

	AMGA LEGNANO SPA	050	0763	06/035/A		
	Relazione Illustrativa	14/07/06	Rev.	0		

8. Caratteristiche del Modulo di Cogenerazione

Gruppo di cogenerazione		CATERPILLAR G16CM34
Quota di installazione	m s.l.m.	293
Potenza elettrica @ f.p.= 1	kWe	5953
Potenza termica (1)	kW	5105
Potenza termica (2)	kW	5451
Emissioni Nox rif. al 5% O ₂	mg/Nm ³	50
Emissioni CO rif. al 5% O ₂	mg/Nm ³	200

(1) Potenza termica con gas di scarico raffreddati a 145 °C – Soluzione Base

(2) Potenza termica con gas di scarico raffreddati a 115 °C – Soluzione Alternativa

	AMGA LEGNANO SPA	050	0763	06/035/A		
	Relazione Illustrativa	14/07/06	Rev.	0		

8.1. Dati Tecnici

8.1.1. Soluzione Base

In questa tabella il calore recuperato dai gas di scarico @ 100% del carico è a 145 °C.

Potere calorifico inferiore del gas (Hi)	35.6 MJ/Nm ³				
Dati con:			Pieno carico	Carico parziale	
			100%	75%	50%
Potenza introdotta	kW	[2]	13084	10192	7574
Quantità di gas	Nm ³ /h	*)	1322.9	1030.5	765.8
Potenza meccanica	kW	[1]	6100	4575	3050
Potenza elettrica a cosfi 1	kW el.	[4]	5953	4464	2976
Potenze termiche recuperabili:					
~ Intercooler (alta temp.)	kW		704	357	110
~ Olio	kW		982	737	491
~ Acqua di raffreddamento motore	kW		795	596	398
~ Gas di scarico raffreddati a 145 °C	kW		2623	2217	1836
Potenza termica complessiva	kW	[5]	5105	3907	2635
Potenza erogata complessiva	kW totale		11058	8371	5611
Potenza termica dissipata:					
~ Intercooler stadio (bassa temp.)	kW		438	318	212
~ Potenza termica irraggiata	ca. kW	[7]	507	471	434
~ Potenza termica rimanente	kW				
Consumo specifico del motore					
Consumo olio motore	ca. kWh/kWh	[2]	2.14	2.22	2.48
	ca. kg/h	[3]	1.83	1.83	1.83
Rendimento elettrico	%		45.49	43.79	39.29
Rendimento termico	%		39.01	38.33	34.79
Rendimento complessivo	%	[6]	84.50	82.12	74.03
Portata gas di scarico umidi					
	Kg/h		39583	28884	19442
Temperatura gas di scarico					
	°C		360	394	418
Circuito acqua calda:					
Temperatura di mandata (dopo caldaia)	°C		110		
Temperatura di ritorno	°C		60	60	60
Portata nominale (+/-8%)	m ³ /h		88.04	88.04	88.04
Rating circuiti di recupero calore	PN		16		
Autoconsumi gruppo di cogenerazione	KW elettr.		104	104	104

*) Valore indicativo per il dimensionamento della tubazione, Sm³=Nm³ x 1,055

[] Spiegazioni: vedi voce 7.6 - Condizioni di riferimento

	AMGA LEGNANO SPA	050	0763	06/035/A		
	Relazione Illustrativa	14/07/06	Rev.	0		

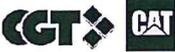
8.1.2. Soluzione Alternativa

In questa tabella il calore recuperato dai gas di scarico @ 100% del carico è a 115 °C.

Potere calorifico inferiore del gas (Hi)		35.6 MJ/Nm ³			
Dati con:			Pieno carico	Carico parziale	
			100%	75%	50%
Potenza introdotta		kW [2]	13084	10192	7574
Quantità di gas		Nm ³ /h *)	1322.9	1030.5	765,8
Potenza meccanica		kW [1]	6100	4575	3050
Potenza elettrica a cosfi 1		kW el. [4]	5953	4464	2976
Potenze termiche recuperabili:					
~ Intercooler (alta temp.)		kW	704	357	110
~ Olio		kW	982	737	491
~ Acqua di raffreddamento motore		kW	795	596	398
~ Gas di scarico raffreddati a 115 °C		kW	2989	2484	1816
Potenza termica complessiva		kW [5]	5451	4174	2655
Potenza erogata complessiva		kW totale	11424	8636	5631
Potenza termica dissipata:					
~ Intercooler stadio (bassa temp.), olio		kW	438	318	212
~ Potenza termica irraggiata	ca.	kW [7]	507	471	434
~ Potenza termica rimanente		kW			
Consumo specifico del motore					
Consumo olio motore	ca.	kg/h [3]	1.83	1.83	1.83
Rendimento elettrico		%	45.49	43.79	39.29
Rendimento termico		%	41.66	40.95	35.05
Rendimento complessivo		% [6]	87.15	84.74	74.34
Portata gas di scarico umidi					
Temperatura gas di scarico		Kg/h	39583	28884	19442
		°C	360	394	418
Circuito acqua calda:					
Temperatura di mandata (dopo caldaia)		°C	110		
Temperatura di ritorno		°C	60	60	60
Portata nominale (+/-8%)		m ³ /h	94.32	94.32	94.32
Rating circuiti di recupero calore		PN	16		
Autoconsumi gruppo di cogenerazione		KW elettr.	104	104	104

*) Valore indicativo per il dimensionamento della tubazione, Sm³=Nm³ x 1,055

[] Spiegazioni: vedi voce 7.6 - Condizioni di riferimento

	AMGA LEGNANO SPA	050	0763	06/035/A		
	Relazione Illustrativa	14/07/06	Rev.	0		

8.1.3. Dimensioni e Pesì

Lunghezza	Mm	12250
Larghezza	Mm	2857
Altezza	Mm	3475
Peso a secco	Kg	109000
Peso pronto per l'esercizio	Kg	112000

8.1.4. Raccordi

Ingresso ed uscita acqua calda	DN/PN	150
Uscita gas di scarico	DN/PN	2x500/10
Gas di combustione (all'entrata linea gas)	DN/PN	75/16
Camera di combustione del gas (al modulo)	DN/PN	=
Gas di combustione (al modulo, Tubo)	Mm	=
Gas di combustione (Attacchi di ingresso / uscita del compressore del gas)	G	=
Scarico acqua ISO 228	G	1/2"
Valvola di sicurezza acqua motore	DN/PN	2x1 1/2"/2.5
Valvola di sicurezza acqua calda	DN/PN	=
Riempimento olio lubrificante (Tubo)	Mm	168
Scarico olio lubrificante (Tubo)	Mm	61
Riempimento acqua motore (tubo flessibile)	G	=

8.2. Dati tecnici del motore

8.2.1. Dati generali

Costruttore		CATERPILLAR
Tipo di motore		G16CM34
Ciclo di funzionamento		4 tempi
Disposizione cilindri		V
Numero cilindri		16
Alesaggio	mm	340
Corsa	mm	420
Cilindrata	lit	610
Velocità nominale	1/min	750
Velocità media del pistone	m/s	10,5
Capacità coppa olio	lit	3000
Capacità acqua motore	lit	1900
Lunghezza	mm	8090
Larghezza	mm	2857
Altezza	mm	3475
Peso a secco	kg	82000

	AMGA LEGNANO SPA	050	0763	06/035/A		
	Relazione Illustrativa	14/07/06	Rev.	0		

Peso pronto per l'esercizio	kg	85000
Momento d'inerzia del volano	kgm ²	=
Senso di rotazione (visto lato volano)		a sinistra
Attacco volano		Metrico
Motorino d'avviamento aia compressa	P	15 barg

8.2.2. Aria di combustione

Portata aria	Kg/h	38430
Volume aria	Nm ³ /h	=
Perdita di pressione max in aspirazione	mbar	20

8.2.3. Dati gas di scarico

Temperatura gas di scarico a pieno carico	°C	360
Portata gas di scarico umido	Kg/h	39583
Portata gas di scarico secco	Kg/h	=
Volume gas di scarico umido	Nm ³ /h	=
Volume gas di scarico secco	Nm ³ /h	=
Contropressione max gas di scarico all'uscita motore	mbar	30

8.2.4. Potenza/Consumo

Potenza standard ISO	kW	5770
Pressione media effettiva a carico nominale e velocità nominale	bar	15.99
P.C.I. gas naturale	35.6 Mj/Nm ³	Gas naturale
Numero metanico di riferimento	MZ	80
Rapporto di compressione	Epsilon	11.4 : 1
min/max pressione del gas per la precamera	Bar/bar	~
Range ammesso di pressione del gas all'entrata della rampa	Mbar/mbar	4.5/5
Range di pressione del flusso del gas di combustione ammesso	%	10
Velocità massima di variazione pressione gas	Mbar/30sec	=
Temperatura massima raffreddamento intercooler 2° stadio	°C	45
Consumo specifico del motore	kWh/kWh	2.19
Consumo specifico olio lubrificante	g/kWh	0.3
Temperatura olio	°C	75
Temperatura acqua raffreddamento motore	°C	90

	AMGA LEGNANO SPA	050	0763	06/035/A		
	Relazione Illustrativa	14/07/06	Rev.	0		

8.2.5. Livello sonoro

Motore (valore medio ad 1 m)	dB(A)	117.1
------------------------------	-------	-------

	AMGA LEGNANO SPA	050	0763	06/035/A		
	Relazione Illustrativa	14/07/06	Rev.	0		

8.3. Dati tecnici del generatore

Costruttore		LEROY SOMER
Tipo		LSA 58M75
Potenza nominale	kVA	7361
Potenza meccanica introdotta	kW	6100
Potenza attiva a cos phi = 1,0	kW	5953
Potenza attiva a cos phi = 0,8	kW	5905
Potenza apparente a cos phi = 0,8	kVA	6974
Corrente nominale a cos phi = 0,8	A	708
Frequenza	Hz	50
Tensione	V	6000
Giri	1/min	750
Velocità di fuga	1/min	900
Fattore di potenza		
Rendimento a cos phi = 1,0	%	97.6%
Rendimento a cos phi = 0,8	%	96.8%
Momento d'inerzia del volano	kgm ²	=
Peso	kg	20250
Protez. contro dist. radio sec. VDE 0875		N
Forma costruttiva		B3
Grado di protezione		IP23
Classe di isolamento		F
Temperatura ambientale massima	°C	40
Fattore di distorsione a vuoto tra neutro e fase	%	<1,5

8.3.1. Reattanze e costanti di tempo

Reattanza sincrona secondo l'asse diretto	p.u.	2.6
Reattanza transitoria secondo l'asse diretto	p.u.	0.41
Reattanza subtransitoria secondo l'asse diretto	p.u.	0.245
Costante di tempo subtransitoria della corrente di c.to c.to	s	570
Costantedi tempo corrente continua	ms	106
Costantedi tempo transitoria a vuoto	s	3.60

	AMGA LEGNANO SPA	050	0763	06/035/A		
	Relazione Illustrativa	14/07/06	Rev.	0		

8.4. Dati tecnici recupero calore

8.4.1. Circuito acqua calda

8.4.1.1. Intercooler 1° stadio

Tipo		Scambiatore di calore ad alette			
Potenza nominale	kW	704			
Temperatura di entrata acqua calda	°C	78			
Temperatura di uscita acqua calda	°C	84			
Portata nominale (+/-8%)	m³/h	110			
Pressione nominale acqua calda	bar	=			
Perdita di pressione nominale acqua calda	bar	1.3			
Raccordi acqua calda	DN/PN	150/10			

8.4.1.2. Scambiatore di calore olio

Tipo		Scambiatore di calore a piastre			
Potenza nominale	kW	982			
Temperatura di entrata acqua calda	°C	60			
Temperatura di uscita acqua calda	°C	69.61			68.97
Portata nominale (+/-8%)	m³/h	88.04			94.32
Pressione nominale acqua calda	bar	=			
Perdita di pressione nominale acqua calda	bar	0.8			
Raccordi acqua calda	DN/PN	150/16			

Nota

La portata e la temperatura sono in funzione delle soluzioni di cui agli articoli 8.1.1, 8.1.2.

8.4.1.3. Scambiatore di calore acqua motore

Tipo		Scambiatore di calore a piastre			
Potenza nominale	kW	1499			
Temperatura di entrata acqua calda	°C	69.61			68.97
Temperatura di uscita acqua calda	°C	84.30			82.67
Portata nominale (+/-8%)	m³/h	88.04			94.32
Pressione nominale acqua calda	bar	=			
Perdita di pressione nominale acqua calda	bar	0.8			
Raccordi acqua calda	DN/PN	150/16			

Nota

La portata e la temperatura sono in funzione delle soluzioni di cui agli articoli 8.1.1, 8.1.2.

	AMGA LEGNANO SPA	050	0763	06/035/A		
	Relazione Illustrativa	14/07/06	Rev.	0		

8.4.1.4. Scambiatore di calore dei gas di scarico CR701

	U.M.				
LATO GAS DI SCARICO					
Portata gas di scarico kg/h	kg/h	39583			
Perdita di carico	mbar	5			
Temperatura di entrata gas di scarico	°C	360			
Temperatura di uscita gas di scarico	°C	145			115
LATO ACQUA TELERISCALDAMENTO					
Pressione	bar	16			
Temperatura di ingresso	°C	84.30			82.67
Temperatura di uscita	°C	118			110
Perdita di carico	mbar	1000			
Portata acqua TLR (+/-8%)	m ³ /h	88.04			94.32

Nota

La portata e la temperatura sono in funzione delle soluzioni di cui agli articoli 8.1.1, 8.1.2.

8.4.2. Circuito a bassa temperatura

8.4.2.1. Intercooler 2° stadio (da dissipare)

Tipo		Scambiatore di calore ad alette
Potenza nominale	kW	438
Acqua calda massima temperatura ammessa	°C	45
Temperatura di uscita acqua calda	°C	49.72
Portata nominale	m ³ /h	90
Pressione nominale acqua calda	bar	10
Perdita di pressione nominale acqua calda	bar	1
Raccordi acqua calda	DN/PN	150/10

8.5. Elenco utenze del cogeneratore

I dati riportati nella tabella sono riferiti al funzionamento in assetto di cogenerazione

Descrizione utenza	Alimentazione	Assorbimento kW
Pompa acqua circuito teleriscaldamento	400 V 3F – 50 Hz	20
Pompa acqua circuito acqua camicie cogeneratore	400 V 3F – 50 Hz	20
Pompa acqua circuito dissipazione-ramo cogeneratore	400 V 3F – 50 Hz	20
Ventilatori radiatori	400 V 3F – 50 Hz	10
Ventilatori immissione aria ventilazione	400 V 3F – 50 Hz	17
Ventilatori estrazione aria ventilazione	400 V 3F – 50 Hz	17

	AMGA LEGNANO SPA	050	0763	06/035/A		
	Relazione Illustrativa	14/07/06	Rev.	0		

8.6. Condizioni di Riferimento

I dati riportati sono riferiti a pieno carico, con temperature con il numero metanico di riferimento dei fluidi indicati e sono validi con riserva di sviluppo tecnico.

Le indicazioni di pressione si intendono come sovrapressioni.

- (1) Potenza ISO - standard limitata DIN-ISO 3046 e DIN 6271 riferita alle condizioni standard e a 1000 min-1.
- (2) Secondo normativa DIN-ISO 3046 e DIN 6271 con tolleranza del + 5 %.
- (3) Valore medio fra intervalli di cambio olio secondo il calendario di manutenzione, senza la quantità del cambio.
- (4) Secondo normativa VDE 0530 REM / IEC-34.1 con relativa tolleranza , a fattore di potenza $\cos.\phi = 1,0$
- (5) Per potenza complessiva con tolleranza del +/- 8 %.
- (6) Secondo le condizioni di cui sopra da (1) a (5)
- (7) Valido solo per il modulo (motore e alternatore), impianti periferici non considerati

Disturbi radio

Dovuti al dispositivo di accensione, vengono immessi disturbi radio del valore G secondo le norme VDE 0875 parte 3 (ca. 100-400 MHz).

Definizione di potenza

Potenza ISO-standard limitata:

E la potenza utilizzabile in via continuativa dichiarata dalla casa costruttrice per un motore funzionante secondo il numero di giri nominale nelle condizioni di manutenzione eseguite nei tempi e nei modi richiesti dalle indicazioni tecniche. Tale potenza viene misurata sperimentalmente dalla casa costruttrice in condizioni di funzionamento reali e calcolata per le condizioni di riferimento DIN-ISO 3046 e DIN 6271.

Condizioni di riferimento DIN-ISO 3046 e DIN 6271:

Pressione aria: 1000 mbar o 100 m S.L.M.
 Temperatura aria 25 °C o 298 K
 Umidità relativa 30 %

	AMGA LEGNANO SPA	050	0763	06/035/A		
	Relazione Illustrativa	14/07/06	Rev.	0		

9. Garanzia delle Prestazioni

9.1. Soluzione Base

In questa tabella il calore recuperato dai gas di scarico è riferito a 145 °C.

Carico		100%
Potenza Introdotta	kW	13708
Potenza elettrica prodotta a cos ϕ 1 (ai morsetti del generatore)	kW	5953
Calore recuperato dal motore per circuito teleriscaldamento		
- Intercooler	kW	668
- Refrigerante olio	kW	933
- Acqua camicie	kW	755
- Gas di scarico raffreddati a 145 °C	kW	2491
Totale calore recuperato	kW	4847
Rendimento elettrico	%	43.42
Rendimento termico	%	37.04
Rendimento energetico	%	80.46
Emissioni riferite al 5% di ossigeno nel gas di scarico)		
- Nox dopo catalizzatore	mg/Nm ³	50
- CO dopo catalizzatore	mg/Nm ³	200
- Rumorosità misurata a 1,5 mt. di altezza e 10 mt. dalla centraleza di 1.5 metri	dB(A)	45
Temperatura di ritorno acqua teleriscaldamento	°C	60
Temperatura di uscita acqua surriscaldata	°C	110
Temperatura gas di scarico al camino	°C	145
Autoconsumo del gruppo di cogenerazione	KW elettrici	104
Consumo olio motore	Kg/h	2.5
Consumo urea	Kg/h	10.34

	AMGA LEGNANO SPA	050	0763	06/035/A		
	Relazione Illustrativa	14/07/06	Rev.	0		

9.2. Soluzione Alternativa

In questa tabella il calore recuperato dai gas di scarico è riferito a 115 °C.

Carico		100%
Potenza Introdotta	kW	13708
Potenza elettrica prodotta a cos ϕ 1 (ai morsetti del generatore)	kW	5953
Calore recuperato dal motore per circuito teleriscaldamento		
- Intercooler	kW	668
- Refrigerante olio	kW	933
- Acqua camicie	kW	755
- Gas di scarico raffreddati a 115 °C	kW	2839
Totale calore recuperato	kW	5195
Rendimento elettrico	%	43.42
Rendimento termico	%	39.70
Rendimento energetico	%	83.12
Emissioni riferite al 5% di ossigeno nel gas di scarico)		
- Nox dopo catalizzatore	mg/Nm ³	50
- CO dopo catalizzatore	mg/Nm ³	200
- Rumorosità misurata a 1,5 mt. di altezza e 10 mt. dalla centraleza di 1.5 metri	dB(A)	45
Temperatura di ritorno acqua teleriscaldamento	°C	60
Temperatura di uscita acqua surriscaldata	°C	110
Temperatura gas di scarico al camino	°C	145
Autoconsumo del gruppo di cogenerazione	KW elettrici	104
Consumo olio motore	Kg/h	2.5
Consumo urea	Kg/h	10.34

	AMGA LEGNANO SPA	050	0763	06/035/A		
	Relazione Illustrativa	14/07/06	Rev.	0		

10. Rappresentazioni Grafiche

Gli elaborati grafici indicati nel documento no. 050/0763/06/035/B sono parte integrante della presente relazione



AMGA LEGNANO SPA

050

0763

06/035/A

Relazione Illustrativa

14/07/06

Rev.

0

11. Elenco Marche Costruttori

Tutti i componenti facenti parte dell'impianto sono selezionati da Primarie Casa costruttrici in funzione della qualità del prodotto, dalla affidabilità di funzionamento, e del servizio assistenza e ricambi, ed in particolare le marche sono le seguenti :

Descrizione	Marca	Settore di Esperienza
Motore Gas	CATERPILLAR	Petrolifero, industriale
Generatore	Leroy Somer	Navale, industriale
Scambiatori di Calore	GEA/Alfa Laval	Navale, industriale, petrolifero
Caldaia a Recupero	Casinghni	Navale, industriale
Pompe di Circolazione Acqua	KSB	Petrolifero, navale, industriale
Radiatori di Dissipazione	Flakt Coiltech	Petrolifero, industriale (3)
Compressore Aria Avviamento	Ingersoll Rand	Petrolifero, navale, industriale (4)
Ventilazione e insonorizzazione	Bosco Italia	Industriale
Silenziatore Gas di Scarico	Bosco Italia	Industriale
Stoccaggio Olio	CO.MA.	Petrolifero, industriale
Quadri di Gestione, Interruttore MT	SICES	Industriale
Valvole di Regolazione Circuito Acqua	Amot	Industriale, petrolifero
Valvole Gas	Dungs o Krom Schroder	Industriale, petrolifero
Analizzatore a raggi infrarossi fumi	ABB Hartmann & Braun	Industriale, petrolifero
Catalizzatore Ossidante	Miretti	Industriale, petrolifero
Catalizzatore SCR	Hugh Engineering	Industriale

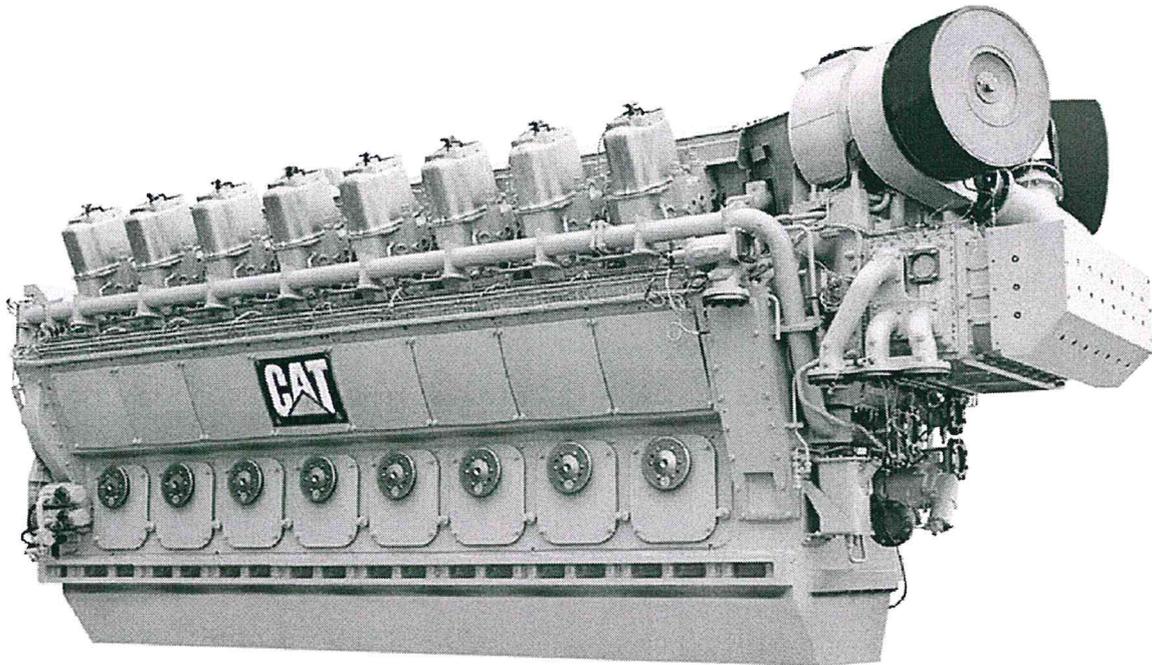
	AMGA LEGNANO SPA	050	0763	06/035/A	
	Relazione Illustrativa	14/07/06	Rev.	0	

12. Descrizione di Fornitura e Modalità di Funzionamento

12.1. Modulo di Cogenerazione

Il modulo è completo di motore gas, generatore, basamento, modulo scambiatori di calore, e componenti ausiliari, ed è assemblato in fabbrica secondo la procedura di costruzione standard CATERPILLAR.

Motore Gas **CATERPILLAR G16CM34**
Generatore **LEROY SOMER LSA 58M75**



	AMGA LEGNANO SPA	050	0763	06/035/A		
	Relazione Illustrativa.	14/07/06	Rev.	0		

12.1.1. Motore Base

- v Monoblocco completo di portelle per ispezione interna;
- v Testate separate per ogni cilindro;
- v Treno ingranaggi per il trascinarsi dei componenti del motore quali alberi a camme, pompa olio;
- v Dispositivo di viraggio manuale, completo di comando pneumatico, il quale permette la rotazione lenta del volano per eseguire lavori di manutenzione sul motore, inoltre prevede l'interblocco con il sistema di avviamento;
- v Supporti di fissaggio del motore completi di antivibranti a molla per il fissaggio sulla fondazione;

12.1.2. Sistema Aria di Combustione

- v Turbocompressori di sovralimentazione sul lato anteriore motore;
- v Postrefrigeratore, a doppio stadio, per il raffreddamento dell'aria di combustione;
- v Collettori di aspirazione;

12.1.3. Sistema Gas di Scarico

- v Turbocompressori azionati dai gas di scarico;
- v Collettori gas di scarico a secco, completi di schermatura;
- v Uscita verticale dei gas di scarico complete di curva a 90° per uscita orizzontale;
- v Tronchetti flessibili gas di scarico compensatore di dilatazioni;

12.1.4. Sistema di Raffreddamento

Circuiti separati in ciclo chiuso per acqua dolce trattata. Un circuito prevede il raffreddamento, del monoblocco, delle testate e del corpo delle turbine di sovralimentazione - circuito alta temperatura. L'altro circuito prevede il raffreddamento del post-refrigeratore stadio II dell'aria di aspirazione - circuito bassa temperatura.

I componenti principali del sistema di raffreddamento del circuito alta temperatura sono i seguenti:

- v pompa acqua circuito primario, tipo centrifuga, comandata da motore elettrico, completa di riserva;
- v termostati in apposito alloggiamento;
- v postrefrigeratore stadio I dell'aria di aspirazione;
- v scambiatore di calore a piastre dell'acqua camicie;

I componenti principali del sistema di raffreddamento del circuito bassa temperatura sono i seguenti:

- v postrefrigeratore stadio II dell'aria di aspirazione;