

L'impianto di termovalorizzazione

Di Livorno

1. Cenni Storici

1

La costruzione dell'impianto di incenerimento di Livorno, ubicato nel sito industriale in località Picchianti, risale ai primi anni '70.

Le normative dell'epoca indicavano come finalità della termodistruzione degli R.S.U. (Rifiuti Solidi Urbani) e degli R.S.A.U. (rifiuti solidi assimilabili agli urbani) e indicavano le seguenti disposizioni:

-  Distruzione delle componenti organiche pericolose dei rifiuti;
-  Riduzione del peso e del volume dei rifiuti da avviare in discarica;
-  Produzione di rifiuti non putrescibili.

Questi tipi di impianti sono stati definiti di **Prima generazione: Inceneritori di rifiuti "tal quale"**.

Per rispondere alle nuove normative di legge che imponevano, oltre alle disposizioni elencate per gli impianti di Prima generazione, il recupero energetico dalla combustione degli R.S.U. e R.S.A.U. L'impianto di Livorno è stato modificato nel corso degli anni che vanno dal 1990 al 1993

L'impianto dopo le modifiche ,gli aggiornamenti tecnici e l'installazione di una turbina a vapore per la produzione di energia elettrica è diventato un impianto di **Seconda generazione: termovalorizzatori di rifiuti "tal quale"**.

Ulteriori normative, oltre a raccogliere le disposizioni delle leggi relative agli impianti di Prima e Seconda generazione, hanno successivamente imposto:

- L'incentivazione del processo di raccolta differenziata dei rifiuti urbani.
- Il pre-trattamento della frazione indifferenziata dei Rifiuti Urbani Indifferenziati (RUI), mediante appositi impianti di selezione meccanica.

Nell'anno 2002 sono quindi iniziati i lavori di potenziamento del termovalorizzatore (revamping) per permettere la combustione di un nuovo tipo di rifiuto: non più rifiuto tal quale bensì Frazione Secca proveniente dalla selezione meccanica dei Rifiuti solidi indifferenziati .Questi tipi di impianti vengono definiti di **Terza generazione: termovalorizzatori di Frazione Secca con recupero energetico**.

Al termovalorizzatore di Livorno lavorano ,sia in maniera diretta (addetti ai turni di conduzione) che in maniera indiretta (autisti , addetti alla manutenzione) circa 40 persone . inoltre l'impianto muove un notevole indotto esterno fra fornitori di prodotti e tecnologie , trasporti ed altre attività collaterali .

2. Dalla Selezione meccanica alla produzione di energia

2

Il termovalorizzatore si compone di due linee gemelle di potenza nominale complessiva di 180 tonnellate\giorno di Frazione secca calcolate, in relazione alla saturazione termica, rispetto ad un valore di riferimento del PCI(Potere Calorifico Inferiore) di 15.000 kJ/kg).

Il fatto che sia progettato e poi autorizzato all'esercizio in relazione alla sua saturazione termica e non secondo il volume od il peso dei rifiuti ,vuol dire che nei forni di combustione può essere introdotta tramite la combustione, una determinata quantità di calore massima , per cui la quantità di rifiuti trattabili dipende dal loro potere calorifico,aumentando se il PCI abbassa e viceversa .

L'impianto è dotato di un sistema di depurazione fumi ed è munito di una caldaia per linea per recuperare l'energia termica prodotta dalla combustione del rifiuto e contenuta nei gas della stessa, allo scopo di produrre vapore.

Il vapore viene inviato ad un turboalternatore per la produzione di energia elettrica, immessa nella rete di media tensione dell'ENEL.

2.1 La Selezione Meccanica

Tutti i rifiuti solidi urbani prodotti nell'ambito del Comune di Livorno vengono raccolti con i mezzi della società A.AM.P.S. e di terzi. Dopo essere controllati da un portale per verificarne l'eventuale presenza di materiali radioattivi, vengono convogliati all'impianto di selezione meccanica ubicato nell'Insediamento Industriale Picchianti.

Il processo di selezione meccanica consiste nell'eliminazione del materiale ferroso, tramite l'utilizzo di un magnete posto all'ingresso dell'impianto, nella triturazione del rifiuto e, successivamente, in due stadi di vagliatura in serie attraverso il passaggio in due cilindri rotanti aventi una magliatura di volta in volta sempre più piccola

Il prodotto che ne consegue (sopra-vaglio), privo della frazione umida, viene denominato Frazione Secca, che presenta la caratteristica di possedere un potere calorifico inferiore (P.C.I.) di oltre 10.000 kJ/kg, superiore rispetto a quello dei RUI (circa 8.000 kJ/kg), e di conseguenza risultare più idoneo al successivo processo di termoutilizzazione.

Il rifiuto residuo generato dal processo di selezione meccanica viene chiamato sottovaglio ed è trasportato ad impianti di trattamento biologico/stabilizzazione gestiti da terzi.

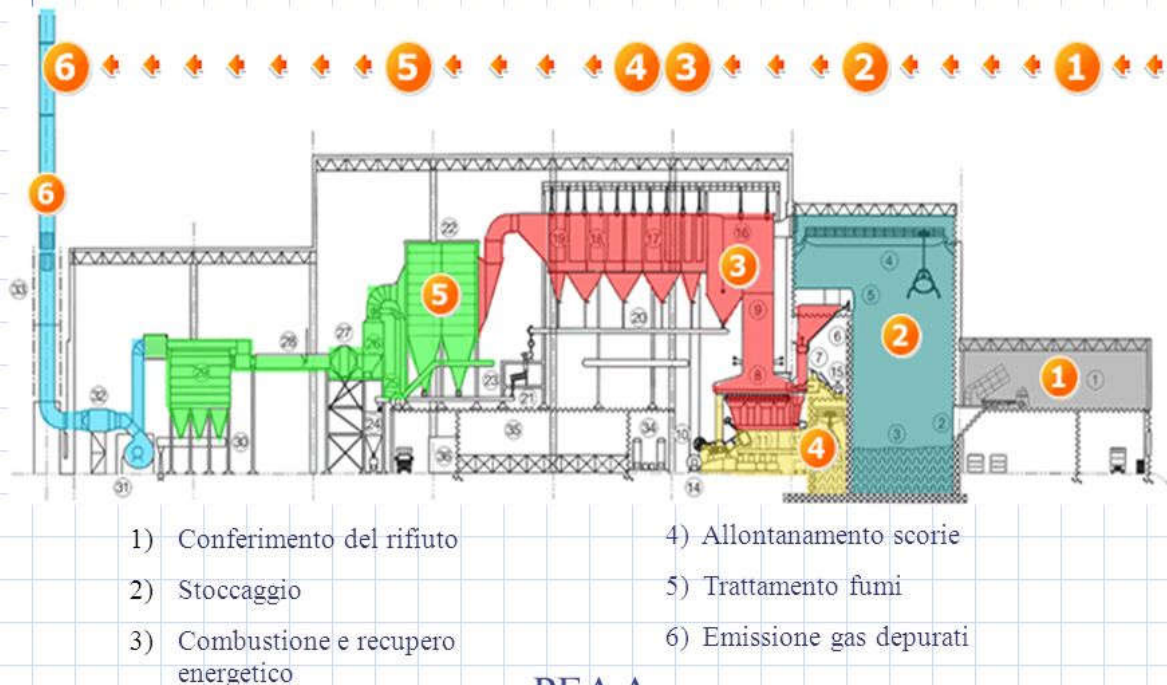
I materiali ferrosi estratti dalla selezione vengono invece avviati a recupero di materia presso piattaforme di terzi opportunamente autorizzate.

La frazione secca è caricata su dei compattatori e trasferito al termovalorizzatore pronto per essere incenerito.



TERMOVALORIZZAZIONE

FASI DEL PROCESSO E SCHEMA D'IMPIANTO



PEAA

7

2.2 La gestione della fossa stoccaggio rifiuti del TVR

L'operatore "bennista" in servizio al TVR, verifica lo spazio all'interno della fossa stoccaggio rifiuti, per consentire lo scarico del mezzo.

Terminato lo scarico e chiuso il portone di accesso alla fossa stoccaggio rifiuti, il "bennista" movimentata il materiale per renderlo il più possibile omogeneo.

Lo stesso operatore effettua il controllo, mediante telecamera, del carico dei rifiuti nelle tramogge di alimentazione dei forni e dello scarico nella fossa di stoccaggio.

2.3 La termoutilizzazione del rifiuto

L'alimentatore oleodinamico trasferisce sulla prima griglia di combustione il rifiuto dove, dato l'elevato calore presente, subisce l'autoinnesco. Con l'ausilio di aria, inviata dal ventilatore in 5 condotti sottogriglia separati, ha inizio la combustione del rifiuto.

Nel caso in cui la temperatura di combustione si dovesse abbassare sotto gli 850°C, parte automaticamente il bruciatore di post combustione che garantisce che la combustione avvenga in condizioni ottimali .

Il rifiuto viene sottoposto quindi al processo di combustione sulla prima griglia e sull'inizio della seconda, entrambe raffreddate ad acqua.

Alla fine della seconda griglia di combustione rimangono le scorie, che rappresentano circa il 18 -20 % in peso ed il 10% in volume del rifiuto immesso alla termodistruzione, che vengono raffreddate poi in una vasca e tramite un estrattore trasferite dai nastri di trasporto ai mezzi adibiti al trasferimento presso impianti di recupero di materia autorizzati.

Tutti i parametri di combustione si impostano e si regolano in automatico tramite il sistema di supervisione (DCS) presente in sala controllo che si basa principalmente sui seguenti parametri:

- ✚ Velocità alimentatore e griglie;
- ✚ Tenore di ossigeno in camera di post combustione;
- ✚ Portata aria primaria in funzione della portata vapore nei vari condotti sottogriglia mediante delle costanti di regolazione;
- ✚ Portata aria secondaria in funzione dell'ossigeno in camera di post combustione e delle temperature di esercizio

Il TVR è mantenuto in costante depressione mediante il ventilatore di aspirazione fumi assicurando che tutti i fumi prodotti dalla combustione vengano effettivamente inviati al camino.

Sopra le griglie di combustione e prima di essere raffreddati i fumi attraversano una sezione del circuito fumi denominata **CAMERA DI POSTCOMBUSTIONE** .Questa importante sezione è strutturata in modo che il tempo di attraversamento dei fumi all'interno di essa sia di almeno 2 secondi , che la temperatura minima all'interno della stessa sia di almeno 850 C° e che sia garantita una quantità di ossigeno libero nei fumi di oltre il 6% . La camera è provvista di sonde per la misura in continuo dei parametri di ossigeno e temperatura e di appositi bruciatori a metano che possano garantire le condizioni minime di temperatura nelle fasi di avviamento dell'impianto ed in caso di eventuali disservizi . la camera ha lo scopo di abbattere i microinquinanti organici (Diossine e Furani) che eventualmente si fossero formati nella fase di combustione .In quelle condizioni di temperatura ed in atmosfera così ossidante le molecole dei microinquinanti vengono distrutte .

I prodotti della combustione, prima di attraversare alla sezione di depurazione fumi percorrono un percorso obbligato (giri dei fumi) cedendo calore ai vari schermi e al corpo cilindrico della caldaia producendo vapore. Successivamente cedono calore al surriscaldatore del vapore e all'economizzatore utilizzato per pre-riscaldare l'acqua di alimento.

La temperatura dei fumi all'ingresso della sezione depurazione è di circa 220 – 240 °C.

2.4 La depurazione dei gas prodotti dalla combustione del rifiuto

Durante la combustione del rifiuto vengono prodotte e contenute le seguenti sostanze inquinanti principali:

- ✚ Acido cloridrico (HCl);
- ✚ Acido Fluoridrico (HF);
- ✚ Anidride solforosa (SO₂);
- ✚ Ossidi di azoto (NO_x);
- ✚ Ossido di carbonio (CO);
- ✚ Mercurio, Metalli pesanti;
- ✚ Microinquinanti Organici;
- ✚ Ceneri da termodistruzione.

L'impianto è costituito da una sezione di abbattimento degli inquinanti che prevede l'iniezione di reagenti in fase solida e l'iniezione di una soluzione e più precisamente:

- ➔ Utilizzo di bicarbonato di sodio per la neutralizzazione a secco dei gas acidi (HCl, SO₂, HF). Il bicarbonato messo a contatto con i fumi della combustione ad alta temperatura, si trasforma rapidamente in carbonato di sodio aumentando moltissimo la sua superficie specifica e la porosità, reagendo con gli acidi presenti neutralizzandoli e formando i corrispondenti Sali (solfati ,cloruri , fluoruri) .
- ➔ Utilizzo mediante del carbone attivo per la cattura di: mercurio, metalli pesanti (Hg, Cd, Pb, As, Br, Co, Cs, Cr, Sb, Se, Th), eventuali composti organici altobollenti (diossine, furani) e idrocarburi policiclici aromatici (IPA). Il carbone attivo, ricavato per sintesi di sostanze organiche ridotte, finemente macinato, sviluppa superfici specifiche elevatissime (> 700 m²/g) e pertanto esercita un grande potere di assorbimento, ovvero di trasferimento di materia da gas a solido.
- ➔ Utilizzo di urea per il contenimento degli ossidi di azoto (NO_x). Nella camera di post combustione, tramite una lancia raffreddata ad acqua e avente un ugello nebulizzatore, viene iniettata una soluzione di urea al 33%, che ha la funzione di abbattere gli ossidi di azoto. La fascia di temperatura ottimale della reazione chimica dell'urea è compresa tra 850°C e 1050° C.
- ➔ Ottimizzazione dei parametri di combustione (aria primaria velocità alimentatore e griglie e di combustione) per il contenimento dell'ossido di carbonio (CO). L'indice di un'ottima combustione è l'anidride carbonica (CO₂): maggiore è questo valore, minore è il valore dell'ossido di carbonio che si produce e migliore è la combustione del rifiuto.
- ➔ L'installazione di un sistema di filtraggio per l'abbattimento delle polveri.

I gas prodotti dalla combustione, contenenti le sostanze inquinanti sopraelencate, provenienti dalla caldaia, attraversano in senso discendente, un condotto denominato torre di condizionamento.

Scopo di questa apparecchiatura è contenere la temperatura degli stessi, quando necessario, iniettando acqua tramite una elettropompa e degli ugelli nebulizzatori (la temperatura dei fumi in uscita dalla torre di condizionamento è compresa tra 210 e 230 °C).

I prodotti della combustione entrano poi in senso ascendente in una sezione denominata reattore di assorbimento. Nel reattore viene iniettato tramite una tubazione venturi il bicarbonato di sodio dopo che questo ha subito un ulteriore processo di macinazione in un mulino per una ulteriore riduzione della granulometria. In questa apparecchiatura viene ottimizzata la probabilità di reazione chimica del reagente solido con le sostanze acide contenute nei fumi, favorendone, con opportune turbolenze e velocità, il contatto alle condizioni ottimali di temperatura e umidità. Per l'abbattimento dei metalli pesanti, le diossine, il mercurio e gli IPA, viene immesso, sempre nel reattore di assorbimento tramite la stessa tubazione "venturi", il carbone attivo.

Sezione di filtraggio fumi :

Dopo aver attraversato la torre di assorbimento i fumi contenenti tutti i prodotti solidi delle reazioni avvenute nel reattore e le ceneri leggere arrivano alla fase di filtrazione, che è costituita da 6 celle di filtraggio. Ogni cella di filtraggio contiene circa 100 cestelli rivestiti da calze in tessuto "Gore Tex" resistente alle alte temperature di esercizio, che hanno il compito di trattenere tutto il particolato solido. Durante la fase di filtrazione sulla superficie esterna della calza si forma uno strato di polvere che contiene anche i reattivi di depurazione immessi nel circuito (carbonato e carbone attivo) facilitando di fatto l'intimo contatto con le sostanze da abbattere ed aumentando l'efficacia della depurazione finale. Periodicamente, durante l'esercizio le calze vengono soffiate con un sistema pneumatico per far cadere la polvere che si è accumulata sulla parete.

La temperatura dei gas della combustione in ingresso ai filtri a manica non deve superare i 210°C, a protezione delle calze infatti viene addotta, in caso di superamento della soglia di allarme, aria fredda da una valvola denominata "aria falsa".

Inoltre la temperatura all'interno delle celle filtri a manica non deve scendere sotto i 120°C, per evitare impaccamenti delle ceneri nelle calze. A tale scopo entrano in funzione delle resistenze automatiche, qualora la temperatura scendesse sotto la soglia di allarme.

I gas della combustione, privi di sostanze inquinanti vengono così inviati dal ventilatore aspirazione fumi, tramite il camino alto 40 Mt, all'atmosfera ad una temperatura di 160 – 170°C.

, Le ceneri leggere originate dal processo, che corrispondono al 4% circa del rifiuto trattato, vengono trasportate presso impianti terzi che svolgono il trattamento chimico fisico di inertizzazione propedeutico al successivo conferimento in discarica per rifiuti pericolosi.

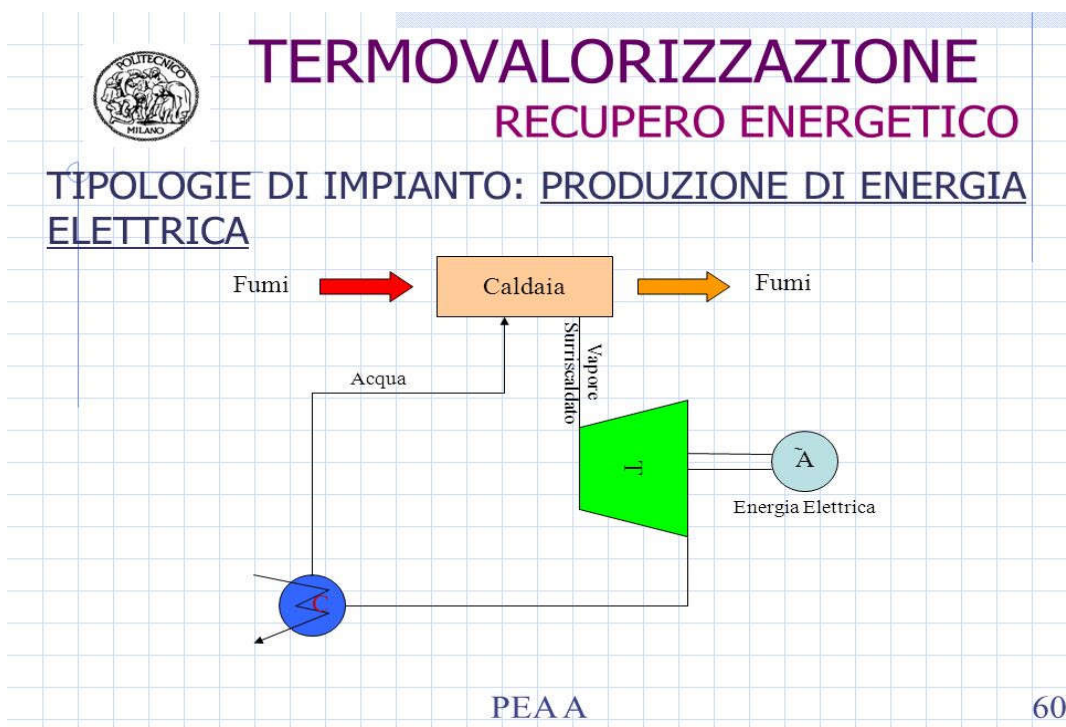
2.5 Il controllo in continuo delle emissioni convogliate

Il camino, unico per le due linee di incenerimento, è provvisto di diversi sistemi di analisi:

- ➔ Sistema estrattivo FTIR (spettrometro con cella riscaldata) per il controllo in continuo dei seguenti componenti: CO, NO, NO₂, HCl, NH₃, H₂O, HF, SO₂
- ➔ Sistema MULTIFID per il controllo in continuo delle emissioni di carbonio organico totale COT (rilevatore a ionizzazione di fiamma)
- ➔ Analizzatori DURAG per la misura della portata fumi

- ➔ Analizzatori polveri DURAG per il controllo in continuo delle emissioni di polveri , che opera con il metodo della rifrazione di luce;
- ➔ Analizzatore in continuo del Mercurio;
- ➔ Campionatore in continuo DECS per i microinquinanti organici; (Non essendo tecnicamente possibile la misura in continuo delle diossine data la complessità delle analisi) si preleva un campione che periodicamente (un mese) viene inviato all'organo di controllo (ARPAT) per essere analizzato e confrontato con i limiti di legge .
- ➔ Sensore di temperatura per la misura della temperatura dei fumi in uscita dal camino;
- ➔ Sonda con cella all'ossido di zirconio per la misura dell'ossigeno.

Gli analizzatori sono collegati con un sistema centrale di acquisizione dati con memorizzazione, elaborazione dati e sistemi di allarme con segnalazione a video e/o stampante dei valori misurati , calcolo e visualizzazione dei valori istantanei, medi, semi-orari, giornalieri, mensili, annuali di una o più variabili. I dati delle emissioni vengono trasmessi ogni 15 giorni all'organo preposto al controllo, l'ARPAT.



2.6 Il ciclo termico e la produzione di energia elettrica

Il termovalorizzatore ha una caldaia per ogni linea, con una producibilità nominale di 17 t/h di vapore . I gas della combustione, scambiando calore con l'acqua demineralizzata contenuta negli schermi e nel corpo cilindrico (dove avviene la separazione acqua/vapore) della caldaia, determinano la produzione di vapore saturo ad una pressione di 38 bar.

Dal corpo cilindrico, tramite la tubazione di uscita, il vapore saturo raggiunge il surriscaldatore, dove subisce un aumento di temperatura (360 °C) a pressione costante, allo scopo di eliminare il suo contenuto di umidità, operazione indispensabile per il funzionamento del turboalternatore.

Il vapore mediante la tubazione di ammissione viene inviato ad una turbina collegata, mediante un giunto di riduzione, ad un alternatore.

Si ha così, la trasformazione dell'energia termica contenuta nel vapore, in energia elettrica prodotta dal turboalternatore.

Un'aliquota dell'energia elettrica prodotta dal turboalternatore viene autoconsumata internamente, mediante opportuna rete elettrica interna, dalle utenze del sito industriale; la quota eccedente viene ceduta al rete esterna e valorizzata in termini economici mediante accordi commerciali con gli operatori del settore.

In condizioni ottimali di marcia (17 t/h di vapore per linea) alla pressione del vapore di ingresso di 38 bar e allo scarico di 0,1 bar, la potenza nominale erogabile ai morsetti dell'alternatore è di 6,673 MW/h.

L'acqua necessaria al raffreddamento del vapore all'interno del condensatore (circuiti di cooling), proviene dalla rete industriale viene stoccata in una vasca di raccolta che viene filtrata e dissalata mediante decarbonatazione.

3. La sostenibilità ambientale, l'efficienza energetica, prestazioni ;

Il termovalorizzatore di Livorno è in possesso dei più elevati standard di certificazione del Sistema di Gestione Integrato Ambientale come il regolamento comunitario EMAS, l'ISO9001 e l'OHSAS 19001, strumenti di politica ambientale e industriale a carattere volontario, volti a promuovere costanti miglioramenti dell'efficienza ambientali delle attività industriali.

A tale scopo sono stati redatti dei manuali di gestione integrata della qualità e dell'ambiente.

La struttura, opera con la massima trasparenza e nel rispetto delle normative vigenti a tutela dell'ambiente, fornendo tutti i dati relativi alle emissioni al camino, i dati di conduzione e produzione dell'impianto agli enti preposti al controllo (ARPAT).

I valori medi registrati dal Sistema di Monitoraggio in Continuo delle Emissioni in atmosfera evidenziano costantemente valori inferiori ai limiti imposti dal D.Lgs 152/06 di oltre un ordine di grandezza. Il D.Lgs 152/06 non è altro che il recepimento della direttiva comunitaria che regola i limiti di emissione dei termovalorizzatori per cui i limiti previsti nel decreto sono perfettamente identici a quelli previsti negli altri paesi della comunità.

Di seguito si riporta un riepilogo dei valori registrati, archiviati e trasmessi agli Enti di controllo relativi all'anno 2017.

Dal punto di vista dell'efficienza energetica l'impianto di Termovalorizzazione è in possesso della Qualifica R1 in relazione all'operazione di Recupero Energetico; tale qualifica è stata ufficialmente riconosciuta e

confermata dalla Regione Toscana, sentito il parere dell'ente di controllo . L'impianto in questione rappresenta l'unico a livello regionale in possesso del requisito relativo all'efficienza energetica dell'intero processo ovvero di avere un valore del parametro superiore a 0,6. Questo comporta che sia considerato un impianto a recupero energetico , secondo la normativa europea e che quindi non venga applicata nessuna sovrattassa allo smaltimento . Se così non fosse , la regione applicherebbe una sovrattassa di 2,07 euro/ton. nella stessa misura della sovrattassa minima di smaltimento in discarica del rifiuto indifferenziato .

Prestazioni Ambientali – Esiti del Monitoraggio in Continuo delle Emissioni/Confronto con i limiti del D.Lgs 152/06

EMISSIONI CONVOGLIATE ATMOSFERA/DATI 2017 VS. LIMITI NORMATIVI				
COMPOSIZIONE	UM	LIMITE GIORNALIERO D.LGS 152/06	2017	% Media/Limite Giornaliero
Acido Cloridrico	mg/Nm3	10	0,25	2,5%
Ossidi di Azoto	mg/Nm3	200	141,30	70,7%
Anidride Solforosa	mg/Nm3	50	0,03	0,1%
Monossido di Carbonio	mg/Nm3	50	2,28	4,6%
Acido Fluoridrico	mg/Nm3	1	0,00	0,0%
Ammoniaca	mg/Nm3	30	5,55	18,5%
Carbonio Org. Totale	mg/Nm3	10	0,85	8,5%
Polveri	mg/Nm3	10	0,29	2,9%

4. Considerazioni sui valori emissione :

Guardando i valori riportati nella tabella sovrastante si noterà che quasi tutti i valori misurati sono ampiamente sotto il limite di legge quasi tutti di un ordine di grandezza , gli unici dati più elevati sono quelli relativi agli ossidi di azoto e di ammoniaca ,che è una composto che non si è sviluppato nella combustione ma è stato immesso nel circuito proprio per abbattere gli ossidi di azoto per cui quella che si ritrova al camino è quella che non è riuscita a reagire. Bisogna inoltre considerare che gli ossidi di azoto che si sviluppano durante la combustione nei Termovalorizzatori sono anche una conseguenza del tipo di combustione richiesto che , dovendo garantire un'atmosfera fortemente ossidante (oltre il 6% di ossigeno libero nei fumi) per inibire la formazione di microinquinanti organici (diossine), necessita di grandi eccessi d'aria in fase di combustione e quindi maggior formazione di ossidi di Azoto .

Gli ossidi di Azoto sono uno dei maggiori inquinanti presenti nelle nostre città e sono dovuti principalmente alle emissioni degli autoveicoli . In questo caso quindi l'emissione di NOx del TVR va a sommarsi a quelli emessi dai motoveicoli circolanti e secondo una ricerca che tiene conto del numero degli autoveicoli circolanti in città e della percorrenza media degli stessi , le emissioni di NOx del termovalorizzatore valgono quantitativamente circa il 9% di quello emesso dal traffico cittadino . La differenza sostanziale che caratterizza le due fonti di emissione è che l'NOx del traffico auto veicolare è emesso al livello del suolo e li

si accumula ed invece quello del termovalorizzatore è emesso da un camino alto 40 mt. Ad una temperatura di 160 C° per cui si diluisce in un ombrello di ricaduta di 40 – 50 Kmq

4.1 tecniche di abbattimento degli ossidi d'azoto (NO_x)

La tecnica di riduzione degli ossidi di azoto si basa sulla reazione che l'ammoniaca ha con gli ossidi stessi ad alta temperatura . l'ammoniaca (NH₃), infatti reagisce con gli ossidi di azoto(NO ,NO₂) formando acqua e riducendo l'azoto ad azoto atmosferico N₂ .Questa reazione può avvenire in una finestra di temperatura fra 850 e 1000 C° , ed ha un'efficienza intorno al 60%. La stessa reazione , in presenza di un catalizzatore avviene ad una finestra di temperatura più bassa fra 400 e 200 C° ed ha un'efficienza superiore al 90% .

In una reazione chimica il catalizzatore è una sostanza che favorisce una reazione ma non vi partecipa direttamente .nel nostro caso la sostanza catalizzante è l'ossido di Vanadio . Per questo motivo si sono messe a punto delle apparecchiature che consentono questo processo . Queste consistono essenzialmente in batterie di condotti metallici a nido d'ape che hanno sulle pareti lo strato di ossido di vanadio , nei quali si fanno transitare i fumi dopo l'aggiunta del reagente ottenendo la reazione desiderata . Un altro sistema,per adesso in fase sperimentale , è quello di dotare le calze dei filtri a manica di uno strato di ossido di vanadio ed in quella sede sfruttando l'ammoniaca residua già iniettata abbattere anche l'NO_x . Questa tecnologia sembra avere una minore efficienza rispetto a quella che fa uso di condotti a nido d'ape ma ha il vantaggio di poter essere accoppiata a quella della camera di postcombustione con costi molto contenuti raggiungendo un'efficienza complessiva intorno all'80%. Le due tecnologie vengono denominate ; SCR (quella catalizzata) ed SNCR quella non catalizzata . Attualmente la tecnologia utilizzata sul TVR è quella non catalizzata per cui , tramite una lancia si nebulizza in camera di postcombustione a circa 950 C° , una soluzione di Urea che , a quella temperatura si scinde in Ossido di Carbonio CO , che viene ossidato a CO₂ ed Ammoniaca che abbate gli ossidi di Azoto .

La soluzione quindi per ridurre ulteriormente l'emissione di ossidi di Azoto è quella di aggiornare la tecnologia ed installare la tecnologia SCR cosa certamente possibile nel nostro impianto . impianti che fanno uso della tecnologia suddetta hanno emissioni al camino di NO_x intorno a 25 – 30 mg/Nm³ , rispetto ai nostri 140 mg/Nm³ .

4.2 La misura delle diossine :

Le diossine (PCDD) ed I furani (PCDF) sono una famiglia di composti organici clorurati , almeno una ventina, di diversa tossicità , che si formano durante la combustione in presenza di cloro . Le analisi per determinarne la presenza nelle varie forme di composizione e quindi di tossicità , sono complesse e richiedono tempi lunghi di esecuzione . Per questo è data anche la loro limitatissima concentrazione nei fumi non è tecnicamente possibile rilevarle in continuo. Comunque , per avere un controllo seppur posteriore sulle emissioni , la legge prevede che per rilevarne la presenza , si provveda ad un campionamento in continuo dei fumi inviati al camino . Per questo motivo è installata una apparecchiatura che preleva una quantità misurata di fumi il cui particolato viene fissato in un supporto che poi viene

inviato mensilmente all'ente di controllo che provvede ad analizzarlo ed a determinare la quantità di diossina emessa parametrata alla tossicità equivalente delle varie forme e rispetto alla quantità di fumi emessi .

Il limite di emissione previsto dalla legge è di **0,1 nanogrammi/mc** (un nanogrammo è un milionesimo di grammo) . Ebbene le analisi periodiche effettuate dall'ente di controllo indicano che mediamente le emissioni di diossine dell'impianto sono almeno cento volte sotto il limite previsto e cioè **0,001 nanogrammi/mc**

4.3 Controlli sulle emissioni .

L'impianto naturalmente oltre all'autocontrollo interno è sottoposto in relazione alle sue autorizzazioni ed alle normative di legge specifiche ai controlli degli enti esterni di tutela e controllo ed in particolare :

- ➔ Ogni 15 giorni tutti i report relativi alle misurazioni in continuo registrate dal sistema di controllo vengono inviate all'ARPAT ,quale istituzione indicata dagli organi autorizzativi
- ➔ Mensilmente viene inviato ad ARPAT il campione prelevato in continuo per la determinazione dei microinquinanti organici
- ➔ Ogni 4 Mesi viene effettuato un'autocampionamento di 8 ore sulle emissioni al camino da inviare all'ente di controllo ARPAT anche per la misura degli inquinanti che non possono essere misurati dal campionamento in continuo (IPA , Diossine ,Metalli Pesanti , polveri sottili)
- ➔ Con la stessa scadenza quadrimestrale ,ARPAT provvede ad un proprio campionamento delle emissioni per la misura degli stessi inquinanti .

Per quanto riguarda i risultati di questi controlli a prescindere dalle Diossine di cui abbiamo già detto interessante è rilevare i risultati riguardanti sia le polveri che i metalli rilevati da questi controlli periodici . Ebbene queste risultano essere di un ordine di grandezza di 100 volte sotto il limite di legge mentre per i metalli Hg , Cd +Ti , e (Σ altri metalli pesanti), per i vari parametri si va a concentrazioni da 100 a 10 volte sotto il limite previsto . Interessante è anche constatare che la misura delle polveri sottili emesse dal camino , che come sappiamo dalla letteratura possono essere il veicolo principale su cui si aggregano gli altri inquinanti quali; metalli, micro inquinati organici ecc. Le emissioni dell'impianto valgono lo 0,17% di quelle emesse dal traffico auto veicolare . Considerando che la stima del numero di automezzi circolanti a Livorno dovrebbe essere intorno a 96.000 unità , esse valgono quanto quelle emesse da 170 autovetture ,che considerando anche il modello diffusionale è una quantità del tutto irrilevante .

5 . Emissioni ed impatto ambientale .

E' di fatto un dato consolidato che i termovalorizzatori (inceneritori) non godano di una buona fama per quanto riguarda la loro presunta pericolosità in riferimento, sia all'inquinamento che essi provocherebbero che più in generale ai rischi per la salute della popolazione sottoposta alle ricadute di inquinanti emessi dal camino dell'impianto . Cerchiamo quindi per quanto possibile di fare un po' di chiarezza sull'argomento affrontandolo in maniera meno emozionale e più scientifica .

In questo caso credo che dovremo soffermare la nostra attenzione su tre parametri che caratterizzano principalmente le emissioni dell'impianto e cioè :

1. Ossidi di Azoto
2. Polveri
3. Microinquinanti organici (Diossine)

12

1) Per quanto riguarda le emissioni di ossidi di azoto che sono certo rilevanti e che sono individuati spesso come traccianti dell'ombrello di ricaduta del camino , abbiamo già parlato nei paragrafi precedenti in relazione al traffico auto veicolare ed agli impianti di riscaldamento, per cui l'impianto di fatto , non incide se non in maniera molto limitata sulle concentrazioni di ossidi di Azoto presenti nell'aria .

2) Un altro elemento caratterizzante è senza dubbio l'emissione di particolato ed in particolare di polveri fini ;(PM 10 , PM 2,5 ,PM 1), dove i valori numerici indicano in maniera decrescente la loro dimensione . Questo associato anche ai metalli pesanti presenti nel particolato stesso ed aggregati Alle polveri . Per valutare però con cognizione di causa il problema creato dalle emissioni dell'impianto , è necessario scendere nel dettaglio e stabilirne l'ordine di grandezza .

Dal camino del termovalorizzatore, se si considera un esercizio di 340 g/anno a pieno regime con le due linee, escono in atmosfera complessivamente ; **236,25 Kg** di Polveri , costituite essenzialmente da ; solfati ,cloruri , silice ,ed altro materiale inerte .

La sommatoria dei metalli pesanti (Arsenico , Cadmio , Piombo , Mercurio ,Tallio ,Cromo)presenti nelle polveri emesse , secondo le analisi periodiche effettuate sulle polveri stesse e di circa; **2,11 g/Kg** .

Il camino dal quale sono emesse è alto 40 Mt. L'ombrello prevalente di ricaduta ha una forma allungata orientata prevalentemente in direzione nord-ovest a causa dei venti predominanti . Per semplificare senza scostarsi di molto dalla realtà , si può ragionevolmente assumere che l'ombrello di ricaduta sia di forma circolare di circa 5 Km di raggio . Stante queste premesse ed assumendo per ulteriore semplicità una ricaduta uniforme sul terreno, la quantità di particolato che ricade per è di ; **3 mg/mq anno** ed il contenuto complessivo di metalli è di **6,54 µg/mq anno** (milionesimi di grammo) .

Per capire meglio l'ordine di grandezza dei numeri in riferimento salute, faccio questo esempio ; la quantità di Cadmio , che è uno degli elementi più nocivi in questa sommatoria di metalli che ricade , è di circa ; **0,2 µg/mq anno** che equivalgono a ; **0,00055 µg/g** l'assunzione quotidiana di Cadmio complessiva , dai cibi e dall'ambiente ,non dovrebbe superare; **1,15 µg/g** . Fumare un pacchetto di sigarette, a quanto sembra da quello che si legge nelle pubblicazioni , vuol dire assumere **da 2 a 4 µg di Cadmio** .

I dati sopra esposti relativamente alle emissioni di particolato fanno capire quanto sia la differenza fra l'inquinamento effettivamente provocato e quello che da parte della popolazione viene emotivamente percepito .

3) Per quanto riguarda le emissioni di Diossine e più in generale di microinquinanti organici abbiamo già visto nei paragrafi precedenti quanto queste siano basse in relazione ai limiti di legge autorizzati ed a tutti i sistemi e le procedure di controllo alle quali l'impianto è sottoposto . Ultimamente però è intervenuto un nuovo elemento di valutazione ambientale dell'impianto che riguarda sia la ricaduta delle diossine che degli

altri inquinanti emessi dal camino . Questo nuovo elemento conoscitivo è uno Studio Diffusionale di valutazione delle emissioni e dell'impatto sull'ambiente del sito industriale di AAMPS al Picchianti ed è importante descriverne il contenuto ed i risultati .

5.1 Studio Diffusionale .

L'azienda ha commissionato recentemente uno studio diffusionale ad una società specializzata per valutare l'impatto sulla qualità dell'aria e sulle ricadute degli inquinanti emessi dall'impianto di AAMPS del Picchianti ed in particolare le emissioni convogliate dal camino del termovalorizzatore .Lo studio assumendo i valori della climatologia e della meteorologia della zona rilevati da tre stazioni meteorologiche poste nel territorio cittadino , utilizzando programmi computerizzati specifici e collaudati ha simulato la ricaduta dei vari inquinanti nel territorio circostante . il territorio preso in considerazione per questa indagine è un quadrato di 5 Km di lato che ha al centro il camino del TVR. Oltre a questo , lo studio ha individuato quattro punti all'interno ed all'esterno dell'impianto nei quali ha prelevato un campione per l'accumulo di Diossine che è avvenuto negli ultimi 20 anni .

I risultati numerici ottenuti sono stati confrontati con gli standard di qualità dell'aria vigenti (DI 155/2010) ed hanno permesso di valutare come le emissioni dell'impianto non determinino significative modificazioni ai valori di qualità dell'aria registrati dalla rete regionale di monitoraggio .
come evidenziato dai dati riportati in tabella:

Indicatore QA	Statistica di riferimento VL	Recettori puntuali	Mappe	Valore Limite Legge
		[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
PM10	Media annuale	0.0020	0.0034	40
	Percentile media giorno	0.00513	0.0114	50
NO2	Media annuale	0.7550	1.3033	40
	Percentile media oraria	23.5150	24.645	200
SO2	Media annuale	0.0003	0.00054	//
	Massimo della media oraria	0.0188	0.04079	350
CO	Massimo media oraria	0.8292	1.8081	10000
PCDD/F	Media annuale	2.46E-11	4.25E-11	//

Tabella 14 Riepilogo risultati dei parametri di emissione studiati con Calpuff

6) Il Progetto Monitor studio sugli effetti ambientali e sulla salute dei Termovalorizzatori.

Nel 2007 La regione Emilia-Romagna decise di investire oltre 3 Mil. di euro in una serie di indagini per chiarire, nei limiti degli strumenti di ricerca disponibili, gli effetti ambientali e sanitari dei termovalorizzatori di rifiuti urbani presenti nella regione ; Piacenza ,Ferrara ,Parma , Reggio E , Modena ,Bologna, Ravenna, Forlì , Rimini (otto in funzione ed uno dismesso da qualche tempo) .La complessa e lunga serie di indagini ha preso il nome di Monitor ed è stata portata avanti da decine di tecnici qualificati dell'ARPA e della regione affiancati da altri provenienti altri centri di ricerca ; ISPRA (ministro dell'ambiente) CNR ed università .Il progetto si è sviluppato su molteplici temi e su cinque linee di intervento tecnico scientifico :

- Indagine sulle emissioni in atmosfera degli impianti .
- Indagine sulle ricadute e sugli effetti ambientali .
- Individuazione della popolazione esposta negli scorsi decenni agli inceneritori .
- Indagine epidemiologica sulla loro salute (230.000 persone) 5% della popolazione regionale .
- Ricerche di laboratorio sugli effetti tossici delle emissioni degli impianti .

A queste attività si sono affiancate la definizione di un protocollo per la valutazione di impatto sanitario (VIS) , e la comunicazione dei risultati del progetto attraverso la pubblicazione in rete di una collana denominata Quaderni Monitor molto ampia e dettagliata nella quale sono illustrati in forma tecnica e divulgativa i risultati del progetto .

In estrema sintesi i risultati e le criticità che questa indagine ha evidenziato sono i seguenti :

1) Per tutti gli impianti sono stati presi in considerazione la qualità e la quantità di inquinanti emessi i riferimento anche ai limiti di concentrazione previsti dall'autorizzazione all'esercizio .E' stato fatto poi uno studio di ricaduta per verificare, per ogni singola realtà, il contributo che ogni impianto dà al territorio circostante in termini di inquinamento effettivo . Negli impianti di Bologna e Rimini poi, una volta stabiliti i siti dove le ricadute dell'impianto , secondo i modelli diffusionali, dovevano essere le più alte ed altri che non ne erano influenzati in modo da avere due valori di riferimento , si è provveduto ad effettuare una campagna di analisi con apposita strumentazione installata in loco,i risultati scritti nel rapporto di sintesi per quanto riguarda questa parte del lavoro sono i seguenti ;

- “ Un Termovalorizzatore dotato delle migliori tecnologie disponibili ed esercito al meglio emette particolato ,diossine , furani ,pcb e metalli pesanti in misura molto inferiore agli attuali valori limite di emissione “
- “ I punti sul territorio circostante il termovalorizzatore dove si è stimato modellisticamente che l'impatto del termovalorizzatore è massimo e quelli dove è stimato essere minimo non differivano significativamente tra loro sulla base delle misure effettuate, in quanto il contributo delle emissioni dell'impianto risultava essere enormemente più piccolo del contributo delle altre sorgenti di emissione (in primis traffico auto veicolare)”
- “ Per quanto riguarda l'accumulo di inquinanti negli strati superficiali del suolo con campionamenti effettuati nell'arco di due anni ha evidenziato che l'indice di geoaccumulo va da sito non contaminato a moderatamente contaminato ed il fenomeno va principalmente ascritto all'azione

inquinata del traffico auto veicolare , e che le analisi di diossine e furani hanno evidenziato che non esistono emergenze di accumulo di tali inquinanti “

- In definitiva quello che emerge dall'attività di Monitor è in equivoco “ L'impatto sulla qualità dell'aria di un Termovalorizzatore dotato delle migliori tecnologie ed esercito al meglio è talmente basso da essere indiscernibile “

15

2) Per quanto riguarda la valutazione del rischio sulla salute della popolazione direttamente interessata dalle emissioni degli impianti è stata effettuato uno studio epidemiologico su di un campione di popolazione che ha coinvolto i residenti in un raggio di 4 Km intorno a sei impianti attivi nel periodo di studio (Bologna, Ferrara , Forlì , Reggio , Rimini , Modena) . Il campione è stato suddiviso in coorti chiuse di studio significative, Per quanto possibile, in relazione alla prossimità dell'impianto ed alle caratteristiche della popolazione stessa . L'indagine epidemiologica sui dati di un periodo temporale che va dal 01.01.1995 al 31.12.2006 ha riguardato gli effetti ; sulla gravidanza e sui nati (malformazioni ,parti gemellari , ecc.) sui decessi dovuti a malattie non tumorali ed infine sull 'incidenza dei tumori .

I risultati da quanto è scritto sui rapporti di sintesi sono i seguenti :

- Per quanto riguarda Gli effetti sulla gravidanza e sui nati “ non si riscontrano effetti su sesso nascita e peso dei nati “ ne “ Elementi probanti per l'attribuzione di un nesso causale tra malformazioni ed esposizione agli inquinanti emessi dagli inceneritori “ Un dato che ha un qualche significato statistico è il dato delle maggiori nascite pretermine e quello degli aborti che , a detta dei ricercatori , potrebbe essere legato alla sinergia fra le varie fonti di inquinamento presenti sul territorio compreso il termovalorizzatore .
- Per Le cause di morte non tumorali ; “ Le cause di morte non tumorali non sono risultate associate all'esposizione a inceneritore in alcuna corte , con l'eccezione della mortalità per malattie cardiocircolatorie nelle femmine nel livello più elevato in una corte principale “
- Infine per quanto riguarda i tumori “ Nel complesso lo studio non ha messo in evidenza una coerente associazione tra livelli di esposizione e mortalità o incidenza di tumori “

Questi studi multidisciplinari , che qui ho cercato brevemente e superficialmente di descrivere, sono certamente importanti e condotti con il metodo, la serietà e la competenza che si richiedono per indagini così complesse , essi non sono e non devono essere definitivi ma rappresentano un sentiero sul quale muoversi per i futuri controlli in questo campo .

Quello che si può affermare senza materia di smentita è che la situazione attuale rispetto a quella presa in analisi dallo studio è certamente migliorata infatti gli impianti in questi ultimi 24 anni (l'indagine epidemiologica parte dal 1995) sono sensibilmente migliorati in termini di prestazioni controlli e riduzione dell'inquinamento ambientale .

6. Prestazioni energetiche dell'impianto

Prestazioni energetiche - TVR – Anno 2017

<i>Rifiuti Trattati</i>	<i>Energia elettrica prodotta</i>
220 T/giorno di Frazione Secca	120 MWh/giorno
77.000 T/anno di Frazione Secca	42.650 MWh/anno

Il termovalorizzatore oltre a smaltire rifiuti produce energia elettrica tramite una turbina a vapore alimentata dal vapore prodotto nelle caldaie dalla combustione dei rifiuti accoppiata ad un alternatore .l'energia elettrica prodotta dalla macchina ,tramite trasformatori che ne elevano la tensione ,viene immessa nella rete di media tensione 30.000 Volt della rete elettrica nazionale . La configurazione del sistema di fatto prevede che prima siano soddisfatti i consumi interni della sede del Picchianti e l'eccedenza di energia prodotta venga scaricata in rete . Come si evince anche dalla tabella la quantità di energia prodotta non è da considerarsi trascurabile anzi presenta comunque una risorsa energetica di notevole entità . Infatti , se consideriamo la potenza elettrica erogata , la turbina eroga una potenza di

5 MW , gli autoconsumi dell'impianto e cioè i consumi elettrici di tutte le apparecchiature che servono per farlo funzionare assorbono una potenza di 1,2 MW , ciò vuol dire che sono disponibili 3,8 MW di potenza istantanea .Per fare un esempio esplicativo questa potenza potrebbe alimentare 1000 Km di illuminazione pubblica .

Se consideriamo invece l'energia elettrica prodotta in un anno di esercizio indicata nella tabella ,tolti gli autoconsumi per il funzionamento dell'impianto che ammontano a circa 9800 MWh /anno vediamo che restano disponibili da mettere in rete 32.850 MWh . Se come indicano alcune ricerche sui consumi di energia elettrica a livello domestico una famiglia composta da 3 persone consuma circa 2400 ciò vuol dire che con l'energia elettrica immessa nella rete dall'impianto si possono alimentare i consumi di circa 13.680 abitazioni per una popolazione presunta di circa 41.000 persone . Come si vede la cosa non è trascurabile se si considera che alle tariffe attuali il costo economico di questa energia per l'utenza è di circa 6.000.000 di euro .

7. Considerazioni finali

In considerazione di tutto che abbiamo sopra descritto credo che si possa tranquillamente affermare che attualmente non esista nessun impianto di combustione, sia nei vari settori industriali (impianti chimici ,petrolchimici , centrali di produzione di energia , ecc.) ma anche per uso civile (impianti di riscaldamento a gasolio , impianti a pellets)che disponga delle tecnologie di abbattimento , dei sistemi di monitoraggio e

che sia sottoposto ai controlli ai quali sono sottoposti gli impianti di termovalorizzazione dei rifiuti . che sono comunque considerati uno dei sistemi virtuosi per la gestione dei rifiuti urbani .

Allargando il discorso e facendo riferimento infatti alle normative europee che indicano le pratiche ammissibili per la gestione virtuosa dei rifiuti , queste identificano per esemplificare una piramide di buone pratiche :

17

- ➔ Sul gradino più alto della piramide sta il riutilizzo del possibile rifiuto come prodotto (il classico esempio è la bottiglia di vetro riutilizzata più volte)
- ➔ Sul secondo gradino sta il recupero di materia , e cioè riutilizzare la materia prima per riconvertirla in prodotto .
- ➔ Al terzo gradino sta il recupero energetico ,quando questo è possibile e quando il recupero di materia sia sconveniente rispetto ad un bilancio complessivo ambientale di costi/benefici .
- ➔ All'ultimo gradino sta lo smaltimento in discarica comunque fatto nelle migliori condizioni di tutela ambientale .

Dobbiamo anche considerare poi un fatto non certamente secondario , che questi impianti producono energia termica ed elettrica che , se fosse prodotta da fonti tradizionali (metano ,derivati del petrolio ,pellets) immetterebbe comunque in atmosfera gli inquinanti di quella combustione, senza contare il costo economico del combustibile per produrla .

Quella che abbiamo fatto in questa breve relazione è in termini generali la descrizione dell'impianto e delle sue caratteristiche attuali . Come accade per tutti gli impianti che fanno uso di tecnologie , queste possono essere riviste e casomai migliorate per far sì che le sue prestazioni ambientali e di efficienza complessiva possano aumentare .

Un miglioramento della raccolta differenziata per esempio , omogeneizzando di più il rifiuto residuo inviato all'impianto può essere un fatto positivo nell'ottica del miglioramento delle prestazioni .

Per quanto riguarda poi la raccolta differenziata però dobbiamo anche cercare di ridimensionare un falso mito secondo cui ; con l'aumento della raccolta differenziata a valori molto spinti i termovalorizzatori non sono più necessari . Questi ragionamenti, di per se molto suggestivi , non tengono conto però del fatto che nelle successive lavorazioni dei materiali raccolti si creano scarti e sovralli non altrimenti recuperabili ;

- 20% circa quelli verificati per il recupero delle materie plastiche
- 15 % circa per la carta (oltre al Pulper scarto di cartiera)
- 15 – 20 % circa quelli provenienti dagli impianti di compostaggio .

Oltre a questi vanno poi considerati gli scarti del recupero del legno e di altre filiere di recupero .

I materiali sopra indicati sono tutti ottimi combustibili per cui o si avviano alla combustione ; Termovalorizzatori e/o in qualche caso Cementifici (che hanno ottime temperature di combustione ma non sono dotati di sistemi di abbattimento e controllo delle emissioni dello stesso livello dei Termovalorizzatori) oppure siamo costretti a destinarli in discarica con tutte le conseguenze del caso (occupazione suolo ,percolato) e come si può valutare le quantità sono rilevanti .

Nel caso specifico di Livorno ,anche se come mi auguro, raggiungessimo con l'introduzione del porta a porta percentuali di raccolta differenziata più elevata, magari il 70% , dovremmo poi tener conto che tornerebbe indietro almeno un 10- 15% per cui , se facessimo tutto in casa , il rifiuto da destinare al Termovalorizzatore salirebbe al 40- 45 % .

Per concludere infine, quello che mi preme sottolineare comunque è che il termovalorizzatore per le sue caratteristiche e potenzialità , deve essere considerato una risorsa disponibile per una gestione corretta ed articolata dei rifiuti e non un problema con il quale dobbiamo confrontarci.

Perché lo smaltimento dei rifiuti, nel suo insieme , è essenzialmente un problema di carattere tecnico-economico ed ambientale per cui va affrontato con razocinio e senso della misura implementando in maniera coerente, tutti i sistemi, le tecnologie a disposizione e le risorse economiche atte a risolverlo

L'Ex Responsabile impianti AAMPS.

Enio Gambaccini