



STABILIMENTO DI FALCONARA MARITTIMA (AN)

## PROGETTO DI MODIFICA DELL'IMPIANTO IGCC

Modifica del ciclo combinato CCPP a Gas Naturale

PROGETTO PRELIMINARE

Allegato 16 - Efficienza globale dell'impianto: confronto tra situazione antecedente e successiva alla conversione a metano della turbina a gas

Luglio 2012

Id. All.16-Relazione-efficienza

L'impianto IGCC ha il compito di utilizzare il residuo pesante proveniente dalla Raffineria per produrre energia elettrica e vapore d'acqua. Il funzionamento dell'impianto si basa sul processo di gassificazione del residuo mediante reazione sub stechiometrica con ossigeno per formare un gas di sintesi (syngas) ricco di idrogeno e di ossido di carbonio. Tale gas, dopo essere stato completamente desolfurato in un'apposita unità di lavaggio, viene bruciato in una turbina a gas per produrre energia elettrica e vapore mediante una caldaia a recupero di calore.

Il processo è fortemente energivoro in quanto ha bisogno di energia elettrica per il funzionamento dell'Unità di Frazionamento Aria per la produzione di Ossigeno ad alta pressione, e di vapore per il processo di gassificazione vero e proprio.

Con la conversione a metano della turbina gas tutte le sezioni a monte della centrale elettrica (unità di gassificazione, frazionamento aria, trattamento e pulizia gas, recupero zolfo, depurazione acqua grigia) non saranno più necessarie in quanto il gas verrà prelevato direttamente dalla rete SNAM.

Nel dettaglio, si passerà dalla configurazione riportata in figura 1 alla configurazione più semplice di figura 2.

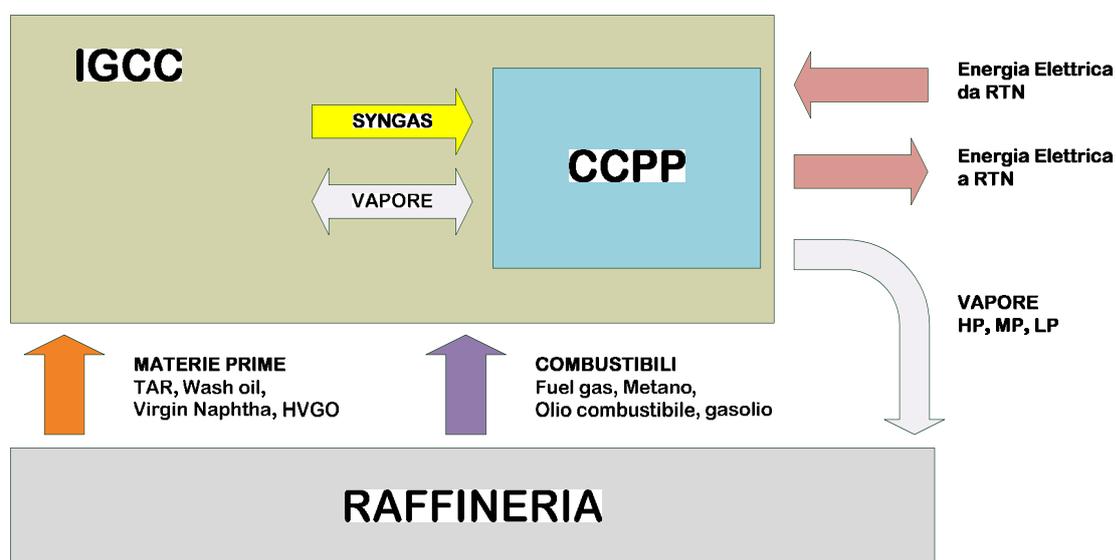


Fig. 1 – Schema semplificato con flussi in ingresso/uscita da IGCC

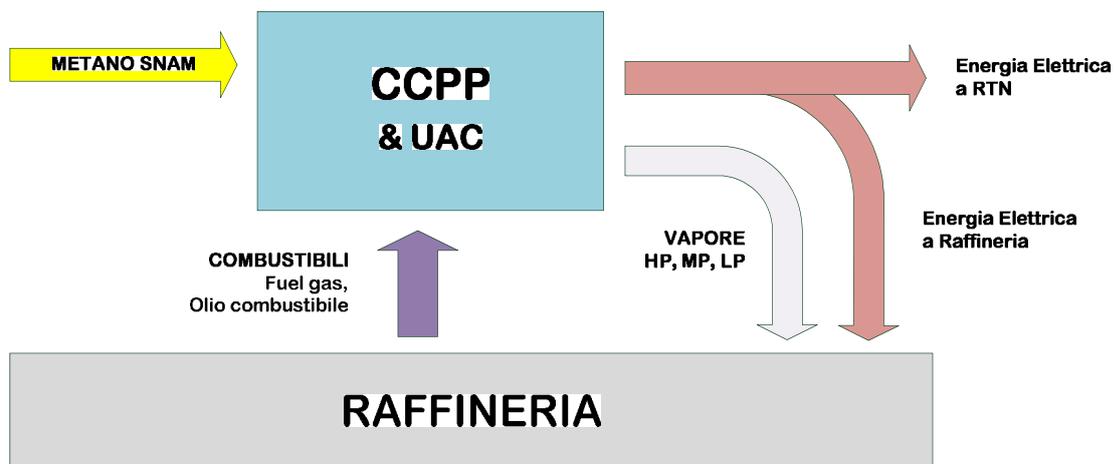


Fig. 2 – Schema semplificato con flussi in ingresso/uscita da CCPP dopo conversione a metano

L'efficienza globale dell'impianto, calcolata come rapporto tra i flussi energetici in ingresso ed in uscita nelle due rispettive configurazioni impiantistiche, risulta migliore nel futuro assetto impiantistico di figura 2, con la CCPP alimentata direttamente a metano.

Nel dettaglio, con riferimento alla classificazione AIA, sono stati considerati i seguenti flussi di energia:

#### IMPIANTO IGCC

Flussi in ingresso	Flussi in uscita
<b>MATERIE PRIME</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• TAR - Idrocarburi pesanti per la gassificazione</li> <li>• Gasolio semilavorato per flussaggio strumenti</li> <li>• Virgin Naphtha</li> <li>• HVGO per flussaggio tenute pompe</li> </ul>	<b>PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• E.E. prodotta dalla Turbina a Gas</li> <li>• E.E. prodotta dalla Turbina a Vapore</li> </ul> <b>PRODUZIONE ENERGIA TERMICA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vapore HP a Raffineria</li> <li>• Vapore MP a Raffineria</li> <li>• Vapore LP a Raffineria</li> </ul>
<b>MATERIE PRIME COMBUSTIBILI</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuel Gas</li> <li>• Metano</li> </ul>	
<b>CONSUMO ENERGIA ELETTRICA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• E.E. a CCPP</li> <li>• E.E. a SMPP</li> <li>• E.E. a UAC</li> </ul>	

## IMPIANTO CCPP dopo conversione a metano

Flussi in ingresso	Flussi in uscita
<b>COMBUSTIBILI</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Metano Turbina a Gas (Tamb = 20°C)</li> </ul> <b>MATERIE PRIME COMBUSTIBILI</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fuel Gas</li> </ul> <b>CONSUMO ENERGIA ELETTRICA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• E.E. a CCPP</li> <li>• E.E. a UAC</li> </ul>	<b>PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• E.E. prodotta dalla Turbina a Gas</li> <li>• E.E. prodotta dalla Turbina a Vapore</li> </ul> <b>PRODUZIONE ENERGIA TERMICA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vapore HP a Raffineria</li> <li>• Vapore MP a Raffineria</li> <li>• Vapore LP a Raffineria</li> </ul>

Non sono stati considerati i seguenti combustibili, usati occasionalmente ed in quantità limitate: Gasolio semifinito per avviamento Turbina a Gas, Olio combustibile (S<1%) per avviamento Gassificazione, Olio combustibile (S>1%) alla Caldaia Ausiliaria (emergenza).

Nel caso dell'IGCC, l'efficienza globale è stata stimata con i dati storici dell'anno di riferimento (2004) riportati nella domanda AIA e con i dati di progetto.

Nel caso della CCPP dopo conversione a metano sono stati presi in considerazione i dati preliminari di progetto ed i bilanci di energia disponibili. Si è inoltre ipotizzato un assetto (definito "assetto normale") che prevede il seguente profilo di marcia, al momento ritenuto il più realistico:

- 2000 ore/anno alla capacità produttiva (max)
- 6600 ore/anno alla minima capacità

Per completezza di informazione, è stato anche considerato un assetto che prevede 8600 ore/anno di marcia alla capacità produttiva.

I risultati sono riassunti di seguito:

### Efficienza globale IMPIANTO IGCC

- Dati storici 44,93 %
- Dati di progetto 45,62 %

### Efficienza globale IMPIANTO CCPP dopo conversione a metano

- Assetto normale 51,83 %
- Capacità produttiva 54,21 %

Come si vede, con il futuro assetto impiantistico della CCPP alimentata direttamente a metano l'efficienza globale migliora nettamente in quanto vengono a mancare tutti i processi di trasformazione dell'energia degli impianti a monte (principalmente gassificazione e frazionamento aria), ciascuno con il proprio rendimento di conversione che, nella configurazione IGCC, gravano sull'efficienza complessiva.

Negli allegati che seguono sono riportati i dettagli del calcolo.

## Allegato 1 – Efficienza Globale IGCC (Dati storici)

### Flussi di energia in ingresso

<u>MATERIE PRIME</u>	<u>FASE</u>	<u>PARTE STORICA (ANNO 2004)</u>	<u>PCI (kJ/kg)</u>	<u>ENERGIA</u>
TAR - Idrocarburi pesanti per la gassificazione	1 - SMPP	441.078 ton	38.130	4.671.751 MWh
Gasolio semilavorato per flussaggio strumenti (wash oil)	1 - SMPP	2.886 ton	41.660	33.397 MWh
Virgin Naphtha	1 - SMPP	2.925 ton	43.960	35.718 MWh
HVGO per flussaggio tenute pompe	1 - SMPP	5.426 ton	41.800	63.002 MWh
<u>MATERIE PRIME COMBUSTIBILI</u>				
Gasolio semifinito per avviamento Turbina a Gas	2 - CCPP	17.337 ton	41.660	Consumi occasionali
Olio combustibile (S>1%) alla Caldaia Ausiliaria (emergenza)	2 - CCPP	10 ton	40.500	Consumi occasionali
Olio combustibile (S<1%) per avviamento Gassificazione	1 - SMPP	1.362 ton	40.500	Consumi occasionali
Fuel Gas	1 - SMPP; 2-CCPP	41.107 ton	50.700	578.924 MWh
Metano	1 - SMPP	2.852 ton	49.550	39.257 MWh
<u>CONSUMO ENERGIA ELETTRICA</u>				
E.E. da Enel a CCPP	2 - CCPP			7.752 MWh
E.E. da Enel a SMPP	1 - SMPP			404.786 MWh
E.E. da Enel a UAC	3 - UAC			4.089 MWh
<b>Flussi di energia in uscita</b>				
<u>PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA</u>				
E.E. prodotta dalla Turbina a Gas	2 - CCPP			1.496.321 MWh
E.E. prodotta dalla Turbina a Vapore	2 - CCPP			756.030 MWh
<u>PRODUZIONE ENERGIA TERMICA</u>				
Vapore HP a Raffineria	2 - CCPP	75.094 ton	3.258	67.960 MWh
Vapore MP a Raffineria	2 - CCPP	228.092 ton	2.988	189.316 MWh
Vapore LP a Raffineria	2 - CCPP	146.614 ton	2.786	113.463 MWh
<b>Energia in ingresso</b>				5.838.675 MWh
<b>Energia in uscita</b>				2.623.090 MWh
<b>Efficienza globale</b>				<b>44,93 %</b>

Documento di riferimento: AIA IGCC - Parte storica

## Allegato 2 – Efficienza Globale IGCC (Dati di progetto)

### Flussi di energia in ingresso

<u>MATERIE PRIME</u>	<u>FASE</u>	<u>DESIGN</u>	<u>PCI (kJ/kg)</u>	<u>POTENZE</u>
TAR - Idrocarburi pesanti per la gassificazione	1 - SMPP	59,2 t/h	38.130	627,0 MW
Gasolio semilavorato per flussaggio strumenti (wash oil)	1 - SMPP	0,6 t/h	41.660	6,9 MW
Virgin Naphtha	1 - SMPP	0,4 t/h	43.960	4,9 MW
HVGO per flussaggio tenute pompe	1 - SMPP	1,7 t/h	41.800	19,7 MW
<u>MATERIE PRIME COMBUSTIBILI</u>				
Gasolio semifinito per avviamento Turbina a Gas	2 - CCPP		41.660	Consumi occasionali
Olio combustibile (S>1%) alla Caldaia Ausiliaria (emergenza)	2 - CCPP		40.500	Consumi occasionali
Olio combustibile (S<1%) per avviamento Gassificazione	1 - SMPP		40.500	Consumi occasionali
Fuel Gas	1 - SMPP; 2-CCPP	2,75 t/h	50.700	38,7 MW
Metano	1 - SMPP	0,11 t/h	49.550	1,5 MW
<u>CONSUMO ENERGIA ELETTRICA</u>				
E. E. da Enel a CCPP	2 - CCPP			
E. E. da Enel a SMPP	1 - SMPP			42,1 MW
E. E. da Enel a UAC	3 - UAC			
<b>Flussi di energia in uscita</b>				
<u>PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA</u>				
E. E. prodotta dalla Turbina a Gas	2 - CCPP			286,0 MW
E. E. prodotta dalla Turbina a Vapore	2 - CCPP			
<u>PRODUZIONE ENERGIA TERMICA</u>				
Vapore HP a Raffineria	2 - CCPP	0 t/h	3.258	0,0 MW
Vapore MP a Raffineria	2 - CCPP	31 t/h	2.988	25,7 MW
Vapore LP a Raffineria	2 - CCPP	34 t/h	2.786	26,3 MW
<b>Potenza in ingresso</b>				740,9 MW
<b>Potenza in uscita</b>				338,0 MW
<b>Efficienza globale</b>				<b>45,62 %</b>

Documento di riferimento: Block Flow Diagram - Overall IGCC System (NOC)

### Allegato 3 – Efficienza Globale CCPP a metano (Assetto normale)

#### Flussi di energia in ingresso

<u>COMBUSTIBILI</u>	<u>FASE</u>	<u>ASSETTO NORMALE</u>	<u>PCI (kJ/kg)</u>	<u>ENERGIA</u>
Metano Turbina a Gas (Tamb = 20°C)	2 - CCPP	178.423 ton	49.550	2.455.797 MWh
<u>MATERIE PRIME COMBUSTIBILI</u>				
Olio combustibile (S>1%) alla Caldaia Ausiliaria (emergenza)	2 - CCPP	0 ton	40.500	Consumi occasionali
Fuel Gas	2 - CCPP	20.962 ton	50.700	295.215 MWh
<u>CONSUMO ENERGIA ELETTRICA</u>				
E.E. a CCPP	2 - CCPP			46.736 MWh
E.E. a UAC	3 - UAC			3.182 MWh

#### Flussi di energia in uscita

<u>PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA</u>				
E.E. prodotta dalla Turbina a Gas	2 - CCPP			651.580 MWh
E.E. prodotta dalla Turbina a Vapore	2 - CCPP			447.698 MWh
<u>PRODUZIONE ENERGIA TERMICA</u>				
Vapore HP a Raffineria	2 - CCPP	88.301 ton	3.258	79.912 MWh
Vapore MP a Raffineria	2 - CCPP	245.981 ton	2.988	204.164 MWh
Vapore LP a Raffineria	2 - CCPP	88.301 ton	2.786	68.335 MWh

**Energia in ingresso** 2.800.930 MWh  
**Energia in uscita** 1.451.689 MWh

**Efficienza globale** 51,83 %

*Documento di riferimento: Bilanci sezione CCPP dopo conversione a gas naturale, Heat Balance Diagrams Alstom (doc. HCSZ 601159)*

## Allegato 4 – Efficienza Globale CCPP a metano (Capacità produttiva)

### Flussi di energia in ingresso

<u>COMBUSTIBILI</u>	<u>FASE</u>	<u>CAPACITA' PRODUTTIVA</u>	<u>PCI (kJ/kg)</u>	<u>ENERGIA</u>
Metano Turbina a Gas (Tamb = 20°C)	2 - CCPP	279.878 ton	49.550	3.852.215 MWh
<u>MATERIE PRIME COMBUSTIBILI</u>				
Olio combustibile (S>1%) alla Caldaia Ausiliaria (emergenza)	2 - CCPP	0 ton	40.500	Consumi occasionali
Fuel Gas	2 - CCPP	26.552 ton	50.700	373.941 MWh
<u>CONSUMO ENERGIA ELETTRICA</u>				
E.E. a CCPP	2 - CCPP			46.736 MWh
E.E. a UAC	3 - UAC			3.182 MWh

### Flussi di energia in uscita

<u>PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA</u>				
E.E. prodotta dalla Turbina a Gas	2 - CCPP			1.297.654 MWh
E.E. prodotta dalla Turbina a Vapore	2 - CCPP			667.979 MWh
<u>PRODUZIONE ENERGIA TERMICA</u>				
Vapore HP a Raffineria	2 - CCPP	88.301 ton	3.258	79.912 MWh
Vapore MP a Raffineria	2 - CCPP	245.981 ton	2.988	204.164 MWh
Vapore LP a Raffineria	2 - CCPP	88.301 ton	2.786	68.335 MWh

**Energia in ingresso** 4.276.074 MWh  
**Energia in uscita** 2.318.044 MWh

**Efficienza globale** 54,21 %

*Documento di riferimento: Bilanci sezione CCPP dopo conversione a gas naturale, Heat Balance Diagrams Alstom (doc. HCSZ 601159)*