

## ALLEGATO D10

### PRODUZIONE DEI ENERGIA

La Raffineria utilizza come fonti di energia:

- Energia elettrica (acquistata tramite rete elettrica nazionale ed autoprodotta);
- Combustibili:
  - *fuel gas* di raffineria, generato nel ciclo produttivo;
  - gas naturale, acquistato da rete;
  - olio combustibile BTZ, generato nel ciclo produttivo.

In *Figura 1* si riporta lo schema delle fonti di energia utilizzate nella Raffineria (dati riferiti al 2004).

L'Energia elettrica viene acquistata esternamente ed in minima parte prodotta internamente attraverso la *Centrale Termoelettrica* di Raffineria (CTE).

La rete elettrica esterna fornisce energia tramite due linee da 150 kV, ognuna delle quali è in grado di sostenere la massima richiesta di carico delle utenze di raffineria (massimo 13 MW).

Un turboalternatore "Siemens", di capacità massima pari a 5,5 MW, costituisce l'autoproduzione di energia che, in caso di mancanza di fornitura da rete esterna, alimenta alcune utenze critiche.

Un sistema U.P.S. (*Uninterruptible Power Supplies*) provvede al mantenimento dell'alimentazione della strumentazione.

Nella sua configurazione attuale la CTE è costituita da due caldaie *Breda* da 44 tonnellate/ora operanti solamente in alternanza. Le caldaie sono ad alimentazione mista *fuel oil* e *fuel gas* di Raffineria e producono vapore ad alta pressione (64 kg/cm<sup>2</sup> a 450°C) che alimenta il turboalternatore. quest'ultimo scarica il vapore sulla rete di media (12 kg/cm<sup>2</sup>) e di bassa (2 kg/cm<sup>2</sup>) pressione. La richiesta totale di vapore della raffineria è mediamente di 60 tonnellate/ora, fornito dalla caldaia in servizio cui va ad aggiungersi il vapore prodotto tramite recupero termico al *Platformer*, *Visbreaker* e *Topping*.

L'energia termica necessaria per i processi di Raffineria è prodotta in forni dedicati.

Le materie prime per la produzione di energia termica sono:

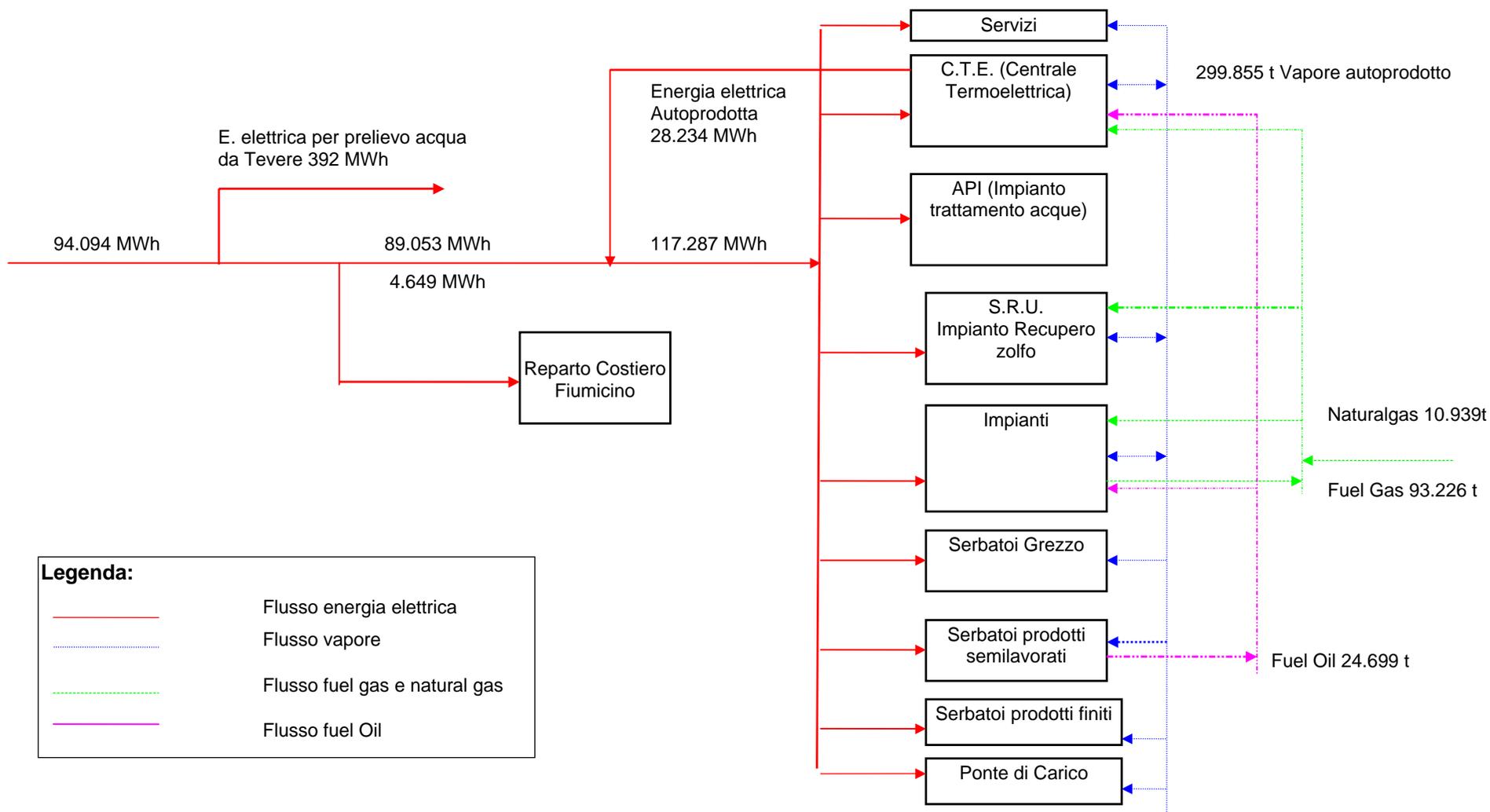
- olio combustibile (*fuel oil*), con contenuto medio di zolfo pari a 1% in peso, prodotto dalla stessa raffineria,
- gas di raffineria (*fuel gas*), con contenuto medio di zolfo pari a 0,29% in peso, provenienti dai processi di produzione, integrato da gas naturale importato dalla rete.

In *Tabella 1* sono riassunte le caratteristiche tecniche degli impianti di produzione energia e vapore (forni e caldaie) presenti in raffineria.

Nella *Tabella 2* sono riepilogati, invece, i dati di bilancio energetico relativi all'anno 2004 e quelli stimati alla capacità produttiva di stabilimento. Vengono inoltre riportate le potenze termiche dei singoli impianti, dalle quali si può

dedurre la caratteristica degli impianti di produzione di calore e lo sfruttamento massimo per i singoli forni.

Figura 1 Schema Energia (2004)



**Tabella 1** *Caratteristiche Tecniche Forni e Caldaie di Raffineria*

<b>Impianto</b>	<b>Apparecchiatura</b>	<b>Costruttore</b>	<b>Duty MWt</b>	<b>Numero bruciatori</b>	<b>Combustibili utilizzati (1)</b>	<b>Tipo bruciatore</b>	<b>Fornitore bruciatore</b>	<b>Low NOx</b>	<b>Rendimento % (3)</b>
Visbreaker	Forno H2051	F.W.I.	33,1	20	fuel gas		Hamworthy		92,5
Vacuum	Forno H2101	F.W.I.	4,66	3	fuel gas	ND-6	ICE	Si	81
Vacuum	Forno H2102	Kirchner	4,449	3	fuel gas	Enviromix 2000	Hamworthy	Si	81,1
Unifining	Forno H2201	Kirc.(Orig. FWI)	9,6	6	fuel gas	PVYD 18 RM (3)	J.Z.		83,1
Hot oil	Forno H2251	H.P.I.	40,4	8	fuel gas + fuel oil	Enviromix 235 FD	Airoil	Si	90
Platforming	Forno H2301A	F.W.I.	23,5	8	fuel gas	PLNC 16 R	J.Z.	Si	85
Platforming	Forno H2301B	F.W.I.	23,5	4	fuel gas	PSFG 16 RM	J.Z.	Si	85
Platforming	Forno H2303	H.P.I.	18,5	8	fuel gas	PMA 20 Q	J.Z.		85
Platforming	Forno H2351	Technip	18,61	8	fuel gas	PSFC-18RM	J.Z.	Si	87,2
HDS	Forno H2451	Kirc.(Orig. FWI)	8,8	4	fuel gas	PVYD 20 Q (3)	J.Z.		89
Topping	Forno H2701	F.W.I.	55	6	fuel gas + fuel oil	LU 355	Hamworthy		87
TIP	Forno H2901	Kirchner	6,7	4	fuel gas	PMA 16	J.Z.		87
TIP	Forno H2902	Kirchner	6,1	4	fuel gas	PMA 16	J.Z.		88
SRU	Forno H3102	Duyker	1,7	1	fuel gas		Duyker		85
CTE	Boiler X0501A	Breda	29,3	4	fuel gas + fuel oil	(2)	Breda		85
CTE	Boiler X0501B	Breda	29,3	4	fuel gas + fuel oil	(2)	Breda		85
Bitumi	Forno H2603	I.C.E.	2,4		fuel gas	FD 240	I.C.E.		85

(1) Fuel gas: gas di raffineria + metano

(2) Bruciatori tipo: Breda B. and W. type Y combined with Breda B. and W. Multi-spud gas burners

(3) dove non disponibile si è considerato un valore di default paria 85%

Tabella 2 Produzione di Energia (2004 e alla Capacità Produttiva)

Impianto	Apparecchiatura	Tipologia Combustibile	2004				Capacità produttiva			
			Energia Termica		Energia Elettrica		Energia Termica		Energia Elettrica	
			Potenza Termica di combustione (1) (kW)	Energia Prodotta (MWh)	Potenza Elettrica Nominale (MW)	Energia Prodotta (MWh)	Potenza Termica di combustione (kW)	Energia Prodotta (MWh)	Potenza Elettrica Nominale (MW)	Energia Prodotta (MWh)
Topping	Forno H2701	fuel gas+fuel oil	47.476,35	379.810,80	-	-	54.143	433.135	-	-
Vacuum	Forno H2101	fuel gas	3.017,56	24.140,52	-	-	4.096	32.766	-	-
Vacuum	Forno H2102	fuel gas	1.709,95	13.679,63	-	-	2.321	18.567	-	-
Platforming	Forno H2301 A	fuel gas	16.797,78	134.382,21	-	-	19.165	153.320	-	-
	Forno H2303	fuel gas	6.940,40	55.523,19	-	-	7.918	63.348	-	-
	Forno H2301 B	fuel gas	4.727,52	37.820,14	-	-	5.394	43.150	-	-
	Forno H2351	fuel gas	11.265,57	90.124,60	-	-	12.853	102.825	-	-
TIP	Forno H2901	fuel gas	5.331,03	42.648,25	-	-	9.162	73.295	-	-
	Forno H2902	fuel gas	4.526,35	36.210,78	-	-	7.315	62.232	-	-
Visbreaker	Forno H2051	fuel gas	21.726,47	173.811,72	-	-	23.511	188.087	-	-
Unifiner	Forno H2201	fuel gas	7.644,50	61.155,98	-	-	8.970	71.760	-	-
HDS	Forno H2451	fuel gas	10.259,72	82.077,76	-	-	11.800	94.397	-	-
Hot Oil	Forno H2251	fuel gas+fuel oil	20.217,68	161.741,46	-	-	-	-	-	-
SRU	Forno H3102	fuel gas	905,27	7.242,16	-	-	1.369	10.952	-	-
CTE	Boiler X0501A/B	fuel gas+fuel oil	16.194,26	129.554,11	-	-	-	-	-	-
Turboalternatore	Turbina Siemens	-	-	-	5,5	44.000	-	-	5,5	44.000

(1) Si intende la Potenza Termica nominale al focolare  
*fuel gas*: gas di raffineria + metano

## Approvvigionamento Energetico

I consumi complessivi della Raffineria riferiti al 2002, 2003 e 2004 sono riepilogati nella *Tabella 3*.

**Tabella 3** Consumi Globali di Raffineria

Consumi	Unità di Misura	2002	2003	2004
Olio combustibile	t/anno	26.594	25.446	24.699
Gas di raffineria	t/anno	90.422	93.987	99.991
Gas naturale	t/anno	11.071	8.894	10.939
<b>Totale combustibile</b>	t/anno	<b>128.087</b>	<b>128.417</b>	<b>132.629</b>
Energia elettrica Raffineria	MWh/anno	80.012	83.899	89.053
Energia elettrica Fiumicino	MWh/anno	4.082	4.556	4.649
Cabina Tevere	MWh/anno	403	450	392
Energia elettrica autoprodotta	MWh/anno	27.427	27.389	28.234
<b>Totale Energia elettrica</b>	MWh/anno	<b>111.924</b>	<b>116.294</b>	<b>122.328</b>
Vapore prodotto (CTE)	t/anno	268.056	237.904	299.855

Nella *Tabella 4* viene invece riportato il dettaglio relativo al 2004 dei combustibili utilizzati nella raffineria e della relativa energia prodotta, insieme alla stima dei consumi alla capacità produttiva.

**Tabella 4** Bilancio Combustibili

Combustibile	% S media	PCI (kJ/kg)	2004		Capacità produttiva	
			Consumo annuo (t)	Energia MJ (1)	Consumo annuo (t)	Energia MJ (1)
Olio combustibile	1	40.195,2	24.699	9,9·10 <sup>5</sup>	28.557,7	1,14·10 <sup>6</sup>
Gas di raffineria	0,29	48.150,5	96.991	4,67·10 <sup>6</sup>	112.144,7	5,40·10 <sup>6</sup>
Gas naturale	-	47.139	10.939	5,16·10 <sup>5</sup>	12.648	5,97·10 <sup>5</sup>
<b>Totale</b>			<b>132.829</b>		<b>153.350</b>	

(1) Energia totale del combustibile, ovvero il prodotto della quantità annua del combustibile per il PCI

I dati relativi al consumo di energia elettrica e di energia termica per i principali impianti presenti in *Raffineria* vengono riportati nelle *Tabella 5* e *Tabella 6* seguenti, insieme ai consumi specifici per unità di prodotto in carica agli impianti stessi. Sono stati considerati i consumi specifici per unità di carica alla singola fase dell'impianto per coerenza con quanto riportato nelle Linee Guida per l'individuazione delle MTD (Migliori Tecniche Disponibili) per le Raffinerie. La stima dei consumi alla capacità produttiva è stata fatta sulla base della massima carica giornaliera in ingresso a ciascun impianto. Per il calcolo su base annua si sono considerati 330 giorni lavorativi.

Si precisa inoltre che per consumo di energia termica si è considerata la quota parte dell'energia termica prodotta ma realmente disponibile alle utenze, calcolata moltiplicando l'energia termica prodotta per il rendimento del forno.

Tabella 5 Consumo di Energia Elettrica (2004 e alla Capacità Produttiva)

Impianto	2004			Capacità Produttiva		
	Carica impianto (t/a)	Consumo annuo (MWh)	Consumo specifico (kWh/unità)	Carica impianto (t/a)	Consumo annuo (MWh)	Consumo specifico (kWh/unità)
Topping	3.732.820	19.168	5,13	4.257.000	21.838	5.13
Platforming	520.630	13.531	25,99	594.000	15.438	25.99
TIP	172.815	7.937	45,93	297.000	13.641	45.93
Unifining	674.963	3.937	5,83	79.2000	4.617	5.83
HDS	1.090.345	14.566	13,36	1.254.000	16.753	13.36
DEA/SRU (*)	8.729	1.857	212,74	13.200	2.808	212.74
Visbreaker	1.524.768	14.014	9,19	1.650.000	15.164	9.19
Vacuum	437.634	1.411	3,22	594.000	1.913	3.22
Mercox	390.534	867	2,22	561.000	1.245	2.22
CTE	-	2.832	-			

(\*) ai fini del calcolo dell'energia elettrica consumata si è considerato il solo impianto SRU, essendo trascurabile l'apporto del DEA

**Tabella 6 Consumo di Energia Termica (2004 e alla capacità produttiva)**

Impianto	Carica impianto (t/a)	2004		Carica impianto (t/a)	Capacità Produttiva	
		Consumo annuo (MWh)	Consumo specifico (kWh/unità)		Consumo annuo (MWh)	Consumo specifico (kWh/unità)
Topping	3.732.820	330.435,40	88,52	4.257.000	376.830	88,52
Platforming	520.630	272.155,36	522,74	594.000	310.508	522,74
TIP	172.815	68.969,46	399,09	297.000	118.530	399,09
Unifining	674.963	50.820,62	75,29	79.2000	59.630	75,29
HDS	1.090.345	73.049,20	67,00	1.254.000	84.018	67,00
DEA/SRU (*)	8.729	6.155,83	705,22	13.200	9.309	705,22
Visbreaker	1.524.768	160.775,84	105,44	1.650.000	173.976	105,44
Vacuum	437.634	30.648,00	70,03	594.000	41.598	70,03
CTE	-	110.120,99	-	-	-	-

(\*) ai fini del calcolo dell'energia termica consumata si è considerato il solo impianto SRU, essendo trascurabile l'apporto del DEA

Nei forni installati in Raffineria viene effettuato il monitoraggio in continuo della temperatura e dell'ossigeno residuo nei fumi di combustione; gli analizzatori di ossigeno sono tarati con frequenza quadrimestrale dal personale di Manutenzione.

Al fine di ottimizzare i recuperi energetici, le correnti in alimentazione agli impianti vengono preriscaldate mediante i prodotti caldi in uscita.

Sono utilizzati prodotti antisporcamento negli scambiatori di calore e l'acqua di condensa viene recuperata in un circuito dedicato e riutilizzata.

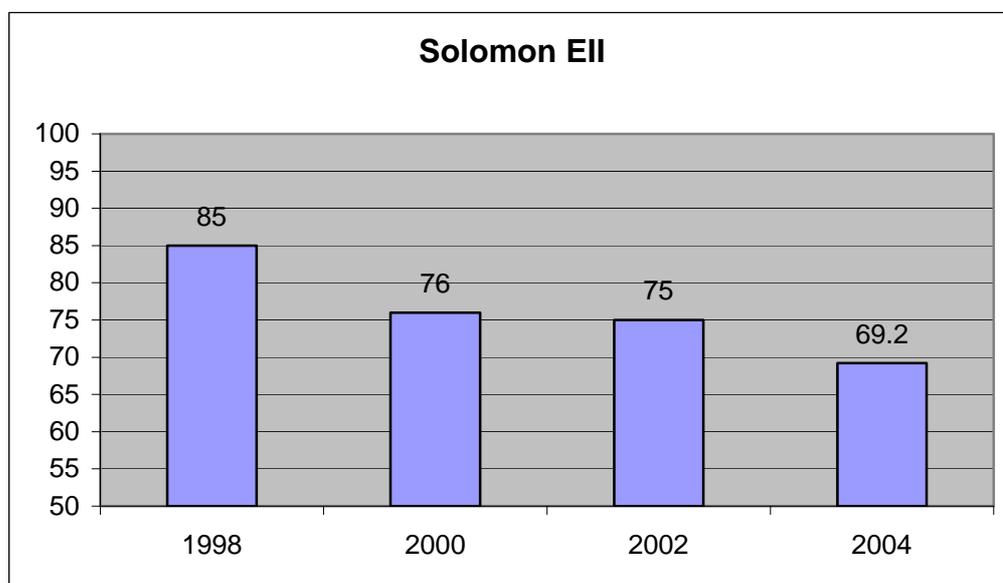
Al fine di ridurre ulteriormente i consumi energetici, la Raffineria ha in progetto la realizzazione del preriscaldamento dell'aria comburente mediante i fumi di caldi di combustione nel forno del *Topping* (tale tecnica attualmente è utilizzata solo nelle caldaie della CTE); si stima che con tale modifica il rendimento termico del forno H2701 si incrementi dal valore attuale pari a 82% al 90% circa con conseguente riduzione del consumo specifico di calore da 411 MJ/t a 390 MJ/t circa.

L'efficienza energetica della Raffineria viene valutata attraverso un indicatore "*Energy Intensity Index*" che confronta i consumi reali di Raffineria (combustibili ed energia elettrica) con i consumi standard degli impianti di Raffineria calcolati secondo il riferimento "*Solomon*", riportato nel seguito.

L'efficienza energetica di Raffineria è uno degli obiettivi del Piano Generale di Progresso (PGP), in cui vengono identificati obiettivi di miglioramento con relativi responsabili ed indicatori; lo stato di avanzamento delle azioni individuate viene monitorato mensilmente nel comitato di Direzione di Raffineria.

Si riportano nella figura 2 valori del "*Solomon Energy Intensity Index*" nel periodo 1998-2004 da cui risulta evidente il trend di riduzione dei consumi realizzato in RdR:

**Figura 2** "Indice Energetico "



## CALCOLO INDICE SOLOMON EII

Per controllare e verificare gli sforzi dell'efficienza energetica, la raffineria utilizza il Solomon EII indicator. (**Energy Intensity Index - EII**)

Quest'indicatore permette di comparare il consumo energetico reale con lo standard teorico della raffineria, e con i consumi energetici di altre raffinerie.

L'indice viene calcolato attraverso la seguente formula:

$$EII = \frac{\text{Total Actual Refinery Energy Consumed} / \text{Days in study year} \times 100}{\sum [(\text{Unit Utilized Capacity} * \text{Unit energy Standard}) + \text{Sensible Heat} + \text{Offsites Energy}]}$$

Dove:

- *Total Actual Refinery Energy Consumed* è il consumo energetico reale (in MBTU/giorno) della Raffineria di Roma, pari alla somma dei seguenti parametri:
  1. Consumo termico totale della raffineria : FG, FO, Metano
  2. Elettricità comprata e consumata sul sito
- *Unit Utilized Capacity* è pari alla capacità produttiva media dell'impianto;
- *Unit Energy Standard* è pari al consumo energetico standard dell'impianto. Il consumo standard è variabile oppure fisso in funzione degli impianti;
- *Sensible heat* corrisponde all'energia standard per aumentare la temperatura ingresso degli impianti fino a 105°C;
- *Offsites energy* corrisponde all'energia consumata per la produzione delle utilities (vapore, aria compressa, etc..) e per la movimentazione dei prodotti.