



raffineria di ancona

Falconara M.ma, 23 Novembre 2011
SSAQ
Prot.1454 /11



Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Direzione Generale Valutazioni Ambientali

E.prot DVA – 2011 – 0030198 del 01/12/2011

ISPRA

protocollo.ispra@ispra.legalmail.it

p.c. **MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE**
Direzione generale per le valutazioni ambientali

Via Cristoforo Colombo, n. 44
00147 - Roma (Italia)

REGIONE MARCHE

Servizio Ambiente e Paesaggio-
PF Valutazioni ed Autorizzazioni Ambientali

Att.ne Dott David Piccinini

via Tiziano, 44

60100 - Ancona

ARPAM

DIPARTIMENTO DI ANCONA

Att.ne del Referente IPPC

Via C. Colombo, 106

60127 - Ancona

COMUNE DI FALCONARA M.MA

Area Promozione del Territorio

Settore Tutela Ambientale

P.zza Carducci,1

60015 - Falconara M.ma (AN)



RIFERIMENTO: AIA raffineria api di Falconara M.ma (AN), art.1 c.4 DVA-DEC-2010-0000167 del 19/04/2010 e AIA impianto IGCC sito api di Falconara M.ma (AN), §8.2 lett.i P.I. DVA-DEC-2010-0000470 del 02/08/2010.

OGGETTO: Sito "api raffineria di ancona S.p.A." di Falconara M.ma. - Studio ai fini dell'identificazione dei limiti emissivi in flusso di massa (t/a) di CO.

Con la presente il Gestore delle Autorizzazioni Integrate Ambientali in oggetto, intende fornire, secondo quanto prescritto, uno studio per l'identificazione dei limiti emissivi di CO in termini di flusso di massa (t/anno) per il sito di Falconara M.ma.

Distinti saluti.

"api raffineria di ancona" S.p.A.

Il Direttore

(Ing. Pasquale Palumbo)



raffineria di ancona



AIA RAFFINERIA API DI FALCONARA M.MA (AN)

(art.1 c.4 DVA-DEC-2010-0000167 del 19/04/2010)

e

AIA IMPIANTO IGCC SITO API DI FALCONARA M.MA (AN)

(§8.2 lett.i P.I. DVA-DEC-2010-0000470 del 02/08/2010)

**STUDIO AI FINI DELL'IDENTIFICAZIONE
DEI LIMITI EMISSIVI IN FLUSSO DI MASSA DI CO
PER IL SITO "api raffineria" DI FALCONARA M.MA**

INDICE

1	PREMESSA	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	3
3	ANDAMENTO EMISSIONI ANNUALI DI CO DEL SITO API RAFFINERIA.....	5
4	EMISSIONI DI CO - VARIABILI OPERATIVE PER IL CONTROLLO DELLA COMBUSTIONE E UTILIZZO DELLE MTD	6
	4.1 RAFFINERIA.....	6
	4.2 IGCC.....	10
5	INDIVIDUAZIONE DEI LIMITI EMISSIVI DI CO.....	11
	5.1 RAFFINERIA.....	11
	5.2 IGCC.....	13
6	CONCLUSIONI.....	14

1 PREMESSA

Come prescritto all'art.1 c.4 del decreto DVA-DEC-2010-0000167 del 19/04/2010 (AIA raffineria api di Falconara M.ma (AN) e al paragrafo 8.2 "Emissioni in aria" lett.i) del Parere Istruttorio del decreto DVA-DEC-2010-0000470 del 02/08/2010 (AIA impianto IGCC sito api di Falconara M.ma (AN), con il presente documento il Gestore intende fornire lo studio effettuato per l'identificazione dei limiti emissivi di CO in flusso di massa (t/anno) per il sito api raffineria di Falconara M.ma.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

I limiti massici annuali previsti dai decreti di AIA della raffineria e dell'IGCC per le emissioni in atmosfera dell'intero sito di Falconara M.ma sono definiti nella tabella che segue:

Parametro	Limite prescritto (t/anno)
SO ₂	1400
NO _x	975
Polveri	70
CO	400

Come indicato nel Parere Istruttorio di ciascuna delle AIA, tali limiti valgono «*fintanto che il Gestore del complesso Raffineria "api raffineria di ancona S.p.A." e del complesso "IGCC Api Energia S.p.A." è rappresentato dal medesimo soggetto giuridico e l'esercizio annuale di ciascun impianto è superiore al 50% della massima capacità produttiva annuale*».

Nel caso in cui una delle suddette condizioni dovesse decadere, il Gestore dovrà rispettare le seguenti prescrizioni massiche relative al singolo complesso:

- Raffineria:

Parametro	Limite prescritto (t/anno)
SO ₂	1.100
NO _x	325
Polveri	40
CO	75

- IGCC:

Parametro	Limite prescritto (t/anno)
SO ₂	300
NO _x	650
Polveri	30
CO	325

Le emissioni in aria convogliate dai camini derivanti dai fumi prodotti dalla combustione dei combustibili gassosi e liquidi che avviene nei bruciatori dei forni delle varie unità di raffineria, sono anch'esse regolamentate in termini di "limite di bolla".

Il Decreto di AIA per l'esercizio della raffineria, partendo dai limiti previsti dal D.Lgs 152/06, dalle Bref e dall'adozione delle Migliori Tecniche Disponibili, stabilisce inoltre i valori limite in concentrazione per ciascun parametro come riportato in tabella:

Parametro	Limite Decreto 152/06 (mg/Nm ³)	Prestazioni MTD (mg/Nm ³)	Limite di Bolla (mg/Nm ³)
SO ₂	1700	800 – 1200	800
NO _x	500	250 – 450	250
Polveri	80	30 – 50	40
CO	250	100 – 150	100
H ₂ S	5	3 – 5	5

Per il complesso IGCC i "limiti di bolla" prescritti nel Decreto di AIA per l'esercizio dell'impianto sono:

Parametro	Limite di Bolla (mg/Nm ³)	Tenore di O ₂ espresso su base secca
SO ₂	50	15%
NO _x	65	15%
Polveri	5	15%
CO	50	15%
H ₂ S	5	15%

3 ANDAMENTO EMISSIONI ANNUALI DI CO DEL SITO API RAFFINERIA

Si riportano nella Tabella 1 le emissioni annuali di CO nel periodo 1998-2010 in termini di flussi di massa e di concentrazione media annuale:

Emissioni di Monossido di Carbonio (CO)									
Anno	Raffineria (t/anno)	IGCC (t/anno)	SOMMA (t/anno)	Raffineria		IGCC		Raffineria	IGCC
				KgCO _{litro}	Mat.Pr.lav. (ton)	KgCO/ MWh prodotto	E.E. prodotta (MWh)	Concentrazione (mg/Nmc)	Concentrazione (mg/Nmc)
1998	452	-	452	0,123	3.672.551	-	-	145,00	-
1999	432	11	443	0,123	3.503.030	-	-	80,00	-
2000	195	212	407	0,059	3.292.386	-	-	51,00	-
2001	91	97	188	0,024	3.725.008	0,068	1.414.720	28,00	7,20
2002	94	88	182	0,026	3.649.957	0,058	1.505.174	48,62	5,81
2003	54	79	133	0,015	3.679.278	0,057	1.386.086	27,52	5,79
2004	62	49	111	0,018	3.518.130	0,022	2.252.351	32,12	2,46
2005	76	83	158	0,023	3.339.514	0,038	2.168.186	43,74	4,29
2006	26	439	465	0,008	3.472.903	0,205	2.140.513	13,23	23,14
2007	18	314	332	0,005	3.613.124	0,140	2.237.857	7,76	16,65
2008	33	307	340	0,009	3.683.071	0,141	2.182.705	15,34	16,57
2009	51	314	365	0,015	3.500.058	0,155	2.030.487	23,88	18,46
2010	58	90	148	0,017	3.401.442	0,041	2.204.439	28,47	5,05
Limiti AIA	75	325	400	-	3.900.000	-	-	100,00	50,00

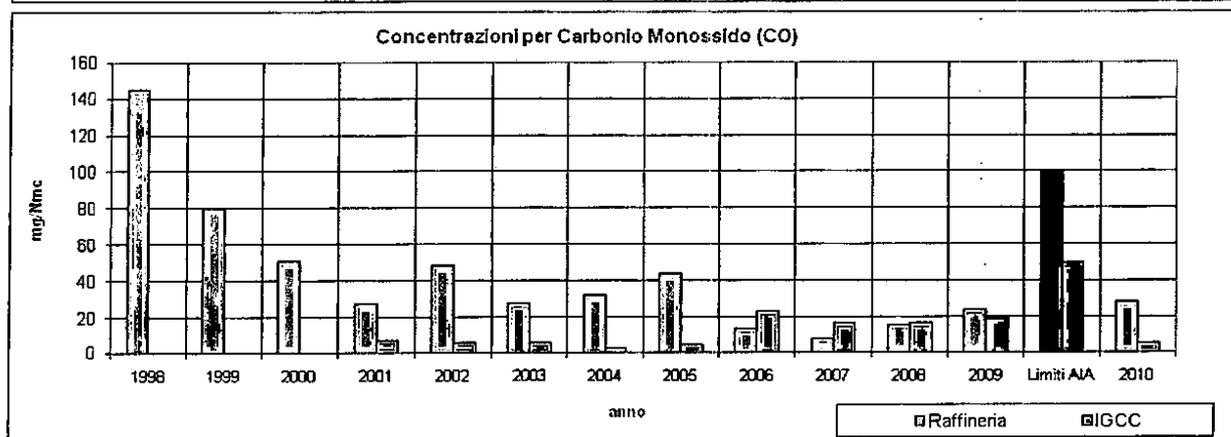
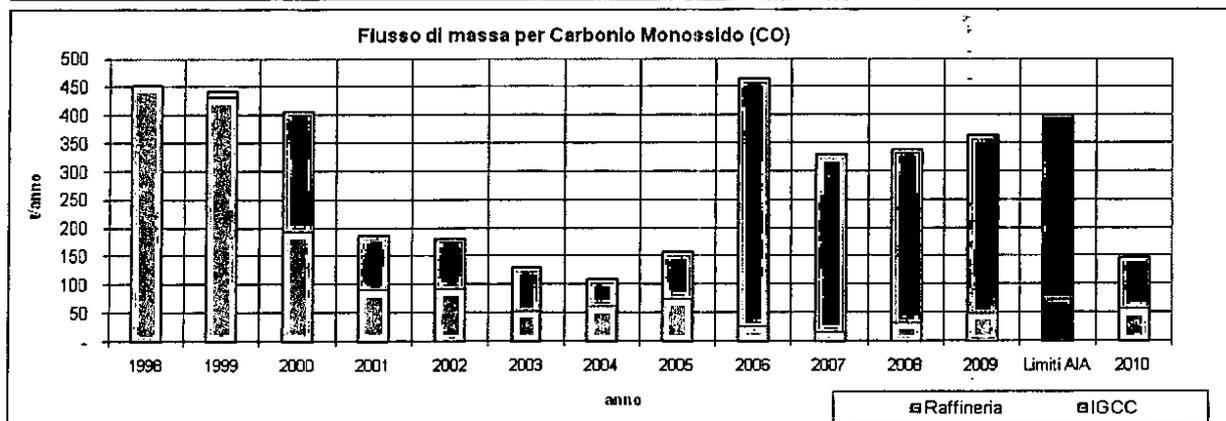


Tabella 1

Dall'andamento del grafico relativo ai flussi di massa si possono notare, sia per raffineria che per IGCC, delle variazioni a gradino (anni 1998-2000, anni 2001-2005, anni 2006-2009, anno 2010) che indicano la realizzazione di interventi sostanziali sugli impianti, così riassumibili:

- 2000-2001: avvio IGCC e realizzazione interventi mitigativi in raffineria;
- 2006: messa in esercizio del sistema Post-Firing alimentato a syngas nella caldaia HRSG (camino E26A) con lo scopo di ottimizzare l'efficienza energetica del ciclo combinato IGCC;
- 2010: modifica del sistema Post Firing.

4 EMISSIONI DI CO - Variabili operative per il controllo della combustione e utilizzo delle MTD

4.1 Raffineria

Nell'ambito della combustione che avviene nei forni della raffineria, le variabili che permettono di ottimizzare le emissioni e garantire il rispetto dei valori limite sono principalmente:

- 1) la qualità dei combustibili utilizzati;
- 2) la tipologia di bruciatori installati;
- 3) la temperatura di fiamma;
- 4) l'eccesso d'aria;

Per quanto riguarda il punto 1, i combustibili utilizzabili ai forni di raffineria sono esclusivamente gas di raffineria, gas naturale e olio combustibile denso fino ad un massimo autorizzato di 50 kt/anno. Relativamente ai punti 2 e 3, le specifiche tecniche dei bruciatori installati determinano la temperatura di fiamma e la possibilità di avere basse emissioni di ossidi di azoto.

Al contrario dei parametri NO_x , SO_2 e PTS, che sono direttamente legati al tipo di combustibile utilizzato ed alla metodologia di combustione (es. bruciatore a basso NO_x), la formazione di monossido di carbonio deriva principalmente dalla qualità della combustione.

Particolare influenza ha infatti la variabile al punto 4, in quanto l'eccesso d'aria ai bruciatori svolge una funzione dal doppio risvolto nella gestione operativa dell'impianto. Infatti se da un lato potrebbe influenzare positivamente la riduzione delle emissioni di CO, dall'altro comporterebbe l'aumento di emissioni di NO_x , unitamente ad un maggiore dispendio energetico, e viceversa.

Ricordando che la minimizzazione dell'energia spesa è una MTD valida in generale per le raffinerie (vedi LG MTD Raffinerie) e una "BAT" rilevante nel BREF Energy Efficiency, è importante definire la soglia di variabilità di eccesso d'aria volto alla riduzione del CO, tale da garantire il giusto compromesso con l'energia spesa. Infatti un incremento dell'eccesso d'aria richiede al forno maggiore energia per adempiere alla sua funzione (es: riscaldare la carica ad un reattore catalitico o ad una colonna di distillazione), dovendo riscaldare l'aria in eccesso portandola dalla temperatura ambiente a circa 1000°C con utilizzo di maggiori quantità di combustibile.

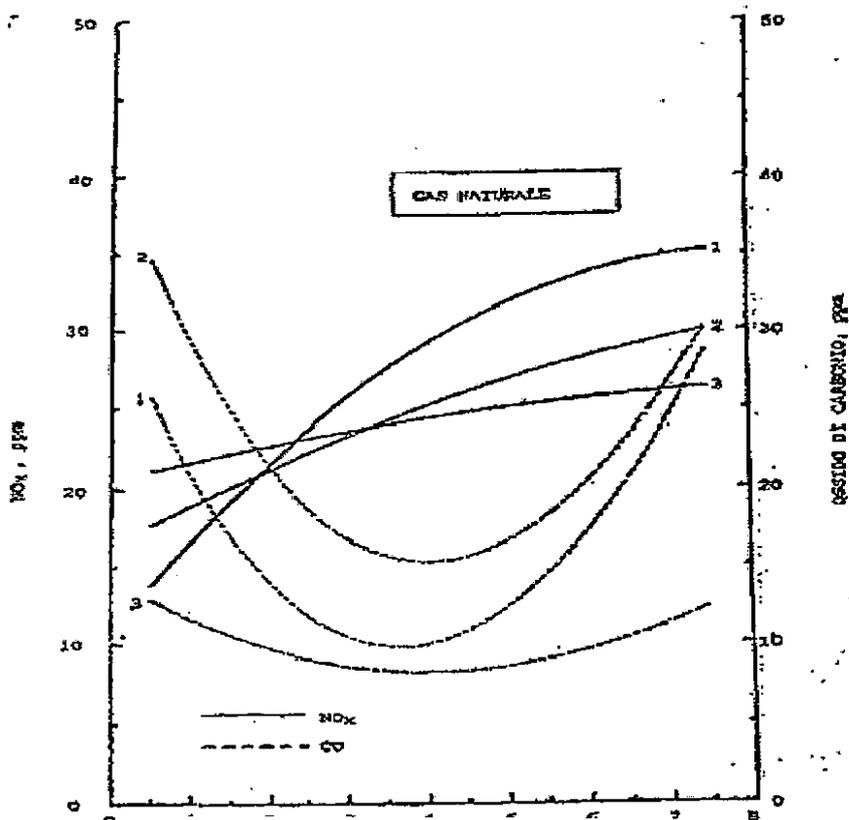
E' interesse del Gestore degli impianti contenere le emissioni di ossido di carbonio in modo da economizzare i costi di gestione, ossia di sfruttare al massimo il potere calorifico dei combustibili utilizzati ottenendo la massima efficienza possibile del forno.

Per realizzare un ottimo controllo della combustione, i forni sono dotati di moderni sistemi di controllo che evidenziano anche eventuali eccessi di O₂ o cattive combustioni (analizzatori di CO).

Nella gestione del forno è altrettanto importante la sensibilità nel cogliere il deterioramento della combustione al suo sorgere prima che si determinino condizioni di fuori servizio. Inoltre i forni di raffineria sono dotati da 3 fino a 24 bruciatori, costruttivamente uguali ma che nella realtà presentano comportamenti differenziati nei confronti dell'aria e del combustibile a causa dell'usura e dello sporco che si producono col passare del tempo in maniera differenziata su ciascuno.

Come è noto l'eccesso d'aria rispetto a quella stechiometrica si misura per mezzo di analizzatori della %O₂ nei fumi; un eccesso del 15% di aria corrisponde circa al 3% di ossigeno (a seconda del combustibile).

Teoricamente il campo di lavoro ottimale dei bruciatori è tra il 10 ÷ 20 % di eccesso d'aria corrispondente a circa 2 ÷ 4 % O₂ nei fumi. Come si può notare dalla Figura.1, reperita nella letteratura tecnica italiana, questa percentuale dipende molto dalla potenza del singolo bruciatore, ma garantisce comunque il giusto compromesso in relazione alle emissioni di NO_x, CO e per l'energia spesa.



Effetto della potenza sulle emissioni di ossidi di azoto (curva 1, P = 2,5 MW; curva 2, P = 3,5 MW; curva 3, P = 5,3 MW).

Figura.1

Anche se queste curve sono state ricavate bruciando gas naturale si può vedere come per i bruciatori di più bassa potenzialità (2,5 ÷ 3.5 MW) la %CO vari sensibilmente per piccole variazioni di %O₂ nei fumi.

Nella raffineria api di Falconara M.ma circa il 90% dei bruciatori installati ha potenza inferiore a 2,5 MW, come si vede dai dati riportati in tabella 2:

Camino	Forno	Numero	Heat Release per Bruciatore (MM kcal/h)					MW riferimento design
			Fuel	Draft	MAXIMUM	NORMAL (DESIGN)	MINIMUM	
E1	F-1001	8	Gas	Forced	3,77	2,15	0,75	2,46
			Oil	Forced	2,81	1,62	0,94	1,86
			Combination	Forced	3,77		>0,94	
	F-1101	8	Gas	Forced	3,77	2,15	0,75	2,46
			Oil	Forced	2,81	1,62	0,94	1,86
			Combination	Forced	3,77		>0,94	
E13	F-1401	6	Gas	Forced	6,95	5,56	1,04	6,37
			Oil	Forced	6,95	5,56	2,08	6,37
E2	F-1801	24	Gas	Forced	1,41	1,28	0,64	1,47
E3	F-1851	4+3	Gas	Forced	6,25 / 5,40	5,65 / 4,90	1,25 / 1,10	6,30
	F-1852	23	Gas		12,72			11,45
E9	F-1901	8	gas oil	Natural	1,22	0,976		1,12
E5	F-2501	4	Gas	Natural	1,71	1,63	0,28	1,87
	F-2502	6	Gas	Natural	2,165	1,767		2,02
E6	F-2601	20	Gas	Natural	0,836	0,76	0,167	0,87
	F-2602	6	Gas	Natural	1,445	1,313	0,289	1,50
	F-2603	6	Gas	Natural	2,5	2,273	0,5	2,60
	F-3601	16	Gas	Forced	0,745			0,85
E7	F-3101	5+5	Gas	Natural	0,86/1,22	0,72/0,41	0,24/0,20	0,82
E14	F-3301	4	Gas	Natural	2,46		0,42	2,82
	F-3351	4	Gas	Natural	1,264	1,204	0,253	1,38
	F-3651	72	Gas	Forced	0,5519	0,4415	0,1164	0,51
	N bruciatori	duty > 5,3MW	15	7%				
	N bruciatori	2,5MW < duty < 3,5MW	10	5%				
	N bruciatori	duty < 2,5MW	186	88%				
		totale	211					

(Per la particolare tipologia di funzionalità del post-combustore di raffineria e per il forno "hot oil" che marcia solo per poche ore l'anno, non si sono considerati rilevanti le considerazioni sui bruciatori tali forni)

Tabella 2: Potenza termica dei bruciatori

Volendo invece verificare quali sono le condizioni che possono determinare una maggiore efficienza dal punto di vista energetico, possiamo prendere come riferimento quella che è la gestione dei forni nelle raffinerie europee.

Dal grafico riportato in Figura.2 (rif. Shell) si può vedere che la "Best Practice" per avere una elevata efficienza ed un basso tenore di CO, è la gestione del forno con tenori di %O₂ nei fumi tra 2,5÷4.

CO / O₂ content in flue gases

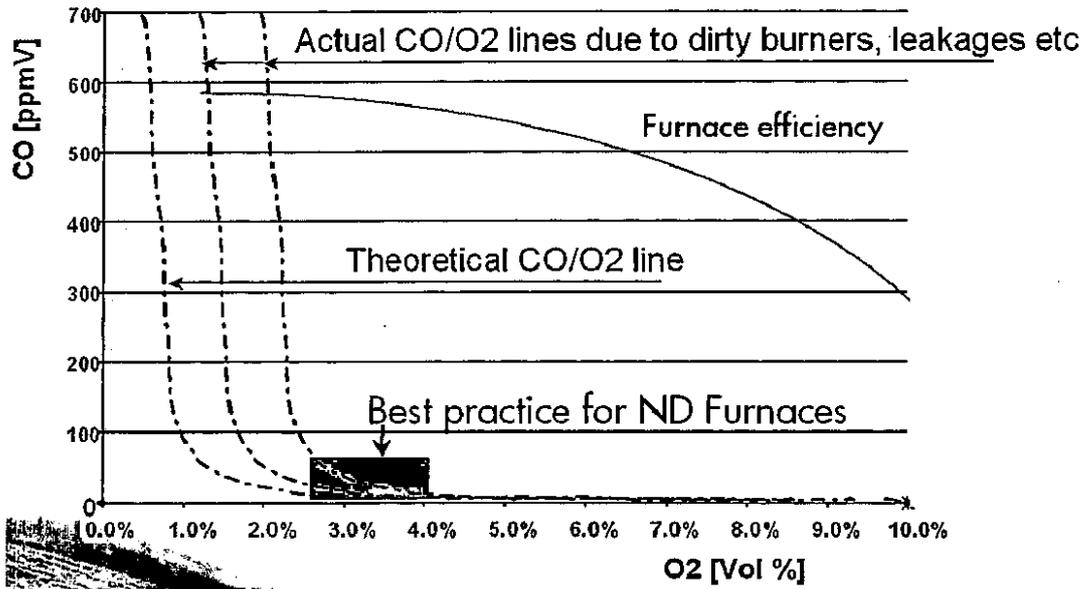


Figura 2 (rif. Shell)

Il grafico mostra anche come l'andamento della concentrazione di CO nei fumi, a parità di concentrazione di O₂, sia dipendente dal reale stato dei bruciatori (pulizia testine, infiltrazioni aria, etc) che si deteriora durante il periodo di marcia del forno e che viene riportato alle condizioni ottimali in concomitanza delle manutenzioni programmate ogni 1÷ 4 anni.

4.2 IGCC

L'impianto IGCC è stato progettato negli anni '90 e le emissioni di CO previste (come indicato in AIA) si attestano su circa 330 t/anno. Tale quantitativo deriva per circa il 90% dal contributo dato dal camino E26A in cui confluiscono i fumi della Gas Turbine (combustione controllata) e del Post Firing (combustione non controllata).

Per quanto riguarda la GT le variabili operative che possono influire sulle emissioni di CO sono sostanzialmente legate alla qualità della combustione, a sua volta dipendente da temperatura, quantità d'aria e qualità della miscelazione combustibile/comburente.

Come evidenziato, sia da dati di letteratura che dalle indicazioni del costruttore della Turbina, le condizioni ottimali in termini di emissioni di CO si riescono ad ottenere con GT a pieno carico come rappresentato in Figura 3:

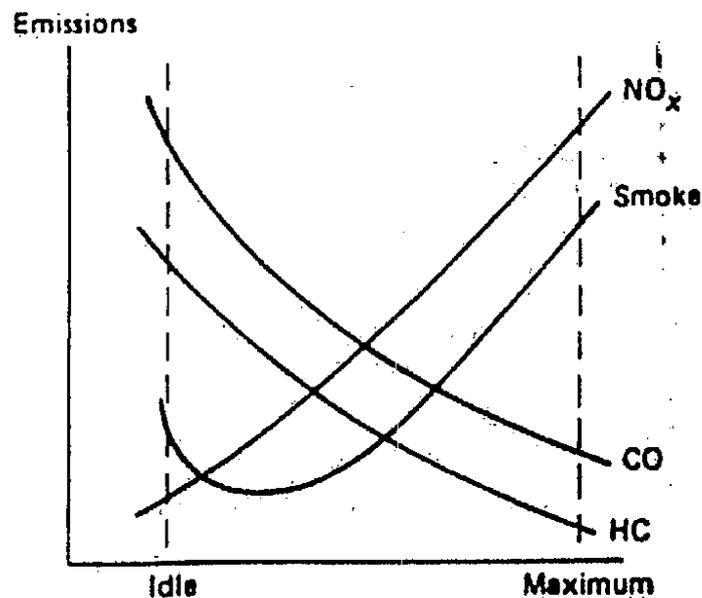


Figura 3: Emissioni dei principali inquinanti all'aumentare del carico di una turbina a gas

Al fine di ottimizzare la produzione di energia elettrica, la condizione di massimo carico coincide con il normale esercizio dell'impianto operato dal Gestore.

Per quanto riguarda il Post-Firing, essendo un sistema a combustione non controllata e quindi senza possibilità di agire sulla qualità della combustione, l'unica variabile operativa utilizzabile per tenere sotto controllo le emissioni di CO è la variazione di carico.

5 INDIVIDUAZIONE DEI LIMITI EMISSIVI DI CO

5.1 Raffineria

All'interno del progetto di adeguamento del sistema di monitoraggio delle emissioni RT-ECOS a quanto prescritto nell'AIA e da completarsi entro il 2013, a fine 2010 sono stati inseriti degli analizzatori in linea di CO sui camini già dotati di cabine di monitoraggio ECOS

Per il complesso raffineria, come base per lo studio dei limiti emissivi annuali (t/a) di CO sono state analizzate le emissioni dai singoli camini dei forni già monitorati in continuo mettendo a confronto i flussi di massa di CO e la percentuale di ossigeno nei fumi per valutare quali sono i margini per poter identificare limiti emissivi diversi da quelli attualmente prescritti. I dati raccolti permettono di individuare tutte le possibili situazioni reali di esercizio in un periodo di circa

9-10 mesi (dic'10-set'11).

Le determinazioni sono state effettuate aggiungendo alle medie orarie delle emissioni di CO da ciascun camino le deviazioni standard così come riportato in tabella:

Medie orarie dei parametri CO e O ₂														
Periodo di riferimento: (dic'10-set'11)	E1		E13		E2		E3		E9		E5		E17	
	CO	O2												
<i>u.m.</i>	<i>ppm</i>	<i>%</i>												
deviazione standard	0,86	0,98	1,15	3,02	13,62	2,58	17,69	3,75	7,44	2,48	22,49	1,04	7,66	1,45
Valore medio	0,79	5,74	0,80	8,95	4,35	12,80	8,79	5,25	2,92	8,05	16,13	9,37	10,11	5,73
Somma valore medio e deviazione standard	1,65	6,72	1,95	11,98	17,98	15,38	26,48	9,00	10,36	10,53	38,62	10,42	17,77	7,18

Tabella 3

Dalla tabella si evince che i forni di raffineria sono gestiti in condizioni operative tali da garantire un elevato eccesso d'aria che sfavorisce la formazione di monossido di carbonio (si veda figura 2), talvolta, a scapito di un più elevato rendimento energetico.

Ne consegue che l'installazione degli analizzatori di CO, pur migliorando il grado di accuratezza dei valori emissivi, rappresenterà uno strumento di ottimizzazione dei rendimenti complessivi di combustione, più che di riduzione delle emissioni.

Per i camini non ancora dotati di analizzatori di CO, le valutazioni possono essere effettuate solo partendo dalla raccolta dei dati storici dei monitoraggi semestrali eseguiti nel corso degli anni tramite laboratori certificati.

Ne deriva che la stima delle emissioni di CO alla massima capacità produttiva può essere effettuata come riportato nella tabella che segue:

Stima emissioni di CO in condizioni di massima capacità produttiva												
Forno	E1	E13	E2	E3	E9	E5	E17	E6	E7	E14	E10	
Concentrazione CO (mg/Nm ³) rif. 3%O ₂	(dalle stime di tabella 3)							(media dati storici campagne monitoraggio)				
	2,60	4,86	71,91	49,65	22,26	82,10	28,93	8,1	2,3	46,2	200,0	
Portata fumi alla massima capacità produttiva rif. 3%O ₂ (mil Nm ³ /anno)	495,40	250,17	97,20	453,80	62,32	135,70	94,20	385,40	74,10	520,00	8,50	
Stima emissioni CO (t/anno)	1,3	1,2	7,0	22,5	1,4	11,1	2,7	3,1	0,2	24,0	1,7	
Totale (t/anno)	76,3											

Tabella 4

Il valore di flusso di massa di CO così determinato risulta confrontabile con il valore limite definito nell'attuale AIA per l'esercizio della raffineria.

Considerando che negli anni presi in esame (vedi Tabella1) la raffineria non è stata esercitata nella condizione di massima capacità di lavorazione autorizzata e il mix di combustibili utilizzati ha raggiunto una conformazione fortemente spostata a favore dei combustibili gassosi, dal confronto con il limite stimato, si può ritenere che la minimizzazione delle emissioni inquinanti sia garantita.

In virtù di ciò si constata che non vi sono condizioni per poter identificare un limite in termini di flussi di massa del CO minore di quello già prescritto che, per il complesso di raffineria, è pari a 75 t/anno.

5.2 IGCC

Nell'identificazione dei limiti emissivi di CO per l'impianto IGCC, i margini di miglioramento non possono essere ricercati nella gestione della Gas Turbine in quanto nelle normali condizioni di esercizio, la marcia a pieno carico, garantisce le condizioni ottimali in termini di minimizzazione delle emissioni (Figura 3).

Analizzando invece il sistema Post Firing, nei primi mesi del 2010, per ottimizzare la qualità della combustione del syngas a livello dei bruciatori, si è messo in atto un intervento di tipo tecnico che, perfezionando la geometria della fiamma, ha permesso il miglioramento della qualità della combustione.

L'effetto è stato la diminuzione sostanziale dei flussi di massa e delle concentrazioni di CO emessi al camino E26A e di conseguenza la riduzione delle emissioni di CO relative a tutto il complesso IGCC. I grafici di Tabella 1 mostrano chiaramente il miglioramento rilevato nel 2010.

Con la realizzazione di tale intervento il Gestore ritiene di aver messo in atto tutto quanto tecnicamente possibile per la minimizzazione sostanziale delle emissioni di CO.

Il limite emissivo di CO per il complesso IGCC può essere quindi individuato partendo dai dati registrati nel corso del 2010 (90 t/anno) e rapportandoli alla massima capacità produttiva di 2.382.720 MWh/anno. Considerando un fattore cautelativo, pari al 20%, per tenere conto di eventuali fenomeni di sporcamento anomalo a livello di bruciatori (eliminabili solamente in concomitanza delle manutenzioni generali d'impianto e quindi non diversamente pianificabili), di fermate/avviamenti non programmati (che determinano un netto aumento delle emissioni di CO) ed in generale di eventi non desiderati, si ritiene realistico individuare un valore limite di

emissione di CO dall'impianto IGCC pari a 117 t/anno.

6 CONCLUSIONI

Con il seguente studio sono stati valutati separatamente i margini per la riduzione del contributo alle emissioni di CO da parte di raffineria ed IGCC e sono stati identificati i limiti raggiungibili da ciascun complesso.

E' stato verificato che per l'impianto di raffineria non ci sono condizioni per definire un limite emissivo diverso da quello attualmente autorizzato e quindi il valore emissivo di 75 t/anno è da ritenersi il più idoneo.

Per il complesso IGCC, invece, in virtù delle ottimizzazioni tecniche già progettate e realizzate è stato identificato un opportuno valore limite di emissioni di CO pari a 117 t/anno.

Ne deriva che per il sito "api raffineria di ancona S.p.A." di Falconara M.ma è da ritenersi realisticamente perseguibile un limite alle emissioni di CO pari a 192 t/anno.