

PROGETTO

SVILUPPO PROGETTO NUOVO

TERMINALE OFFSHORE TIPO CALM

UBICAZIONE

TERMINALE PETROLIFERO DI MULTEDO

PORTO PETROLI GENOVA

PROPONENTE



PORTO PETROLI GENOVA S.p.A.
Radice Pontile Alfa Porto Petroli
16155 – GENOVA

UNITA' FUNZIONALE

DOCUMENTI DEL PROGETTO DEFINITIVO

TITOLO DOCUMENTO

Studio Idraulico Configurazioni Operative di Sistema

CONSULENZA

DAPPOLONIA

VIA SAN NAZARO, 19 - 16145 GENOVA, ITALIA
TEL. +39 010 362 8148 FAX +39 010 362 1078 P. IVA 03476550102
e-mail dappolonia@dappolonia.it www.dappolonia.it

28/02/2013	Emissione Finale	 Maria Francesca Cozzi	 Alessandro Odasso	 Gian Paolo Vassallo	 Carlo Vardanega
DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	CONTROLL.	APPROVATO	SOTT.

DATA	SCALA	ACCORDO n°	DOC. N.				REV	FG
28/02/2013			12	469	PRO	R	002	0

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-PRO-R-002_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE STUDIO IDRAULICO CONFIGURAZIONI OPERATIVE	DAPP Ref.:
		12-469-H64
		Rev.:
		0

INDICE

	<u>Pagina</u>
LISTA DELLE FIGURE	III
1 OGGETTO	1
1.1 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	1
2 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO	1
3 DATI DI PROCESSO GREGGI	2
4 SCHEMA DI FLUSSO IMPIANTO	2
4.1 DATI COSTRUTTIVI CONDOTTE E TUBAZIONI PRINCIPALI	4
5 CASI OPERATIVI ANALIZZATI	5
6 CALCOLO PERDITE DI CARICO	5
7 CASO A-BASE DI DESIGN-	6
7.1 DATI DI PROCESSO	6
7.2 CONFIGURAZIONE DEL SISTEMA	8
7.3 RISULTATI DEI CALCOLI	9
8 CASO B	9
8.1 DATI DI PROCESSO	9
8.2 CONFIGURAZIONE DEL SISTEMA	10
8.3 RISULTATI DEI CALCOLI	11
9 CASO C	11
9.1 DATI DI PROCESSO	11
9.2 CONFIGURAZIONE DEL SISTEMA	12
9.3 RISULTATI DEI CALCOLI	13
10 CASO D	13
10.1 DATI DI PROCESSO	13
10.2 CONFIGURAZIONE DEL SISTEMA	14
10.3 RISULTATI DEI CALCOLI	15
11 CASO E	15
11.1 DATI DI PROCESSO	15
11.2 CONFIGURAZIONE DEL SISTEMA	16
11.3 RISULTATI DEI CALCOLI	17
12 CASO F	17
12.1 DATI DI PROCESSO	17
12.2 CONFIGURAZIONE DEL SISTEMA	18
12.3 RISULTATI DEI CALCOLI	19
13 CASO G	20
13.1 DATI DI PROCESSO	20
13.2 CONFIGURAZIONE DEL SISTEMA	21
13.3 RISULTATI DEI CALCOLI	22
14 VERIFICA DELLA CONFIGURAZIONE ESISTENTE	23
14.1 IPOTESI DI SPIAZZAMENTO MEDIANTE PIG	27

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-PRO-R-002_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE STUDIO IDRAULICO CONFIGURAZIONI OPERATIVE	DAPP Ref.:
		12-469-H64
		Rev.:
		0

14.2 IPOTESI DI SPIAZZAMENTO MEDIANTE UTILIZZO DI FLUIDO	34
15 CONCLUSIONI	36

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-PRO-R-002_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE STUDIO IDRAULICO CONFIGURAZIONI OPERATIVE	DAPP Ref.:
		12-469-H64
		Rev.:
		0

LISTA DELLE TABELLE

<u>Tabella No.</u>	<u>Pagina</u>
Tabella 5.1:Casi operativi	5
Tabella 15.1:Sommaro risultati	37

LISTA DELLE FIGURE

<u>Figura No.</u>	<u>Pagina</u>
Figura 4.1: Configurazione di base dell'impianto	3
Figura 7.1: Schema Condizioni Operative Casi A-B-C-D-E	8
Figura 8.1: Schema Condizioni Operative Casi A-B-C-D-E	10
Figura 9.1: Schema condizioni operative casi A-B-C-D-E	12
Figura 10.1: Schema Condizioni Operative Casi A-B-C-D-E	14
Figura 11.1: Schema Condizioni Operative Casi A-B-C-D-E	16
Figura 12.1: Configurazione Caso F	18
Figura 13.1:Configurazione CASO G	21
Figura 14.1: Caratteristica curva Pompa 12-P-104	24
Figura 14.2: Caratteristica curva Pompa 12-P-103	25
Figura 14.3: Caratteristica curva Pompa 12-P-102	26
Figura 14.4: Lunghezze Tratti Principali	27
Figura 14.5: Quote Nodi Principali	28
Figura 14.6: Profilo di pressioni-CASO SPIAZZAMENTO CON PIG	29
Figura 14.7: Configurazione di lavoro pompa	30
Figura 14.8: Profilo di velocità	31
Figura 14.9: Profilo di Pressioni nel caso di START del pig dalla trappola	32
Figura 14.10: Configurazione di Lavoro Pompa	33
Figura 14.11: Profilo di Pressioni	34
Figura 14.12: Configurazione di lavoro Pompa	35
Figura 14.13: Profilo di Velocità nelle Condotte	36

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-PRO-R-002_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE STUDIO IDRAULICO CONFIGURAZIONI OPERATIVE	DAPP Ref.:
		12-469-H64
		Rev.:
		0

**RAPPORTO DI CALCOLO
 STUDIO FLUODINAMICO CONDIZIONI OPERATIVE
 IMPIANTO TERMINALE OFF-SHORE
 PORTO PETROLI GENOVA**

1 OGGETTO

La presente specifica costituisce riferimento per la progettazione relativa all'inserimento del nuovo sistema di scarico greggi da terminale monormeggio Off-Shore, nell'impianto esistente di smistamento prodotti di Porto Petroli Genova.

La verifica si prefigge lo scopo di riportare il bilancio idraulico delle linea di distribuzione greggi nelle fasi di design e off-design.

Scopo ulteriore della verifica è la redazione del presente dossier tecnico che evidenzierà le eventuali criticità e prospetterà possibili azioni risolutive.

1.1 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

[1]	12-469-GEN-R-001	Basic Engineering Design Data
[2]	12-469-GEN-R-002	Feasibility Study
[3]	12-469-PRO-D-031	Schema generale

2 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto di movimentazione greggi in oggetto si configura in due parti distinte che si interfacciano tra loro:

- il terminal di ricezione greggi operato dalla Porto Petroli in cui si configurano i seguenti sottoinsiemi:
 - manichette galleggianti di collegamento con le navi,
 - terminale off –shore , monoboa,
 - Manichette flottanti di collegamento Boa-PLEM,
 - PLEM,
 - N°2 Sealine di collegamento con la fossa collettori di terra,
 - Stazione trappole pig di pulizia e spiazzamento,
 - Tubazioni di collegamento al boundary limit;
- Il sistema di stoccaggio e rilancio greggi, operato da Eni e costituito dai seguenti sottoinsiemi :
 - Microtunnel di collegamento tra terminale a quota 0 e sala pompe a quota +14.2 mslm,
 - sala pompe a quota +14.2 mslm,

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-PRO-R-002_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE STUDIO IDRAULICO CONFIGURAZIONI OPERATIVE	DAPP Ref.:
		12-469-H64
		Rev.:
		0

– parco serbatoi a quota variabile tra 54 m slm e 83 mslm.

3 DATI DI PROCESSO GREGGI

Le caratteristiche di tutti i fluidi trasportabili non sono note. La progettazione delle condotte deve essere basata su un fluido avente le seguenti caratteristiche:

Densità :	$\rho_f = 990 \text{ kg/m}^3$
Viscosità cinematica :	$\nu_f = 800 \text{ cSt a } 50^\circ\text{C}$
Temperatura di Pour Point	$T_p = +30^\circ\text{C}$
Conducibilità termica :	$\lambda_f = 0.12 \text{ kcal}/(\text{mh}^\circ\text{C})$, valore assunto
Calore specifico:	$c_f = 0.5 \text{ kcal}/(\text{kg}^\circ\text{C})$, valore assunto.

Il fluido per lo spiazzamento è l' Ural Novorossisk che ha le seguenti caratteristiche:

Pour point	$T_{p_s} = -9^\circ\text{C}$
Densità	$\rho_{sp} = 873 \text{ kg/m}^3$
Viscosità	$\nu_{sp} = 23.5 \text{ cSt a } 20^\circ\text{C}$
Portata minima di spiazzamento:	$q = 2000 \text{ m}^3/\text{h}$

4 SCHEMA DI FLUSSO IMPIANTO

Nella figura seguente viene illustrato lo schema d'impianto nel suo complesso, dal lato nave al sistema di smistamento greggi ai parchi serbatoi.

Nota: I dati relativi alla configurazione del sistema oltre il limite di batteria sono stati garantiti dalla Committente.

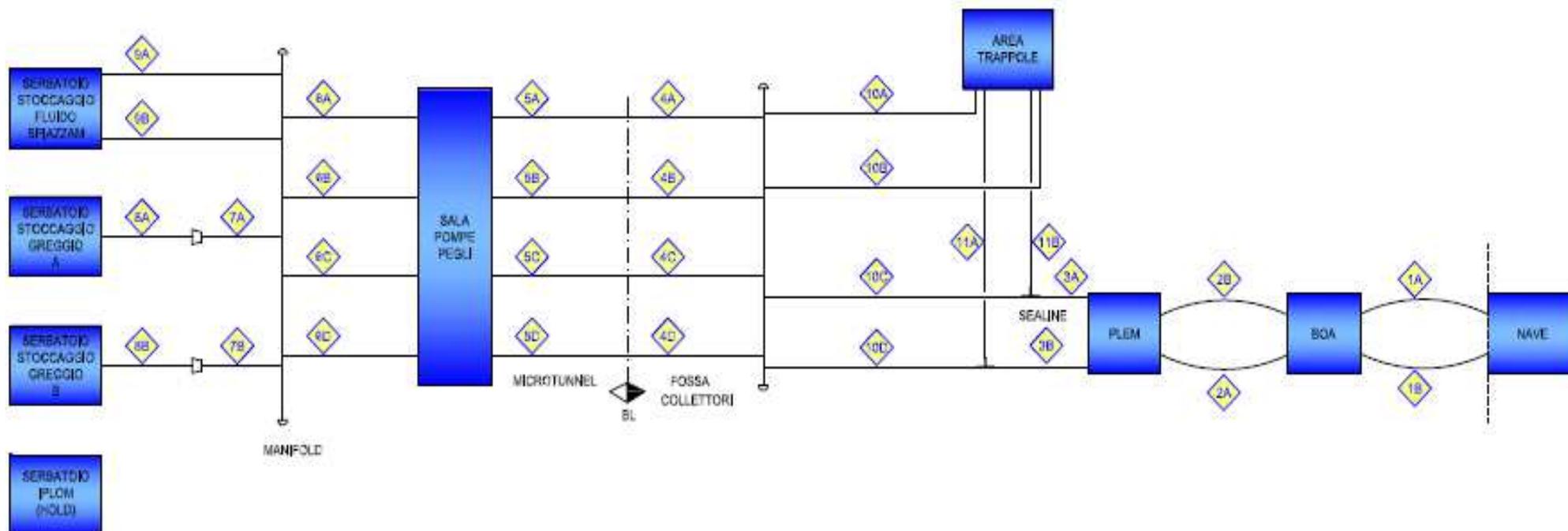


Figura 4.1: Configurazione di base dell'impianto

4.1 DATI COSTRUTTIVI CONDOTTE E TUBAZIONI PRINCIPALI

TABELLA DATI TRATTI TUBAZIONI					
N°	Ø EST.	Ø INT.	LUNGHEZZA	QUOTA IN	QUOTA OUT
	[inc]	[mm]	[m]	[msl]	[m s.l.m.]
1A	24"	586	80	0	0
1B	24"	586	80	0	0
2A	24"	586	100	0	0
2B	24"	586	100	0	0
3A	32"	769	3500	0	0
3B	32"	769	3500	0	0
4A	30"	759	500	0	0
4B	30"	759	500	0	0
4C	30"	759	500	0	0
4D	30"	759	500	0	0
5A	30"	759	680	0	14,2
5B	30"	759	680	0	14,2
5C	30"	759	680	0	14,2
5D	30"	759	680	0	14,2
6A	30"	759	900	14,2	54
6B	30"	759	900	14,2	54
6C	30"	759	900	14,2	54
6D	30"	759	900	14,2	54
7A	30"	759	150	54	54
7B	30"	759	150	54	54
8A	18"	650	100	54	71
8B	18"	650	100	54	71
9A	30"	759	150	54	54
9B	30"	759	150	54	54
10A	24"	586	100	-2	0
10C	32"	769	100	0	0
10D	32"	769	100	0	0
11A	32"	769	100	0	0
11B	32"	769	100	0	0

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-PRO-R-002_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE STUDIO IDRAULICO CONFIGURAZIONI OPERATIVE	DAPP Ref.:
		12-469-H64
		Rev.:
		0

5 CASI OPERATIVI ANALIZZATI

Nella tabella seguente si riassumono i casi presi in esame per l'analisi operativa dell'impianto:

Tabella 5.1: Casi operativi

CASO	DESCRIZIONE OPERATIVA	GREGGIO	DWT	PRESSIONE SCARICO NAVI
A	Caso base- scarico greggio da monoboa	HPP-30°	250000	14 bar g
B	scarico greggio da monoboa	HPP-30°	160000	12 bar g
C	scarico greggio da monoboa	HPP-30°	80000	12 bar g
D	scarico greggio da monoboa	URAL°	250000	14 bar g
E	Caso base- scarico greggio da monoboa	URAL°	160000	12 bar g
F	Caso base- scarico greggio da monoboa	URAL°	80000	12 bar g
G	Fasi di spiazzamento	URAL°	2000	N.A

6 CALCOLO PERDITE DI CARICO

Le perdite di carico nella condotta sono dovute ai seguenti contributi:

- Perdite di carico distribuite nelle manichette flottanti fra nave e boa;
- Perdite di carico distribuite nelle manichette fra boa e PLEM;
- Perdite di carico distribuite fra PLEM e limite di batteria a terra.
- Perdite di carico distribuite fra limite di batteria a terra e sala pompe ENI
- Perdite di carico distribuite fra sala pompe ENI e parco serbatoi.

Le perdite di carico sono calcolabili con la (1),

$$\Delta P = 2 \cdot f \cdot \frac{\rho \cdot v^2}{D} \cdot L \quad \text{dove} \quad (1)$$

- ΔP è la perdita di carico
 f è il fattore di attrito di Fanning
 ρ è la densità del fluido
 v è la velocità del fluido
 L è la lunghezza della condotta
 D è il diametro interno della condotta

Il fattore di attrito è calcolato con la formula (2) valida sia per flussi in regime laminare che per flussi in regime turbolento. Nella formula il termine ε indica la rugosità interna del tubo assunta uguale a $50\mu\text{m}$ ed Re indica il numero di Reynolds.

$$R_e = \frac{\rho \cdot v \cdot D}{\mu}$$

$$f = 2 \cdot \left[\left(\frac{8}{Re} \right)^{12} + \frac{1}{\left[\left(2.457 \cdot \log_e \left(\frac{1}{\left(\frac{7}{Re} \right)^{\frac{9}{10}} + 0.27 \cdot \frac{\varepsilon}{D}} \right) \right)^{16} + \left(\frac{37530}{Re} \right)^{16} \right]^{\frac{3}{2}}} \right]^{\frac{1}{12}} \quad (2)$$

7 CASO A-BASE DI DESIGN-

7.1 DATI DI PROCESSO

- Condizione operativa: scarico greggio da sezione off-shore a parco serbatoi;
- Greggio scaricato: Greggio 30°PP;
- Tonnellaggio nave: 280.000 DWT;
- Pressione di scarico lato nave: 14 bar (g);
- Numero di condotte utilizzate: 2;

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-PRO-R-002_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE STUDIO IDRAULICO CONFIGURAZIONI OPERATIVE	DAPP Ref.:
		12-469-H64
		Rev.:
		0

- Numero di tubazioni utilizzate nella fossa collettori e microtunnel: 3.

7.2 CONFIGURAZIONE DEL SISTEMA

Nella figura seguente si individuano le linee operative nel caso in oggetto:

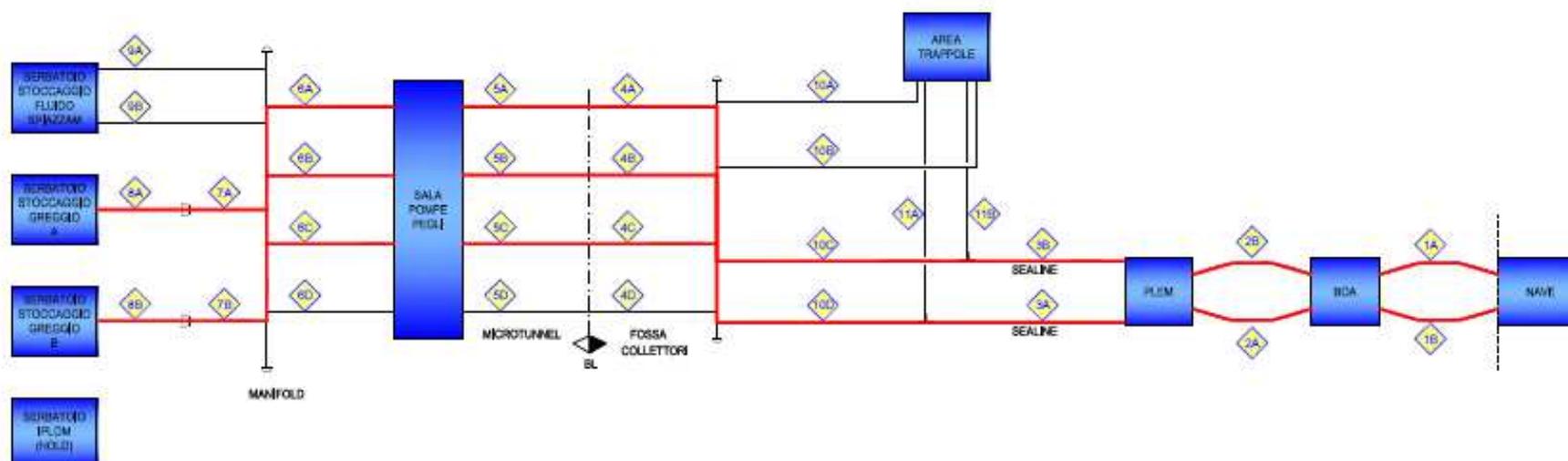


Figura 7.1: Schema Condizioni Operative Casi A-B-C-D-E



7.3 RISULTATI DEI CALCOLI

CASO A			Input	Input	Input	Input	Input	Output	Output	Input	Output	Input	Input	Output
Tratta	n°	n° linee	Portata	Diametro interno	Densità	Viscosità	Lunghezza	Velocità media	Reynolds Number	Rugosità interna	Perdita distribuita	Differenza geodetica	Perdita concentrata	Perdita totale
			[m³/h]	[mm]	[kg/m³]	[cP]	[m]	[m/s]	[1]	[micron]	[bar/m]	m	[bar]	[bar]
Manichetta subacquea	1A	2	3424,3	586,00	990	792,000	80,00	3,53	2583	0	0,00391			0,313
Manichetta flottante	2A	2	3424,3	586,00	990	792,000	100,00	3,53	2583	0	0,00391			0,391
Condotta 32" t=22mm	3A	2	3424,3	769,00	990	792,000	3500,00	2,05	1969	50	0,00088			3,081
Tratto PIG a BL	4A	3	2282,8	759,00	990	792,000	500,00	1,40	1330	0	0,00062			0,309
da sala pompe B.L	5A	3	2282,8	759,00	990	792,000	680,00	1,40	1330	20	0,00062			0,420
da manifold a sala pompe	6A	3	2282,8	759,00	990	792,000	900,00	1,40	1330	20	0,00062			0,556
da serbatoio a manifold	7A	2	3424,3	650,00	990	792,000	150,00	2,87	2329	20	0,00196			0,295
da serbatoio a manifold	8A	2	3424,3	447,00	990	792,000	100,00	6,06	3387	20	0,01740			1,740
perdita geodetica												71,00		6,895

FLUIDO		Greggio 30°PP	
Pressione richiesta al BL	bar(g)		9,91
Pressione mandata nave	bar(g)		14,00
Portata Totale	m3/h		6848,54
Tonnellaggio nave massimo	DWT		250000,00
Tempo scarico	h		36,50

Il caso in esame prevede un tempo di scarico massimo pari a h 36.5 ed una portata per ciascuna condotta di 3425 mc/h circa. Il calcolo delle perdite di carico garantisce una pressione al B.L. pari a 9.9 bar g.

8 CASO B

8.1 DATI DI PROCESSO

- Condizione operativa: scarico greggio da sezione off-shore a parco serbatoi
- Greggio scaricato: Greggio 30°PP
- Tonnellaggio nave: 160.000 DWT
- Pressione di scarico lato nave: 12 bar(g)
- Numero di condotte utilizzate: 2
- Numero di condotte utilizzate: 2
- Numero di tubazioni utilizzate nella fossa collettori e microtunnel:3.

8.2 CONFIGURAZIONE DEL SISTEMA

Nella figura seguente si individuano le linee operative nel caso in oggetto:

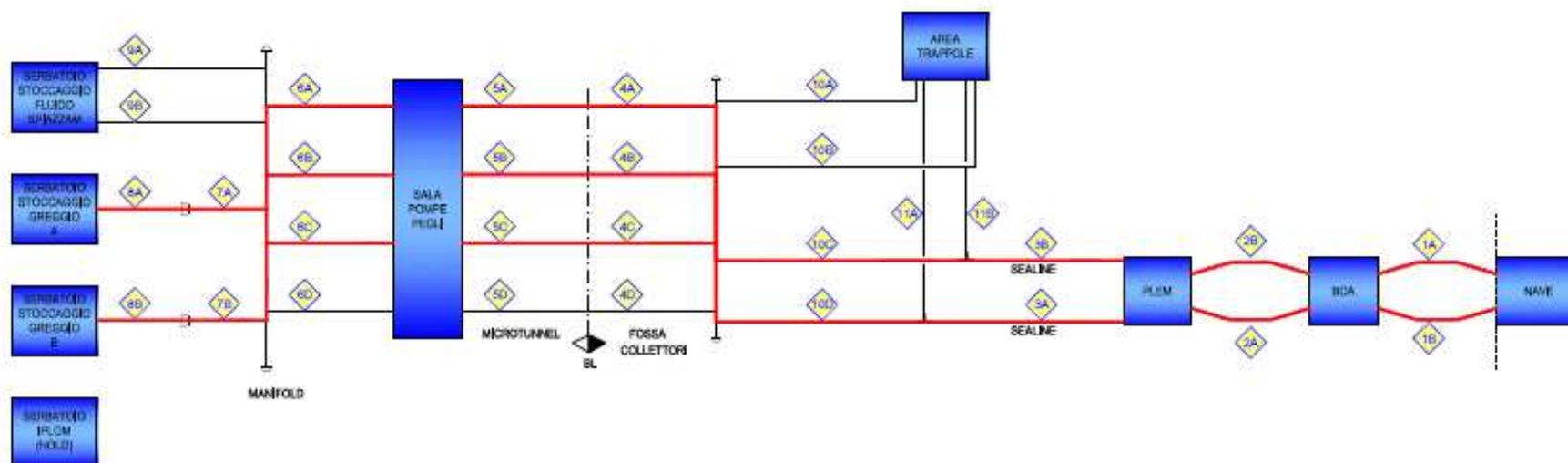


Figura 8.1: Schema Condizioni Operative Casi A-B-C-D-E

8.3 RISULTATI DEI CALCOLI

CASO B	Tratta	n°	n° linee	Input	Input	Input	Input	Input	Output	Output	Input	Output	Input	Input	Output
				Portata	Diametro interno	Densità	Viscosità	Lunghezza	Velocità media	Reynolds Number	Rugosità interna	Perdita distribuita	Differenza geodetica	Perdita concentrata	Perdita totale
				[m³/h]	[mm]	[kg/m³]	[cP]	[m]	[m/s]	[1]	[micron]	[bar/m]	m	[bar]	[bar]
Manichetta subacquea	1A	2		2736,2	586,00	990	792.000	80,00	2,82	2064	0	0,00209			0,167
Manichetta flottante	2A	2		2736,2	586,00	990	792.000	100,00	2,82	2064	0	0,00209			0,209
Condotta 32" t=22mm	3A	2		2736,2	769,00	990	792.000	3500,00	1,64	1573	50	0,00070			2,460
Tratto PIG a BL	4A	3		1824,1	759,00	990	792.000	500,00	1,12	1063	0	0,00049			0,247
da sala pompe B.L	5A	3		1824,1	759,00	990	792.000	680,00	1,12	1063	20	0,00049			0,336
da manifold a sala pompe	6A	3		1824,1	759,00	990	792.000	900,00	1,12	1063	20	0,00049			0,444
da serbatoio a manifold	7A	2		2736,2	650,00	990	792.000	150,00	2,29	1861	20	0,00138			0,207
da serbatoio a manifold	8A	2		2736,2	447,00	990	792.000	100,00	4,84	2706	20	0,01035			1,035
perdita geodetica													71,00		6,895

FLUIDO	Greggio 30°PP	
Pressione richiesta al BL	bar(g)	8,92
Pressione mandata nave	bar(g)	12,00
Portata Totale	m3/h	5472,38
Tonnellaggio nave massimo	DWT	160000,00
Tempo scarico	h	29,24

Il caso in esame prevede un tempo di scarico massimo inferiore alle 30 h ed una portata per ciascuna condotta di 2750 mc/h circa. Il calcolo delle perdite di carico garantisce una pressione al B.L. pari a 9. bar g circa, ipotizzando una pressione di mandata di 12 barg.

9 CASO C

9.1 DATI DI PROCESSO

- Condizione operativa: scarico greggio da sezione off-shore a parco serbatoi
- Greggio scaricato: Greggio 30°PP
- Tonnellaggio nave: 80.000 DWT
- Pressione di scarico lato nave: 12 bar (g)
- Numero di condotte utilizzate: 2
- Numero di tubazioni utilizzate nella fossa collettori e microtunnel:3

9.2 CONFIGURAZIONE DEL SISTEMA

Nella figura seguente si individuano le linee operative nel caso in oggetto:

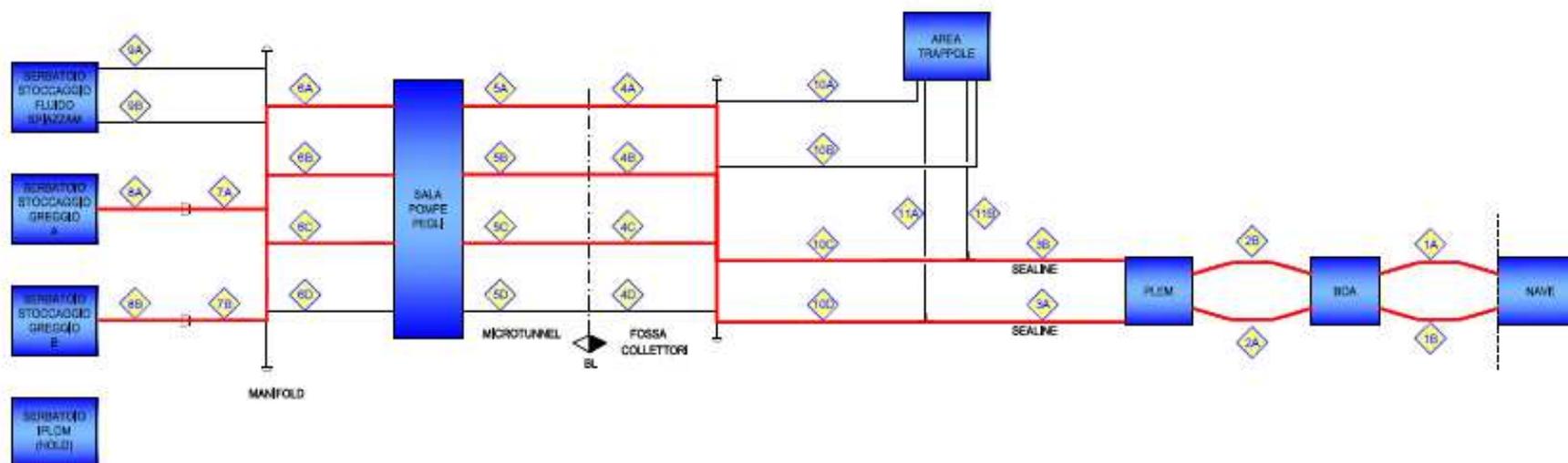


Figura 9.1: Schema condizioni operative casi A-B-C-D-E

9.3 RISULTATI DEI CALCOLI

CASO B			Input	Input	Input	Input	Input	Output	Output	Input	Output	Input	Input	Output
Tratta	n°	n° linee	Portata	Diametro interno	Densità	Viscosità	Lunghezza	Velocità media	Reynolds Number	Rugosità interna	Perdita distribuita	Differenza geodetica	Perdita concentrata	Perdita totale
			[m³/h]	[mm]	[kg/m³]	[cP]	[m]	[m/s]	[1]	[micron]	[bar/m]	m	[bar]	[bar]
Manichetta subacquea	1A	2	2736,2	586,00	990	792,000	80,00	2,82	2064	0	0,00209			0,167
Manichetta flottante	2A	2	2736,2	586,00	990	792,000	100,00	2,82	2064	0	0,00209			0,209
Condotta 32" t=22mm	3A	2	2736,2	769,00	990	792,000	3500,00	1,64	1573	50	0,00070			2,460
Tratto PIG a BL	4A	3	1824,1	759,00	990	792,000	500,00	1,12	1063	0	0,00049			0,247
da sala pompe B.L	5A	3	1824,1	759,00	990	792,000	680,00	1,12	1063	20	0,00049			0,336
da manifold a sala pompe	6A	3	1824,1	759,00	990	792,000	900,00	1,12	1063	20	0,00049			0,444
da serbatoio a manifold	7A	2	2736,2	650,00	990	792,000	150,00	2,29	1861	20	0,00138			0,207
da serbatoio a manifold	8A	2	2736,2	447,00	990	792,000	100,00	4,84	2706	20	0,01035			1,035
perdita geodetica												71,00		6,895

FLUIDO		Greggio 30°PP
Pressione richiesta al BL	bar(g)	8,92
Pressione mandata nave	bar(g)	12,00
Portata Totale	m³/h	5472,38
Tonnellaggio nave massimo	DWT	80000,00
Tempo scarico	h	14,62

Il caso in esame prevede un tempo di scarico massimo inferiore alle 15 h ed una portata per ciascuna condotta di 2750 mc/h circa. Il calcolo delle perdite di carico garantisce una pressione al B.L. pari a 9. bar g circa.

10 CASO D

10.1 DATI DI PROCESSO

- Condizione operativa: scarico greggio da sezione off-shore a parco serbatoi
- Greggio scaricato: Greggio URAL
- Tonnellaggio nave: 250.000 DWT
- Pressione di scarico lato nave: 14 bar(g)
- Numero di condotte utilizzate: 2
- Numero di tubazioni utilizzate nella fossa collettori e microtunnel:3

 Doc N° 12-469-GEN-R-001_01	NUOVO TERMINALE OFF SHORE STUDIO IDRAULICO CONFIGURAZIONI OPERATIVE	DAPP Ref.:
		12-469-H1
		Rev.:
		0

10.2 CONFIGURAZIONE DEL SISTEMA

Nella figura seguente si individuano le linee operative nel caso in oggetto:

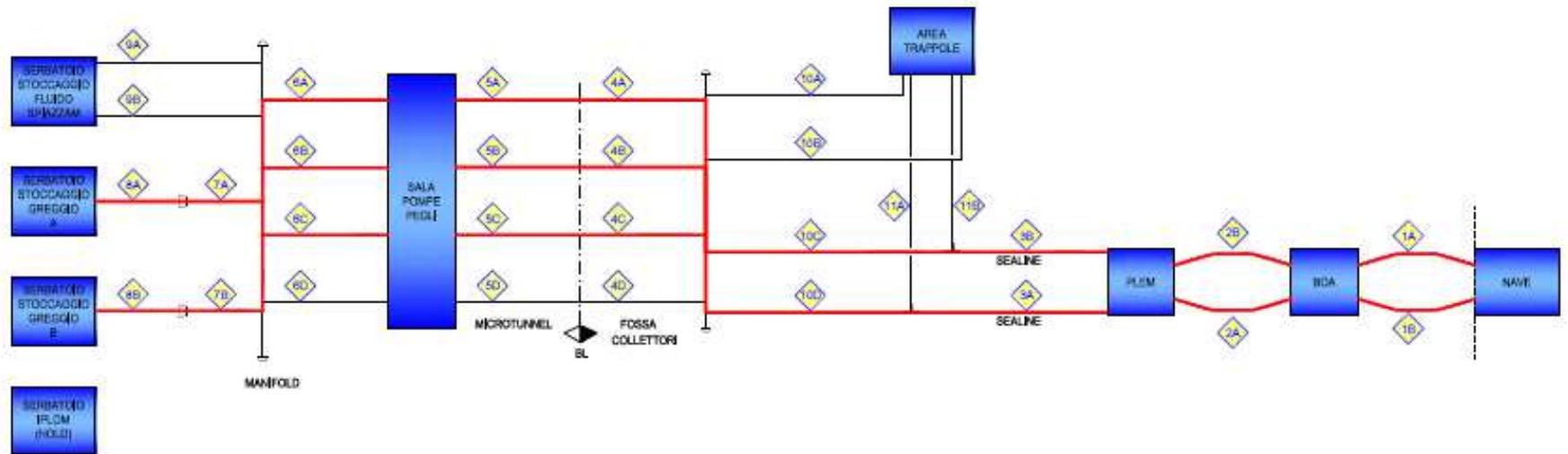


Figura 10.1: Schema Condizioni Operative Casi A-B-C-D-E



10.3 RISULTATI DEI CALCOLI

Il caso in esame prevede un tempo di scarico massimo pari circa a 23 h ed una portata per ciascuna condotta di 5613 mc/h circa, che rappresenta il dato massimo di portata dell'impianto. Il calcolo delle perdite di carico garantisce una pressione al B.L. pari a 9. bar g circa.

CASO D			Input	Input	Input	Input	Input	Output	Output	Input	Output	Input	Input	Output
Tratta	n°	n° linee	Portata	Diametro interno	Densità	Viscosità	Lunghezza	Velocità media	Reynolds Number	Rugosità interna	Perdita distribuita	Differenza geodetica	Perdita concentrata	Perdita totale
			[m ³ /h]	[mm]	[kg/m ³]	[cP]	[m]	[m/s]	[1]	[micron]	[bar/m]	m	[bar]	[bar]
Manichetta subacquea	1A	2	5612,9	586,00	873	20,500	80,00	5,78	144264	0	0,00414			0,331
Manichetta flottante	2A	2	5612,9	586,00	873	20,500	100,00	5,78	144264	0	0,00414			0,414
Condotta 32" t=22mm	3A	2	5612,9	769,00	873	20,500	3500,00	3,36	109933	50	0,00115			4,025
Tratto PIG a BL	4A	3	3741,9	759,00	873	20,500	500,00	2,30	74254	0	0,00058			0,290
da sala pompe B.L	5A	3	3741,9	759,00	873	20,500	680,00	2,30	74254	20	0,00058			0,397
da manifold a sala pompe	6A	3	3741,9	759,00	873	20,500	900,00	2,30	74254	20	0,00058			0,525
da serbatoio a manifold	7A	2	5612,9	650,00	873	20,500	150,00	4,70	130060	20	0,00255			0,382
da serbatoio a manifold	8A	2	5612,9	447,00	873	20,500	100,00	9,94	189125	20	0,01556			1,556
perdita geodetica												71,00		6,081

FLUIDO		URAL	
Pressione richiesta al BL	bar(g)		8,94
Pressione mandata nave	bar(g)		14,00
Portata Totale	m ³ /h		11225,81
Tonnellaggio nave massimo	DWT		250000,00
Tempo scarico	h		22,27

11 CASO E

11.1 DATI DI PROCESSO

- Condizione operativa: scarico greggio da sezione off-shore a parco serbatoi
- Greggio scaricato: Greggio URAL
- Tonnellaggio nave: 160.000 DWT
- Pressione di scarico lato nave: 12 bar(g)
- Numero di condotte utilizzate: 2
- Numero di tubazioni utilizzate nella fossa collettori e microtunnel:3

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-GEN-R-001_01	NUOVO TERMINALE OFF SHORE STUDIO IDRAULICO CONFIGURAZIONI OPERATIVE	DAPP Ref.:
		12-469-H1
		Rev.:
		0

11.2 CONFIGURAZIONE DEL SISTEMA

Nella figura seguente si individuano le linee operative nel caso in oggetto:

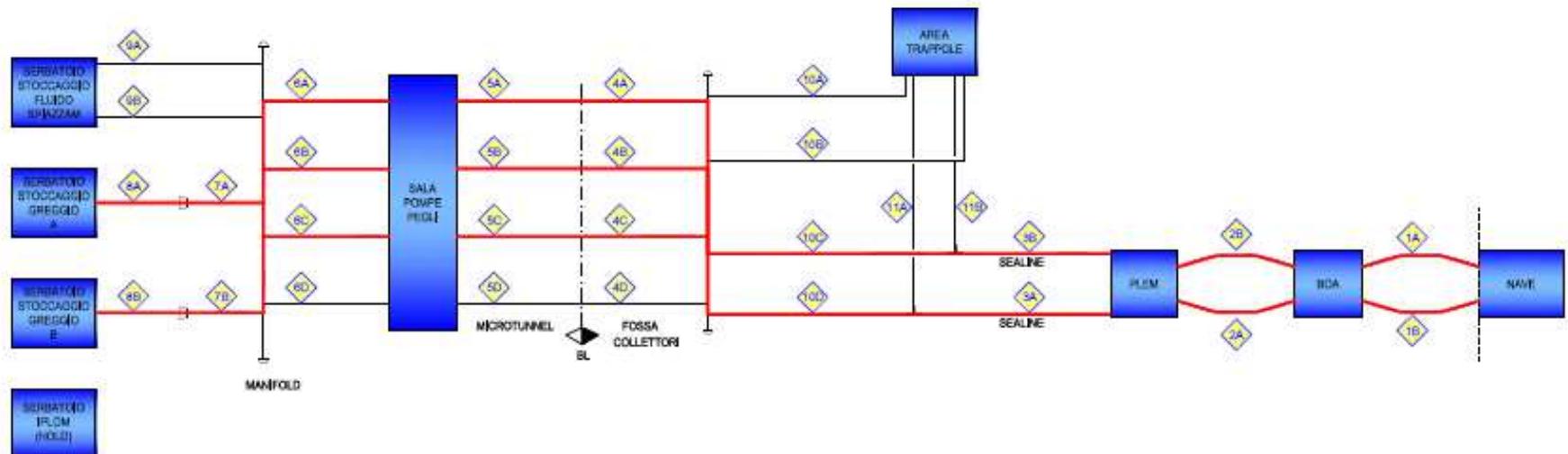


Figura 11.1: Schema Condizioni Operative Casi A-B-C-D-E



11.3 RISULTATI DEI CALCOLI

Il caso in esame prevede un tempo di scarico massimo pari circa a 17 h ed una portata per ciascuna condotta di 5000 mc/h circa. Il calcolo delle perdite di carico garantisce una pressione al B.L. pari a 8.5. bar g circa.

CASO E			Input	Input	Input	Input	Input	Output	Output	Input	Output	Input	Input	Output
Tratta	n°	n° linee	Portata	Diametro interno	Densità	Viscosità	Lunghezza	Velocità media	Reynolds Number	Rugosità interna	Perdita distribuita	Differenza geodetica	Perdita concentrata	Perdita totale
			[m³/h]	[mm]	[kg/m³]	[cP]	[m]	[m/s]	[1]	[micron]	[bar/m]	m	[bar]	[bar]
Manichetta subacquea	1A	2	4777,5	586,00	873	20,500	80,00	4,92	122793	0	0,00310			0,248
Manichetta flottante	2A	2	4777,5	586,00	873	20,500	100,00	4,92	122793	0	0,00310			0,310
Condotta 32" t=22mm	3A	2	4777,5	769,00	873	20,500	3500,00	2,86	93572	50	0,00086			3,008
Tratto PIG a BL	4A	3	3185,0	759,00	873	20,500	500,00	1,96	63203	0	0,00043			0,217
da sala pompe B.L.	5A	3	3185,0	759,00	873	20,500	680,00	1,96	63203	20	0,00044			0,297
da manifold a sala pompe	6A	3	3185,0	759,00	873	20,500	900,00	1,96	63203	20	0,00044			0,394
da serbatoio a manifold	7A	2	4777,5	650,00	873	20,500	150,00	4,00	110703	20	0,00191			0,286
da serbatoio a manifold	8A	2	4777,5	447,00	873	20,500	100,00	8,46	160977	20	0,01160			1,160
perdita geodetica												71,00		6,081

FLUIDO		URAL	
Pressione richiesta al BL	bar(g)		8,22
Pressione mandata nave	bar(g)		12,00
Portata Totale	m3/h		9555,08
Tonnellaggio nave massimo	DWT		160000,00
Tempo scarico	h		16,75

12 CASO F

12.1 DATI DI PROCESSO

- Condizione operativa: scarico greggio da sezione off-shore a parco serbatoi
- Greggio scaricato: Greggio URAL
- Tonnellaggio nave: 80.000 DWT
- Pressione di scarico lato nave: 12 bar(g)
- Numero di condotte utilizzate: 1
- Numero di tubazioni utilizzate nella fossa collettori e microtunnel: 1

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-PRO-R-001_01	NUOVO TERMINALE OFF SHORE STUDIO IDRAULICO CONFIGURAZIONI OPERATIVE	DAPP Ref.:
		12-469-H1
		Rev.:
		0

12.2 CONFIGURAZIONE DEL SISTEMA

Nella figura seguente si individuano le linee operative nel caso in oggetto:

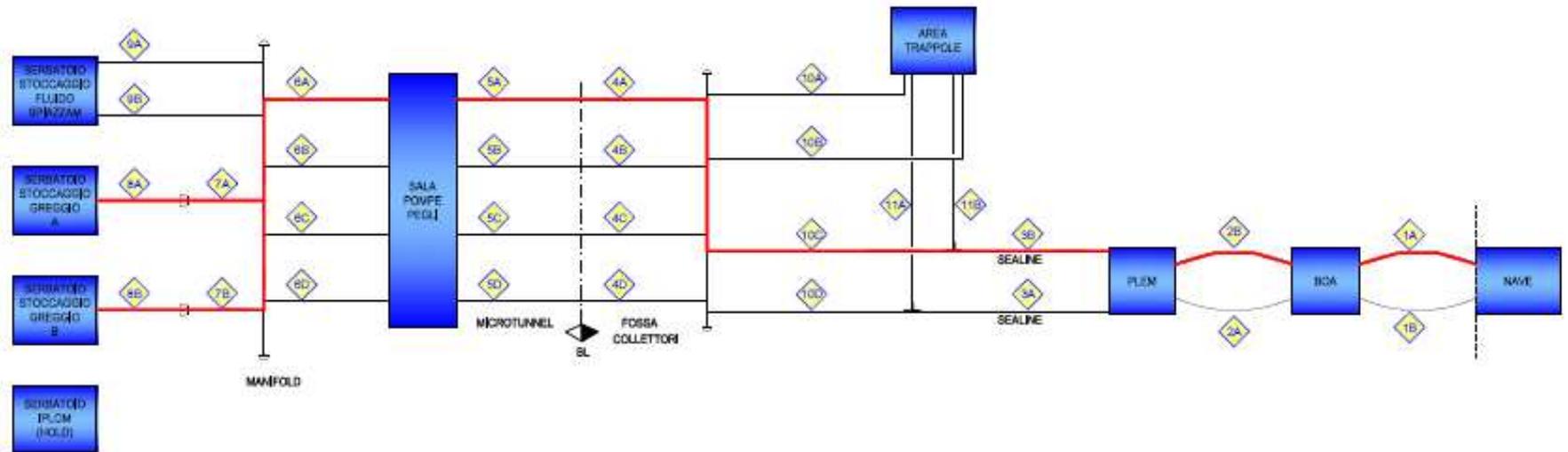


Figura 12.1: Configurazione Caso F

**12.3 RISULTATI DEI CALCOLI**

CASO F	n°	n° linee	Input	Input	Input	Input	Input	Output	Output	Input	Output	Input	Input	Output
			Portata	Diametro interno	Densità	Viscosità	Lunghezza	Velocità media	Reynolds Number	Rugosità interna	Perdita distribuita	Differenza geodetica	Perdita concentrata	Perdita totale
Tratta			[m ³ /h]	[mm]	[kg/m ³]	[cP]	[m]	[m/s]	[1]	[micron]	[bar/m]	m	[bar]	[bar]

Manichetta subacquea	1A	2	3032,5	586,00	873	20,500	80,00	3,12	77941	0	0,00137			0,110
Manichetta flottante	2A	2	3032,5	586,00	873	20,500	100,00	3,12	77941	0	0,00137			0,137
Condotta 32" t=22mm	3A	1	6064,9	769,00	873	20,500	3500,00	3,63	118787	50	0,00132			4,632
Tratto PIG a BL	4A	3	2021,6	759,00	873	20,500	500,00	1,24	40117	0	0,00019			0,097
da sala pompe B.L.	5A	3	2021,6	759,00	873	20,500	680,00	1,24	40117	20	0,00019			0,133
da manifold a sala pompe	6A	3	2021,6	759,00	873	20,500	900,00	1,24	40117	20	0,00019			0,175
da serbatoio a manifold	7A	2	3032,5	650,00	873	20,500	150,00	2,54	70267	20	0,00084			0,126
da serbatoio a manifold	8A	2	3032,5	447,00	873	20,500	100,00	5,37	102178	20	0,00510			0,510
perdita geodetica												71,00		6,081

FLUIDO	URAL	
Pressione richiesta al BL	bar(g)	7,02
Pressione mandata nave	bar(g)	12,00
Portata Totale	m ³ /h	6064,95
Tonnellaggio nave massimo	DWT	80000,00
Tempo scarico	h	13,19

Il caso in esame prevede un tempo di scarico massimo pari circa a 13 h ed una portata totale di 6065 mc/h circa, garantita con l'esercizio di una sola condotta. Il calcolo delle perdite di carico garantisce una pressione al B.L. pari a 7. bar g circa.

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-PRO-R-002_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE STUDIO IDRAULICO CONFIGURAZIONI OPERATIVE	DAPP Ref.:
		12-469-H64
		Rev.:
		0

13 CASO G

Il caso in esame si prefigge lo scopo di analizzare il circuito di spiazzamento greggi, mediante l'utilizzo delle pompe esistenti, ubicate nell'area Fondegas Sud a quota +14.1 slm.

Si precisa che i dati relativi alla rete di oleodotti al di fuori dei limiti di batteria sono stati forniti dalla committente.

13.1 DATI DI PROCESSO

- Condizione operativa: spiazzamento
- Fluido: Per il caso in oggetto è stato considerato cautelativamente URAL fino alla stazione trappole e graggio PP °30 fino ai serbatoi di ricevimento
- Portata minima di fluido di spiazzamento: 2000 mc/h
- Perdita di carico concentrata per avvio PIG: 3 bar
- Perdita di carico concentrata durante il percorso PIG: 0.5 bar

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-PRO-R-002_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE STUDIO IDRAULICO CONFIGURAZIONI OPERATIVE	DAPP Ref.:
		12-469-H64
		Rev.:
		0

13.2 CONFIGURAZIONE DEL SISTEMA

Nella figura seguente si individuano le linee operative nel caso in oggetto:

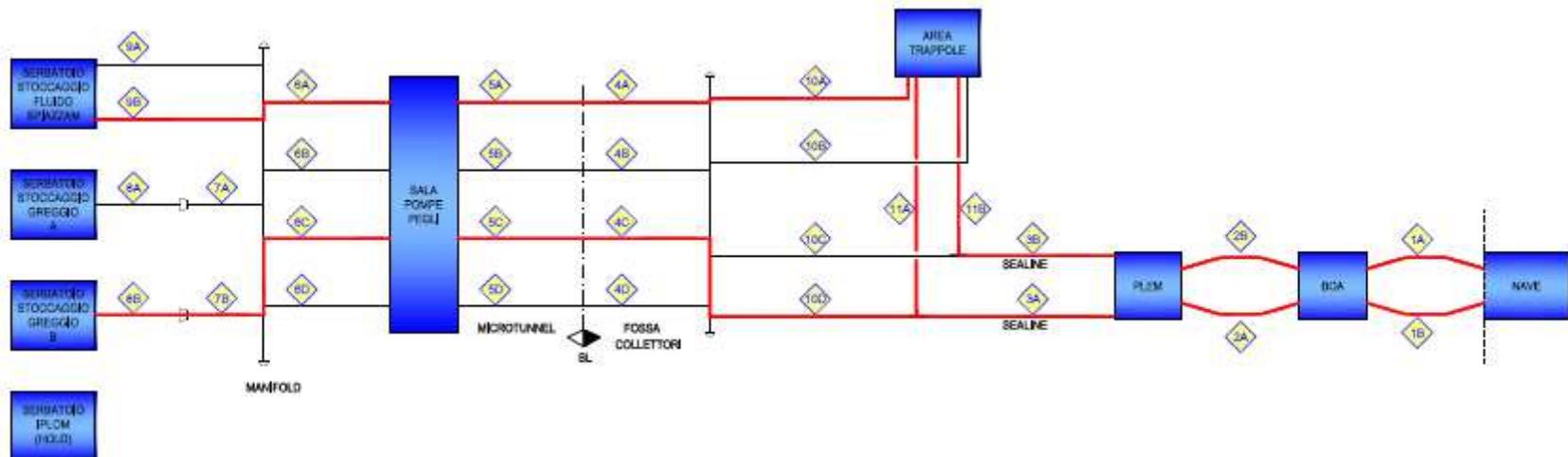


Figura 13.1: Configurazione CASO G

NUOVO TERMINALE OFF SHORE STUDIO IDRAULICO CONFIGURAZIONI OPERATIVE

DAPP Ref.:

12-469-H64

Rev.:

0

13.3 RISULTATI DEI CALCOLI

CASO G	n°	n° linee	Input	Output	Output	Input	Input	Input	Input	Input	Output	Output	Input	Output	Input	Input	Output
			Portata	Portata	Portata	Diametro nominale	Diametro interno	Densità	Viscosità	Lunghezza	Velocità media	Reynolds Number	Rugosità interna	Perdita distribuita	Differenza geodetica	Perdita concentrata	Perdita totale
Tratta			[m³/h]	[m³/s]	[kg/h]	[inch]	[mm]	[kg/m³]	[cP]	[m]	[m/s]	[1]	[micron]	[bar/m]	m	[bar]	[bar]
da manifold a serbatoio 2° tratto	7A	1	2000,0	0,555556	1746000,00	26"	650,00	873	20,500	150,00	1,67	46343	20	0,00040			0,060
da manifold a serbatoio 1° tratto	8A	1	2000,0	0,555556	1746000,00	18"	447,00	873	20,500	100,00	3,54	67389	20	0,00241			0,241
da manifold a sala pompe	6A	1	2000,0	0,555556	1746000,00	30"	752,47	873	20,500	900,00	1,25	40032	20	0,00020			0,179
ASPIRAZIONE																	0,481
Paspirazione pompa															35,80000		3,985
da sala pompe B.L mandata	5A	1	2000,0	0,555556	1746000,00	30"	752,47	873	20,500	680,00	1,25	40032	20	0,00020			0,135
Tratto PIG a BL	4A	1	2000,0	0,555556	1746000,00	30"	752,47	873	20,500	500,00	1,25	40032	0	0,00020			0,099
collegamento fossa-PIG	4A	1	2000,0	0,555556	1746000,00	24"	600,47	873	20,500	100,00	1,96	50166	0	0,00058			0,058
Condotta MANDATA 32" t=22mm	3A	1	2000,0	0,555556	1980000,00	32"	769,00	990	792,000	3400,00	1,20	1150	50	0,00051			1,746
Condotta ritorno 32" t=22mm	3A	1	2000,0	0,555556	1980000,00	32"	769,00	990	792,000	3400,00	1,20	1150	50	0,00051			1,746
collegamento PIG-fossa	4A	1	2000,0	0,555556	1980000,00	32"	779,00	990	792,000	100,00	1,17	1135	0	0,00049			0,049
Tratto PIG a BL	4A	1	2000,0	0,555556	1980000,00	30"	752,47	990	792,000	500,00	1,25	1175	0	0,00056			0,280
da sala pompe B.L	5A	1	2000,0	0,555556	1980000,00	30"	752,47	990	792,000	680,00	1,25	1175	20	0,00056			0,381
da manifold a sala pompe	6A	1	2000,0	0,555556	1980000,00	30"	752,47	990	792,000	900,00	1,25	1175	20	0,00056			0,504
da manifold a serbatoio 2° tratto	7A	1	2000,0	0,555556	1980000,00	26"	650,00	990	792,000	150,00	1,67	1360	20	0,00101			0,151
da manifold a serbatoio 1° tratto	8A	1	2000,0	0,555556	1980000,00	18"	447,00	990	792,000	100,00	3,54	1978	20	0,00450			0,450
perdita pig																3,00000	3,000
perdita geodetica															68,80		6,682

FLUIDO		URAL-Greggio 30°PP
Pressione richiesta entrata trappole	bar(g)	14,99
Pressione mandata pompe	bar(g)	15,28
Portata Totale	m3/h	2000,00
Prevalenza minima pompa	bar(g)	11,30

 Porto Petroli di Genova S.p.A. Doc N° 12-469-PRO-R-002_00	NUOVO TERMINALE OFF SHORE STUDIO IDRAULICO CONFIGURAZIONI OPERATIVE	DAPP Ref.:
		12-469-H64
		Rev.:
		0

Dai calcoli risulta che le caratteristiche minime della pompa da utilizzare nelle fasi di spiazzamento siano 2000 mc/h di portata e 11.3 bar di prevalenza.

Nel seguito si valuterà l'opportunità di utilizzare le pompe esistenti ENI locate nella sala pompe del deposito a quota +14.2 mslm.

14 VERIFICA DELLA CONFIGURAZIONE ESISTENTE

Nel seguito si valuterà preliminarmente l'opportunità di utilizzare le pompe esistenti ENI locate nella sala pompe del deposito a quota +14.2 mslm elencate nel seguito e di cui si riportano le curve caratteristiche:

TAG	PORTATA DESIGN	PREVALENZA DESIGN
12-P-104/106	1670 mc/h	139 m
12-P-101/103	3210 mc/h	120 m
12-P-102/105	680 mc/h	140 m

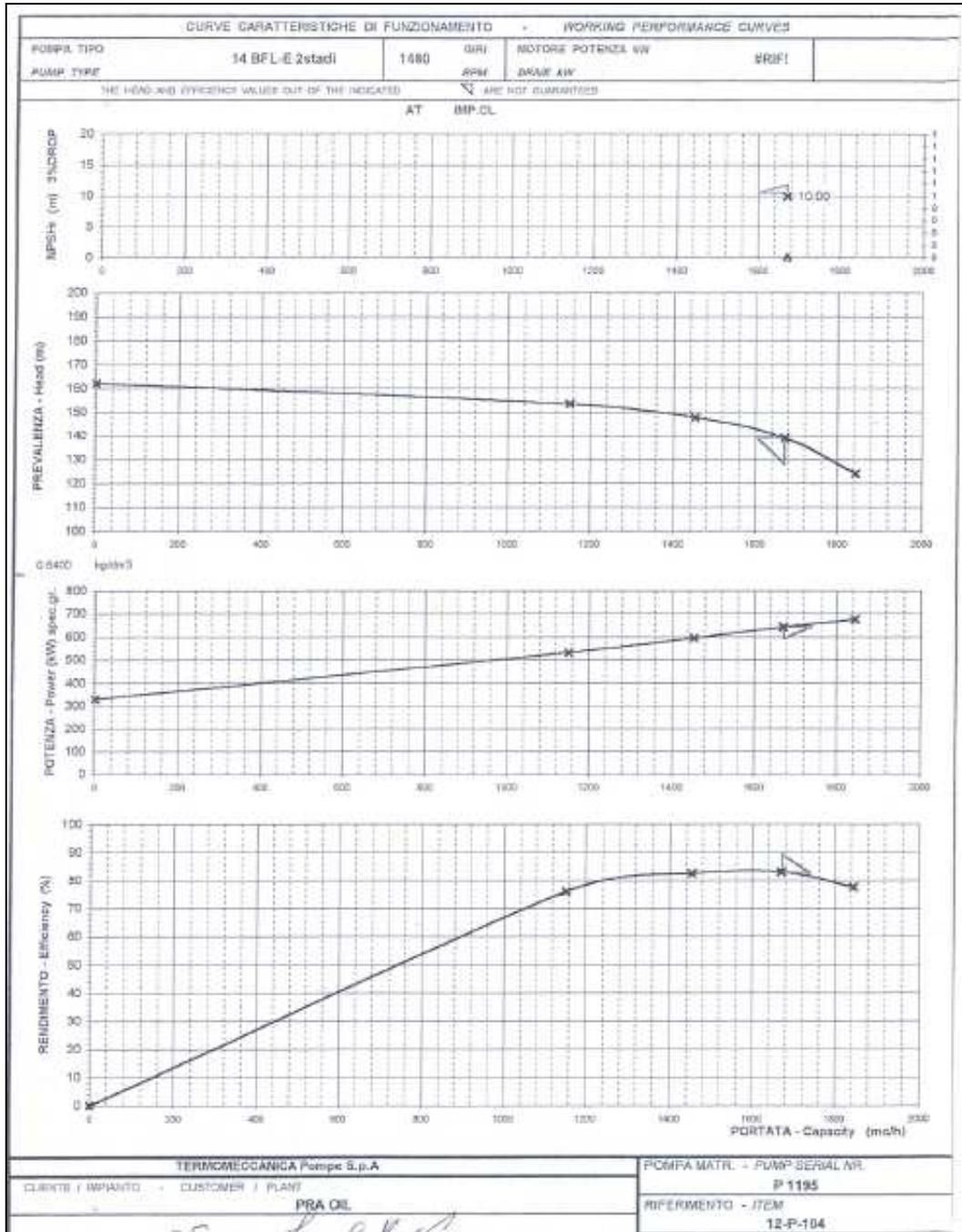


Figura 14.1: Caratteristica curva Pompa 12-P-104

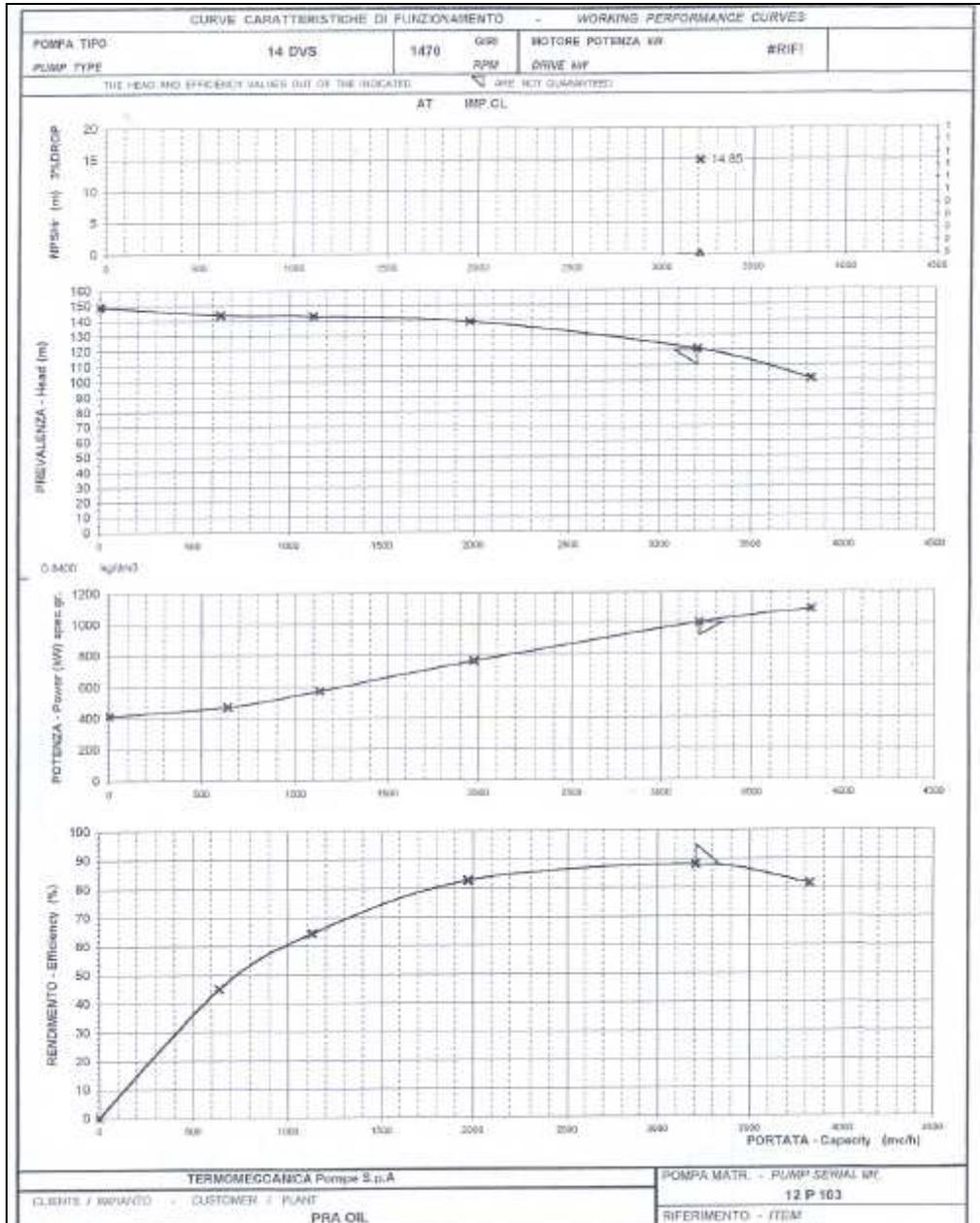


Figura 14.2: Caratteristica curva Pompa 12-P-103

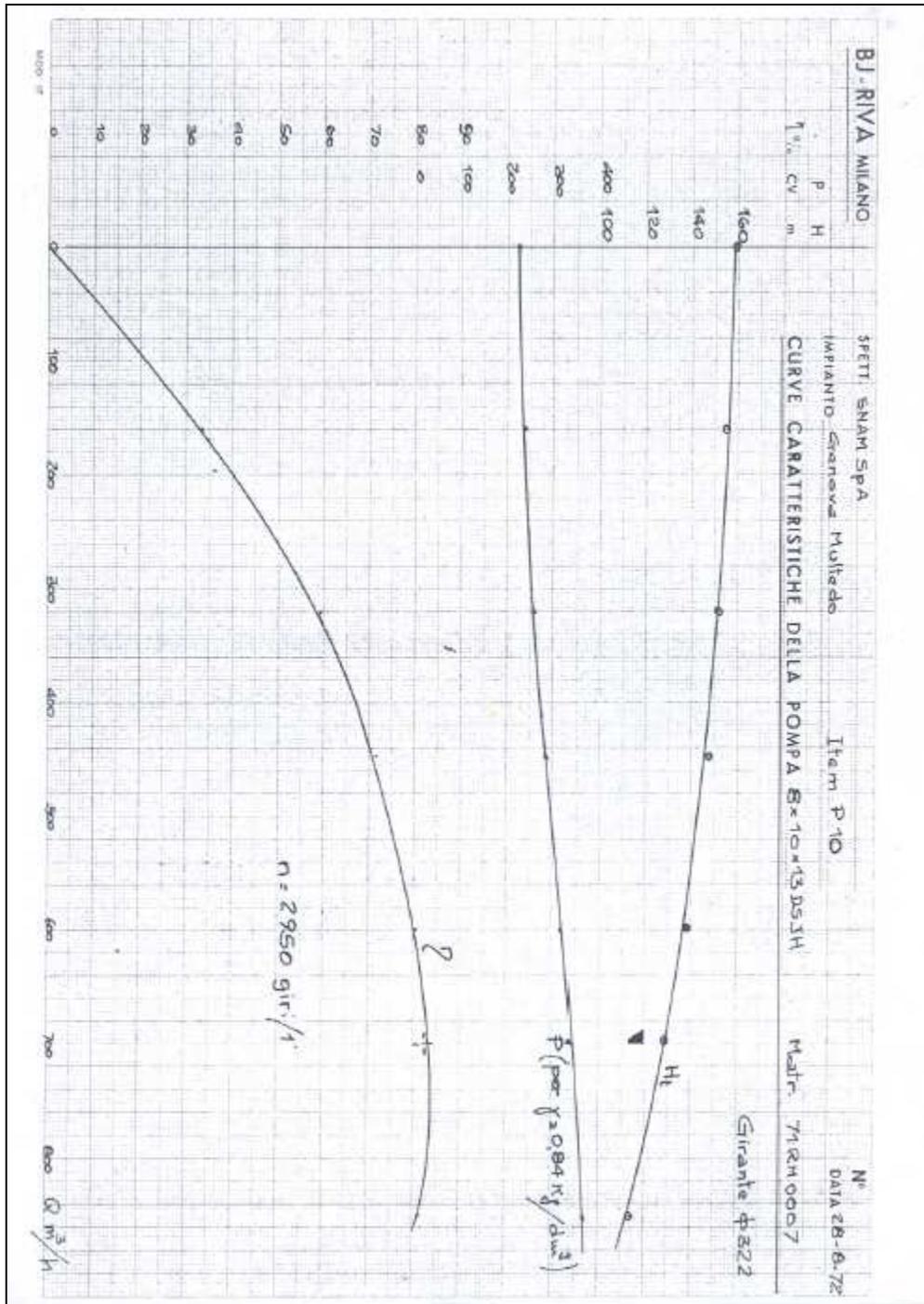


Figura 14.3: Caratteristica curva Pompa 12-P-102

Secondo i dati riportati, le uniche pompe che potrebbero avere i requisiti necessari per il circuito di spiazzamento sono la P-101 e la P-103; nel resto del documento si cercherà di simularne il funzionamento durante le fasi operative di spiazzamento.

14.1 IPOTESI DI SPIAZZAMENTO MEDIANTE PIG

Viene simulato il funzionamento della pompa P-101 in relazione al circuito di spiazzamento, nel caso in cui venga utilizzato il PIG lungo le condotte.

Nel seguito si illustrano le caratteristiche principali del circuito:

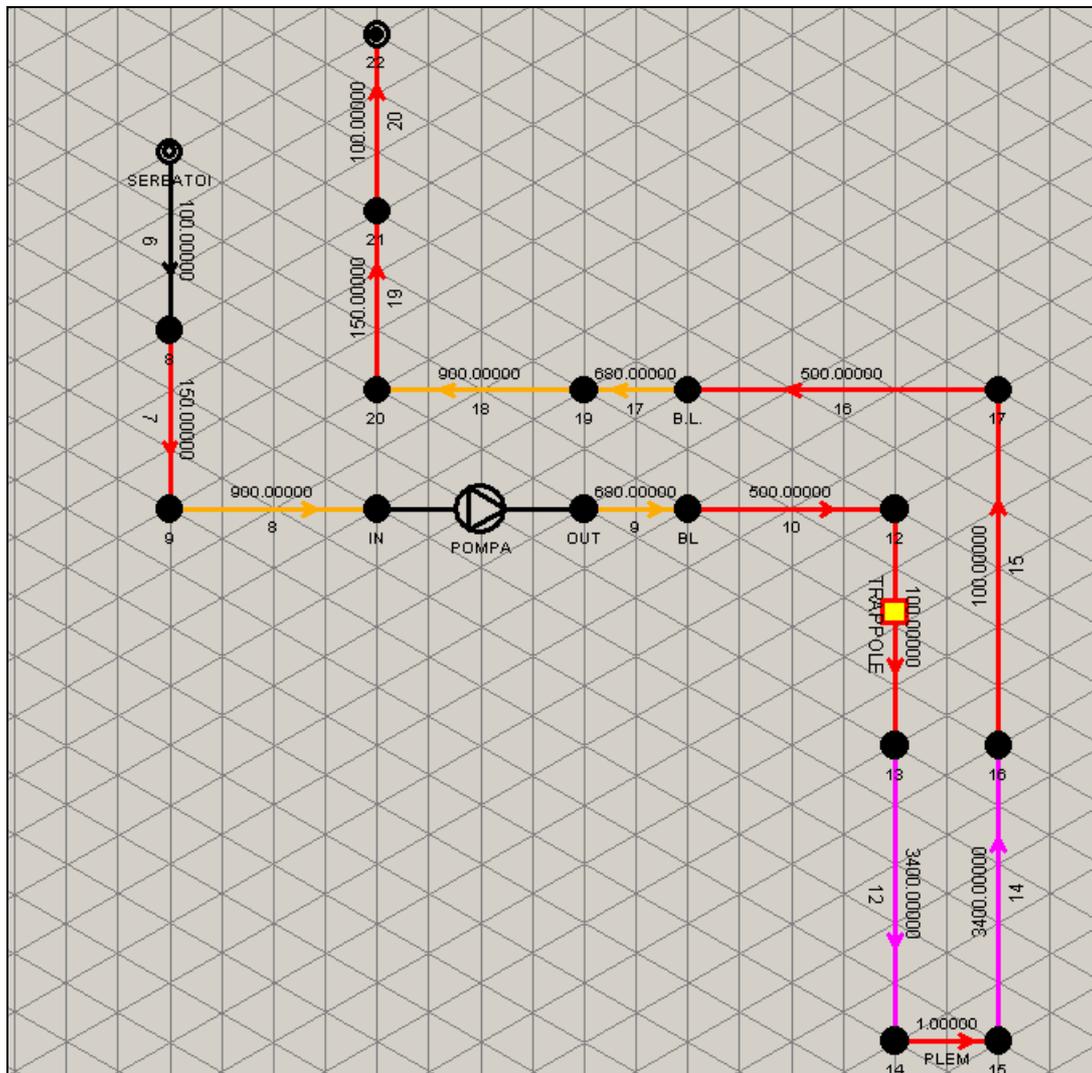


Figura 14.4: Lunghezze Tratti Principali

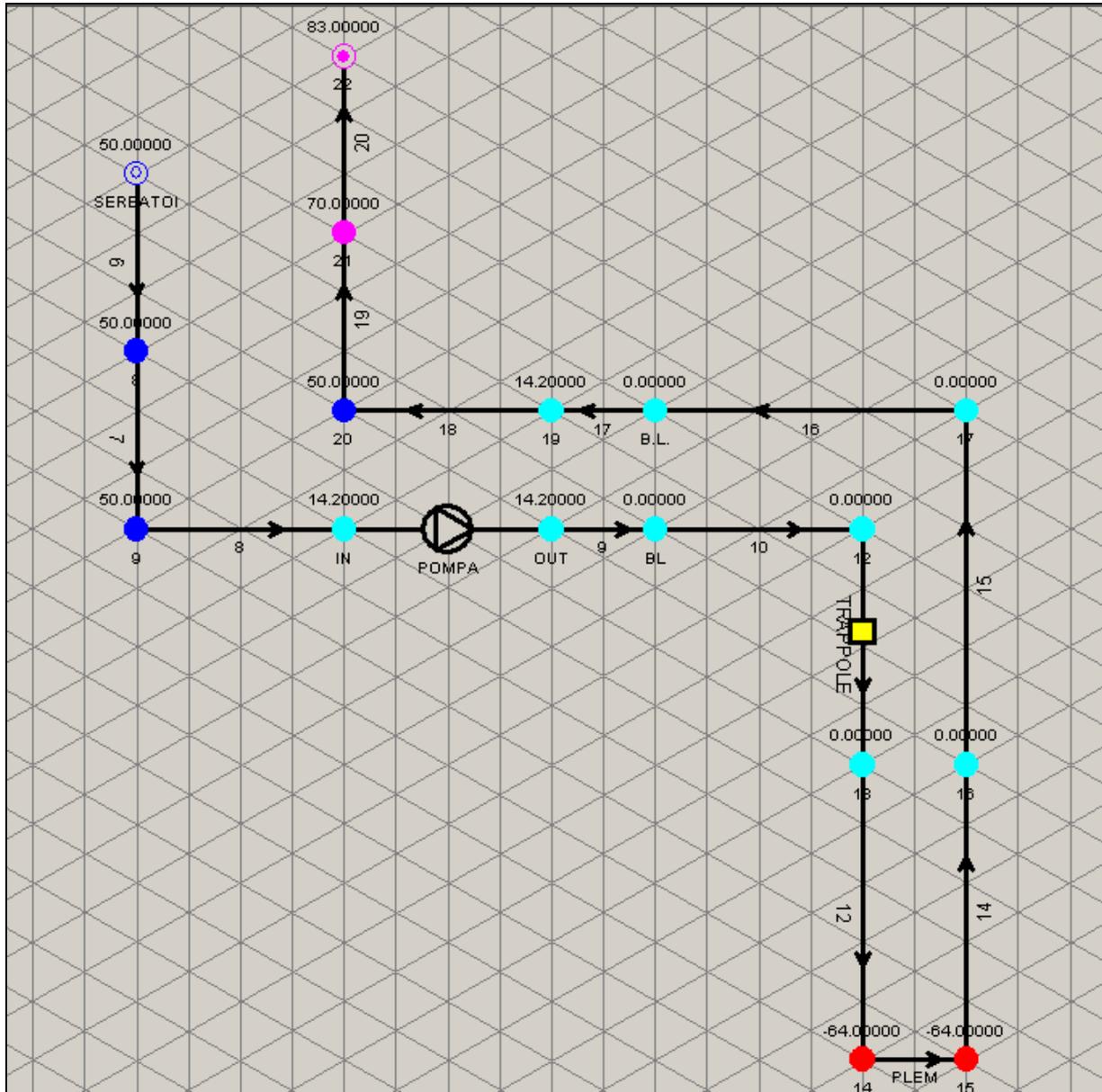


Figura 14.5: Quote Nodi Principali

Lo sviluppo del profilo di pressioni lungo il circuito ed il punto di lavoro della pompa sono rappresentate nella figura seguente.

La perdita di carico dovuta al PIG è stata stimata pari a 0.5 bar durante la fase di movimento dello stesso.

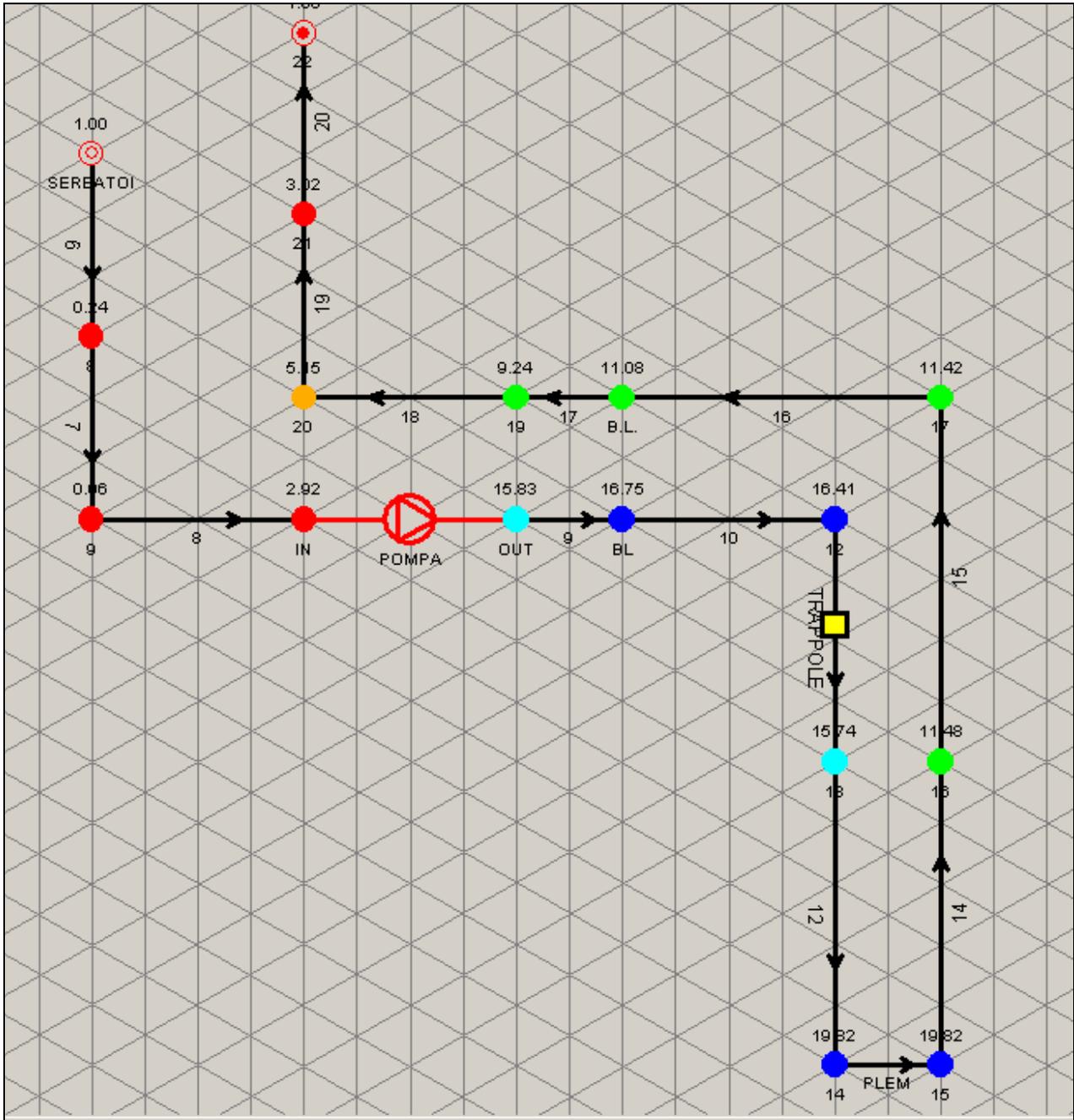


Figura 14.6: Profilo di pressioni-CASO SPIAZZAMENTO CON PIG

Come si evince dalla figura il massimo valore di pressione sul collettore di mandata è pari a 16.75 bar (g) è garantito dal rating delle tubazioni. Il valore di pressione che si raggiunge nelle tubazioni del PLEM a quota -64 m è contrastato dal battente idrostatico dato dalla profondità del fondale, il rating pertanto è nuovamente sufficiente.

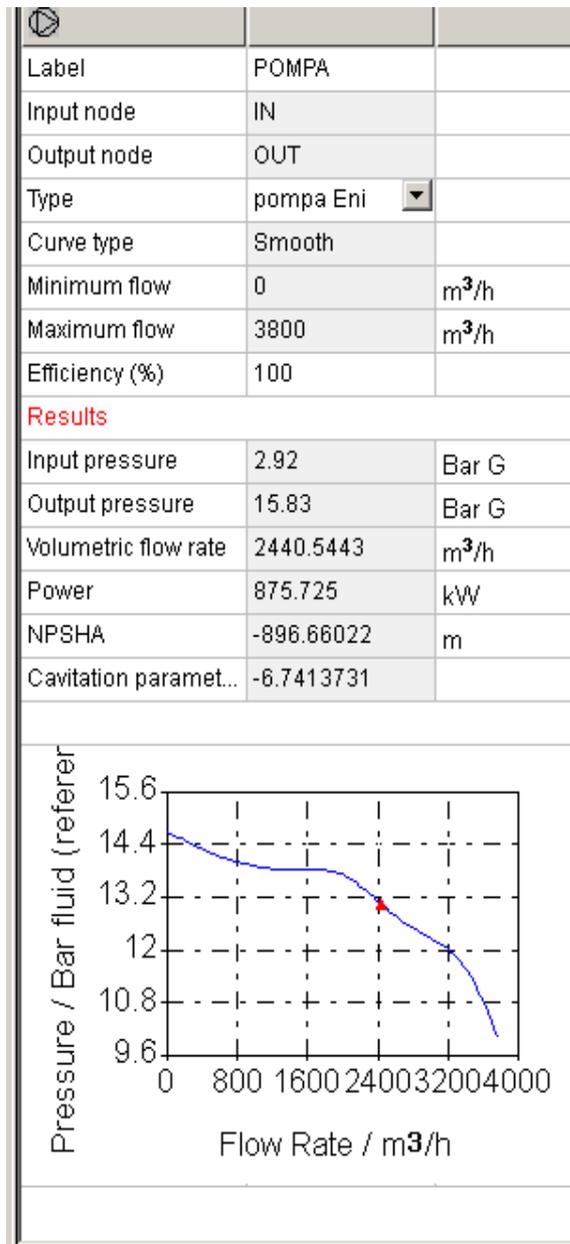


Figura 14.7: Configurazione di lavoro pompa

La pompa nel caso in oggetto lavora in punto lungo la curva caratteristica accettabile con portata pari a 2440 mc/h e prevalenza pari a 12.9 bar circa. Il profilo di velocità inoltre presenta valori accettabili per la movimentazione del pig pari a 1.46 m/s lungo le condotte, come illustrato nella figura seguente.

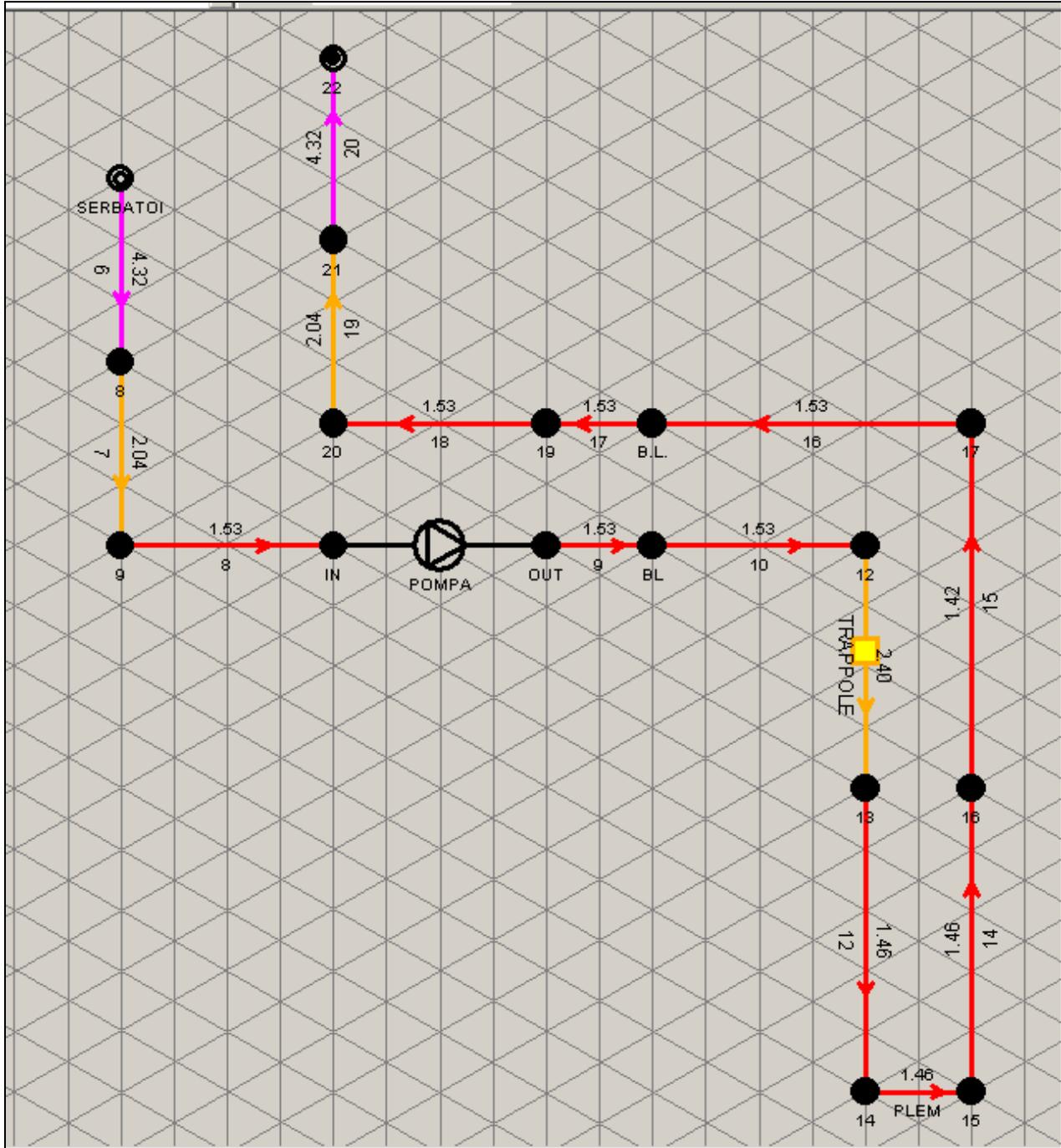


Figura 14.8: Profilo di velocità

Come ultima verifica si valuta il profilo di pressioni e il funzionamento della pompa nel caso in cui il PIG debba essere movimentato (passi quindi dall'essere fermo all'essere in movimento) e quindi necessari di un ΔP aggiuntivo di 3 bar

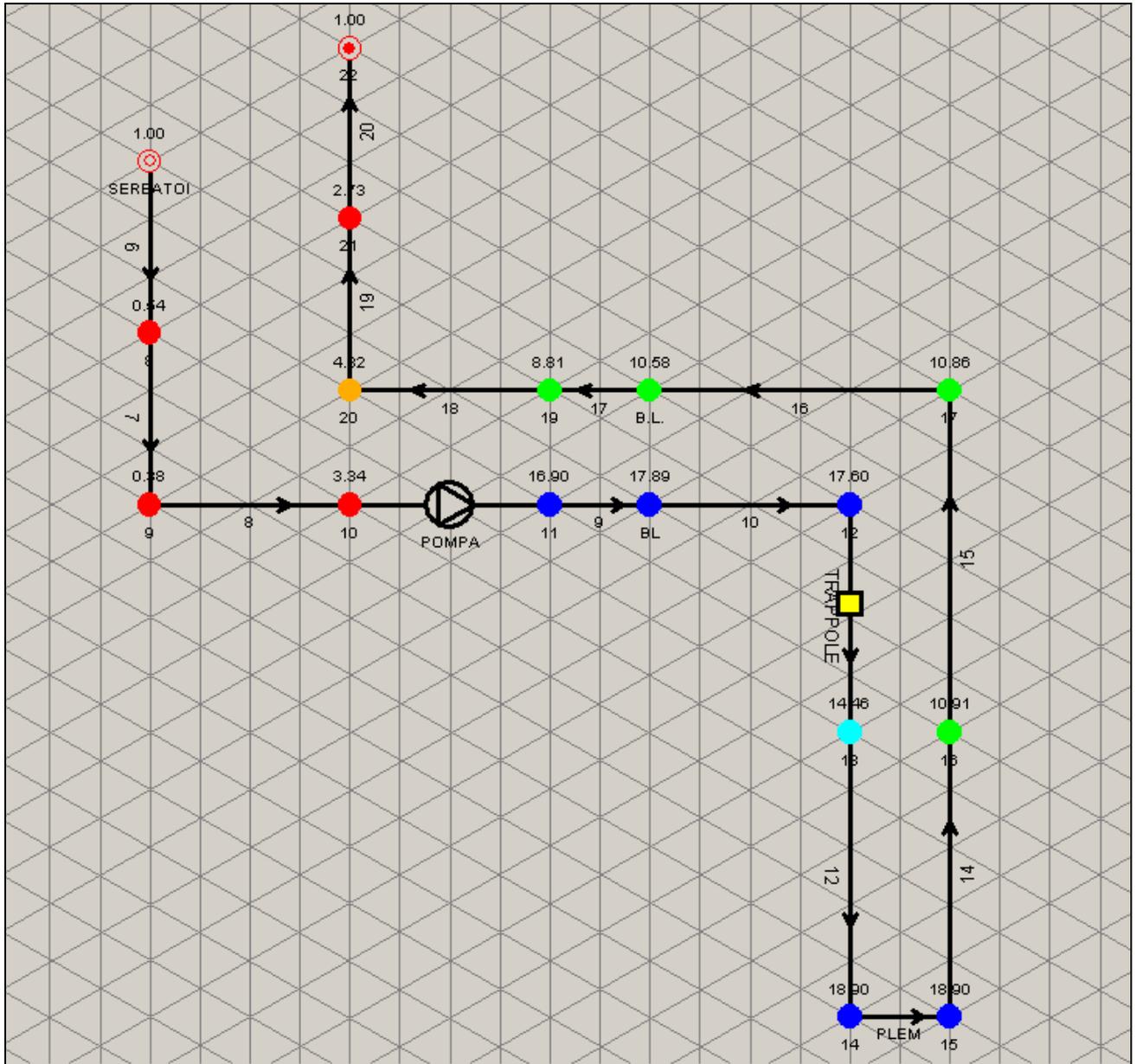


Figura 14.9: Profilo di Pressioni nel caso di START del pig dalla trappola

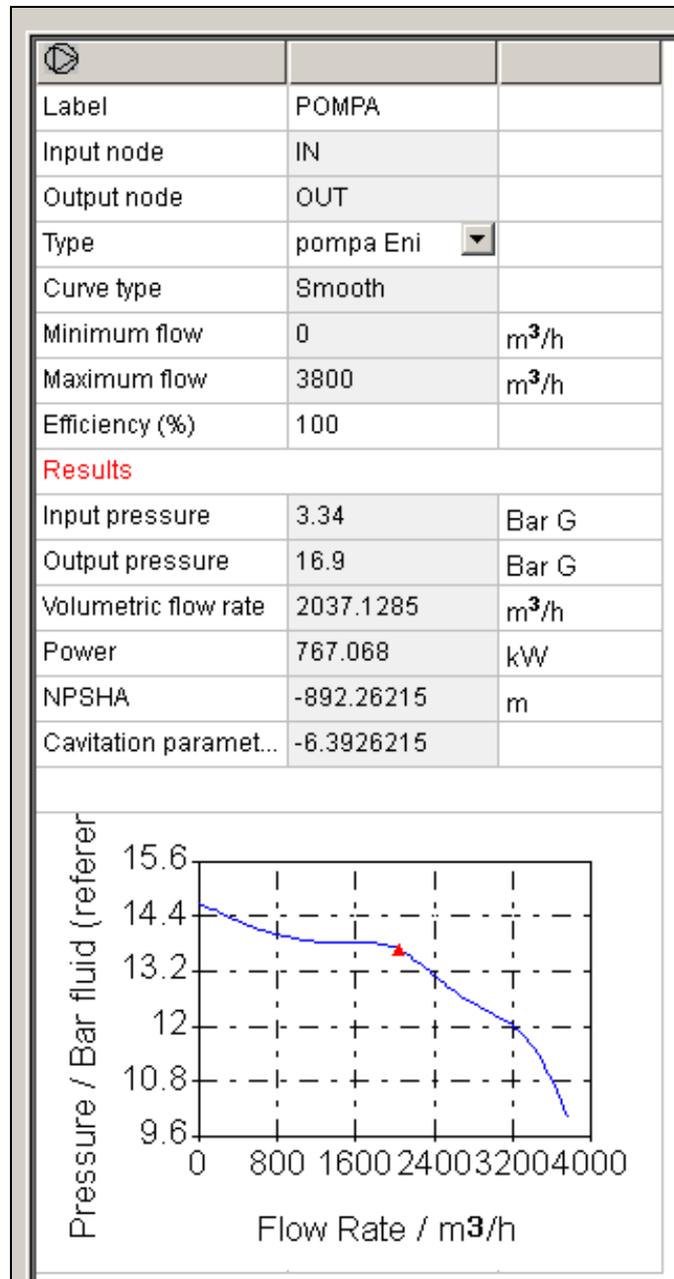
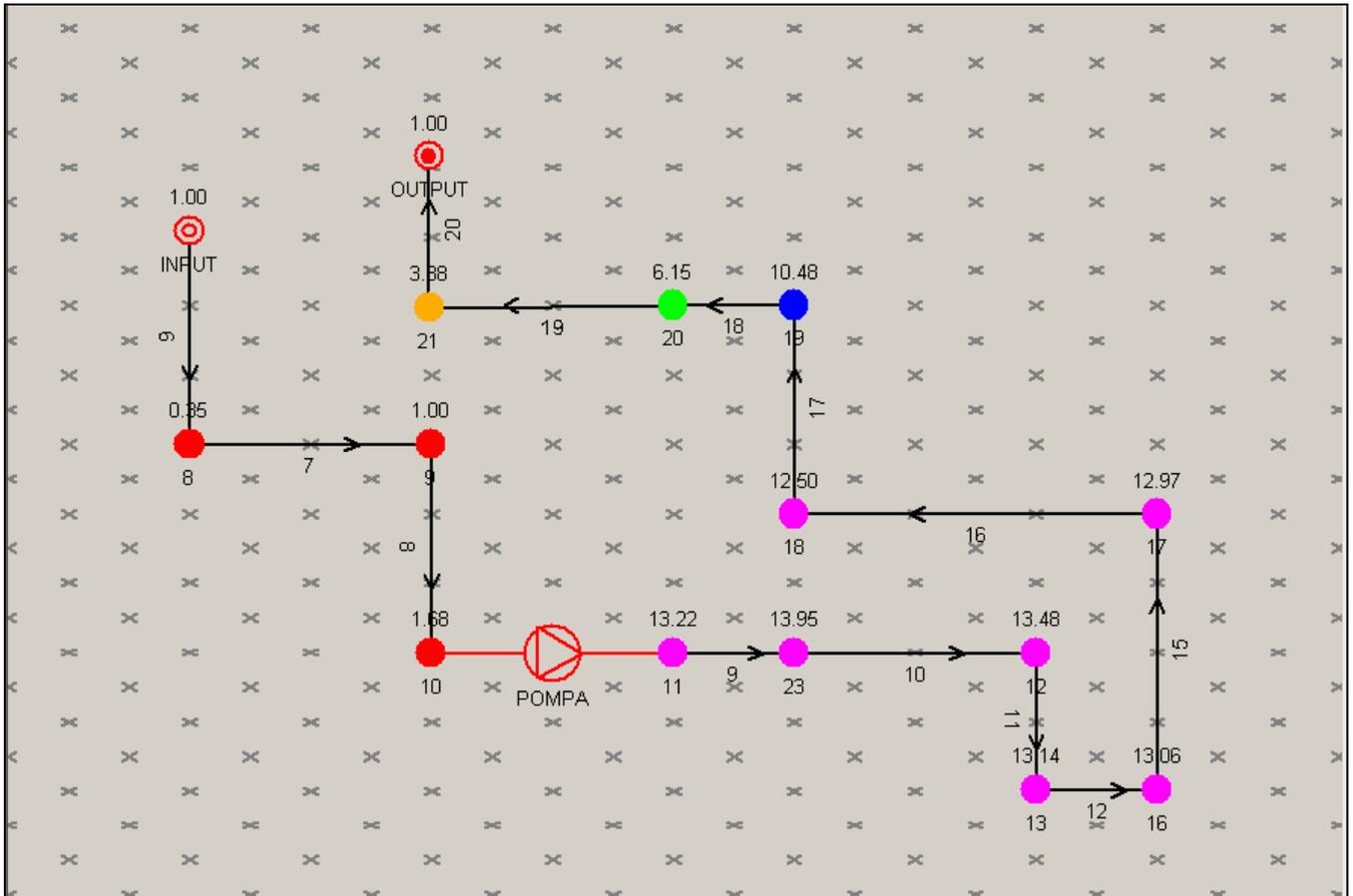


Figura 14.10: Configurazione di Lavoro Pompa

La pompa nel caso in oggetto lavora in punto lungo la curva caratteristica accettabile con portata pari a 2037 mc/h e prevalenza pari a 13.5 bar circa, in condizioni pertanto molto simili a quelle richieste per il corretto funzionamento del sistema.

14.2 IPOTESI DI SPIAZZAMENTO MEDIANTE UTILIZZO DI FLUIDO

Viene simulato il funzionamento della pompa P-101 in relazione al circuito di spiazzamento, nel caso in cui siano da spiazzare solo le condotte a terra, senza pertanto l'utilizzo del pig, ma solo mediante il fluido URAL.



**Figura 14.11: Profilo di Pressioni
CASO SPIAZZAMENTO CONDOTTE ON-SHORE CON URAL**

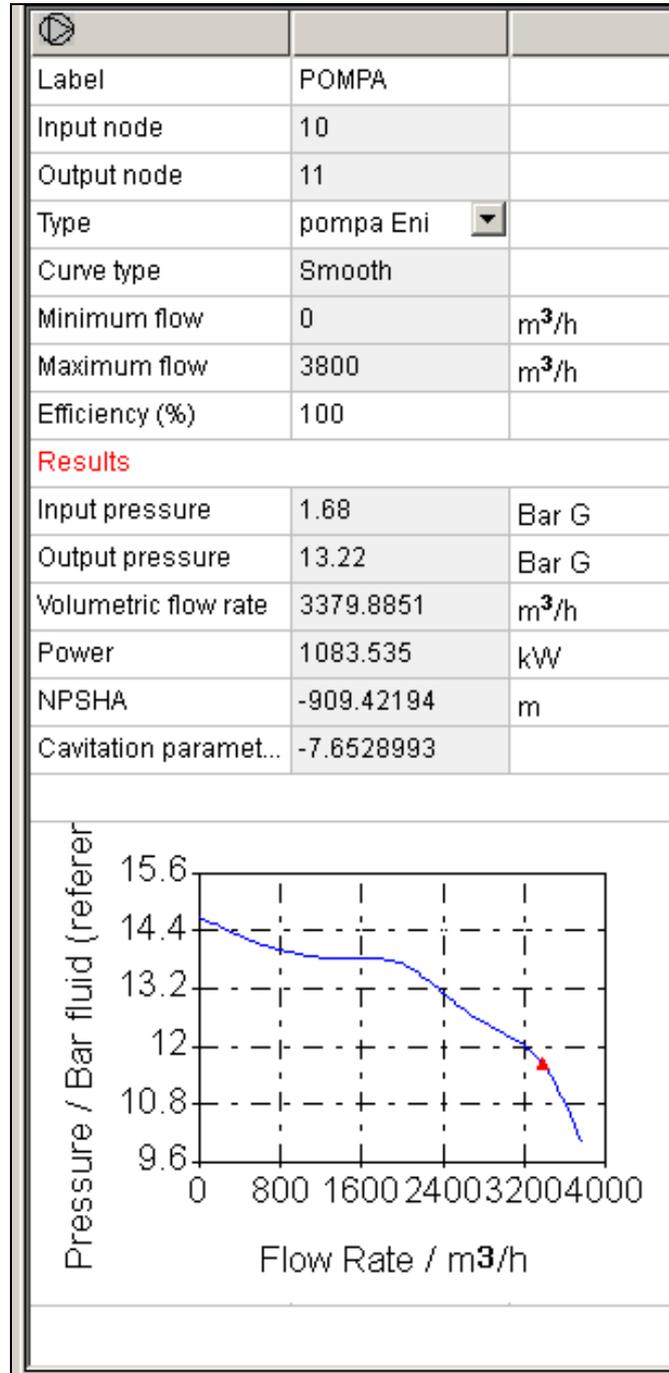
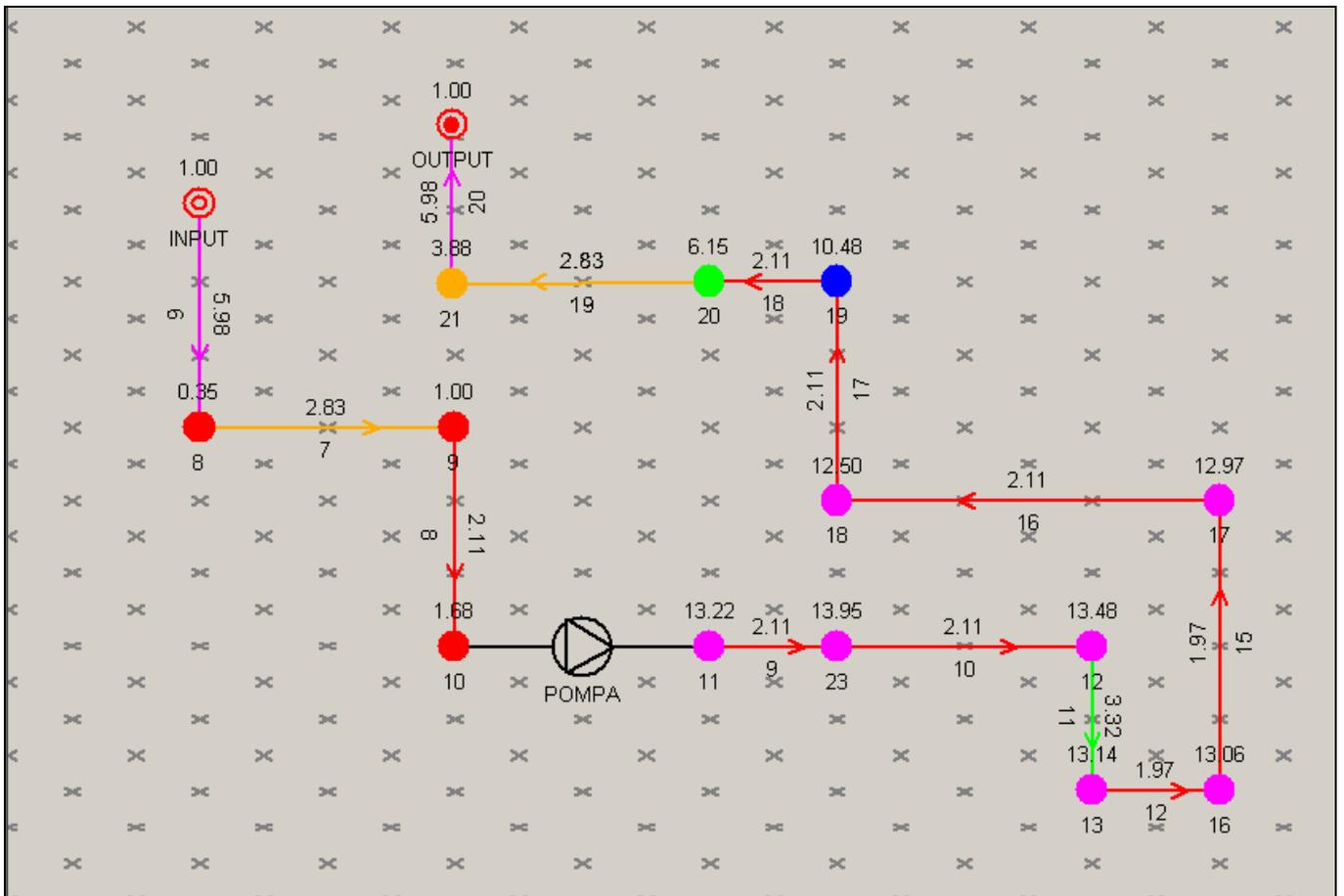


Figura 14.12: Configurazione di lavoro Pompa

CASO SPIAZZAMENTO CONDOTTE ON-SHORE CON URAL

La pompa mancando la perdita di carico dovuta alle condotte sottomarine al PIG lavora in punto lungo la curva caratteristica accettabile con portata maggiore e pari a 3380 mc/h circa prevalenza pari a 11 bar circa, fuori quindi dai range di massimo rendimento ed efficienza.

Tale configurazione , tuttavia, mantiene dei corretti parametri di velocità nelle tubazioni, pertanto può essere considerata accettabile, come illustrato nella figura seguente.



**Figura 14.13: Profilo di Velocità nelle Condotte
CASO SPIAZZAMENTO CONDOTTE ON-SHORE CON URAL**

15 CONCLUSIONI

I risultati dei calcoli relativi alle fasi di scarico greggi in funzione del tonnellaggio delle navi e della tipologia di fluido da movimentare sono illustrati nella tabella seguente, in cui vengono evidenziati sia il range di portate operabili dalla monoboa (10.000-5500 mc/h circa) ed i tempi di scarico (36.5-14.6 h).

**NUOVO TERMINALE OFF SHORE
STUDIO IDRAULICO CONFIGURAZIONI
OPERATIVE****Tabella 15.1:Sommaro risultati**

FLUIDO	CASO A		CASO B		CASO C		CASO D		CASO E		CASO F	
	Greggio 30°PP		Greggio 30°PP		Greggio 30°PP		URAL		URAL		URAL	
Pressione richiesta al BL	bar(g)	9,906118	bar(g)	8,917048438	bar(g)	8,917048	bar(g)	8,217784	bar(g)	8,217784	bar(g)	7,024367
Pressione mandata nave	bar(g)	13,99997	bar(g)	12,00049971	bar(g)	12,0005	bar(g)	12,00055	bar(g)	12,00055	bar(g)	12,00002
Portata Totale	m3/h	6848,543	m3/h	5472,384889	m3/h	5472,385	m3/h	9555,079	m3/h	9555,079	m3/h	6064,945
Tonnellaggio nave massimo	DWT	250000	DWT	160000	DWT	80000	DWT	160000	DWT	160000	DWT	80000
Tempo scarico	h	36,50412	h	29,23770956	h	14,61885	h	16,74502	h	16,74502	h	13,19056

Dalle valutazioni preliminari circa la verifica idraulica del circuito di spiazzamento emerge inoltre la possibilità di utilizzare allo scopo le esistenti pompe P-101/P-103 ubicate nell'area booster ENI a quota 14.2 mslm, con l'unica prescrizione che il serbatoio di mandata sia a quota inferiore o uguale rispetto al serbatoio di ricevimento.

MFC/AO/GV/CV:sls