



Relazione tecnica su analisi opzioni alternative in termini di emissioni e consumi

1. IMPIANTO AMMONIACA

L'impianto oggetto della presente domanda di Autorizzazione Integrata Ambientale si inquadra nella tecnologia definibile come "Advanced Conventional Reforming" e pertanto a tale tecnologia si deve fare riferimento quando si esaminano le opzioni alternative in termini di consumi ed emissioni e di conseguenza anche il relativo impatto ambientale. Si tratta inoltre di un impianto costruito nel 1977 con tecnologia Harold Topsoe e, sebbene dal momento della costruzione iniziale siano stati fatti notevoli miglioramenti tecnologici volti a migliorarne le prestazioni in termini di consumi energetici ed impatto ambientale, questi vanno sempre considerati alla luce della tecnologia installata con la quale tutte le modifiche effettuate devono per forza essere tecnicamente compatibili.

Pertanto il paragone con le tecnologie alternative illustrate nelle relazioni tecniche definenti le Best Available Technology relativamente agli impianti ammoniaca intese come "Whole compcet" sono puramente indicative di performances considerabili solamente nel caso di installazione "ex novo" a partire da "prato verde" cosa non proponibile nel caso attuale per gli enormi investimenti richiesti.

Va peraltro aggiunto che delle due tecnologie alternative denominate "Heat Exchanger Reformer" ed Excess air Reforming" solamente la seconda risulterebbe teoricamente applicabile nel caso specifico in quanto la prima offre al momento capacità produttive (dell'ordine di 500 t/die) decisamente inferiori agli standard specifici attualmente riconosciuti per le società che producendo fertilizzanti come attività principale che vedono sempre l'impianto ammoniaca abbinato all'impianto urea come principale utilizzatore del prodotto finito. Anche sotto il punto di vista dell'integrazione dei consumi questa tecnologia non si presta ad una efficace integrazione con un impianto urea in quanto essendo quest'ultimo un consumatore di vapore a bassa pressione risulterebbe penalizzato dalla presenza di un impianto che non è in grado di esportarlo ma anzi necessita di input considerevoli di vapore o energia elettrica per azionare le principali turbine di processo. In definitiva questo tipo di impianti trova applicazione pratica nei casi in cui l'ammoniaca viene utilizzata come intermedio per sintesi organiche complesse in quantità limitate e senza alcun impianto che necessiti di utilizzo di vapore a valle. Per quanto riguarda la tecnologia del tipo Excess air Reforming invece si può dire che questa è largamente applicata come Whole compcet technology per impianti integrati ammoniaca ed urea e quindi risulta teoricamente applicabile come tecnologia alternativa nella situazione attuale, il temine teoricamente deriva dalla constatazione che la sua introduzione nella tecnologia attualmente installata comporterebbe il totale rifacimento del design del front end dell'impianto e dell'installazione di una unità criogenica sul gas di sintesi di tipo completamente diverso da quella attualmente installata, a fronte tuttavia di un investimento che risulterebbe improponibile dal punto di vista economico e di difficilissima attuazione da un punto di vista tecnico i vantaggi ottenibili dal punto di vista ambientale e di consumo energetico non sarebbero rilevanti se paragonati a quanto ottenibile da una ottimizzazione spinta della tecnologia attualmente installata.

Con riferimento alla nota tecnica descriventi le BAT di settore illustrate in allegato D.15 (Tabella 2: Tecniche identificate come BAT e loro applicazione) viene di seguito mostrata la tabella illustrante le migliori performances ottenibili con le diverse tecnologie applicate in

termini di valori raggiungibili come emissioni in aria, acqua e relativo consumo energetico che per questo tipo di impianti risulta essere un fattore fondamentale per valutarne la competitività. E' doveroso inoltre osservare come tali performances siano ottenibili utilizzando esclusivamente gas naturale come materia prima e combustibile essendo questa l'unica materia prima utilizzata peraltro anche dall'impianto in oggetto.

TABELLA 2: Migliori performances ambientali ottenibili
(tutti i processi)

Parametri input-output	Impianti di reforming convenzionali	Impianti con reforming ridotto	Impianti con reforming autotermico
Emissione di NO _x all'aria	230 mg/Nm ³	90 mg/Nm ³	80 mg/Nm ³ 20 mg/Nm ³
Emissione di NH ₃ in acqua	28 gr/t NH ₃	trascurabile	80 gr/t NH ₃
Consumo energetico (LHV)	29,2 GJ/t NH ₃	28,9 GJ/t NH ₃	31,8 GJ/t NH ₃

Con riferimento alla tabella precedente viene inoltre specificato di seguito le migliori performances raggiungibili con l'impianto oggetto della presente domanda di AIA rispetto anche ai limiti autorizzativi attualmente in essere in seguito all'applicazione delle diverse opzioni presentate in tabella 1:

TABELLA 3: **Migliori** performances ambientali ottenibili
(processi a reforming convenzionali)

Parametri input-output	Impianti di reforming convenzionali	Impianto oggetto di autorizzazione	Limiti di emissione attualmente in essere
Emissione di NO _x all'aria	230 mg/Nm ³	240 mg/Nm ³	500 mg/Nm ³
Emissione di NH ₃ in acqua (*)	28 gr/t NH ₃	31 gr/t NH ₃	94 gr/t NH ₃
Consumo energetico (LHV)	29,2 GJ/t NH ₃	33,6 GJ/t NH ₃ (**)	

(*) Emissioni riferite all'intero stabilimento compresi anche gli impianti a valle

(**) **Miglior contenuto energetico realizzato dopo l'introduzione delle modifiche impiantistiche**

Va precisato che nell'ultima edizione del documento BREF LVIC-AAF l'intervallo comprendente le migliori prestazioni ottenibili per gli impianti con reforming convenzionale ed ad eccesso di aria viene stabilito in 90-230 mg/Nm³ per l'emissione di NO_x in quanto si è tenuto conto delle inevitabili variazioni di condizioni di processo che non consentono di tenere valori molto bassi durante tutto il periodo di marcia degli impianti fra un intervento manutentivo e l'altro.

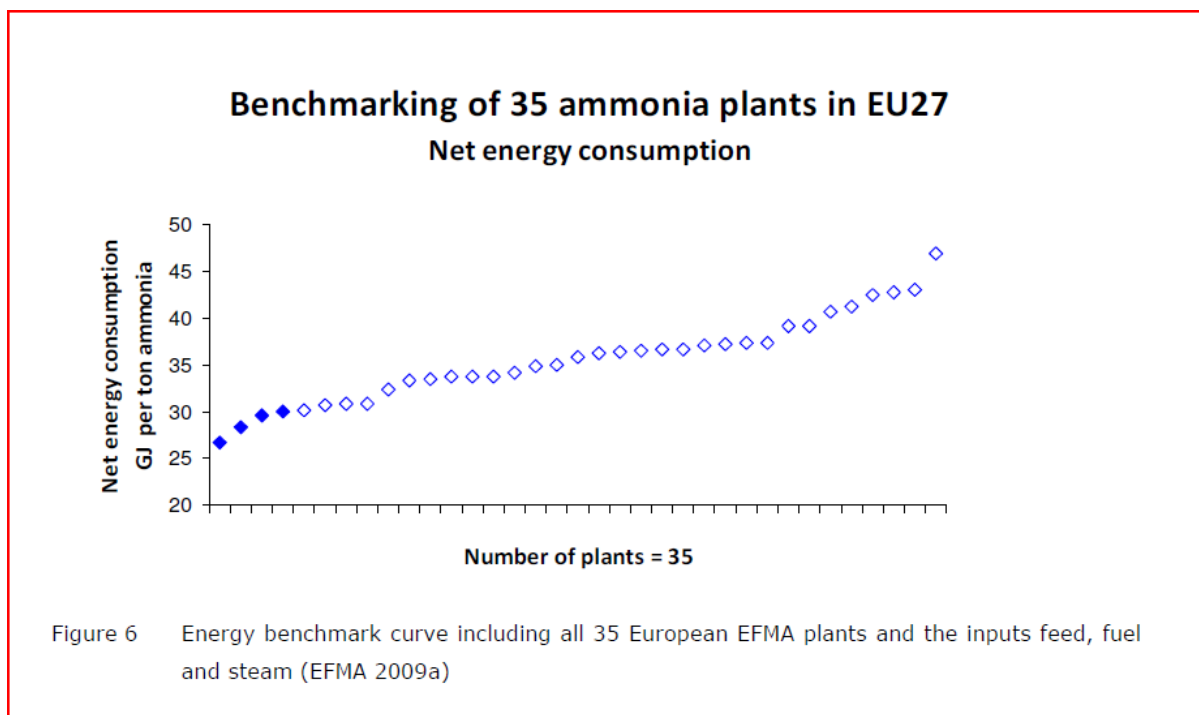
Se si considera quindi il gap rispetto alle prestazioni ambientali rispetto alle emissioni si vede come l'impianto oggetto di autorizzazione AIA sia molto vicino ai valori delle BAT tenendo conto del fatto che i valori più bassi del range si possono ottenere con impianti nuovi o come migliori prestazioni di impianti esistenti.

Valutazione delle prestazioni energetiche

Per quanto riguarda il consumo energetico, per il quale il miglior risultato raggiunto si colloca intorno ai 33,6 GJ/t, va segnalato che pur risultando ancora superiore alle BAT di circa il 10% rispetto ai migliori impianti in Europa che si collocano nel range di 27.6 - 31.8 GJ/t esso si colloca tuttavia fra gli impianti aventi una efficienza decisamente superiore alla media europea che risulta essere di 35,7 GJ/t NH₃, (tra il 25° percentile) tenendo conto di una media mondiale che si colloca attorno a valori di 36.6 GJ / t NH₃: vedi tabella sotto.

Va considerato che i dati forniti nel BREF LVIC non sono da considerarsi omogenei come calcolo del consumo energetico in quanto riportanti criteri disparati sulla valutazione ad es. dell'energia elettrica, successivamente l'associazione europea dei produttori di fertilizzanti (EFMA) ha concordato una metodologia omogenea di calcolo che ha consentito una migliore valutazione di tale parametro e la tabella sottostante risulta pertanto molto più attendibile.

Tabella illustrante il contenuto energetico degli impianti europei (vedi report allegato)



Da notare infine il fatto che nel caso specifico dell'impianto in esame il maggiore consumo di energia rispetto agli impianti considerati come BAT si traduce sostanzialmente in un maggiore consumo di metano. In particolare si deve considerare che l'impianto oggetto della presente analisi è sfavorito da due fattori che contribuiscono all'aumento del consumo energetico: le elevate temperature estive che portano l'acqua di raffreddamento a circa 30°C e la produzione di ammoniaca a -33°C, esse penalizzano il consumo energetico dell'impianto in oggetto per circa 1 GJ/t.

Dall'esame delle tecniche descritte e della loro applicazione si può dedurre che la maggior parte delle tecniche applicabili al processo oggetto della presente relazione sono effettivamente applicate consentendo performances ambientali molto vicine a quelle indicate come ottenibili con l'utilizzo di tutte le migliori tecnologie applicabili.



Di seguito si fornisce una ripartizione del consumo energetico rispetto ai migliori impianti che ricadono nella categoria "Conventional Steam Reforming":

Descrizione	Media dei migliori Impianti	Impianto Yara	Delta
Metano chimico (Gj/t)	22,1	22,3	0,2
Metano termico (Gj/t)	7,2-9,0	11,3	2,3-4,1

I gaps incolmabili rispetto ai migliori impianto europei derivano dalla impossibilità di eseguire interventi radicali soprattutto nella parte front-end dell'impianto, a partire dal forno di reforming primario fino alla sezione di metanazione del gas di sintesi. Dato che gli impianti che raggiungono le migliori performances sono sostanzialmente quelli per i quali si possono applicare le tecnologie di utilizzo di turbine a gas per trascinare il compressore aria di processo e inviare i gas combustibili caldi come aria preriscaldata ai bruciatori del forno di reforming; questa tecnologia nell'impianto Yara Ferrara non è applicabile in quanto non lo consentono le particolari caratteristiche dei bruciatori installati nel forno stesso (piccoli bruciatori a tiraggio indotto e alimentati ad aria ambiente). Si deve tuttavia considerare che questa tecnologia inviando aria calda ai bruciatori del forno di reforming tende ad innalzare il tenore degli ossidi di azoto nei gas emessi da questa fase produttiva. L'altro fattore che consentirebbe di ridurre significativamente il consumo energetico è l'installazione dell'unità criogenica a monte della sezione di sintesi; questa tecnologia consentirebbe di ridurre sensibilmente la pressione del loop di sintesi (fino a circa 130 bar) con un notevole risparmio di vapore ad elevata entalpia utilizzato per alimentare la turbina che trascina il compressore del gas di sintesi. Anche in questo caso tuttavia questa tecnologia non risulta applicabile in quanto l'unità installata, che processa unicamente il purge gas, non è adeguata a processare una quantità pari a tutto il gas di processo e l'installazione di una nuova unità, oltre che non proponibile per costrizioni di lay out impianto, risulterebbe troppo onerosa in termini di costi di investimento.

Il risultato raggiunto con il revamp energetico realizzato, a seguito di una approfondita analisi costi/benefici, risulta quindi essere il migliore compromesso tra costi sostenuti e benefici realizzati e ha consentito di allineare l'impianto di Ferrara con i migliori impianti presenti in europa che risultano peraltro essere fra i più efficienti al mondo.

L'ottenimento dello scopo si è realizzato con una serie di interventi di seguito descritti:

- Riduzione della pressione nel loop di sintesi grazie all'installazione di un secondo reattore di sintesi posto in serie a quello esistente. Ciò ha permesso di ottenere, grazie alle nuove condizioni operative (minore pressione) e grazie all'aumento del tempo di contatto tra gas di sintesi e catalizzatore, previa raffreddamento intermedio del gas in reazione, una maggiore percentuale di formazione di NH_3 riducendo in media la percentuale e i quantitativi degli altri componenti (soprattutto idrogeno) nel loop di sintesi.
- Recupero di calore in uscita al secondo reattore tramite l'installazione di una nuova caldaia di processo che ha permesso di produrre extra vapore ad alta pressione.



- Sostituzione dello scambiatore gas/gas E502 con due nuovi posti in serie e di superficie di scambio maggiore; come conseguenza si è ottenuto una riduzione del carico di calore da smaltire sul sistema a torri di refrigerazione.
- Modifica degli interni del compressore gas di sintesi per permettere di comprimere il gas alle nuove condizioni.
- Riduzione del rapporto vapore carbonio nel reformer primario, riducendo il quantitativo di calore fornito e quindi il consumo di gas metano e le relative emissioni (principalmente Ossidi di azoto).
- Ottimizzazione del recupero calore lungo il front end dell'impianto e dalla sezione convettiva del reforming inserendo una serie di nuovi scambiatori. Il calore così recuperato in parte è utilizzato nella sezione sintesi dell'urea ottenendo miglioramenti produttivi e di gestione in quest'ultima sezione. Per chiudere il bilancio, il vapore a basso tenore entalpico è utilizzato nella sezione di decarbonatazione per ottimizzare la rigenerazione della soluzione che cattura CO₂. In tale modo si è ridotto di molto l'uso di vapore vivo nella sezione di decarbonatazione e conseguentemente si ha un minore onere nella sezione di trattamento condense.

La conseguenza ultima delle suddette modifiche ha ridotto il consumo di vapore ad alta pressione. Ciò si è tradotto in una riduzione del gas naturale alimentato ai bruciatori e quindi anche di una relativa riduzione delle emissioni.

2. IMPIANTO UREA

L'impianto urea oggetto della domanda di AIA utilizza una tecnologia sicuramente all'avanguardia per quanto riguarda sia la sezione di sintesi (Isobaric Double Recycle) che per quanto riguarda la sezione di finitura.

Con riferimento alla nota tecnica illustrante le Best Available Technology applicabili ed applicate (Allegato D.15, Tabella 4) si ritiene opportuno precisare che per l'unica tecnologia non applicata riguardante il lavaggio degli off-gas dalla torre di prilling la società scrivente ha una autorizzazione all'esercizio molto limitato della medesima per un periodo non superiore a 15 giorni complessivi per anno solare e ad una capacità produttiva non superiore al 70% rispetto alla capacità di targa dell'impianto (1700 t/die) e che a tali condizioni di esercizio i valori di emissione sono compatibili con i valori indicati come associati alle BAT per questo tipo di impianti.

Con riferimento alle migliori prestazioni ottenibili in termini di emissioni e consumi per impianti di questo tipo la situazione viene riassunta di seguito:

TABELLA 5: Migliori performances ambientali ottenibili (tutte le sezioni)			
Parametri input-output	BAT: Valori raggiungibili	Migliori Valori raggiunti con l'assetto attuale	Limiti attualmente in vigore
Emissione di ammoniaca all'aria dalla sezione di finitura	3-35 mg/Nm ³	15-25 mg/Nm ³ granulazione 5 mg/Nm ³ prilling (*)	35 mg/Nm ³ granulazione 15 mg/Nm ³ prilling



Emissione di polveri all'aria dalla sezione di finitura	15-55 mg/Nm ³	5-10 mg/Nm ³ granulazione 5 mg/Nm ³ prilling (*)	20 mg/Nm ³ granulazione 15 mg/Nm ³ prilling
Emissione di ammoniaca in acqua dalla sezione di idrolisi (**)	<10 mg/m ³ ammoniaca <5 mg/Nm ³ urea	<10 mg/m ³ ammoniaca (**)	<15 mg/m ³ ammoniaca

(*) con torre di prilling al 3% della capacità

(**) tutte le acque inviate allo scarico in acque superficiali

Si precisa che le acque di processo risultanti dall'impianto sono inviate al trattamento biologico consortile di stabilimento.

Per quanto riguarda i consumi specifici si fa riferimento alla tabella di seguito illustrata in cui il processo oggetto di domanda di AIA viene posto a confronto con processi analoghi, va osservato che il processo IDR sviluppato completamente in Italia e applicato nell'impianto di Ferrara è stato elencato tra le BAT applicabili in quanto le performances in termini di consumi specifici sono in linea con i migliori processi attualmente presenti sul mercato.:

TABELLA 6: Migliori performances energetiche ottenibili (tutti i processi)							
Processo	NH ₃ t/t urea	CO ₂ t/t urea	Compress CO ₂ **	Consumo di vapore		Acqua di raffredd.* M ³ /t urea	Consumo di elettr. MJ/t urea
				t/t urea	P (bar)		
Stripping CO ₂	0,567	0,733	vapore	0,77-0,92	120	70	54
			Elettrico	0,8	24	60	396
Stripping NH ₃	0,567	0,735	vapore	0,76-0,95	108	75-80	76-82
IDR	0,567	0,74	vapore	0,6	105	75	79
Aces	0,57	0,74	Vapore	0,7-0,8	98	60-80	54-108
			Elettrico	0,57	24,5	51	436
			elettrico	0,84	24	60	425

** secondo l'uso di elettricità o vapore per azionare il compressore CO₂

* assumendo un delta temperatura di 10°C