso della torcia al plasma.

Purtroppo nulla viene detto circa la fonte di tali dati ovvero dell’impianto e delle caratteristiche della campagna di misurazione effettuata per svolgere il confronto. Risalta invece l’attribuzione di valori di concentrazione per tonnellata di rifiuti incenerito (impianto tradizionale) superiori, per diversi contaminanti, a quelli risultanti dalla applicazione dei limiti alle emissioni più recenti e quelli ottenibili con l’applicazione della BAT (Best Available Technology) agli inceneritori tradizionali.

¹⁰ V. EPA, Office of Solid Waste "Potential applicability of assembled chemical weapons assessment technologies to RCRA waste streams and contaminated media", EPA 542-R-00-004, agosto 2000, p.2-30 e seguenti.

¹¹ V. A. Corti, L. Lombardi, *“Ipotesi di recupero energetico da rifiuti mediante processo al plasma”*, Rifiuti Solidi, vol XVI n. 3, maggio-giugno 2002, p. 185.

Tabella 7. Emissioni per tonnellate di rifiuto solido urbano combusto presso inceneritori tradizionali: alle concentrazioni previste dalla normativa vigente, alla applicazione della BAT, secondo la società Elettroambiente ed emissioni per tonnellata di rifiuti solidi urbani trattati con torcia al plasma secondo la società Elettroambiente

<i>Contaminante</i>	<i>Fattori di emissione (grammi per tonnellata di rifiuto)</i>		<i>Fattori di emissione (grammi per tonnellata di rifiuto)</i>	
	<i>(a)</i>		<i>(b)</i>	
	<i>Emissioni risultanti dalla applicazione dei limiti esistenti per nuovi impianti</i>	<i>Emissioni raggiungibili con l'applicazione della B.A.T.</i>	<i>Emissioni di un inceneritore tradizionale</i>	<i>Emissioni da torcia al plasma alimentata con rifiuti solidi urbani</i>
Polveri	60	30	44,30	3,45
Acido cloridrico	120	60	88,61	7,66
Ossidi di azoto	1.200	420	886,08	421,58
Ossidi di zolfo	600	300	443,04	13,79
Monossido di carbonio	300	200	221,52	210,79
Carbonio organico totale	60	40	44,30	6,90
Metalli pesanti	3	1,5	2,22	0,18
Mercurio	0,30	0,30	0,22	0,03
Idrocarburi policiclici aromatici	0,060	0,030	0,04	3,45 (c)
Tcddeq	600 nanog	600 nanog	440	Non determinabile

- a) fonte : Conferenza Nazionale Energia e Ambiente, Roma, 25-28 novembre 1998; “*Compatibilità ambientale, controlli e caratterizzazioni nella valorizzazione energetica dei rifiuti urbani*” .
- b) fonte : Sito web Elettroambiente.
- c) Per quanto concerne gli IPA nonostante – secondo i dati qui riportati di Elettroambiente – emissione maggiore nel caso della torcia al plasma (3,45 g/t di RSU a fronte di 0,04 g/t di RSU, ovvero 86 volte maggiore) anche in questo caso si afferma che vi sia una riduzione dell’emissione a favore della torcia al plasma (il rapporto emissioni torcia al plasma/inceneritore sarebbe pari al 7,78 %).

1.3 Le scorie risultanti dal processo al plasma

Per quanto concerne la inertizzazione delle sostanze organiche nel residuo solido della torcia al plasma si segnala quanto segue.

Il proponente sottolinea le caratteristiche di questo residuo come di un basalto/vetro con caratteristiche tali da “immobilizzare” i metalli impedendone la mobilitazione nonché la sostanziale inerzia del residuo non “lisciviabile” (cioè non attaccabile da sostanze basiche e/o acide).

Va segnalato a tale proposito che per produrre un “buon vetro” occorre che lo stesso abbia dei contenuti minimi e/o massimi di determinate sostanze.

In particolare si richiede che, per conferire le proprietà chimico-fisiche “tradizionali” (comprese quelle di inerzia e bassa o nulla attaccabilità dalla maggior parte degli agenti chimici), occorre una presenza di silice superiore al 30/35 %, una presenza di silice, allumina e zirconio superiore al 45 % e una presenza di ossidi di potassio, sodio e litio inferiori al 20 %.

In proposito va segnalato che la prima condizione, nel caso di applicazione della torcia al plasma ai rifiuti urbani (ed in particolare al CDR), difficilmente può essere raggiunta per la bassa presenza di silice nei rifiuti (tanto più se sottoposti a selezione proprio per eliminare, tra le altre, le sostanze inerti non combustibili), viceversa non sussistono problematiche di questo genere quando la torcia al plasma viene applicata ad altre matrici (come l’amianto che è un minerale a base di silice o a suoli contaminati).

Inoltre va ricordato che la solubilità – nel vetro - di alcuni metalli è limitata, ad esempio il Bromo non supera lo 0,1 %, il cloro, lo zolfo, il selenio, lo stagno, l’antimonio, il tellurio sono tra l’1 e il 3 %.

Il mercurio invece non può praticamente essere vetrificato per il suo bassissimo punto di ebollizione, tant’è, come già detto, che questo metallo è stato rilevato in quantità significative nei gas combusti provenienti da una torcia al plasma applicata su suoli contaminati, similmente – lo diciamo per completezza – l’EPA evidenzia dei problemi sulla capacità del sistema di evitare la dispersione coi fumi esausti “bloccare” sostanze come il Cesio 137 (ovviamente stiamo parlando di applicazioni delle torce al plasma per la inertizzazione di scorie provenienti da lavorazioni nucleari ¹²).

Le criticità sopra esposte in merito alla “vetrificabilità” dei componenti inorganici contenuti nei rifiuti/CDR sono da riferirsi anche all’effetto di concentrazione che si determina con la reimmissione nella torcia degli effluenti liquidi e solidi provenienti dal sistema di depurazione dei gas prodotti. In altri termini questa attività di reintroduzione in torcia dei metalli abbattuti dal sistema di depurazione ovvero l’aumento della loro concentrazione nel residuo “inerte” del reattore della torcia può determinare incrementi tali della presenza dei metalli da modificare le caratteristiche fisico-chimiche e tali da ridurre la capacità del residuo di “trattenere” questi contaminanti quando il residuo viene attaccato dall’esterno da fattori naturali e/o dalle

¹² Cfr J. Wagner, EPA Office of Solid Waste, “New and Innovative Technologies for Mixed Waste Treatment”, agosto 1997, p. 40-42.

condizioni chimiche che si realizzano in una discarica, rilasciando maggiori quantità di sostanze ovvero riducendo la reale "inerzia" della scoria¹³.

Quanto sopra viene confermato proprio dalle uniche applicazioni esistenti nel campo dei rifiuti urbani della tecnologia della torcia al plasma, ovvero il trattamento non di rifiuti bensì di scorie/polveri provenienti dall'incenerimento "tradizionale" di RSU.

In tal senso il decantato progetto finanziato dalla comunità europea "VI.VAL.DI." ¹⁴ che ha interessato l'analisi delle scorie (da incenerimento di RSU) ulteriormente trattate in un impianto con torcia al plasma presso l'impianto di Cenon (Bordeaux – Francia)¹⁵ da 2.400 t/a. Le conclusioni di tale studio escludono unicamente le scorie vetrificate tra i rifiuti pericolosi (come classificati dalla Francia nel 1997) e apre alla possibilità di riutilizzo, sotto forma di granulati, nei cicli produttivi di produzione del cemento e della realizzazione di massicciate stradale. Ma stiamo parlando – lo ripetiamo – di "slag" vetrificato ottenuto da scorie e polveri provenienti dall'incenerimento di rifiuti ¹⁶e non direttamente dal trattamento di RSU/CDR.

Similmente altri impianti di vetrificazione con l'utilizzo di torcia al plasma sono stati realizzati non sul rifiuto ma sulle scorie risultanti dall'incenerimento di rifiuti ¹⁷ oltre che su altre tipologie di rifiuti¹⁸.

E' da segnalare che tali processi applicati sulle scorie hanno bisogno di elevate energie (intorno a 1,86 Kwh per kg di ceneri) e non vi è sostanzialmente alcun "recupero". Sistemi "concorrenti" per il trattamento termico dei residui degli impianti di incenerimento sono quelli ad alta temperatura ¹⁹

¹³ Questo effetto è stato riscontrato nella cessione di elementi come il calcio e lo zinco nel caso della sperimentazione EPA citata, nell'utilizzo della torcia al plasma per la inertizzazione di suoli contaminati, v. nota 3.

¹⁴ Vitrifiats VALorisations Diverses, sviluppato dal settembre 1997 all'aprile 2000; v. sito web di ENEL Elettroambiente.

¹⁵ Communaute Urbaine de Bordeaux – " *La gestion maîtrisée et durable des déchets urbains à l' échelle d' un même territoire*" – 14.02.2002.

¹⁶ Sul tema vedi anche : G. Andreottola, R. Dal Maschio, S. Moser, M. Ragazzi " *Vetrificazione di ceneri da incenerimento: una sperimentazione*" in Rifiuti Solidi, XII n. 1, gennaio-febbraio 1999, pp. 2 – 8.

¹⁷ Così gli impianti giapponesi di Kakogawa da 5.000 t/a, di Shimonoséki da 10.000 t/a, di Imizu, da 3.000 t/a. V. sito web della società Europlasma. Altro impianto che tratta residui da impianti di incenerimento è quello tedesco di Kiel della società WM-Umwelttechnik GmbH. L'unico impianto che viene indicato come alimentato a rifiuti urbani (v. sito web Elettroambiente) sarebbe quello dimostrativo installato in Giappone (Yoshii) dalla società Hitachi Metals con una capacità di "soli" 24 t/giorno, per il quale non riportato alcun dettaglio in merito alle prestazioni ambientali.

¹⁸ Come manufatti in amianto – v. impianto Inertam da 8000 t/a -

¹⁹ Es. trattamento CORMIN (Continuos Residual Mineralisation) della ditta tedesca KHD Humboldt Wedag AG di Colonia, si tratta praticamente di un processo di fusione delle scorie con l'aggiunta di ossido di calcio per abbassare il punto di fusione. Analogo a questo il processo KSFM (Kubota Surface Furnace Melting) utilizzato nell'impianto giapponese di Isahaya che tratta sia polveri dai sistemi di abbattimento, sia ceneri volanti e scorie di fondo da impianti di incenerimento di rifiuti. Altro trattamento è quello di fusione delle scorie con procedimenti ad arco elettrico (processo HES – Hohl Elektroden Schmelz System) sperimentato anche presso il Dipartimento di Energetica dell'Università di Pisa con il risultato di produrre un granulato smaltibile in discarica di tipo 2B. Altre applicazioni di quest'ultima tecnologia sono quelle della società Demag.

1.4 Il recupero energetico

Per quanto riguarda il recupero energetico, ottenibile dal sistema nel suo complesso, i rendimenti in termini di trasformazione del contenuto energetico del rifiuto iniziale in energia elettrica, appaiono da una analisi pur approssimativa ben differenti da quelli dichiarati. Per l'esattezza le dichiarazioni della Powerco ("*rendimento energetico superiore dal 10 al 25 %, con turbine a gas in ciclo combinato con rendimento del 50 % rispetto a turbine a vapore il cui rendimento non può superare il 28 %*") sono in realtà riferite non al sistema nel suo complesso ma solo alla sua ultima fase ovvero all'utilizzo di un impianto a ciclo combinato per la combustione del gas ottenuto dalla gassificazione dei rifiuti/CDR anziché a un impianto tradizionale a vapore di norma associato a impianti di incenerimento tradizionali.

In realtà ciò che correttamente va valutato è il bilancio di energia (e di massa²⁰) del sistema nel suo complesso, a partire dal contenuto calorico della matrice sottoposta a gassificazione, all'energia necessaria per raggiungere le temperature di processo, alle reazioni endotermiche connesse con i diversi passaggi nella formazione del gas e, infine, alla produzione di energia ottenibile con la combustione del gas.

A tale proposito un recente studio²¹ ha stimato rendimenti teorici di produzione netta di energia elettrica dal 18,9 % (con l'utilizzo del gas di sintesi in un ciclo Hirn a condensazione e recupero in caldaia a vapore tradizionale) e del 37,6 % nel caso di recupero in un ciclo combinato. Va segnalato che gli autori evidenziano che si tratta di una "*valutazione esclusivamente termodinamica preliminare*" in quanto si tratta della estensione di parametri registrati durante sperimentazioni di trattamento di rifiuti contenenti PCB ad una ipotesi di utilizzo della tecnologia al plasma su rifiuti urbani (con un pci di 2.376 kcal/kg).

Valori di rendimento del 30 % sono indicati dalla società Elettroambiente (rispetto a quelli di un inceneritore tradizionale posti tra il 20 e il 25 %) senza alcun dettaglio della valutazione svolta per giungere a questa conclusione, in ogni caso ben al di sotto del vantato "*50 % superiore a quello di un inceneritore della stessa capacità*" di un impianto al plasma come afferma la società Powerco nel suo sito web.

Viceversa, nella figura che segue viene mostrato un approssimativo (in assenza di dati di dettaglio che la Powerco non fornisce nella documentazione a disposizione di chi scrive) bilancio di energia, utilizzando parametri di un'altra società, la US Plasma's^{22, 23}.

²⁰ Questo bilancio dovrà tener conto anche dei consumi di acqua necessari sia per l'iniezione di vapore in torcia che per il raffreddamento - nel caso di torri ad umido - dell'impianto a ciclo combinato, sui quali nulla viene indicato dalla Powerco.

²¹ A. Corti, L. Lombardi, "*Ipotesi di recupero energetico da rifiuti mediante processo al plasma*", Rifiuti Solidi, vol XVI n. 3, maggio-giugno 2002, pp. 179-185.

²² USPlasma, "*Plasma Gasification of Waste. An applications note*", 2000.

²³ I valori qui utilizzati ed elaborati sono i medesimi presentati nell'articolo già citato del Prof. Giuliano Cammarata "*Termovalorizzazione dei rifiuti solidi*", in Rifiuti Solidi, XVI, n. 3, maggio-giugno 2002, p. 153.

In sintesi il risultato indica rendimenti netti reali di produzione di energia elettrica, complessivi tra il 21,4 e il 24 %, del tutto paragonabili a quelli ottenuti (secondo i corrispondenti gestori) dai più recenti impianti di incenerimento per rifiuti urbani²⁴.

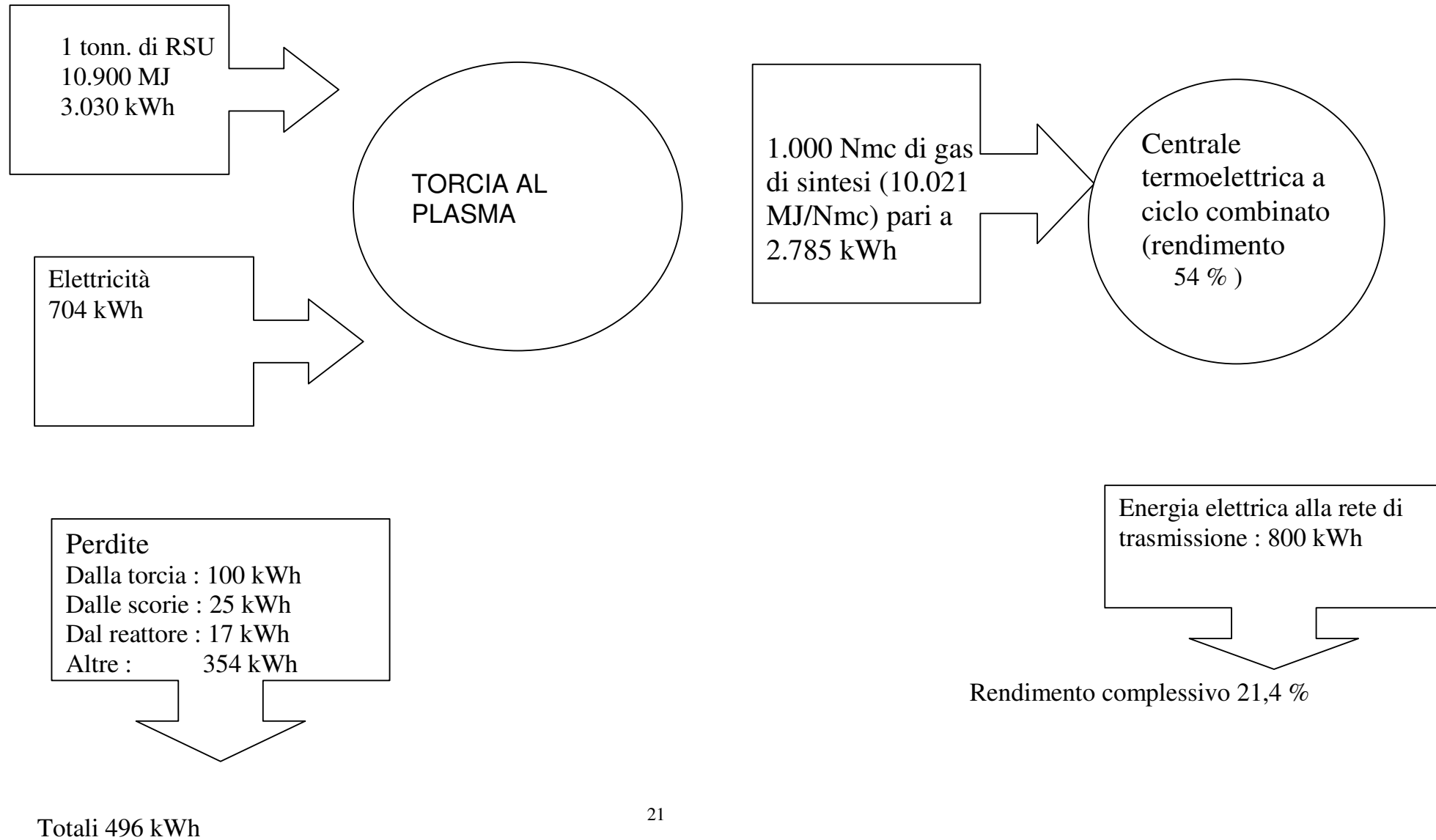
Sotto il profilo dei costi, la società Powerco dichiara valori di investimento ridotti rispetto ad un impianto di incenerimento tradizionale. Non è semplice svolgere paragoni in quanto non viene presentato (nella documentazione in possesso a chi scrive) alcun dettaglio in merito, ed in particolare se tale dichiarazione sia riferita unicamente alla torcia al plasma (e sistemi ausiliari connessi) oppure al sistema complessivo (torcia al plasma e impianto a ciclo combinato).

Secondo l'EPA ²⁵ i costi di investimento di una torcia al plasma in specifiche applicazioni (trattamento armi chimiche e altri rifiuti contaminati) variano da costi paragonabili ai corrispondenti inceneritori a costi più elevati fino al 15-20 %.

²⁴ Ad esempio per l'inceneritore di Milano "Figino 2", entrato in funzione nel 2001, vengono dichiarati rendimenti netti pari al 28 %, rendimenti anche superiori sono dichiarati per l'inceneritore di Brescia.

²⁵ V. EPA, Office of Solid Waste "*Potential applicability of assembled chemical weapons assessment technologies to RCRA waste streams and contaminated media*", EPA 542-R-00-004, agosto 2000, p.2-35.

Bilancio energetico di una torcia al plasma (nostra elaborazione da dati ditta US Plasma's)



Conclusioni (provvisorie)

Un primo fattore di perplessità rispetto alla proposta di torcia al plasma per il trattamento termico di rifiuti urbani è rappresentato come detto dall'impatto della stessa su un sistema di gestione dei rifiuti urbani del tutto carente e inadeguato.

La realizzazione di un impianto del genere (come di un qualsiasi altro impianto di incenerimento) allontanerebbe ancora di più dalla concretezza ogni ipotesi alternativa di gestione dei rifiuti non basata sull'accoppiata incenerimento/discarica o discarica. Ciò comporterebbe anche la perdita di una occasione di occupazione certamente più consistente rispetto a quello della torcia al plasma o impianti simili, oltre alla possibilità di ridurre l'impatto ambientale e sulla salute delle attuali modalità di smaltimento dei rifiuti in Puglia e in provincia di Brindisi.

Inoltre, come già evidenziato da altri, la quantità di rifiuti indifferenziati occorrenti per alimentare l'impianto nella taglia proposta, è ben oltre la produzione della provincia di Brindisi.

Un secondo fattore riguarda la veridicità delle affermazioni dei proponenti relativamente alle performance dell'impianto in termini di gas combustibile, combustione dello stesso in un turbogas a ciclo combinato, residui solidi.

Come illustrato non esistono applicazioni sui rifiuti urbani/CDR che abbiano dato indicazioni idonee per una valutazione, ciò è riconosciuto dallo stesso proponente in altri documenti, inoltre anche le applicazioni su rifiuti specifici e omogenei, sono tuttora in fase sperimentale ovvero in fase di valutazione rispetto ad altre tecniche (anche non termiche) idonee per la degradazione/innocuizzazione di tali materiali, come si è documentato in relazione alle reviews dell'EPA e al progetto di ricerca del CNR.

In particolare, in letteratura, da più parti sono stati sollevati dubbi o perlomeno è stata evidenziata la sperimentabilità dell'applicazione di tecnologie basate sulla gassificazione e/o sulla pirolisi di rifiuti urbani/CDR²⁶ anche in relazione ai problemi evidenziati su alcuni impianti anche in Italia (come quello della società Thermosteel di Verbania, chiuso per violazione della normativa sui rifiuti o quello della SAFI a Greve in Chianti, Firenze, che ha subito diverse fermate per problemi di funzionamento).

Pur essendo le presenti note parziali, le stesse, spero, contribuiranno ad una maggiore conoscenza della questione, a tutela dell'ambiente, della salute e della sicurezza dei cittadini e dei lavoratori.

Cordialità.

Caldirolì Marco

²⁶ V. ad esempio L. Spinosa "Lo smaltimento dei rifiuti con tecniche di recupero energetico", Acqua-Aria, gennaio 2000.