

SOMMARIO

ABBREVIAZIONI	4
1 INTRODUZIONE	5
1.1 SCOPO DELL'IMPIANTO	5
1.2 DATI PRINCIPALI NAVI TRASPORTO GNL (METANIERE).....	5
1.3 DESIGN E CONFIGURAZIONE SISTEMA DI RILIQUEFAZIONE.....	6
2 DESCRIZIONE SISTEMA	11
2.1 DESCRIZIONE GENERALE.....	11
2.2 IMPIANTO DI GESTIONE BOG.....	11
2.3 IMPIANTO DI RILIQUEFAZIONE MR.....	12
2.4 IMPIANTO DI CIRCOLAZIONE ACQUA/GLICOLE.....	13
2.5 UNITÀ DI PRE-RAFFREDDAMENTO.....	13
2.6 CONTROLLO DELLA CAPACITÀ.....	14
2.6.1 SISTEMA DI RILIQUEFAZIONE	14

Wärtsilä Gas Solution	Doc Id:	1548243	Project No.:	C202346
	Rev:	00	Page:	3 of 14

ABBREVIAZIONI

BOG	Gas evaporato (Boil-off Gas)
BOR	Tenore di Boil-off in %
C3	Propano
DCS	Sistema di Controllo Diistribuito
ESD	Spegnimento di emergenzan
FGSS	Sistema alimentazione gas combustibile
HC	Idrocarburo
HX	Scambiatore di calore
IAS	Sistema di automazione integrato
JC	Johnson Controls
LNG	Gas naturale liquefatto
LNG RS	Sistema di riliquefazione gas evaporato da GNL
LP	Bassa Pressione
MCC	Sistema MCC (Motor Control Center)
MR	Mixed Refrigerant
ED	Separatore di espansione Sistema MR
NBOG	Gas natural evaporato
NG	Gas naturale
PSD	Spegnimento processo
RE	Ingegneria refrigerazione
TBI	Dato che sarà definito
VFD	Variatore di frequenza
WGS	Wartsila Gas Solutions

Wärtsilä Gas Solution	Doc Id:	1548243	Project No.:	C202346
	Rev:	00	Page:	4 of 14

1 INTRODUZIONE

1.1 Scopo dell'impianto

Questa specifica descrive il sistema di riliuefazione BOG di Wärtsilä Gas Solutions (WGS) per installazione in un terminale di GNL dotato di serbatoi orizzontali pressurizzati . Il sistema è progettato per rimuovere il BOG dalla parte superiore dei serbatoi per poi condensare lo stesso e restituire il BOG liquefatto ai serbatoi di stoccaggio.

L'ambito di fornitura comprende il sistema di riliuefazione BOG basato su tecnologia MR (refrigerante misto) e sistema glicole intermedio, il cui scopo è quello di riliuefare il BOG dai serbatoi se la pressione interna si avvicini al limite superiore del normale intervallo di pressione di esercizio.

1.2 Dati principali navi trasporto GNL (Metaniere)

- PROGETTO: Terminale GNL di Oristano
- CAPACITA' TOTALE DI STOCCAGGIO : 9 000 m³ volume netto
- PRODUZIONE BOG : 450 kg/h
- PRESSIONE DI DESIGN SERBATOI: 8 barg
- PRESSIONE DI FUNZIONAMENTO SERBATOI: 7 barg

La capacità dell'impianto di riliuefazione è disegnata per raffreddare, condensare e riportare il BOG al serbatoio tramite una pompa GNL di ritorno. Poiché il BOG è condensato alla stessa pressione del GNL nel serbatoio e rinviato tramite la pompa GNL, non ci sarà ulteriore evaporazione (Flash gas)

La capacità dell'impianto di riliuefazione si basa sui dati della presente specifica; se condizioni operative o composizione del gas dovessero variare l'impianto potrebbe non rispettare i dati di design ma continuerà ad operare ed a liquefare il BOG.

L'impianto è disegnato per la piena riliuefazione del BOG da GNL da metano puro e GNL con 0,5 mole% N₂ come specificato di seguito. L'impianto è disegnato per utilizzare GNL fino a 1 mole% N₂ nel GNL, ma sopra 0,5 mole% N₂ può essere necessario inviare in torcia gas di sfiato ricchi di Azoto.

Composizione GNL

Wärtsilä Gas Solution	Doc Id:	1548243	Project No.:	C202346
	Rev:	00	Page:	5 of 14

Componenti (mol.%)	Design case
Azoto	0.5
Metano	96.0
Etano	3.5
Propano	0.0

Composizione BOG

Componenti (mol.%)	Design Case
Azoto	18.3
Metano	81.7
Etano	0.01
Propano	0.0

L'impianto è progettato per le seguenti capacità:

Composizione GNL	Portata BOG (incluso flash gas)
0,5mol% N2 – design case	450 kg/h

1.3 Design e configurazione Sistema di riliquefazione

La progettazione si basa su un impianto di riliquefazione Mixed Refrigerant (MR) con capacità pari al 100% ed un impianto di ricondensa del BOG con capacità pari al 100%. L'impianto di riliquefazione è realizzato ad unità modulari per essere installato nel Terminale GNL di Oristano.

L'impianto di riliquefazione consiste in un impianto MR, uno circuito intermedio a glicole ed un impianto di pre raffreddamento con condensatore ad aria fredda. Un diagramma di principio inclusive di compressore BOG è illustrato in *Figure 1-1*.

Le *Figure 1-2* e *1-4* mostrano indicativamente la disposizione dell'impianto di riliquefazione (pre raffreddamento e circuito MR). Il modulo MR ed il compressore MR dovranno essere installati in area pericolosa (zona 2). L'impianto di pre raffreddamento ed il circuito a glicole dovranno essere installati in area sicura con interconnessione delle tubazioni del glicole verso il modulo MR.

L'impianto di riliquefazione include i seguenti 5 moduli:

- B) MR unità compressore (Area Pericolosa): 4 600 mm L X 2 400 mm W X 2 500 mm H
- C) Modulo liquefazione (Area Pericolosa): 4 000 L X 3 500 W X 6 000 mm H
- D) Modulo circolazione acqua/glicole (Area Sicura): 4 600 mm L X 2 400 mm W X 2 000 mm H

Wärtsilä Gas Solution	Doc Id:	1548243	Project No.:	C202346
	Rev:	00	Page:	6 of 14

E) Modulo raffreddamento (Area Sicura): 4 000 mm L X 2 400 mm W X 2 500 mm H

F) Condensatore ad aria fredda (Area Sicura): 8 800 mm L X 2 400 mm W X 2 500 mm H

L'impianto avrà un suo Sistema di controllo dedicato dove tutti i parametri per avvio, spegnimento e monitoraggio saranno accessibili dalla sala di controllo. In linea con gli standard e le norme applicabili, il sistema di controllo sarà del tipo PCS (Process Control System) basato su processore duale.

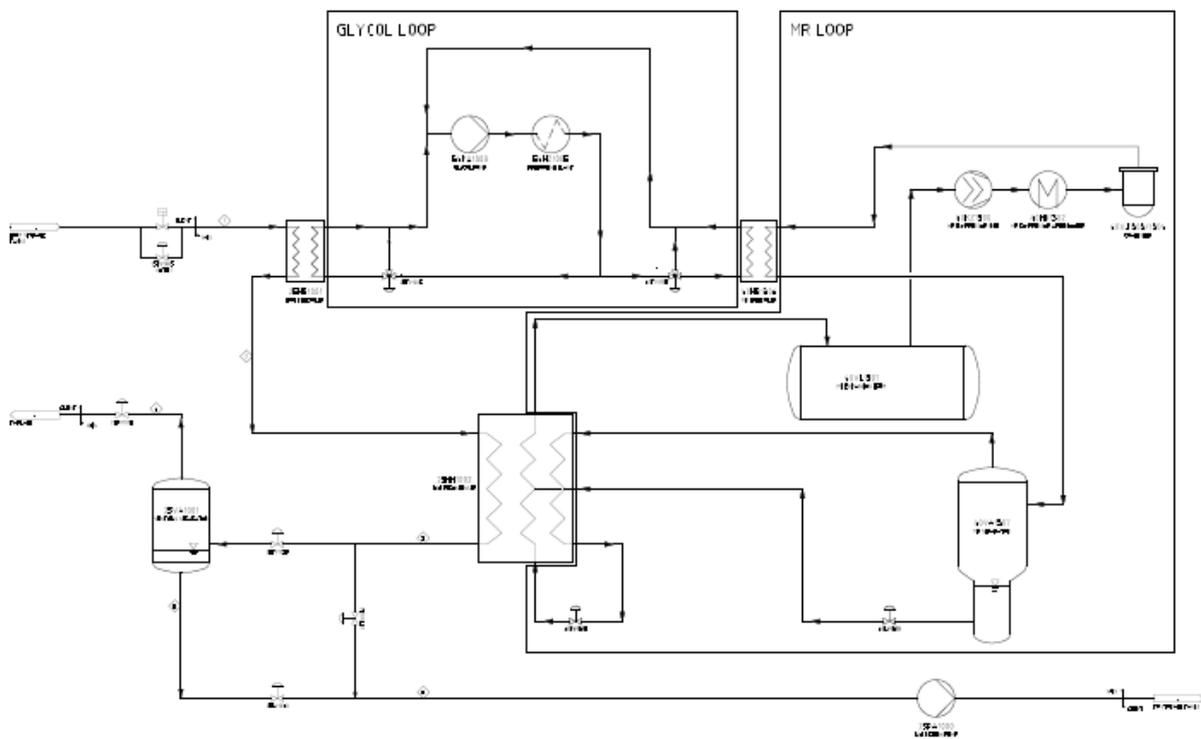


Figure 1-1: Sistema di reliquefazione BOG costituito da MR e loop di pre-raffreddamento.

Wärtsilä Gas Solution	Doc Id:	1548243	Project No.:	C202346
	Rev:	00	Page:	7 of 14

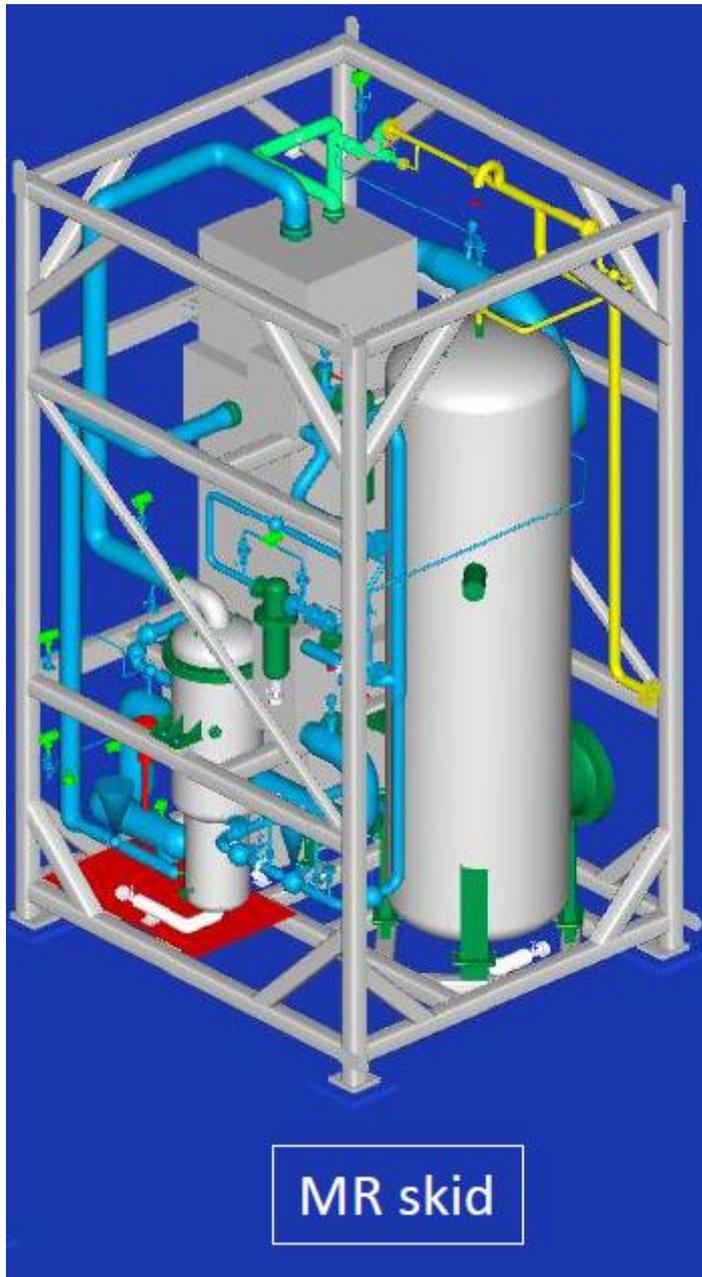


Figure 1-2: Disposizione tipica skid r liquefazione

Wärtsilä Gas Solution	Doc Id:	1548243	Project No.:	C202346
	Rev:	00	Page:	8 of 14

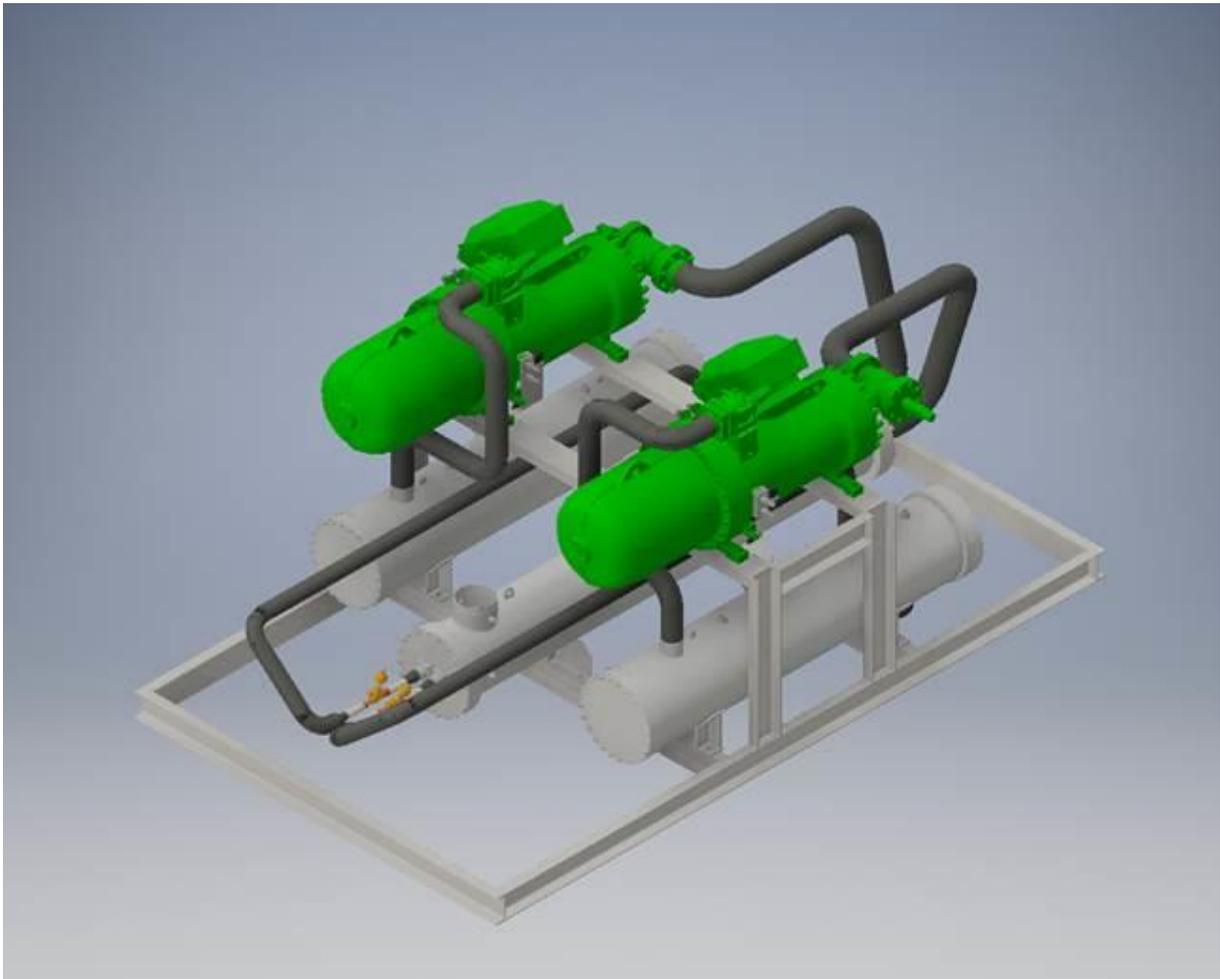


Figure 1-3: Disposizione tipica skid Sistema pre-raffreddamento

Wärtsilä Gas Solution	Doc Id:	1548243	Project No.:	C202346
	Rev:	00	Page:	9 of 14

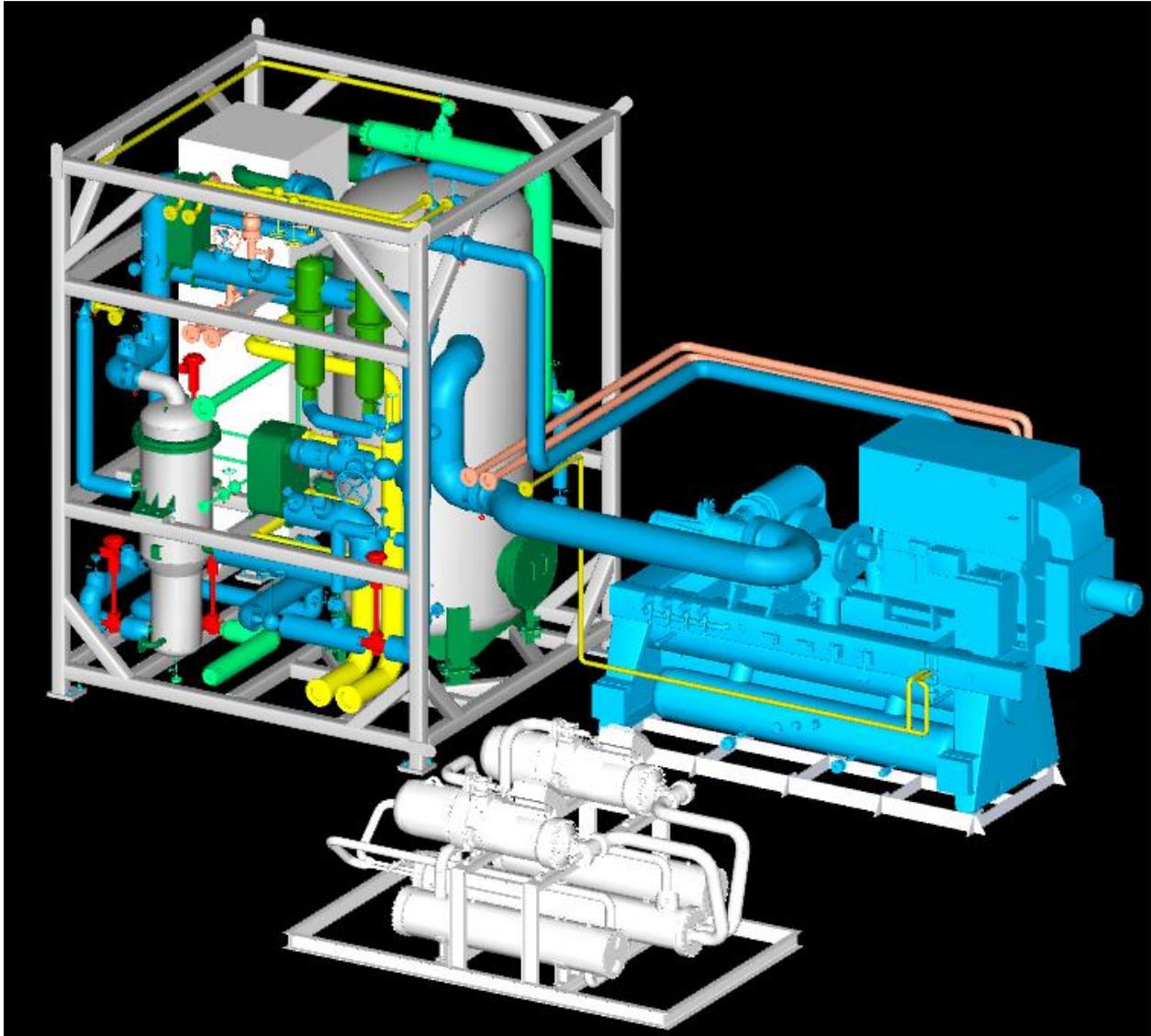


Figure 1-4: Disposizione tipica skid sistema MR e unità di pre-raffreddamento

Wärtsilä Gas Solution	Doc Id:	1548243	Project No.:	C202346
	Rev:	00	Page:	10 of 14

2 DESCRIZIONE SISTEMA

2.1 Descrizione Generale

La riliquefazione del BOG avviene a circa 7 bar all'interno dello scambiatore di calore criogenico. Il compito di refrigerare viene assolto dal modulo MR utilizzando un compressore a vite ad iniezione d'olio. Il calore assorbito dalla condensazione del BOG e dai motori elettrici è rimosso dal modulo di preraffreddamento dove una miscela di acqua e glicole rimuovono il calore in eccesso. Il modulo di pre-raffreddamento assicura che l'unità di condensazione operi a temperatura costante sia sul lato MR che sul lato BOG, prescindendo dalle condizioni ambiente esterne.

Il calore nell'unità di pre-raffreddamento è rimosso tramite un condensatore raffreddato ad aria così che non ci sia necessità di impiego di acqua.

L'impianto di riliquefazione MR può lavorare al minimo laddove richiesto e passare ad una capacità maggiore quando necessario. In questa maniera l'impianto è mantenuto freddo usando il minimo di energia assorbendo il calore unicamente tramite le pareti dello scambiatore di calore.

Questo permette all'impianto MR di aumentare la capacità rapidamente senza dover raffreddare lo scambiatore di calore, cosa che può richiedere parecchio tempo.

L'impianto è disegnato per gestire automaticamente una capacità tra il 25% ed il 100%. Se il BOG è ricco di azoto, il processo potrebbe non essere in grado di fornire sufficiente capacità di riliquefazione. In queste condizioni i gas non condensati sono rinviati al serbatoio.

2.2 Impianto di Gestione BOG

I BOG dalla parte superiore dei serbatoi di GNL fluiscono verso l'impianto di riliquefazione dove verranno ricondensati e riportati in forma liquida ai serbatoi di partenza per mezzo di una pompa GNL.

Il BOG fluisce dai serbatoi all'impianto di riliquefazione grazie al differenziale di pressione tra serbatoi e scambiatore di calore criogenico dove il BOG passando da gas a liquido creerà una pressione più bassa che quella di partenza.

Quando il BOG raggiunge l'impianto di riliquefazione per primo entrerà nello stadio di preraffreddamento dove sarà raffreddato dal circuito acqua /glicole ad una temperatura approssimativa di -10 °C. Il BOG così raffreddato verrà trasferito nella parte superiore dell'unità di ricondensa dove verrà raffreddato e condensato a circa -130 °C.

Il BOG così liquefatto verrà infine trasferito ai serbatoi tramite un separatore ed una pompa di ritorno GNL.

Wärtsilä Gas Solution	Doc Id:	1548243	Project No.:	C202346
	Rev:	00	Page:	11 of 14

L'impianto di gestione del BOG è composto dai seguenti component principali:

- Un scambiatore di calore per il primo stadio di raffreddamento
- Uno scambiatore di calore criogenico a piastre (parte del modulo di liquefazione)
- Un separatore
- Un sfiato per riscaldatore gas (Opzionale)
- Una pompa di ritorno GNL
- Valvole e strumenti

2.3 Impianto di riliquefazione MR

Alle condizioni di progetto il gas nel modulo MR verrà compresso a circa 22 barA in un compressore a vite ad iniezione d'olio dove la separazione dell'olio viene effettuata in un apposito separatore.

Successivamente il gas viene traferito al raffreddatore finale (after cooler) dove parte del surriscaldamento viene rimosso da uno scambiatore di calore. A valle dell'After cooler il contenuto di olio è ridotto a meno di 1 ppm per mezzo di un filtro coalescente altamente efficiente. L'olio è così riportato dal separatore al compressore attraverso un raffreddatore, una pompa (se necessaria) e un ulteriore filtro.

Il Gas del MR viene raffreddato e parzialmente condensato nello scambiatore di raffreddamento del modulo MR, facente parte dell'impianto di circolazione acqua/glicole. La maggior parte dei componenti pesanti nel gas del Modulo MR vengono condensati nel modulo pre- raffreddatore del MR per poi essere separati e raccolti nella base del separatore. I componenti più leggeri del gas dal separatore entrano nella parte alta dello scambiatore di calore dove saranno raffreddati e condensati attraverso il ricondensatore del BOG per uscire dal fondo dello scambiatore sotto forma di liquido ad alta pressione. Questo liquido viene fatto espandere in una valvola di espansione che reduce la pressione e porta la temperature del liquido a circa -145 °C prima di entrare nello stadio di bassa temperature del ricondensatore BOG.

La rimozione del calore nell'unità di pre-raffreddamento è fatta da un impianto di refrigerazione standard che è localizzato nella stessa area del circuito MR.

I component pesanti ad alta pressione dalla base del separatore MR vengono fatti espandere nel ri-condensatore BOG attraverso una valvola di espansione e miscelati con i componenti leggeri a bassa pressione che si muovono verso l'alto e escono dalla parte alta del ri-condensatore BOG

I gas a bassa pressione del modulo MR ritornano alla porta di aspirazione del compressore attraverso il tamburo di espansione del modulo MR così da chiudere il circuito.

Wärtsilä Gas Solution	Doc Id:	1548243	Project No.:	C202346
	Rev:	00	Page:	12 of 14

L'impianto di riliquefazione è composta dai seguenti componenti:

- Un modulo compressore a vite ad iniezione di olio con motore elettrico e impianto di lubrificazione
- Uno scambiatore di calore a piastre (MR aftercooler)
- Una unità standard di refrigerazione (MR precooler)
- Uno scambiatore a piastre criogenico
- Un separatore MR
- Un tamburo di espansione MR
- Valvole e strumenti.

2.4 Impianto di circolazione acqua/glicole

Lo scopo dell'impianto di circolazione Acqua/Glicole è di rimuovere il calore dai BOG nello scambiatore di calore dell'unità di pre-raffreddamento BOG e pre-raffreddare i refrigeranti nella unità di pre raffreddamenti MR e trasferire il medesimo calore all'impianto di pre-raffreddamento

L'utilizzo di questi circuiti intermedi permette di utilizzare soluzioni di refrigerazione standard di mercato.

La dissipazione del calore nell'impianto di circolazione acqua /glicole è realizzata nella unità di refrigerazione, unità standard di mercato.

L'impianto Acqua /glicole comprende i seguenti componenti:

- Una pompa di circolazione
- Un vaso di espansione
- Valvole e strumenti

2.5 Unità di pre-raffreddamento

L'unità di pre-raffreddamento è un circuito standard che raffredda il glicole per l'unità di pre-raffreddamento del BOG e del modulo MR. L'unità è composta dai seguenti componenti:

- Una unita compressore semi ermetico con motore elettrico
- Un condensatore
- Scambiatore di calore per il glicole
- Una unità di pre-raffreddamento BOG (come per l'impianto BOG)
- Una unità di pre-raffreddamento MR (come per l'impianto MR)
- Un vaso di espansione per il glicole
- Una pompa di distribuzione per il glicole
- Un condensatore ad aria

Wärtsilä Gas Solution	Doc Id:	1548243	Project No.:	C202346
	Rev:	00	Page:	13 of 14

2.6 Controllo della Capacità

2.6.1 Sistema di riliuefazione

L'impianto di riliuefazione cercherà di mantenere stabile la pressione nei serbatoi dove la capacità cambierà in funzione della pressione. Se la pressione per qualsiasi motivo dovesse aumentare, la capacità dell'impianto di riliuefazione aumenterà e viceversa.

La capacità dell'impianto di riliuefazione potrà essere cambiata modificando la portata dei refrigeranti (MR) nell'impianto. Questo può essere fatto modificando la velocità del compressore per mezzo del variatore di frequenza e modulando la valvola solenoide a bordo del compressore stesso..

L'unità di pre -raffreddamento controllerà la temperatura dei gas MR all'uscita dell'unità di preraffreddamento.

Wärtsilä Gas Solution	Doc Id:	1548243	Project No.:	C202346
	Rev:	00	Page:	14 of 14