

ACQUEDOTTO DELLA ROMAGNA - 4LSUB26/27

TERZA DIRETTRICE DELLA RETE DI ADDUZIONE  
DELL'ACQUEDOTTO DELLA ROMAGNA

(CODICI ATERSIR 2014RAAC0005 e 2017RAAC0003)



PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA  
ED ECONOMICA



**ALPINA S.p.A.**  
Via Ripamonti, 2  
20123 Milano, Italy  
www.alpina-spa.it  
+39.02.58305010

**ELTEC S.r.l.**

Società di ingegneria  
Via C. Seganti 73/F int. 5/6  
47121 Forlì (FC)  
Tel. +39-(0543)-473892  
E-mail: info@eltec-service.it

IL PROGETTISTA Ing. PAOLA ERBA R.T.O. ALPINA S.p.A. - ELTEC S.r.l.	IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO Ing. PAOLO BALDONI ROMAGNA ACQUE - SOCIETA' DELLE FONTI S.p.A.
 	

<b>INQUADRAMENTO GENERALE</b> <b>RELAZIONE TECNICA</b> VERIFICHE IDRAULICHE			<b>1.12</b>									
Revisioni	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rev.</th> <th>Descrizione</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C</td> <td></td> </tr> <tr> <td>B</td> <td></td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>EMISSIONE</td> </tr> </tbody> </table>	Rev.	Descrizione	C		B		A	EMISSIONE	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Data</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>06/08/2021</td> </tr> </tbody> </table>	Data	06/08/2021
Rev.	Descrizione											
C												
B												
A	EMISSIONE											
Data												
06/08/2021												
Numero elaborato	<b>P 1 G E N T E C 0 1 2 A</b>											
	Scala	-										



## SOMMARIO

1	PREMESSA .....	3
2	L'ANALISI MODELLISTICA.....	3
3	DATI ASSUNTI PER LE MODELLAZIONI IDRAULICHE .....	5
3.1	Erogazioni ai nodi .....	6
4	SCENARI ANALIZZATI .....	10
4.1	Interconnessione tra le fonti di produzione .....	12
4.2	Potenziamento delle capacità distributive.....	15
4.3	Affidabilità della rete di adduzione .....	16
4.4	Uniformità della risorsa e consumi energetici .....	21
4.5	Condizioni ordinarie di futuro funzionamento .....	24
5	CONCLUSIONI .....	29
	ALLEGATI .....	30

## 1 PREMESSA

L'obiettivo della presente relazione tecnica è esporre i risultati delle modellazioni idrauliche sviluppate per diverse condizioni di esercizio, volte a verificare il buon funzionamento dell'infrastruttura in generale e quindi il conseguimento degli obiettivi che la Società Romagna Acque – Società delle Fonti S.p.A si è posta quale promotrice dello sviluppo del Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica per la realizzazione della terza direttrice della rete di adduzione dell'Acquedotto della Romagna 4LSUB26/27.

In particolare, si valuterà il funzionamento del sistema idraulico principale dell'Acquedotto della Romagna, integrato con le opere della Terza Direttrice, rispetto alla possibilità di garantire in maniera efficace i seguenti obiettivi:

- Interconnessione tra le principali fonti di approvvigionamento (impianto in località Capaccio di Santa Sofia e impianto della Standiana in Località Fosso Ghiaia) con conseguente innalzamento del livello di sicurezza dell'intero sistema acquedottistico;
- Potenziamento delle capacità distributive dell'intera rete di adduzione dell'Acquedotto della Romagna, grazie all'azione di sostegno del carico idraulico sulla chiusura dell'anello nord;
- Potenziamento ulteriore delle capacità distributive della rete, grazie all'azione di sostegno del carico idraulico sulla linea del basso costiero, particolarmente efficace per le utenze comprese nella tratta da Cesenatico a Cattolica;
- Potenziamento delle capacità distributive anche per le utenze dell'entroterra, da Savignano sul Rubicone a San Marino, grazie al sostegno fornito a valle del nodo di Basso Rubicone;
- Maggiore affidabilità della rete di adduzione che, con la nuova configurazione, vede incrementare il numero di maglie chiuse, da tre a cinque, garantendo la continuità delle erogazioni anche in caso di emergenze particolarmente critiche;
- Possibilità di intervenire sulla rete in caso di rottura, senza provocare disservizi all'utenza;
- Maggiore uniformità nella qualità della risorsa distribuita, grazie alla possibilità di miscelazione offerte dal nuovo collegamento verso il basso costiero, con minori consumi energetici di sollevamento.

## 2 L'ANALISI MODELLISTICA

L'analisi e verifica idraulica è stata sviluppata sulla base di quanto valutato nell'ambito del Progetto di I Fase. In particolare, il precedente studio già valutava e verificava, dal punto di vista dell'analisi idraulica, il comportamento del sistema acquedottistico integrato con le nuove opere previste per la Terza Direttrice, in questa fase si riprendono quindi le precedenti analisi, che vengono aggiornate e integrate rispetto all'effettivo assetto geometrico adottato e implementato per le opere effettivamente previste a progetto della Terza Direttrice.

Per la modellazione idraulica ci si è basati sull'utilizzo del software Epanet versione 2.0 della United States Environmental Protection Agency implementando il modello idraulico della rete e valutandone il comportamento idraulico in regime di moto permanente gradualmente variato.

Epanet è in grado di risolvere il moto permanente gradualmente variato in una complessa rete di condotte determinando le caratteristiche idrauliche dei rami e dei nodi ad ogni passo temporale fissato.

Il modellatore risolve le equazioni di continuità ai nodi e le equazioni di moto ai rami tramite il metodo del gradiente [Todini e Pilati, 1987]:

Equazione di moto per ogni ramo:  $H_i - H_j = h_{ij} = rQ_{ij}^n + mQ_{ij}^2$

Equazione di continuità per ogni nodo:  $\sum_j Q_{ij} - d_i = 0$

dove:

- i: nodo iniziale del ramo;
- j: nodo finale del ramo;
- H: carico al nodo;
- h: perdita di carico nel ramo;
- r: coefficiente di resistenza per le perdite distribuite;
- m: coefficiente di perdita concentrata;
- Q: portata nel ramo
- d: portata uscente dal nodo, richiesta di utenza.

Il modellatore inizialmente stima un valore di portata ad ogni ramo non necessariamente soddisfacente l'equazione di continuità al nodo e successivamente per iterazione risolve il sistema tramite calcolo matriciale, determinando la portata ai rami e i conseguenti carichi ai nodi sino al raggiungimento del valore di tolleranza voluto.

Per la valutazione le perdite di carico distribuite in condotta è stata impiegata la formula di Darcy-Weisbach:

$$\Delta H_D = 0,0252 \cdot f(\varepsilon, D, Q) \cdot L \cdot \frac{Q^2}{D^5}$$

dove:

- f: coefficiente di attrito del ramo;
- $\varepsilon$ : coefficiente di scabrezza;
- D: diametro della condotta;
- Q: portata nel ramo.

Il coefficiente di attrito  $f$ , in caso di moto turbolento quale quello che si registra nella rete in esame ( $Re > 4000$ ), viene ricavato tramite approssimazione all'espressione di Colebrook-White introdotta da Swamee e Jain (Bhave, 1991):

$$f = \frac{0,25}{\left[ \text{Log} \left( \frac{\varepsilon}{3,7 \cdot D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2}$$

Nello specifico l'attribuzione del coefficiente di scabrezza,  $\varepsilon$ , per ciascun ramo costituente la rete idraulica, è conseguente le valutazioni effettuate durante la I Fase ove è stata condotta una specifica analisi di taratura, ovvero si sono adottati i seguenti parametri:

- $\varepsilon=0,70$  mm per le condotte in ghisa sferoidale rivestite in malta cementizia;
- $\varepsilon=1,35$  mm per le condotte in acciaio verniciate internamente:

In alcuni tratti, tuttavia, si sono dovuti considerare dei valori diversi per il coefficiente di scabrezza, rispetto a quelli standard, tali casi particolari sono riportati nella seguente tabella.

Ramo	Descrizione	Materiale	$\varepsilon$ [mm]	Note
1-92	Monte Casale - Forlì	Acciaio	0,90	Ridotte perdite di carico nel ramo
99-100	Derivazione Faenza	Acciaio	12,0	Elevate perdite di carico nel ramo
102-103	Derivazione Lugo-Cotignola	Acciaio	4,0	Sensibili perdite di carico nel ramo
107-108	Derivazione Russi	Acciaio	15,0	Elevate perdite di carico nel ramo
110-112	Bagnacavallo - Fusignano	Acciaio	1,20	Modifica non rilevante
112-114	Derivazione Alfonsine	Acciaio	1,30	Modifica non rilevante
17-18	Derivazione Cervia	Ghisa	0,40	Ridotte perdite di carico nel ramo
25-26	Derivazione Villamarina	Ghisa	0,40	Ridotte perdite di carico nel ramo
27-28	Derivazione La Genga	Ghisa	0,50	Ridotte perdite di carico nel ramo
36-60	Santarcangelo - Rimini	Ghisa	0,80	Modifica non rilevante

Tabella 2-1 – Casi particolari di scabrezza assunti per la taratura del modello

Per le nuove opere di progetto, a conferma ed in coerenza con le valutazioni condotte in I Fase, è stato assunto un coefficiente di scabrezza  $\varepsilon=0,70$  mm sia per i tratti in ghisa che in acciaio, trattandosi in entrambi i casi di condotte rivestite internamente in malta cementizia.

### 3 DATI ASSUNTI PER LE MODELLAZIONI IDRAULICHE

Gli obiettivi che si intendono ricercare con lo sviluppo delle modellazioni idrauliche sulla rete sono sostanzialmente quelli di seguito riportati:

- interconnessione tra le principali fonti di approvvigionamento con conseguente innalzamento del livello di sicurezza dell'intero sistema acquedottistico;
- potenziamento delle capacità distributive dell'intera rete di adduzione dell'Acquedotto della Romagna, grazie all'azione di sostegno del carico sulla chiusura dell'anello nord;
- ulteriore potenziamento delle capacità distributive della rete, grazie all'azione di sostegno del carico sul basso costiero, per le utenze da Cesenatico a Cattolica, e nell'area dell'entroterra a valle del nodo di Basso Rubicone;
- maggiore affidabilità della rete di adduzione, in grado di garantire la continuità delle erogazioni anche in caso di emergenza, grazie alla nuova configurazione a maglie chiuse;
- possibilità di intervenire sulla rete in caso di rottura, senza provocare sostanziali disservizi;
- maggiore uniformità nella qualità della risorsa distribuita;

- maggiore flessibilità nella gestione ordinaria delle due fonti di alimentazione della rete.

Per lo sviluppo delle modellazioni idrauliche sono state considerate, a seconda dei casi e degli obiettivi ricercati, varie configurazioni di erogazione alle utenze, sia in relazione alle situazioni limite di esercizio (interconnessione tra le fonti, massime potenzialità distributrici, interventi di manutenzione, rotture, ecc.), sia nelle condizioni ordinarie di funzionamento nell'anno idrologico medio (flessibilità di gestione).

Le simulazioni, sviluppate per un orizzonte di medio termine compatibile con la realizzazione della terza direttrice, tengono conto del raddoppio della condotta tra i nodi di Russi e Derivazione Lugo-Cotignola come elemento di rete già disponibile ed in esercizio.

### **3.1 Erogazioni ai nodi**

Sono state considerate le erogazioni relative ai seguenti scenari:

- massimi consumi istantanei estivi in condizione di fonti locali al minimo regime, per un'erogazione complessiva della rete pari a 4.020 l/s;
- massimi consumi istantanei estivi in condizione di fonti locali attive, per un'erogazione complessiva della rete pari a 3.130 l/s;
- consumi medi del periodo estivo in condizione di fonti locali attive, per un'erogazione complessiva della rete pari a 2.250 l/s;
- massimi consumi istantanei invernali in condizione di fonti locali al minimo regime, per un'erogazione complessiva della rete pari a 2.700 l/s;
- consumi medi del periodo invernale in condizione di fonti locali al massimo regime, per un'erogazione complessiva della rete pari a 1.200 l/s;
- consumi medi del periodo invernale in condizione di fonti locali al minimo regime, per un'erogazione complessiva della rete pari a 2.220 l/s;
- consumi medi ricorrenti nel periodo invernale (2.314 l/s); periodo estivo (2.625 l/s), intermedio (1.994 l/s)

Di seguito si riportano in forma tabellare i consumi assunti per ciascuna utenza nelle condizioni sopra citate.

ID	Descrizione utenza	Condizione saltuaria: erogazioni in configurazione ESTIVA [l/s]			Condizione saltuaria: erogazioni in configurazione INVERVALE [l/s]			Condizione di deflusso ricorrente: erogazioni medie da rete AdR [l/s]			Condizione di deflusso ricorrente: erogazioni medie da fonti locali [l/s]		
		Massime istantanee		Medie	Massime istantanee		Medie	Periodo invernale gen-mag	Periodo estivo giu-set	Periodo intermedio ott-dic	Periodo invernale gen-mag	Periodo estivo giu-set	Periodo intermedio ott-dic
		Fonti locali al minimo	Fonti locali attive	Fonti locali attive	Fonti locali al minimo	Fonti locali attive	Fonti locali al minimo						
3	Forlimpopoli	70	70	52	65	65	50	51	53	50	-	-	-
6	Bertinoro + Fratta	25	25	23	20	20	14	15	19	16	-	-	-
7	San Carlo	10	10	10	10	10	8	7	7	6	-	-	-
126	Rete San Carlo-Savio	50	50	31	40	40	24	26	27	24	-	-	-
127	Cabina Montegelli	10	10	6	10	10	5	5	5	5	-	-	-
120	Mercato Saraceno	25	25	10	25	25	15	14	16	13	2	3	4
9	Cesena	243	243	195	220	80	201	231	171	211	-	76	10
12	Villalta-Sala	60	60	41	50	50	35	37	39	36	-	-	-
14	Cesenatico	160	160	92	25	25	25	33	76	25	-	-	-
16	Pinarella	220	220	151	0	0	2	18	108	11	-	-	-
18	Cervia	220	180	137	120	80	80	88	128	88	-	-	-
90	Lido di Savio	80	80	56	15	15	8	12	42	8	-	-	-
21	Ravenna Forese	100	0	0	140	0	120	134	70	15	-	-	-
20	Ravenna Mare	260	40	20	240	0	220	121	52	124	239	485	349
26	Villamarina	60	60	55	0	0	0	1	44	4	-	-	-

28	La Genga	80	80	54	15	15	8	12	40	9	-	-	-
30	Bellaria	150	120	65	25	15	12	16	51	11	-	-	-
33	Bellaria Bordonchio	110	80	15	45	10	38	42	21	14	-	56	25
35	Torre Pedrera	40	40	25	60	0	60	64	75	38	1	13	15
38	Rimini Covignano	220	120	35	240	0	220	238	263	153	230	389	342
75	Rilancio Coriano	60	60	35	60	50	50	37	43	39	4	8	16
42	Riccione	260	180	85	150	10	125	155	155	88	12	113	77
44	Misano	80	60	55	15	15	8	5	41	9	-	-	-
45	Montalbano	120	100	145	60	20	60	125	188	116	12	30	20
49	Calisese	10	10	10	12	12	8	8	10	9	-	-	-
50	Longiano	15	15	20	18	18	12	12	14	13	-	-	-
53	Gambettola	35	25	22	25	25	20	21	22	20	-	-	-
91	Budrio Longiano	15	15	10	12	12	8	9	10	9	-	-	-
55	Savignano	90	60	31	65	15	50	45	38	33	6	21	20
57	S.Mauro	50	30	20	35	10	30	19	21	19	10	10	10
59	Santarcangelo	80	60	28	60	5	48	48	37	32	3	25	29
61	Sant'Andrea- Poggio Berni rete	5	5	4	5	5	5	4	5	4	-	-	-
62	Camerano	2	2	1	2	2	2	0	1	1	-	-	-
63	Stradone	5	5	5	5	5	3	2	2	4	-	-	-
64	Borghi rilancio Sogliano	10	10	7	8	8	5	7	7	7	-	-	-
68	Poggio Berni serbatoio	5	5	4	5	5	3	2	2	2	-	-	-
74	Poggio Berni rete	3	3	2	3	3	2	3	3	3	-	-	-



72	Torriana	12	12	8	10	10	5	6	6	6	-	-	-
69	Santo Marino	90	70	55	45	30	41	35	52	46	1	1	1
	<b>Totale ramo Cesena</b>	<b>3140</b>	<b>2400</b>	<b>1620</b>	<b>1960</b>	<b>720</b>	<b>1630</b>	<b>1708</b>	<b>1964</b>	<b>1321</b>	<b>520</b>	<b>1230</b>	<b>918</b>
94	Forlì Collina/Predappio	220	220	205	200	50	210	243	257	273	30	64	30
96	Castrocaro	35	25	16	25	15	25	13	13	13	-	-	
98	Villagrappa	50	40	22	40	40	18	19	20	18	-	-	
100	Faenza	120	120	124	110	90	85	89	104	110	-	-	
105	Cotignola	50	35	23	35	35	23	23	25	23	-	-	
104	Lugo	160	105	82	120	60	75	85	91	92	-	-	
109	Russi	55	50	41	50	50	35	34	39	38	-	-	
111	Bagnacavallo	75	55	50	65	55	50	49	51	48	-	-	
115	Fusignano	30	20	20	25	25	20	11	14	15	-	-	
114	Alfonsine	70	45	32	55	45	37	27	33	29	-	-	
134	Vecchiazzano	15	15	15	15	15	12	13	14	14	-	-	
	<b>Totale ramo Forlì</b>	<b>880</b>	<b>730</b>	<b>630</b>	<b>740</b>	<b>480</b>	<b>590</b>	<b>606</b>	<b>661</b>	<b>673</b>	<b>30</b>	<b>64</b>	<b>30</b>
	<b>Erogazione complessiva della rete</b>	<b>4020</b>	<b>3130</b>	<b>2250</b>	<b>2700</b>	<b>1200</b>	<b>2220</b>	<b>2314</b>	<b>2625</b>	<b>1994</b>	<b>550</b>	<b>1294</b>	<b>948</b>

Tabella 3-1 - Consumi di utenza assunti per i diversi scenari valutati

#### 4 SCENARI ANALIZZATI

Nel presente capitolo sono analizzati e dettagliati i diversi scenari che sono stati esaminati, in particolare nei successivi paragrafi si riscontrano i risultati ottenuti dalle analisi idrauliche rispetto ai diversi specifici obiettivi funzionali valutati e precedentemente definiti. Le modellazioni effettuate si basano pertanto sui medesimi scenari affrontati in sede di Progetto di I Fase, in particolare si è mantenuta la medesima codifica dei diversi scenari. Nella seguente tabella si riporta quindi un prospetto delle diverse simulazioni effettuate.

Obiettivo		ID	Descrizione	Erogazioni
<b>Interconnessione tra le fonti di produzione</b>	5.1 Trasferimento da Monte Casale verso Ravenna	5.1.1	Trasferimento verso la Standiana della portata di 800 l/s e contemporaneo soddisfacimento dei massimi consumi estivi della rete con fonti locali attive, pari a 3130 l/s, per una portata complessivamente erogata da Monte Casale pari a 3930 l/s; tale deflusso può essere garantito dall'impianto di Capaccio in esercizio alla portata media di 2800 l/s per una durata di circa 7 ore, utilizzando una quota pari al 50% del volume utile disponibile presso le vasche di carico	Massime estive con fonti locali attive
		5.1.2	Trasferimento verso la Standiana della portata di 800 l/s e contemporaneo soddisfacimento dei massimi consumi invernali della rete con fonti locali attive, pari a 2700 l/s, per una portata complessivamente erogata da Monte Casale pari a 3500 l/s; tale deflusso può essere garantito dall'impianto di Capaccio in esercizio alla portata media di 2800 l/s per una durata di circa 12 ore, utilizzando una quota pari al 50% del volume utile disponibile presso le vasche di carico	Massime invernali con fonti locali al minimo
	5.2 Trasferimento da Ravenna verso Monte Casale	5.2.1	Soddisfacimento con la produzione al NIP2 dei massimi consumi invernali della rete con fonti locali attive, pari a 1200 l/s	Massime invernali con fonti locali al massimo
<b>Potenziamento delle capacità distributive</b>	6.3.1		Soddisfacimento dei massimi consumi estivi della rete con fonti locali al minimo, pari a 4020 l/s, in parte garantiti da Monte Casale ed in parte prodotti alla Standiana	Massime estive con fonti locali al minimo
	6.3.2		Ricerca della massima capacità distributiva della rete con fonti locali ulteriormente ridotte, per una portata complessivamente erogata compresa tra 4110 l/s e 4150 l/s, in parte garantiti da Monte Casale ed in parte prodotti alla Standiana	Massime estive con fonti locali al minimo
<b>Affidabilità della rete di adduzione</b>	7.1.1		Emergenza estiva - messa in fuori servizio della condotta nel tratto compreso tra le cabine di Cesena Cappuccini e Basso Rubicone	Massime estive con fonti locali attive
	7.1.2		Emergenza estiva - messa in fuori servizio della condotta nel tratto compreso tra le cabine di Basso Rubicone e Macerone	Massime estive con fonti locali attive

	7.1.3	Emergenza estiva - messa in fuori servizio della condotta nel tratto compreso tra le cabine di Basso Rubicone e Sala di Cesenatico	Massime estive con fonti locali attive
	7.1.4	Emergenza estiva - messa in fuori servizio della condotta nel tratto compreso tra le cabine di Basso Rubicone e derivazione Calisese-Longiano	Massime estive con fonti locali attive
	7.2.1	Emergenza invernale - messa in fuori servizio della condotta nel tratto compreso tra le cabine di Cesena Cappuccini e Basso Rubicone	Massime invernali con fonti locali al minimo
	7.2.2	Emergenza invernale - messa in fuori servizio della condotta nel tratto compreso tra le cabine di Basso Rubicone e Casone	Massime invernali con fonti locali al minimo
	7.2.3	Emergenza invernale - messa in fuori servizio della condotta nel tratto compreso tra le cabine di Basso Rubicone e Sala di Cesenatico	Massime invernali con fonti locali al minimo
	7.2.4	Emergenza invernale - messa in fuori servizio della condotta nel tratto compreso tra le cabine di Basso Rubicone e derivazione Calisese-Longiano	Massime invernali con fonti locali al minimo
	7.3.1	Manutenzione straordinaria programmata - messa in fuori servizio della condotta di linea nel tratto compreso tra le cabine di derivazione di Villagrappa e Faenza	Massime invernali con fonti locali al massimo
	7.3.3	Manutenzione straordinaria programmata - messa in fuori servizio della condotta di linea in uscita da Monte Casale, verso la cabina di derivazione di Forlimpopoli	Massime invernali con fonti locali al massimo
<b>Uniformità della risorsa e consumi energetici</b>	8.1.2	Configurazione estiva - rete di adduzione integrata a seguito della realizzazione della terza direttrice nel nuovo schema proposto	Medie estive con fonti locali attive
	8.1.3	Configurazione estiva - massima miscelazione possibile mediante trasferimento a Monte Casale della risorsa prodotta all'impianto della Standiana attraverso la terza direttrice	Medie estive con fonti locali attive
	8.2.2	Configurazione invernale - rete di adduzione integrata a seguito della realizzazione della terza direttrice nel nuovo schema proposto	Medie invernali con fonti locali al minimo
	8.2.3	Configurazione invernale - massima miscelazione possibile mediante trasferimento a Monte Casale della risorsa prodotta all'impianto della Standiana attraverso la terza direttrice	Medie invernali con fonti locali al minimo
<b>Condizioni ordinarie di futuro funzionamento</b>	9.1.1	Periodo invernale tra gennaio e maggio - soddisfacimento dei consumi medi nel periodo invernale pari a 2315 l/s, di cui 2024 l/s erogati da Monte Casale e 291 l/s prodotti alla Standiana; si tratta della condizione limite raggiungibile con massima miscelazione ottenibile dalla nuova configurazione proposta per la terza direttrice, senza considerare	Periodo invernale gen-mag

		l'opzione dell'integrale trasferimento a monte Casale della risorsa prodotta al NIP2	
	9.1.2	Periodo invernale tra gennaio e maggio - soddisfacimento dei consumi medi del periodo invernale con la medesima ripartizione tra le fonti di produzione del caso precedente, ma nella condizione limite di minimi consumi energetici al sollevamento del NIP2	Periodo invernale gen-mag
	9.2.1	Periodo estivo tra giugno e settembre - soddisfacimento dei consumi medi del periodo estivo, pari a 2599 l/s, di cui 1859 l/s erogati da Monte Casale e 740 l/s prodotti alla Standiana; si tratta della condizione limite raggiungibile con massima miscelazione ottenibile dalla nuova configurazione proposta per la terza direttrice, senza considerare l'opzione dell'integrale trasferimento a Monte Casale della risorsa prodotta al NIP2	Periodo estivo giu-set
	9.2.2	Periodo estivo tra giugno e settembre - soddisfacimento dei consumi medi del periodo estivo con la medesima ripartizione tra le fonti di produzione del caso precedente, ma nella condizione limite di minimi consumi energetici al sollevamento del NIP2	Periodo estivo giu-set
	9.3.1	Periodo intermedio tra ottobre e dicembre - soddisfacimento dei consumi medi del periodo intermedio, pari a 2000 l/s, di cui 1258 l/s erogati da Monte Casale e 742 l/s prodotti alla Standiana; si tratta della condizione limite raggiungibile con massima miscelazione ottenibile dalla nuova configurazione proposta per la terza direttrice, senza considerare l'opzione dell'integrale trasferimento a Monte Casale della risorsa prodotta al NIP2	Periodo intermedio ott-dic
	9.3.2	Periodo intermedio tra ottobre e dicembre - soddisfacimento dei consumi medi del periodo intermedio con la medesima ripartizione tra le fonti di produzione del caso precedente, ma nella condizione limite di minimi consumi energetici al sollevamento del NIP2	Periodo intermedio ott-dic

#### 4.1 Interconnessione tra le fonti di produzione

La prima tra le condizioni esaminate è la possibilità di interconnettere tra loro le principali fonti di produzione a servizio della rete idrica, mediante il collegamento tra le vasche di Monte Casale ed il nuovo potabilizzatore della Standiana, attraverso l'impianto di sollevamento esistente presso Forlimpopoli, costituisce condizione strategica per l'ottimizzazione del servizio idrico.

In considerazione poi del fatto che i due impianti di produzione a servizio del Ravennate, ubicati presso la Baiona (NIP) e la Standiana (NIP2), risultano già interconnessi tra loro, il collegamento tra il sollevamento di Forlimpopoli ed il NIP2 potrà risultare molto efficace nel caso di fuori servizio di uno dei tre poli produttivi, che potranno in questo modo entrare in soccorso l'uno dell'altro.

Va sottolineato che le potenzialità produttive dei tre poli sono rilevanti in rapporto ai consumi dell'intera rete, risultando pari a complessivi 5000 litri al secondo, come di seguito distinti:

- Impianto di potabilizzazione di Capaccio, con una potenzialità massima pari a 3000 litri al secondo (2700 l/s in produzione continua) di risorsa derivata dall'invaso di Ridracoli;
- Nuovo impianto di potabilizzazione della Standiana, con una potenzialità pari a 1100 litri al secondo (800-900 l/s in produzione continua), predisposto per il raddoppio a 2200 litri al secondo, di risorsa derivata dal Canale Emiliano Romagnolo mediante il collettore distribuzione primaria nell'area Bevano - Fiumi Uniti;
- Impianto di potabilizzazione della Baiona, con una potenzialità pari a 900 litri al secondo (800 l/s in produzione continua) di risorsa derivata dal fiume Lamone mediante il vecchio canale di adduzione allo stabilimento A.N.I.C.

Chiaramente, le modellazioni sono state svolte per le *condizioni limite* ritenute rappresentative per il funzionamento della rete, al fine di verificare le possibilità di trasferimento della risorsa sia in senso diretto, dalle vasche di Monte Casale agli impianti di Ravenna, sia in senso inverso, dalla Standiana al sollevamento di Forlimpopoli e da qui alle vasche di Monte Casale.

Nel caso del trasferimento da Monte Casale verso Ravenna (scenari 5.1.1 e 5.1.2) si considera l'ipotesi di dover far fronte ad una situazione di fermo impianto nell'area di Ravenna, con conseguente necessità di trasferire dalle vasche di Monte Casale una portata pari a 800 litri al secondo e contemporanea necessità di far fronte ai consumi della rete (estivi ed invernali).

Di contro il trasferimento da Ravenna (scenario 5.2.1) si basa sull'ipotesi di dover far fronte ad una situazione di interruzione della fornitura da Ridracoli, con conseguente necessità di alimentare l'intera rete con la risorsa prodotta presso gli impianti dell'area di Ravenna, in grado di alimentare direttamente parte delle utenze e trasferire alle vasche di Monte Casale i volumi necessari per l'alimentazione di quelle restanti, non altrimenti raggiungibili.

**Scenario 5.1.1:** trasferimento verso la Standiana della portata di 800 l/s e contemporaneo soddisfacimento dei massimi consumi estivi della rete con fonti locali attive, pari a 3130 l/s, per una portata complessivamente erogata da Monte Casale pari a 3930 l/s; tale deflusso può essere garantito dall'impianto di Capaccio in esercizio alla portata media di 2800 l/s per una durata di circa 7 ore, utilizzando una quota pari al 50% del volume utile disponibile presso le vasche di carico.

I risultati delle simulazioni mostrano nel complesso il buon funzionamento della rete registrando un minimo nella copertura presso l'utenza di Castrocaro (11,75 m c.a.). Per quanto riguarda le portate in uscita dalle vasche di Monte Casale si avranno 683,39 l/s sulla prima direttrice verso Forlì, 1960 l/s sulla seconda direttrice verso Cesena e 856,61 l/s sulla terza direttrice verso Forlimpopoli.

**Scenario 5.1.2:** trasferimento verso la Standiana della portata di 800 l/s e contemporaneo soddisfacimento dei massimi consumi invernali della rete con fonti locali al minimo, pari a 2700 l/s, per una portata complessivamente erogata da Monte Casale pari a 3500 l/s; tale deflusso può essere garantito dall'impianto di Capaccio in esercizio alla portata media di 2800 l/s per una durata di circa 12 ore, utilizzando una quota pari al 50% del volume utile disponibile presso le vasche di carico.

Anche in tale condizione non si rilevano particolari criticità un minimo nella copertura presso le utenze di Castrocaro (9,57 m c.a.) e Fusignano (14,88 m c.a.). Per quanto riguarda le portate in uscita dalle vasche di Monte Casale si avranno 711,54 l/s sulla prima direttrice verso Forlì, 2093,72 l/s sulla seconda direttrice verso Cesena e 1124,74 l/s sulla terza direttrice verso Forlimpopoli.

**Scenario 5.2.1:** soddisfacimento con la produzione al NIP2 dei massimi consumi invernali della rete con fonti locali attive, pari a 1200 l/s.

I risultati della simulazione evidenziano il buon comportamento della rete così come integrata dalla terza direttrice.

Le portate erogate dalle stazioni di sollevamento alla Standiana risultano pari a:

- 270 l/s con una prevalenza di 135 m c.a. sulla linea per Russi;
- 930 l/s con una prevalenza di 142 m c.a. sulla linea per Gramadora, tale linea va ad alimentare con 470 l/s l'adduttrice del costiero, mentre 460 l/s raggiungono il serbatoio di Forlimpopoli per essere poi trasferiti alle vasche di Monte Casale.

Per consentire la copertura piezometrica a tutte le utenze ed ottimizzare l'efficienza energetica dei sollevamenti, le vasche di Monte Casale andranno ad alimentare le utenze della prima direttrice sino a Faenza compresa, con una portata di 210 l/s, oltre alle utenze della seconda direttrice sino a Cesena Cappuccini, con una portata di 250 l/s.

La seconda direttrice verso Cesena Cappuccini potrebbe essere ulteriormente sgravata, potendo alimentare la parte bassa della rete cittadina direttamente dalla cabina di Basso Rubicone, con portate sino a 150 l/s.

La copertura del serbatoio di Longiano dovrà comunque essere garantita da una pompa booster sulla derivazione, per un deflusso di 18 l/s alla prevalenza di 25 m c.a.

Rispetto al medesimo assetto distributivo che caratterizza il presente scenario è stata valutata anche la possibilità di incrementare il trasferimento di portata a Monte Casale attraverso la terza direttrice e nel contempo l'innalzamento della prevalenza da 142 m a 145 m sulla linea per Gramadora, capacità che possono essere garantite in ragione dei previsti completamenti dei sollevamenti agli impianti NIP2 e Forlimpopoli; nello specifico l'incremento valutato di portata trasferita a Monte Casale è di 300 l/s, ovvero si passa da 460 l/s a 760 l/s.

L'analisi dei risultati della simulazione conferma un comportamento del tutto analogo allo scenario base in termini di copertura piezometrica sulla linea adduttrice del costiero e sulla prima e seconda direttrice, ovvero le maggiori perdite che si hanno nel tratto iniziale di rete, in conseguenza della maggior



portata derivata sulla linea per Gramadora sono compensate dall'aumento di prevalenza dei sollevamenti al NIP2. Lungo la Terza Diretrice, la maggior portata trasferita a Forlimpopoli (incrementata di oltre il 60%) determina maggiori perdite di carico nel tratto in esame, infatti la perdita di carico stimata tra via Masullo e l'impianto di Forlimpopoli risulta pari a 59,28 m di colonna d'acqua rispetto ai 21,95 m di colonna d'acqua che si registrano nello scenario base, in ogni caso il carico residuo a Forlimpopoli è comunque adeguato (poco meno di 5 bar).

#### **4.2 Potenziamento delle capacità distributive**

Si sono quindi esaminati diversi scenari per valutare il miglioramento in termini di potenziamento delle capacità distributive della rete idrica come conseguenza della realizzazione della terza direttrice.

Infatti, la realizzazione del progetto della terza direttrice assume un ruolo rilevante nel caso di indisponibilità delle fonti locali di produzione, e, per questa ragione, viene studiato nella condizione dei massimi consumi estivi.

La presente condizione è finalizzata sia alla verifica della copertura piezometrica in concomitanza dei massimi consumi estivi con fonti locali al minimo (scenario 6.3.1), sia alla definizione delle massime capacità distributive raggiungibili dalla rete (scenario 6.3.2).

Per entrambi i casi di studio è stata considerata fuori esercizio la tratta della terza direttrice compresa tra i nodi di Sant'Andrea e Standiana, al fine di minimizzare i consumi energetici del sollevamento in uscita al NIP2.

**Scenario 6.3.1:** soddisfacimento dei massimi consumi estivi della rete con fonti locali al minimo, pari a 4020 l/s, in parte garantiti da Monte Casale ed in parte prodotti alla Standiana.

Per i consumi estivi con fonti locali al minimo si vede che le erogazioni da Monte Casale risultano pari a 655 l/s sulla direttrice verso Forlì, a 1651.3 l/s sulla direttrice verso Cesena ed a 648.7 sulla terza direttrice, per complessivi 2955 l/s, mentre i rimanenti 1065 l/s saranno garantiti dal NIP2 con le seguenti portate immesse in rete:

- 225 l/s con una prevalenza di 145 m c.a. sulla linea per Russi, che potrà essere erogata con una sola pompa in esercizio, regolata da inverter;
- 840 l/s con una prevalenza di 126 m c.a. sulla linea per Gramadora, che potrà essere erogata con tre pompe in esercizio, regolate da inverter.

Lo schema idraulico prevede l'intervento delle valvole a membrana di Lugo-Cotignola e Cesenatico, con una regolazione della portata da Ridracoli rispettivamente pari a 215 l/s con dissipazione di circa 4,85 m c.a., ed a 200 l/s con dissipazione di circa 44,51 m c.a.; come visto nei casi precedenti registra un lieve deficit di copertura piezometrica per l'utenza di Castrocaro (12,81 m c.a.).

**Scenario 6.3.2:** ricerca della massima capacità distributiva della rete con fonti locali ulteriormente ridotte, per una portata complessivamente erogata

compresa tra 4110 l/s e 4150 l/s, in parte garantiti da Monte Casale ed in parte prodotti alla Standiana.

La ricerca della massima capacità distributiva è stata poi effettuata incrementando la portata spillata al serbatoio di Montalbano da 120 l/s a 250 l/s: in particolare si vede che la rete idrica nella configurazione proposta è in grado di sostenere le maggiori erogazioni per complessivi 4150 l/s, mantenendo una buona copertura piezometrica.

Le portate erogate da Monte Casale risultano pari a 655 l/s sulla direttrice verso Forlì, a 1737,53 l/s sulla direttrice verso Cesena ed a 692,47 sulla terza direttrice, per complessivi 3085 l/s, mentre i rimanenti 1065 l/s saranno garantiti dal NIP2 con le medesime portate e prevalenze già viste nel caso precedente.

Le valvole a membrana presso le cabine di Lugo-Cotignola e Cesenatico saranno regolate come per il precedente caso con dissipazione rispettivamente di 4,85 m c.a. e 48,40 m c.a.; anche per questa configurazione si registra il lieve deficit di copertura piezometrica per l'utenza di Castrocaro (12,81 m c.a.).

#### **4.3 Affidabilità della rete di adduzione**

L'aumento dell'affidabilità della rete di adduzione dell'Acquedotto della Romagna come conseguenza della realizzazione della terza adduttrice. Viene conseguito in quanto, mediante la chiusura di ulteriori maglie nello schema idrico, sarà garantita un'efficace continuità delle erogazioni, di cui beneficerà sia la pianificazione degli interventi di straordinaria manutenzione sulle condotte, sia le situazioni di emergenza che potrebbero verificarsi.

In particolare, le simulazioni hanno riguardato la verifica della compatibilità delle erogazioni in concomitanza del fuori servizio di alcune tratte della rete, secondo l'assetto progettuale proposto della terza direttrice.

Pertanto, dalla condizione sopra indicata, scaturiscono le seguenti condizioni limite:

- massimi consumi estivi della rete con fonti locali attive, per 3130 l/s complessivamente erogati alle utenze, rappresentativa di una situazione in condizione di emergenza estiva (scenari 7.1.1-7.1.2-7.1.3-7.1.4);
- massimi consumi invernali della rete con fonti locali al minimo, per 2700 l/s complessivamente erogati alle utenze, rappresentativa di una situazione di emergenza invernale (scenari 7.2.1-7.2.2-7.2.3-7.2.4);
- massimi consumi invernali della rete con fonti locali attive alla massima potenzialità, per 1200 l/s complessivamente erogati alle utenze, rappresentativa di una situazione di manutenzione straordinaria programmata (scenari 7.3.1-7.3.3).

**Scenario 7.1.1:** messa in fuori servizio della condotta nel tratto compreso tra le cabine di Cesena Cappuccini e Basso Rubicone.

In tale scenario si è reso necessario spingere l'alimentazione da NIP2 lungo il costiero sino all'utenza di Bellaria, disponendo la chiusura della linea tra



Bellaria e Bordonchio, con il pompaggio di 940 l/s sulla linea per Gramadora a 181 m c.a..

La modellazione evidenzia la possibilità di far fronte a tale condizione, particolarmente critica, previo completamento della stazione di sollevamento al NIP2, con installazione delle pompe mancanti sugli stalli predisposti, registrando comunque un deficit di copertura piezometrica per le utenze di Santarcangelo e Longiano, che potrebbe essere risolto incrementando ulteriormente il contributo da NIP2 lungo il costiero sino all'utenza di Bordonchio, disponendo la chiusura della linea tra Bordonchio e Torre Pedrera.

Le portate erogate da Monte Casale sono pari a 650 l/s sulla direttrice verso Forlì, a 433 l/s sulla direttrice verso Cesena ed a 1027 l/s sulla terza direttrice, per complessivi 2110 l/s.

**Scenario 7.1.2:** messa in fuori servizio della condotta nel tratto compreso tra le cabine di Basso Rubicone e Casone.

L'impianto della Standiana dovrà quindi garantire un consumo pari a 760 l/s, ovvero è stato considerato l'apporto del NIP2, nella condizione di minimo consumo energetico sufficiente a garantire la copertura piezometrica di tutti i nodi serviti, con le seguenti portate immesse in rete:

- 80 l/s con una prevalenza di 94 m c.a. sulla linea per Russi, che potrà essere erogata con una sola pompa in esercizio, regolata da inverter;
- 680 l/s con una prevalenza di 127 m c.a. sulla linea per Gramadora, che potrà essere erogata con tre pompe in esercizio, regolate da inverter.

Tale condizione comporta l'intervento della valvola a membrana presso la cabina di Lugo-Cotignola, con una regolazione della portata da Ridracoli pari a 230 l/s e conseguente dissipazione di carico pari a circa 28,69 m c.a., oltre all'intercettazione della linea dell'alto costiero da Cesenatico a Ravenna.

Si rileva un'ottimale copertura piezometrica di tutti i nodi della rete.

Questa risposta si verifica anche senza l'apporto della condotta di chiusura dell'anello sud e senza le opere di secondo stralcio della terza direttrice: le portate erogate da Monte Casale risultano pari a 650 l/s sulla direttrice verso Forlì, a 760 l/s sulla direttrice verso Cesena ed a 960 sulla terza direttrice, per complessivi 2370 l/s.

**Scenario 7.1.3:** messa in fuori servizio della condotta nel tratto compreso tra le cabine di Basso Rubicone e Sala di Cesenatico.

L'impianto della Standiana dovrà quindi garantire un consumo pari a 760 l/s, ovvero è stato considerato l'apporto del NIP2, nella condizione di minimo consumo energetico sufficiente a garantire la copertura piezometrica di tutti i nodi serviti, con le seguenti portate immesse in rete:

- 80 l/s con una prevalenza di 94 m c.a. sulla linea per Russi, che potrà essere erogata con una sola pompa in esercizio, regolata da inverter;
- 680 l/s con una prevalenza di 127 m c.a. sulla linea per Gramadora, che potrà essere erogata con tre pompe in esercizio, regolate da inverter.

Tale condizione comporta l'intervento della valvola a membrana presso la cabina di Lugo-Cotignola, con una regolazione della portata da Ridracoli pari a 230 l/s e conseguente dissipazione di carico pari a circa 28,69 m c.a., oltre all'intercettazione della linea dell'alto costiero da Cesenatico a Ravenna.

I risultati riscontrano che il sistema riesce a garantire copertura piezometrica sebbene, rispetto al precedente scenario si abbiano dei margini inferiori. In particolare si è considerato l'assetto anche senza l'apporto della condotta di chiusura dell'anello sud e senza le opere di primo stralcio della terza direttrice, mentre risulta indispensabile la realizzazione della condotta tra Macerone e Torre Pedrera prevista nel secondo stralcio: le portate erogate da Monte Casale risultano pari a 650 l/s sulla direttrice verso Forlì ed a 1720 l/s sulla direttrice verso Cesena, per complessivi 2370 l/s, mentre sulla condotta di secondo stralcio della terza direttrice dovranno defluire 960 l/s.

**Scenario 7.1.4:** messa in fuori servizio della condotta nel tratto compreso tra le cabine di Basso Rubicone e derivazione Calisese-Longiano.

L'impianto della Stadiana dovrà quindi garantire un consumo pari a 760 l/s, ovvero è stato considerato l'apporto del NIP2, nella condizione di minimo consumo energetico sufficiente a garantire la copertura piezometrica di tutti i nodi serviti, con le seguenti portate immesse in rete:

- 80 l/s con una prevalenza di 94 m c.a. sulla linea per Russi, che potrà essere erogata con una sola pompa in esercizio, regolata da inverter;
- 680 l/s con una prevalenza di 127 m c.a. sulla linea per Gramadora, che potrà essere erogata con tre pompe in esercizio, regolate da inverter.

Tale condizione comporta l'intervento della valvola a membrana presso la cabina di Lugo-Cotignola, con una regolazione della portata da Ridracoli pari a 230 l/s e conseguente dissipazione di carico pari a circa 28,69 m c.a., oltre all'intercettazione della linea dell'alto costiero da Cesenatico a Ravenna.

Tale scenario risulta particolarmente gravoso per le utenze dell'entroterra Rubicone, è necessario poter disporre della terza direttrice nella configurazione di progetto, vale a dire, con il collegamento attivo tra i nodi di Forlimpopoli, Sant'Andrea, Casone e Torre Pedrera, oltre che della condotta di chiusura dell'anello sud: ma, anche in questo caso resta comunque impossibile garantire l'erogazione all'utenza di Longiano, se non prevedendo l'installazione di un *booster* della portata di 15 l/s per una prevalenza di 35 m c.a. in corrispondenza della relativa cabina.

Per questa configurazione si registra inoltre un deficit di copertura per l'utenza di Santarcangelo (6,03 m c.a.), che si riduce in corrispondenza dei nodi di San Mauro (3,64 m c.a.) e rilancio San Marino (9,55 m c.a.).

Le portate da Monte Casale risultano pari a 650 l/s sulla direttrice verso Forlì, a 1235,51 l/s sulla direttrice verso Cesena ed a 484,49 l/s sulla terza direttrice, per complessivi 2370 l/s.

**Scenario 7.2.1:** messa in fuori servizio della condotta nel tratto compreso tra le cabine di Cesena Cappuccini e Basso Rubicone.

L'impianto della Stadiana dovrà garantire un consumo pari a 630 l/s, ovvero ci si è posti nella condizione di minimo consumo energetico sufficiente a

garantire la copertura piezometrica di tutti i nodi serviti, con le seguenti portate immesse in rete:

- 90 l/s con una prevalenza di 107 m c.a. sulla linea per Russi, che potrà essere erogata con una sola pompa in esercizio, regolata da inverter;
- 540 l/s con una prevalenza di 79 m c.a. sulla linea per Gramadora, che potrà essere erogata con tre pompe in esercizio, regolate da inverter.

Tale condizione comporta l'intervento della valvola a membrana presso la cabina di Lugo-Cotignola, con una regolazione della portata da Ridracoli pari a 260 l/s e conseguente dissipazione di carico pari a circa 7,84 m c.a., oltre all'intercettazione della linea dell'alto costiero da Cesenatico a Ravenna.

Risulta necessaria la realizzazione della condotta di secondo stralcio, tra i nodi di Macerone e Via Longana, rilevando un deficit di copertura piezometrica per l'utenza di Longiano: le portate erogate da Monte Casale risultano pari a 650 l/s sulla direttrice verso Forlì, a 390 l/s sulla direttrice verso Cesena ed a 1030 sulla terza direttrice, per complessivi 2070 l/s.

**Scenario 7.2.2:** messa in fuori servizio della condotta nel tratto compreso tra le cabine di Basso Rubicone e Macerone.

L'impianto della Standiana dovrà garantire un consumo pari a 630 l/s, ovvero ci si è posti nella condizione di minimo consumo energetico sufficiente a garantire la copertura piezometrica di tutti i nodi serviti, con le seguenti portate immesse in rete:

- 90 l/s con una prevalenza di 107 m c.a. sulla linea per Russi, che potrà essere erogata con una sola pompa in esercizio, regolata da inverter;
- 540 l/s con una prevalenza di 79 m c.a. sulla linea per Gramadora, che potrà essere erogata con tre pompe in esercizio, regolate da inverter.

Tale condizione comporta l'intervento della valvola a membrana presso la cabina di Lugo-Cotignola, con una regolazione della portata da Ridracoli pari a 260 l/s e conseguente dissipazione di carico pari a circa 7,84 m c.a., oltre all'intercettazione della linea dell'alto costiero da Cesenatico a Ravenna.

Si rileva in tale scenario un'ottimale copertura piezometrica di tutti i nodi della rete. Questa risposta si verifica anche senza l'apporto della condotta di chiusura dell'anello sud e senza le opere di secondo stralcio della terza direttrice: le portate erogate da Monte Casale risultano pari a 650 l/s sulla direttrice verso Forlì, a 700 l/s sulla direttrice verso Cesena ed a 720 l/s sulla terza direttrice, per complessivi 2070 l/s.

**Scenario 7.2.3:** messa in fuori servizio della condotta nel tratto compreso tra le cabine di Basso Rubicone e Sala di Cesenatico.

L'impianto della Standiana dovrà garantire un consumo pari a 630 l/s, ovvero ci si è posti nella condizione di minimo consumo energetico sufficiente a garantire la copertura piezometrica di tutti i nodi serviti, con le seguenti portate immesse in rete:

- 90 l/s con una prevalenza di 107 m c.a. sulla linea per Russi, che potrà essere erogata con una sola pompa in esercizio, regolata da inverter;
- 540 l/s con una prevalenza di 79 m c.a. sulla linea per Gramadora, che potrà essere erogata con tre pompe in esercizio, regolate da inverter.

Tale condizione comporta l'intervento della valvola a membrana presso la cabina di Lugo-Cotignola, con una regolazione della portata da Ridracoli pari a 260 l/s e conseguente dissipazione di carico pari a circa 7,84 m c.a., oltre all'intercettazione della linea dell'alto costiero da Cesenatico a Ravenna.

I risultati ottenuti rendono conto di un'adeguata copertura piezometrica per tutti i nodi della rete, ciò si verifica anche senza l'apporto della condotta di chiusura dell'anello sud e senza le opere di primo stralcio della terza direttrice, mentre risulta indispensabile la realizzazione della condotta tra Macerone e Via Longana prevista nel secondo stralcio: le portate erogate da Monte Casale risultano pari a 650 l/s sulla direttrice verso Forlì ed a 1420 l/s sulla direttrice verso Cesena, per complessivi 2070 l/s, mentre sulla condotta di secondo stralcio della terza direttrice dovranno defluire 720 l/s.

**Scenario 7.2.4:** messa in fuori servizio della condotta nel tratto compreso tra le cabine di Basso Rubicone e derivazione Calisese-Longiano.

L'impianto della Standiana dovrà garantire un consumo pari a 630 l/s, ovvero ci si è posti nella condizione di minimo consumo energetico sufficiente a garantire la copertura piezometrica di tutti i nodi serviti, con le seguenti portate immesse in rete:

- 90 l/s con una prevalenza di 107 m c.a. sulla linea per Russi, che potrà essere erogata con una sola pompa in esercizio, regolata da inverter;
- 540 l/s con una prevalenza di 79 m c.a. sulla linea per Gramadora, che potrà essere erogata con tre pompe in esercizio, regolate da inverter.

Tale condizione comporta l'intervento della valvola a membrana presso la cabina di Lugo-Cotignola, con una regolazione della portata da Ridracoli pari a 260 l/s e conseguente dissipazione di carico pari a circa 7,84 m c.a., oltre all'intercettazione della linea dell'alto costiero da Cesenatico a Ravenna.

Per il presente scenario, come per la condizione estiva, è necessario poter disporre della terza direttrice nella configurazione di progetto, vale a dire, con il collegamento attivo tra i nodi di Forlimpopoli, Sant'Andrea, Macerone e Via Longana, oltre che della condotta di chiusura dell'anello sud: le portate erogate da Monte Casale risultano pari a 650 l/s sulla direttrice verso Forlì, a 1025,11 l/s sulla direttrice verso Cesena ed a 394,89 l/s sulla terza direttrice, per complessivi 2070 l/s.

Per garantire l'erogazione all'utenza di Longiano occorre prevedere l'installazione di un *booster* della portata di 18 l/s per una prevalenza di 30 m c.a. in corrispondenza della relativa cabina

**Scenario 7.3.1:** messa in fuori servizio della condotta di linea nel tratto compreso tra le cabine di derivazione di Villagrappa e Faenza.

Ci si pone nella condizione in cui le erogazioni sono coperte dalla risorsa derivata dall'invaso di Ridracoli, escludendo dalla produzione l'impianto della Standiana

Gli esiti della verifica idraulica restituiscono una sufficiente copertura piezometrica su tutti i nodi della rete a meno dell'utenza di Faenza ove si riscontra la necessità di installare una pompa *booster* della portata di 90 l/s per una prevalenza di 25 m c.a. in corrispondenza della relativa cabina di derivazione.

Il deflusso è assicurato dal collegamento idraulico tra le linee verso Russi e Gramadara, in uscita dal sollevamento della Standiana, mentre risulta ininfluyente la messa in esercizio della condotta di chiusura anello sud; le portate erogate da Monte Casale sono pari a 120 l/s sulla direttrice verso Forlì, a 797 l/s sulla direttrice verso Cesena ed a 283 l/s sulla terza direttrice, per complessivi 1200 l/s.

**Scenario 7.3.3:** messa in fuori servizio della condotta di linea in uscita da Monte Casale, verso la cabina di derivazione di Forlimpopoli.

Ci si pone nella condizione in cui le erogazioni sono coperte dalla risorsa derivata dall'invaso di Ridracoli, escludendo dalla produzione l'impianto della Standiana

In tale scenario, già con la realizzazione del solo primo stralcio della terza direttrice, si è in grado di alimentare tutte le utenze servite dalla direttrice del costiero in uscita dalle vasche di Monte Casale: tale opportunità potrà consentire di svolgere, nel periodo invernale, qualsiasi intervento manutentivo straordinario sulla linea principale.

In particolare, si rileva un minimo di copertura piezometrica per il serbatoio di Bertinoro (1,42 m c.a.), mentre le portate erogate da Monte Casale risultano pari a 480 l/s sulla direttrice verso Forlì ed a 720 l/s sulla terza direttrice, per complessivi 1200 l/s.

#### **4.4 Uniformità della risorsa e consumi energetici**

Le condizioni che si intendono esaminare in questa sezione verificano il miglioramento delle possibilità di miscelazione delle due principali fonti di produzione, con l'intento di uniformare per quanto possibile la qualità della risorsa distribuita alle utenze del ramo costiero, da Ravenna a Cattolica, e dell'entroterra riminese, da Coriano a Morciano.

Tale risultato è reso possibile dalla presenza del collegamento tra i nodi della Standiana e di Macerone, che potrà consentire, se attivato, la miscelazione diretta delle fonti sulla tratta tra le cabine di Basso Rubicone e Sala.

Appare evidente che l'adozione di tale schema distributivo comporterà un maggiore consumo energetico presso l'impianto di sollevamento della Standiana, che comunque può essere ridotto al minimo necessario grazie all'installazione di una valvola regolatrice a membrana all'interno della cabina del Basso Rubicone o nella nuova cabina di Macerone, sull'esistente linea verso Cesenatico.

Nelle simulazioni sono state considerate come rappresentative le seguenti configurazioni:



- consumi medi estivi della rete con fonti locali attive, per 2250 l/s erogati alle utenze, avendo assunto una ripartizione tra le fonti pari al 75% da Ridracoli, per 1690 l/s, ed al 25% da NIP2, per 560 l/s (scenari 8.1.2-8.1.3);
- consumi medi invernali della rete con fonti locali al minimo, per 2220 l/s erogati alle utenze, avendo assunto una ripartizione tra le fonti pari al 85% da Ridracoli, per 1980 l/s, ed al 15% da NIP2, per 330 l/s (scenari 8.2.2-8.2.3).

**Scenario 8.1.2:** rete di adduzione integrata a seguito della realizzazione della terza direttrice secondo lo schema di progetto.

Si è considerato l'apporto del NIP2, nella condizione di minimo consumo energetico sufficiente a garantire la copertura piezometrica di tutti i nodi.

La miscelazione sull'area del Lughese resta invariata, con un 14% di risorsa da NIP2 per le utenze di Lugo e Cotignola, ed un 100% di risorsa da NIP2 per tutte le rimanenti, da Russi ad Alfonsine, in quanto la terza direttrice non influisce sulla parte nord della rete.

In particolare, sulla linea per Russi si prevede l'intervento della valvola a membrana presso la cabina di Lugo-Cotignola, con una regolazione della portata da Ridracoli pari a 90 l/s e conseguente dissipazione di carico pari a circa 77,33 m c.a., mentre il relativo sollevamento alla Standiana dovrà garantire un'alimentazione di 158 l/s con una prevalenza di 98 m c.a., che potrà essere erogata con una sola pompa in esercizio, regolata da inverter.

Grazie allo schema proposto per la terza direttrice sarà possibile optare per una migliore uniformità delle erogazioni, con il 38% di risorsa da NIP2 per tutte le utenze del costiero, da Ravenna a Cattolica, e quelle dell'entroterra riminese, da Coriano a Montefiore Conca, con il seguente schema idraulico:

- fuori servizio della condotta di chiusura dell'anello sud;
- erogazione di 405 l/s con una prevalenza di 120 m c.a. dal sollevamento della Standiana sulla linea per Gramadora, mediante due pompe in esercizio regolate da inverter;
- valvola regolatrice alla cabina del Basso Rubicone per la dissipazione di un carico pari a 67,72 m c.a. sul deflusso di 661 l/s nella linea verso Cesenatico;
- conseguente messa fuori servizio della micro-centrale di Riccione, con una mancata produzione stimata in 85 l/s su un salto netto di 90 m c.a.

I consumi energetici risultano pari a:

- 0,381 kWh per ogni metrocubo sollevato per Russi;
- 0,467 kWh per ogni metrocubo sollevato per Gramadora.

**Scenario 8.1.3:** massima miscelazione possibile mediante trasferimento a Monte Casale della risorsa prodotta all'impianto della Standiana attraverso la terza direttrice.

Si è considerato l'apporto del NIP2, nella condizione di minimo consumo energetico sufficiente a garantire la copertura piezometrica di tutti i nodi

Dai risultati del modello risulta che:

- il sollevamento alla Standiana sarà attivo solamente sulla linea verso Gramadora, per la portata di 563 l/s con una prevalenza di 83 m c.a., che potrà essere erogata con due pompe in esercizio regolate da inverter, con un consumo energetico di 0,323 kWh/mc;
- il sollevamento al nodo di Forlimpopoli dovrà essere completato con l'installazione delle relative pompe sugli stalli esistenti, per garantire il trasferimento della medesima portata alle vasche di Monte Casale, con una prevalenza di 180 m c.a. ed un consumo energetico di 0,67 kWh/mc, avendo assunto pari al 73,5% il un rendimento globale delle pompe al loro punto ideale di lavoro;
- il consumo energetico complessivo risulta pari a 0,99 kWh/mc, maggiore del 123% rispetto al Caso 8.1.2 di miscelazione sulla linea del costiero.

**Scenario 8.2.2:** rete di adduzione integrata a seguito della realizzazione della terza direttrice secondo lo schema di progetto.

Si è considerato l'apporto del NIP2 nella condizione di minimo consumo energetico sufficiente a garantire la copertura piezometrica di tutti i nodi.

La miscelazione sull'area del Lughese resta invariata, con un 80% di risorsa da NIP2 per le utenze di Bagnacavallo, Fusignano ed Alfonsine, ed un 100% di risorsa da NIP2 per quella di Russi, mentre Lugo e Cotignola restano alimentati dalla sola acqua di Ridracoli.

In particolare sulla linea per Russi si prevede l'intervento della valvola a membrana presso la cabina di Lugo-Cotignola, con una regolazione della portata da Ridracoli pari a 125 l/s e conseguente dissipazione di carico pari a circa 71,83 m c.a., mentre il relativo sollevamento alla Standiana dovrà garantire un'alimentazione di 115 l/s con una prevalenza di 94 m c.a., che potrà essere erogata con una sola pompa in esercizio, regolata da inverter, per un consumo energetico stimato in 0,366 kWh/mc.

Con l'assetto previsto per la terza direttrice sarà possibile optare per una migliore uniformità delle erogazioni, con il 20% di risorsa da NIP2 per tutte le utenze del costiero, da Ravenna a Cattolica, e quelle dell'entroterra riminese, da Coriano a Montefiore Conca, con il seguente schema idraulico:

- fuori servizio della condotta di chiusura dell'anello sud;
- erogazione di 215 l/s con una prevalenza di 107 m c.a. dal sollevamento della Standiana sulla linea per Gramadora, mediante una sola pompa in esercizio regolata da inverter per un consumo energetico di 0,416 kWh/mc;
- valvola regolatrice alla cabina del Basso Rubicone per la dissipazione di un carico pari a 60,87 m c.a. sul deflusso di 856 l/s nella linea verso Cesenatico;
- conseguente messa fuori servizio della micro-centrale di Riccione, con una mancata produzione stimata in 125 l/s su un salto netto di 82 m c.a..

**Scenario 8.2.3:** massima miscelazione possibile mediante trasferimento a Monte Casale della risorsa prodotta all'impianto della Standiana attraverso la terza direttrice.

Anche in questo caso è stato considerato l'apporto del NIP2 nella condizione di minimo consumo energetico sufficiente a garantire la copertura piezometrica di tutti i nodi.

Per tale scenario si evidenzia che:

- il sollevamento alla Standiana sarà attivo solamente sulla linea verso Gramadora, per la portata di 330 l/s con una prevalenza di 60 m c.a., che potrà essere erogata con due pompe in esercizio regolate da inverter, con un consumo energetico di 0,233 kWh/mc;
- il sollevamento al nodo di Forlimpopoli dovrà provvedere al trasferimento della medesima portata alle vasche di Monte Casale, con una prevalenza di 180 m c.a. ed un consumo energetico di 0,667 kWh/mc;
- il consumo energetico complessivo risulta pari a 0,900 kWh/mc, maggiore del 126% rispetto al Caso 8.2.2 di miscelazione sulla linea del costiero.

#### **4.5 Condizioni ordinarie di futuro funzionamento**

Si conclude l'analisi con la valutazione della flessibilità di esercizio della rete di adduzione nelle future condizioni ordinarie di funzionamento, verificando la possibile miscelazione tra le diverse fonti ed il conseguente consumo di energia per il sollevamento della risorsa prodotta all'impianto della Standiana.

In particolare, sono state verificate le condizioni limite di massima miscelazione possibile per le utenze e di minimo consumo energetico di sollevamento, restando inteso che tra le due vi sono una serie di possibilità intermedie che potranno essere adottate in relazione alle specifiche esigenze gestionali.

Le simulazioni sono relative alle configurazioni stagionali ricorrenti della rete, denominate invernale (scenari 9.1.1-9.1.2), estiva (scenari 9.2.1-9.2.2) ed intermedia (scenari 9.3.1-9.3.2): tali simulazioni mostrano che mentre i risultati ottenuti per l'area del lughese risultano indipendenti dalla terza direttrice, quelli relativi all'intera linea di costa sono sostanzialmente legati alla realizzazione della presente soluzione di progetto.

**Scenario 9.1.1:** soddisfacimento dei consumi medi del periodo invernale, pari a 2314 l/s, di cui 2024 l/s erogati da Monte Casale e 291 l/s prodotti alla Standiana; si tratta della condizione limite raggiungibile con massima miscelazione ottenibile dalla configurazione di progetto prevista per la terza direttrice, senza considerare l'opzione dell'integrale trasferimento a Monte Casale della risorsa prodotta al NIP2.

Il consumo dell'entroterra lughese, pari a 229 l/s, viene coperto per 180 l/s da Monte Casale e per i restanti 49 l/s dalla produzione del NIP2; lungo la linea del costiero il consumo di complessivi 1138 l/s sarà invece assorbito per 896 l/s con la risorsa presente alle vasche di Monte Casale e per 242 l/s con quella prodotta al NIP2.

Le portate erogate dal sollevamento della Standiana risultano pari a:



- 49 l/s con una prevalenza di 84 m c.a. sulla linea per Russi, che potrà essere erogata con una sola pompa in esercizio, regolata da inverter;
- 242 l/s con una prevalenza di 107 m c.a. sulla linea per Gramadora, che potrà essere erogata con una pompa in esercizio, regolata da inverter.

Il trasferimento dalle vasche di Monte Casale verso il costiero risulta pari a 322,27 l/s sulla nuova linea da Forlimpopoli a S. Andrea, 392,33 l/s sulla linea da Basso Rubicone a Sala e 181,41 l/s sulla chiusura anello sud.

L'utenza idraulicamente più depressa è quella di Riccione con 12,71 m c.a..

La produzione al NIP2 viene come di seguito miscelata con la risorsa da Monte Casale:

- al 25,3% per le utenze dell'alto costiero sino a Torre Pedrera;
- al 17,3% per le utenze del lughese, da Bagnacavallo ad Alfonsine;
- al 17,1% per le utenze del basso costiero, sino a Montalbano.

Le rimanenti utenze restano escluse dall'area nell'influenza del NIP2 e risultano quindi integralmente alimentate dalle vasche di Monte Casale.

I consumi energetici risultano pari a:

- 0,327 kWh per ogni metrocubo sollevato per Russi;
- 0,416 kWh per ogni metrocubo sollevato per Gramadora.

**Scenario 9.1.2:** soddisfacimento dei consumi medi del periodo invernale con la medesima ripartizione tra le fonti di produzione del caso precedente, ma nella condizione limite di minimi consumi energetici al sollevamento del NIP2. Il consumo dell'entroterra lughese, pari a 229 l/s, viene coperto per 180 l/s da Monte Casale e per i restanti 49 l/s dalla produzione del NIP2; lungo la linea del costiero il consumo di complessivi 1138 l/s sarà invece assorbito per 896 l/s con la risorsa presente alle vasche di Monte Casale e per 242 l/s con quella prodotta al NIP2.

Le portate erogate dal sollevamento della Standiana risultano pari a:

- 49 l/s con una prevalenza di 77 m c.a. sulla linea per Russi, che potrà essere erogata con una sola pompa in esercizio, regolata da inverter;
- 242 l/s con una prevalenza di 63 m c.a. sulla linea per Gramadora, che potrà essere erogata con una pompa in esercizio, regolata da inverter.

La linea dell'alto costiero viene parzialmente alimentata da Monte Casale attraverso la valvola regolatrice presso la cabina di Cesenatico, con una portata di 131 l/s con dissipazione di 103,46 m c.a. di carico.

Le utenze idraulicamente più depresse sono quelle di Russi e Cervia, rispettivamente con 14,11 m c.a. e 14,98 m c.a. di carico residuo.

La produzione al NIP2 viene come di seguito miscelata con la risorsa da Monte Casale:

- al 100% per l'utenza di Russi;
- al 94,9% per le utenze di Gramadora;
- al 17,2% per le utenze del lughese, da Cotignola ad Alfonsine.

Le rimanenti utenze restano escluse dall'area nell'influenza del NIP2 e risultano quindi integralmente alimentate dalle vasche di Monte Casale.

I consumi energetici risultano pari a:

- 0,300 kWh per ogni metrocubo sollevato per Russi;
- 0,245 kWh per ogni metrocubo sollevato per Gramadora.

**Scenario 9.2.1:** soddisfacimento dei consumi medi del periodo estivo, pari a 2625 l/s, di cui 1885 l/s erogati da Monte Casale e 740 l/s prodotti alla Standiana; si tratta della condizione limite raggiungibile con massima miscelazione ottenibile dalla configurazione di progetto prevista per la terza direttrice, senza considerare l'opzione dell'integrale trasferimento a Monte Casale della risorsa prodotta al NIP2.

Il consumo dell'entroterra lughese, pari a 253 l/s, viene coperto per 142 l/s da Monte Casale e per i restanti 111 l/s dalla produzione del NIP2; lungo la linea del costiero il consumo di complessivi 1436 l/s sarà invece assorbito per 807 l/s con la risorsa presente alle vasche di Monte Casale e per 629 l/s con quella prodotta al NIP2.

Le portate erogate dal sollevamento della Standiana risultano pari a:

- 111 l/s con una prevalenza di 96 m c.a. sulla linea per Russi, che potrà essere erogata con una sola pompa in esercizio, regolata da inverter;
- 629 l/s con una prevalenza di 157 m c.a. sulla linea per Gramadora, che potrà essere erogata con tre pompe in esercizio, regolate da inverter.

Il trasferimento dalle vasche di Monte Casale verso il costiero risulta pari a 107 l/s sulla nuova linea da Forlimpopoli a S. Andrea, 545 l/s sulla linea da Basso Rubicone a Sala e 155 l/s sulla chiusura anello sud.

L'utenza idraulicamente più depressa è quella di Riccione con 11,52 m c.a. di carico residuo.

La produzione al NIP2 viene come di seguito miscelata con la risorsa da Monte Casale:

- al 49,1% per le utenze dell'alto costiero sino a Torre Pedrera;
- al 73,5% per le utenze del lughese, da Bagnacavallo ad Alfonsine;
- al 28,1% per le utenze del basso costiero, sino a Montalbano.

Le rimanenti utenze restano escluse dall'area nell'influenza del NIP2 e risultano quindi integralmente alimentate dalle vasche di Monte Casale.

I consumi energetici risultano pari a:

- 0,373 kWh per ogni metrocubo sollevato per Russi;
- 0,611 kWh per ogni metrocubo sollevato per Gramadora.

**Scenario 9.2.2:** soddisfacimento dei consumi medi del periodo estivo con la medesima ripartizione tra le fonti di produzione del caso precedente, ma nella condizione limite di minimi consumi energetici al sollevamento del NIP2. In entrambi i casi esaminati il consumo dell'entroterra lughese, pari a 253 l/s, viene coperto per 142 l/s da Monte Casale e per i restanti 111 l/s dalla produzione del NIP2; lungo la linea del costiero il consumo di complessivi 1436 l/s sarà invece assorbito per 807 l/s con la risorsa presente alle vasche di Monte Casale e per 629 l/s con quella prodotta al NIP2.

Le portate erogate dal sollevamento della Standiana risultano pari a:

- 111 l/s con una prevalenza di 82 m c.a. sulla linea per Russi, che potrà essere erogata con una sola pompa in esercizio, regolata da inverter;
- 629 l/s con una prevalenza di 116 m c.a. sulla linea per Gramadora, che potrà essere erogata con tre pompe in esercizio, regolate da inverter.

La linea dell'alto costiero viene integralmente alimentata da NIP2, con chiusura della valvola regolatrice presso la cabina di Cesenatico, mentre il trasferimento dalle vasche di Monte Casale verso il costiero risulta pari a 316,38 l/s sulla nuova linea da Forlimpopoli a S. Andrea, 329,30 l/s sulla linea da Basso Rubicone a Sala e 161,32 l/s sulla chiusura anello sud.

Le utenze idraulicamente più depresse sono quelle di Alfonsine e Riccione, rispettivamente con 11,80 m c.a. e 12,68 m c.a. di carico residuo.

La produzione al NIP2 viene come di seguito miscelata con la risorsa da Monte Casale:

- al 100% per le utenze dell'alto costiero da Cesenatico a Gramadora e per Russi;
- al 42,3% per le utenze del lughese, da Cotignola ad Alfonsine;
- al 19,2% per le utenze del medio costiero, da Sala a Torre Pedrera;
- al 14,7% per le utenze del basso costiero, sino a Montalbano.

Le rimanenti utenze restano escluse dall'area nell'influenza del NIP2 e risultano quindi integralmente alimentate dalle vasche di Monte Casale.

I consumi energetici risultano pari a:

- 0,319 kWh per ogni metrocubo sollevato per Russi;
- 0,451 kWh per ogni metrocubo sollevato per Gramadora.

**Scenario 9.3.1:** soddisfacimento dei consumi medi del periodo intermedio, pari a 1994 l/s, di cui 1252 l/s erogati da Monte Casale e 742 l/s prodotti alla Standiana; si tratta della condizione limite raggiungibile con massima miscelazione ottenibile dalla configurazione di progetto prevista per la terza direttrice, senza considerare l'opzione dell'integrale trasferimento a Monte Casale della risorsa prodotta al NIP2.

Il consumo dell'entroterra lughese, pari a 245 l/s, viene coperto per 69 l/s da Monte Casale e per i restanti 176 l/s dalla produzione del NIP2; lungo la linea del costiero il consumo di complessivi 788 l/s sarà invece assorbito per 222 l/s con la risorsa presente alle vasche di Monte Casale e per 566 l/s con quella prodotta al NIP2.

Le portate erogate dal sollevamento della Standiana risultano pari a:

- 176 l/s con una prevalenza di 112 m c.a. sulla linea per Russi, che potrà essere erogata con una sola pompa in esercizio, regolata da inverter;
- 566 l/s con una prevalenza di 121 m c.a. sulla linea per Gramadora, che potrà essere erogata con tre pompe in esercizio, regolate da inverter.

Il trasferimento dalle vasche di Monte Casale verso il costiero risulta pari a 222 l/s sulla sola linea da Basso Rubicone a Sala, potendo restare fuori esercizio la nuova linea da Forlimpopoli a S. Andrea e la chiusura anello sud.

L'utenza idraulicamente più depressa è quella di Riccione con 13,65 m c.a. di carico residuo.

La produzione al NIP2 viene come di seguito miscelata con la risorsa da Monte Casale:

- al 100% per le utenze del lughese, da Cotignola ad Alfonsine e Russi;
- al 71,8% per le utenze del costiero, da Gramadora a Montalbano.

Le rimanenti utenze restano escluse dall'area nell'influenza del NIP2 e risultano quindi integralmente alimentate dalle vasche di Monte Casale.

I consumi energetici risultano pari a:

- 0,436 kWh per ogni metrocubo sollevato per Russi;
- 0,471 kWh per ogni metrocubo sollevato per Gramadora.

**Scenario 9.3.2:** soddisfacimento dei consumi medi del periodo intermedio con la medesima ripartizione tra le fonti di produzione del caso precedente, ma nella condizione limite di minimi consumi energetici al sollevamento del NIP2. Il consumo dell'entroterra lughese, pari a 245 l/s, viene coperto per 69 l/s da Monte Casale e per i restanti 176 l/s dalla produzione del NIP2; lungo la linea del costiero il consumo di complessivi 788 l/s sarà invece assorbito per 222 l/s con la risorsa presente alle vasche di Monte Casale e per 566 l/s con quella prodotta al NIP2.

Le portate erogate dal sollevamento della Standiana risultano pari a:

- 176 l/s con una prevalenza di 91 m c.a. sulla linea per Russi, che potrà essere erogata con una sola pompa in esercizio, regolata da inverter;
- 566 l/s con una prevalenza di 92 m c.a. sulla linea per Gramadora, che potrà essere erogata con tre pompe in esercizio, regolate da inverter.

La linea dell'alto costiero viene integralmente alimentata da NIP2, con chiusura della valvola regolatrice presso la cabina di Cesenatico, mentre il trasferimento dalle vasche di Monte Casale verso il costiero risulta pari a 15,83 l/s sulla linea da Basso Rubicone a Sala ed a 206,17 l/s sulla chiusura anello sud; la nuova linea da Forlimpopoli a S. Andrea può rimanere invece fuori servizio.

Le utenze idraulicamente più depresse sono quelle di Fusignano e Riccione, rispettivamente con 13,75 m c.a. e 14,29 m c.a. di carico residuo.

La produzione al NIP2 viene come di seguito miscelata con la risorsa da Monte Casale:

- al 100% per le utenze dell'alto costiero da Cesenatico a Gramadora e per Russi;
- al 94,9% per le utenze del medio costiero, da Sala a Torre Pedrera;
- al 100% per le utenze di Bagnacavallo, Fusignano ed Alfonsine;
- al 40% per le utenze di Cotignola e Lugo;
- al 49.1% per le utenze del basso costiero, sino a Montalbano.

Le rimanenti utenze restano escluse dall'area nell'influenza del NIP2 e risultano quindi integralmente alimentate dalle vasche di Monte Casale.

I consumi energetici risultano pari a:

- 0,354 kWh per ogni metrocubo sollevato per Russi;

- 0,358 kWh per ogni metrocubo sollevato per Gramadora.

## 5 CONCLUSIONI

Come anticipato in premessa, le verifiche idrauliche svolte hanno confermato quanto già evidenziato nell'ambito dello studio di I Fase relativamente al deciso miglioramento del funzionamento dell'infrastruttura ed in particolare alle molteplici possibilità e vantaggi in termini di aumento di flessibilità gestionale conseguenti alla realizzazione della Terza Diretrice.

L'opportunità di ripercorrere l'analisi idraulica precedentemente effettuata è legata alla necessità di aggiornare le verifiche precedentemente svolte rispetto all'effettivo assetto che è stato scelto per la Terza Diretrice con le effettive lunghezze dei diversi tratti. I risultati restituiti dalle analisi svolte hanno quindi evidenziato che i limitati incrementi nello sviluppo planimetrico dei diversi tratti non determinano significative differenze rispetto alle valutazioni e considerazioni svolte in I Fase.

Uno dei vantaggi introdotti dalla Terza Diretrice è anche una sensibile riduzione delle perdite di carico nel funzionamento del sistema, ovvero in diverse condizioni ci si trova nella condizione di dover prevedere, in alcuni specifici nodi, una regolazione con dissipazione di carichi anche significativi, ciò evidentemente può costituire un'opportunità in prospettiva di ulteriori implementazioni e potenziamenti dell'infrastruttura, prevedendo ad esempio l'installazione di turbine nei nodi specifici per consentire la possibilità di un recupero energetico, proprio in tale ottica nella nuova cabina di S. Andrea in Bagnolo è stata prevista la predisposizione per l'installazione di una turbina. Nella seguente tabella si riportano le perdite concentrate che è necessario implementare nei nodi di regolazione per gli scenari più significativi da un punto di vista della valorizzazione energetica, ovvero quelli delle condizioni medie di funzionamento evidentemente significativi di una maggior durata temporale. L'opportunità introdotta della possibile valorizzazione energetica potrebbe quindi essere maggiormente approfondita dal punto di vista dell'ottimizzazione gestionale.

Scenario	S. Andrea in Bagnolo		Basso Rubicone		Lugo		Cesenatico	
	Q [I/S]	DH [m]	Q [I/S]	DH [m]	Q [I/S]	DH [m]	Q [I/S]	DH [m]
9.1.1	322,27	78,31	392,33	79,31	180	61,03	406	0
9.1.2	407	0	710	0	180	68,14	131	103,46
9.2.1	107	59,22	545	60,93	142	61,57	476	0
9.2.2	316,38	68,38	329,3	68,93	142	76,96	0	0
9.3.1	566	0	222	94,26	69	70,26	271	0
9.3.2	295	0	414,17	0	69	91,27	0	0



**ELTEC S.r.l.**

Società di ingegneria

Via C. Seganti 73/F int. 5/6  
47121 Forlì (FC)

Tel. +39-(0543)-473892

E-mail: [info@eltec-service.it](mailto:info@eltec-service.it)

## ALLEGATI

ID	Erogazioni	Hvia Masullo	HS.Andrea in Bagnolo	HForlimpopoli	HMacerone	HTorre Pedrera	Q - da via Masullo a Sant'Andrea in Bagnolo	Q - da Sant'Andrea in Bagnolo a Forlimpopoli	Q - da Sant'Andrea in Bagnolo a Macerone	Q - da Macerone a Torre Pedrera
[-]	[-]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
5.1.1	Massime estive con fonti locali attive	102,09	145,09	177,04	140,7	-	746,19	1124,74	378,54	0
5.1.2	Massime invernali con fonti locali al minimo	106,5	163,04	181,66	-	-	856,61	856,61	0	0
5.2.1	Massime invernali con fonti locali al massimo	141,78	125,27	119,83	-	-	460	460	0	0
5.2.1bis	Massime invernali con fonti locali al massimo	141.56	96.96	82.28	-	-	760	760	0	0
6.3.1	Massime estive con fonti locali al minimo	-	173,65	184,39	160,96	-	0	648,7	648,7	0
6.3.2	Massime estive con fonti locali al minimo	-	171,66	183,88	157,22	135,02	0	692,47	692,47	528,68
7.1.1	Massime estive con fonti locali attive	-	152,19	178,87	120,66	88,14	0	1027	1027	641,21

ID	Erogazioni	Hvia Masullo	HS.Andrea in Bagnolo	HForlimpopoli	HMacerone	HTorre Pedrera	Q - da via Masullo a Sant'Andrea in Bagnolo	Q - da Sant'Andrea in Bagnolo a Forlimpopoli	Q - da Sant'Andrea in Bagnolo a Macerone	Q - da Macerone a Torre Pedrera
[-]	[-]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
7.1.2	Massime estive con fonti locali attive	-	156,69	180,02	129,11	-	0	960	960	0
7.1.3	Massime estive con fonti locali attive	-	-	-	157,75	85,34	0	0	0	960
7.1.4	Massime estive con fonti locali attive	-	179,99	186,02	172,85	156,84	0	484,49	484,49	448,25
7.2.1	Massime invernali con fonti locali al minimo	-	151,98	178,81	120,27	113,15	0	1030	1030	296,91
7.2.2	Massime invernali con fonti locali al minimo	-	170,34	183,54	154,74	-	0	720	720	0
7.2.3	Massime invernali con fonti locali al minimo	-	-	-	168,05	127,14	0	0	0	720
7.2.4	Massime invernali con fonti locali al minimo	-	182,68	186,72	177,91	165,54	0	394,89	394,89	393,28
7.3.1	Massime invernali con fonti locali al massimo	178,95	185,29	187,39	-	-	283,01	283,01	0	0



ID	Erogazioni	Hvia Masullo	HS.Andrea in Bagnolo	HForlimpopoli	HMacerone	HTorre Pedrera	Q - da via Masullo a Sant'Andrea in Bagnolo	Q - da Sant'Andrea in Bagnolo a Forlimpopoli	Q - da Sant'Andrea in Bagnolo a Macerone	Q - da Macerone a Torre Pedrera
[-]	[-]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
7.3.3	Massime invernali con fonti locali al massimo	167,04	170,34	183,54	162,23	-	202,81	720	517,19	0
8.1.2	Medie estive con fonti locali attive	123,29	110,45	-	105,44	-	404,98	0	404,98	0
8.1.3	Medie estive con fonti locali attive	85,52	60,91	52,79	-	-	563	563	0	0
8.2.2	Medie invernali con fonti locali al minimo	110,89	107,18	-	105,73	-	214,97	0	214,97	0
8.2.3	Medie invernali con fonti locali al minimo	63,57	54,99	52,15	-	-	330	330	0	0
9.1.1	Periodo invernale gen-mag	110,82	184,47/106,16	187,18	96,52	90,89	241,99	322,27	564,26	263,51
9.1.2	Periodo invernale gen-mag	-	182,35	186,63	177,29	-	0	406,94	406,94	0
9.2.1	Periodo estivo giu-set	159,13	187,69/128,47	188,01	112,18	101,92	629,01	106,99	736	357,63
9.2.2	Periodo estivo giu-set	118,13	184,6/116,22	187,21	109,51	102,99	153,01	316,38	469,39	283,96



## ELTEC S.r.l.

Società di ingegneria

Via C. Seganti 73/F int. 5/6

47121 Forlì (FC)

Tel. +39-(0543)-473892

E-mail: info@eltec-service.it

ID	Erogazioni	Hvia Masullo	HS.Andrea in Bagnolo	HForlimpopoli	HMacerone	HTorre Pedrera	Q - da via Masullo a Sant'Andrea in Bagnolo	Q - da Sant'Andrea in Bagnolo a Forlimpopoli	Q - da Sant'Andrea in Bagnolo a Macerone	Q - da Macerone a Torre Pedrera
[-]	[-]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[m slm]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
9.3.1	Periodo intermedio ott-dic	123,5	98,63	-	88,94	84,61	566	0	566	230,41
9.3.2	Periodo intermedio ott-dic	94,5	87,62	-	84,93	83,91	295	0	295	109,37

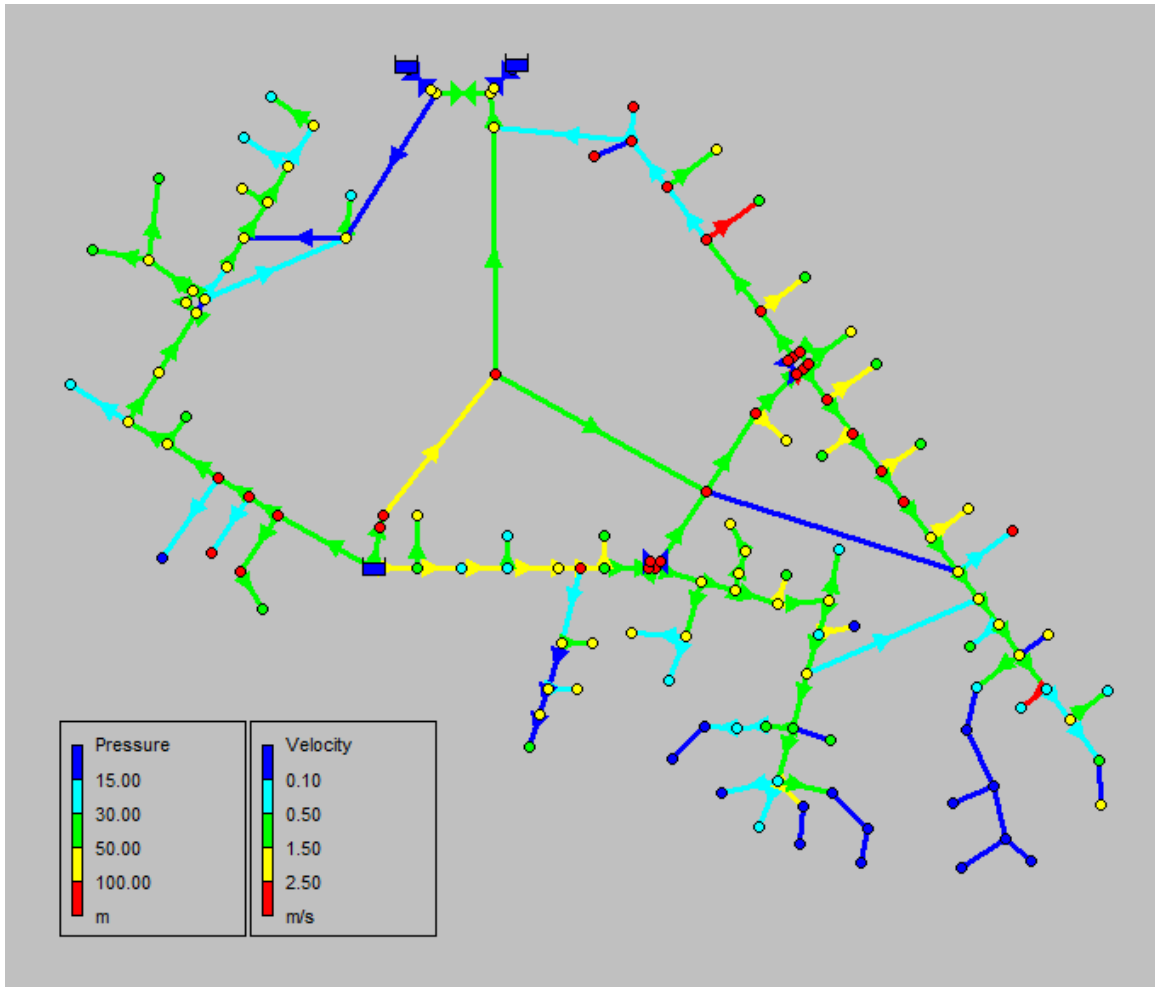


Figura 1: Scenario 5.1.1-Trasferimento da Monte Casale verso Ravenna con rete in configurazione estiva

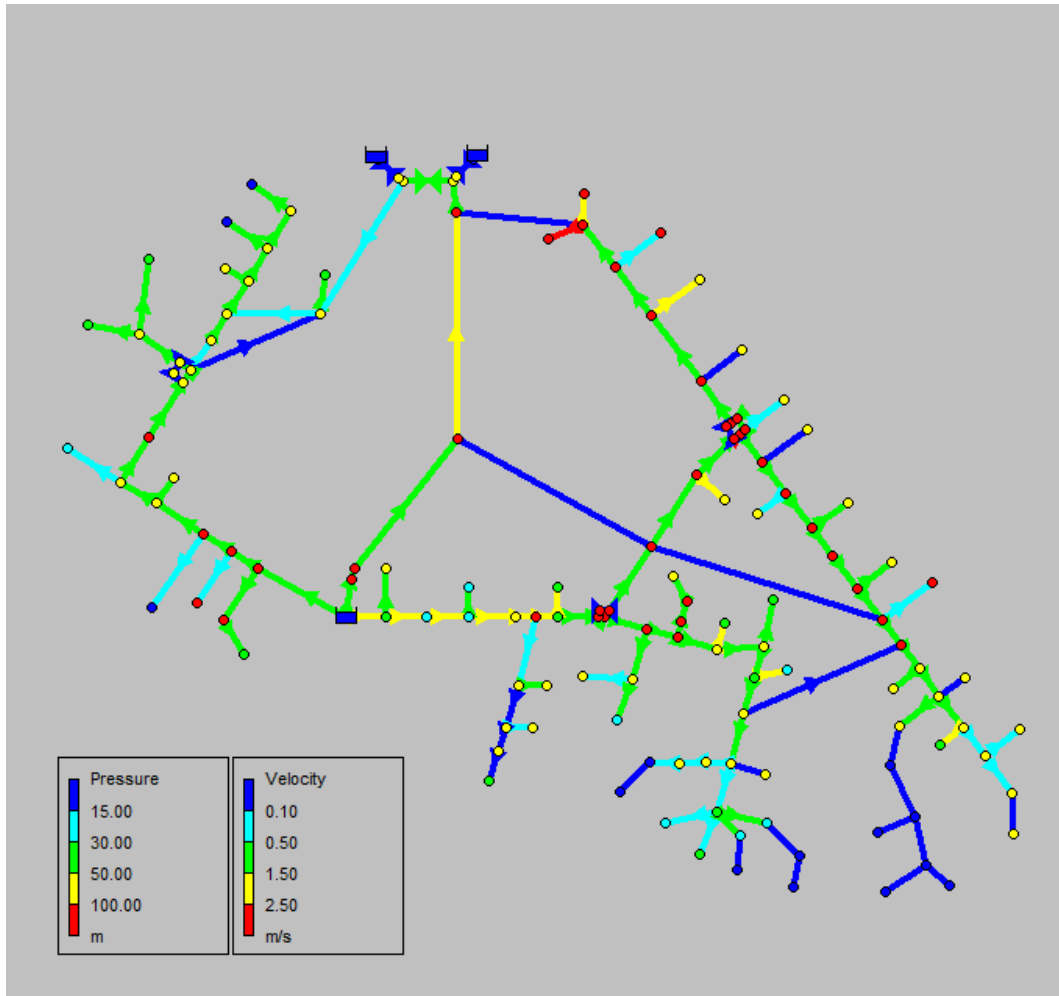


Figura 2: Scenario 5.1.2-Trasferimento da Monte Casale verso Ravenna con rete in configurazione invernale

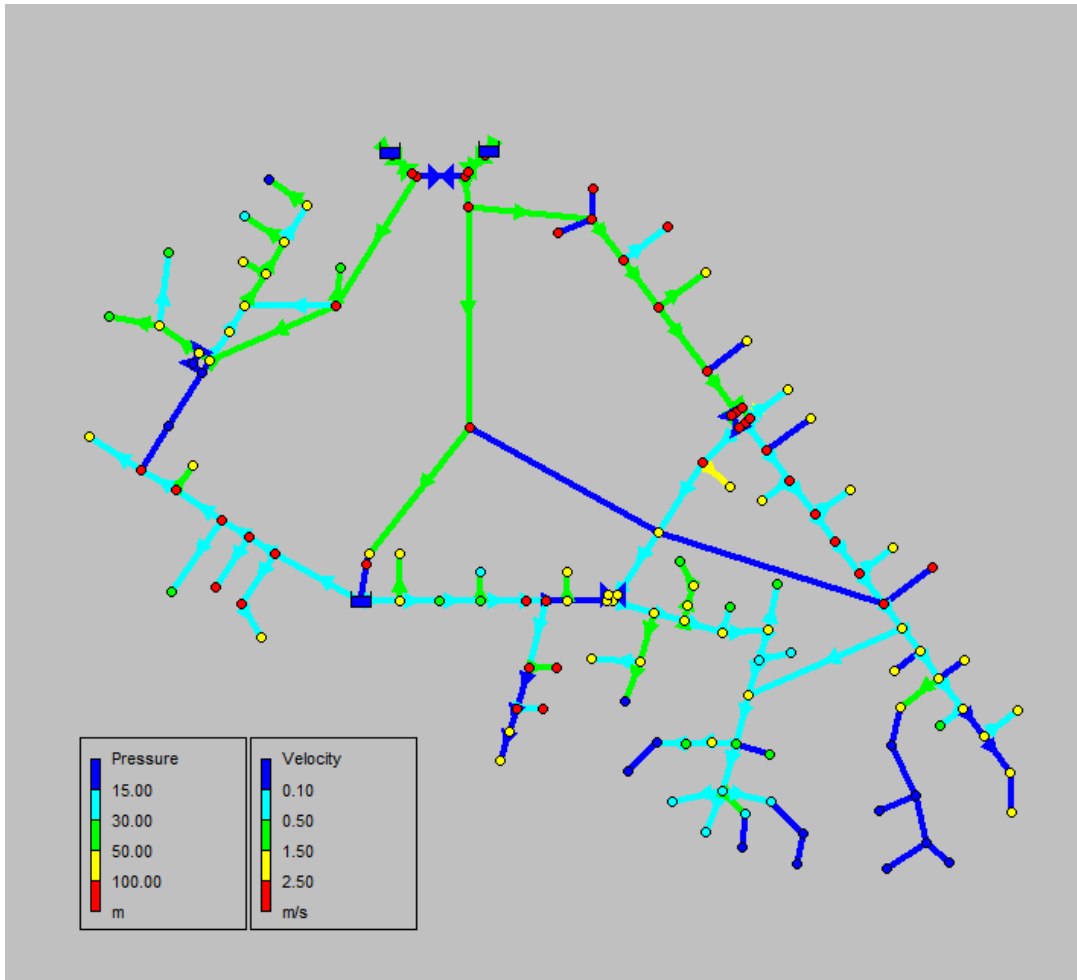


Figura 3: Scenario 5.2.1-Trasferimento dalla Standiana verso Monte Casale in configurazione invernale

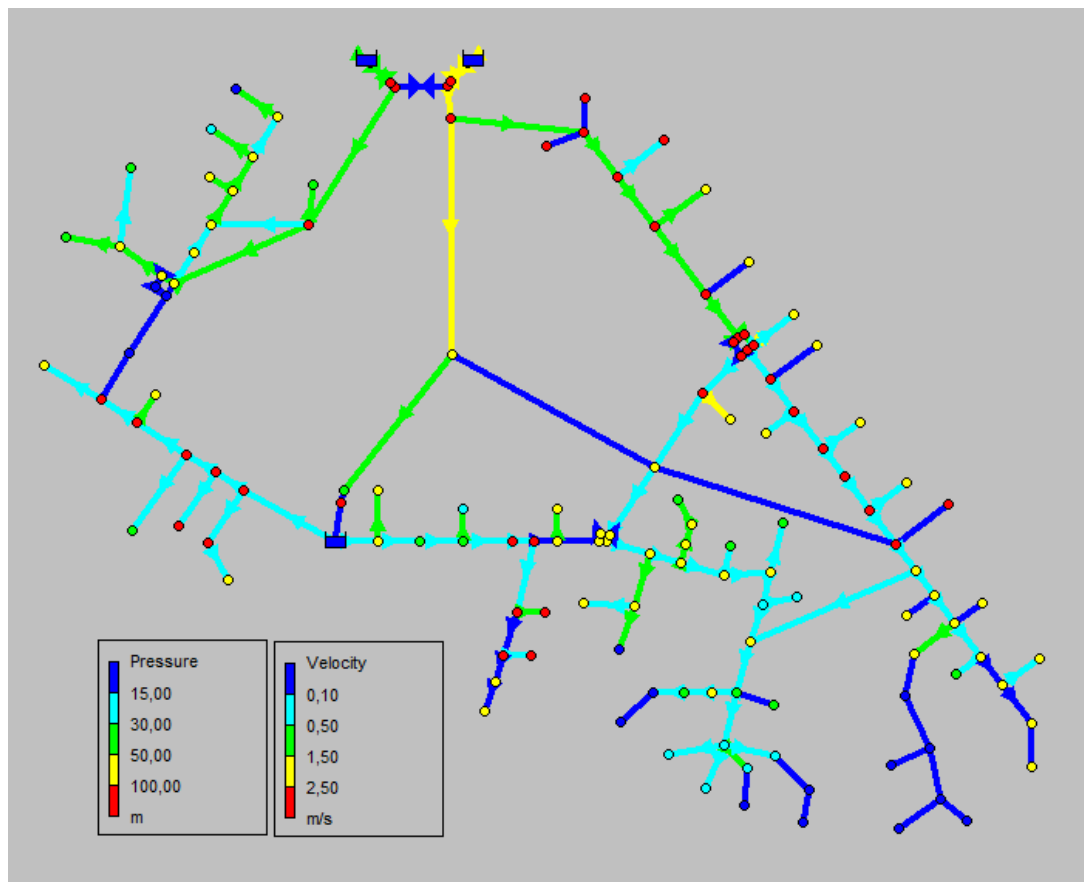


Figura 4: Scenario 5.2.1bis-Trasferimento dalla Standiana verso Monte Casale di maggiore portata in configurazione invernale

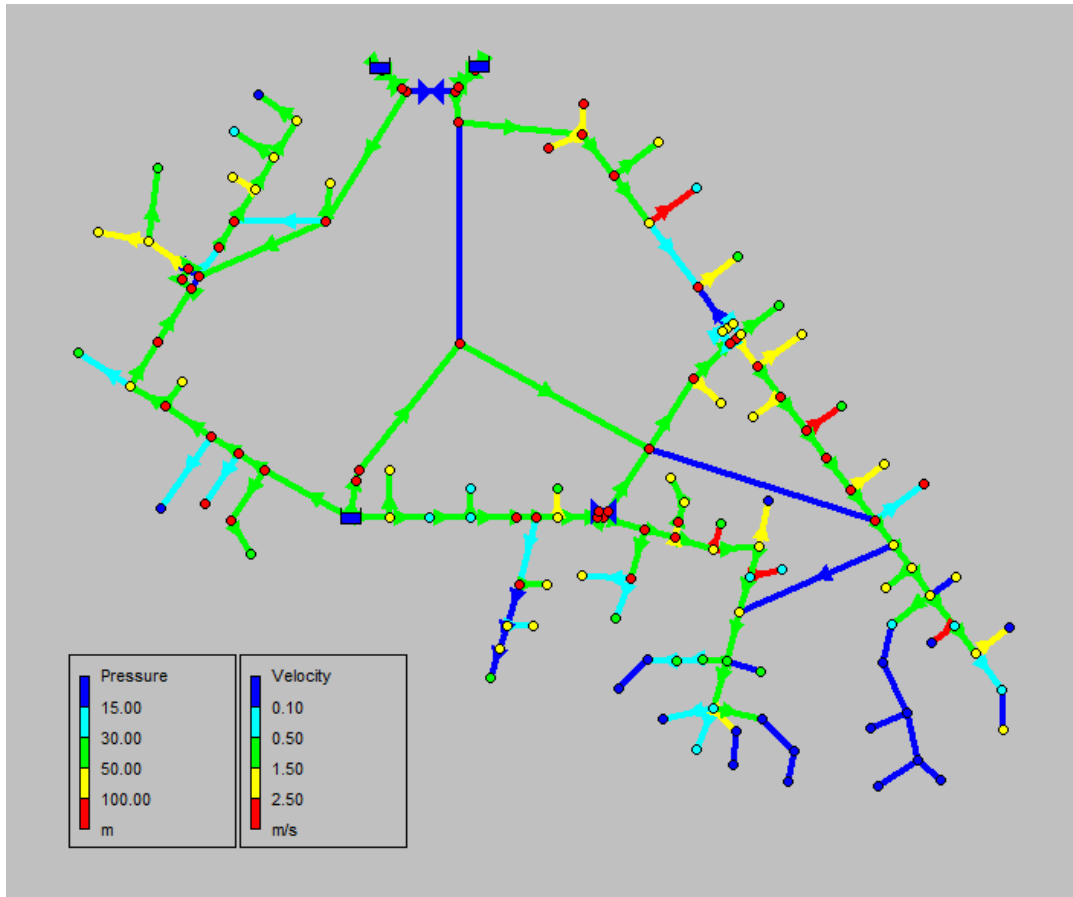


Figura 5: Scenario 6.3.1-Massimi consumi estivi (Fonti locali al minimo)

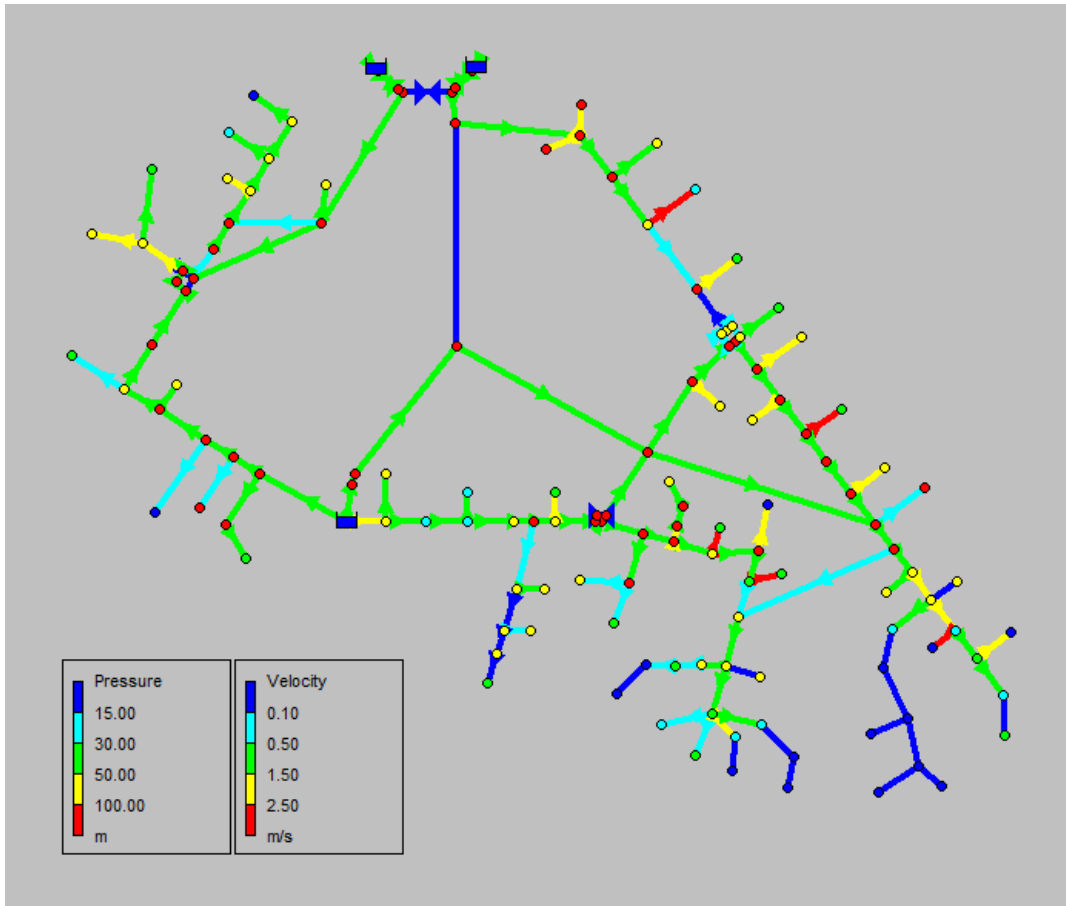


Figura 6: Scenario 6.3.2-Ricerca della massima capacità distributiva



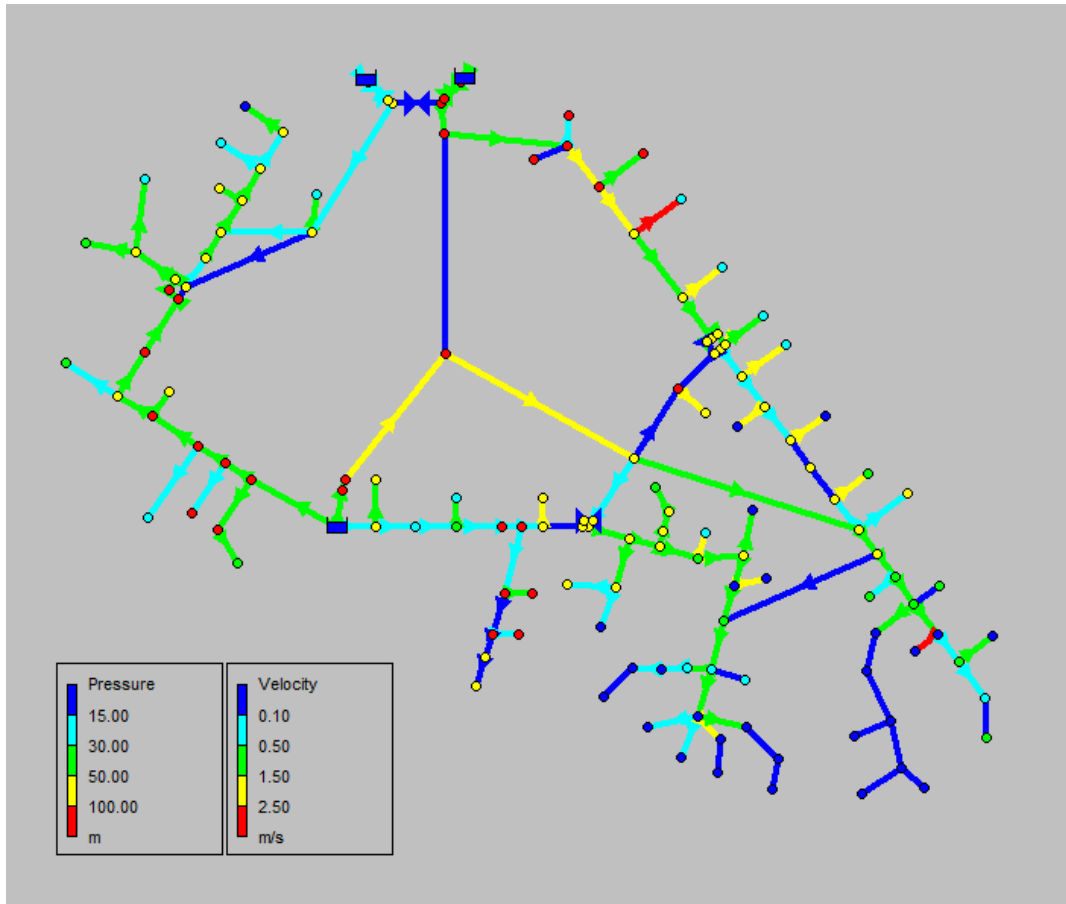


Figura 7: Scenario 7.1.1-Affidabilità della rete in emergenza estiva: interruzione Cesena-Basso Rubicone

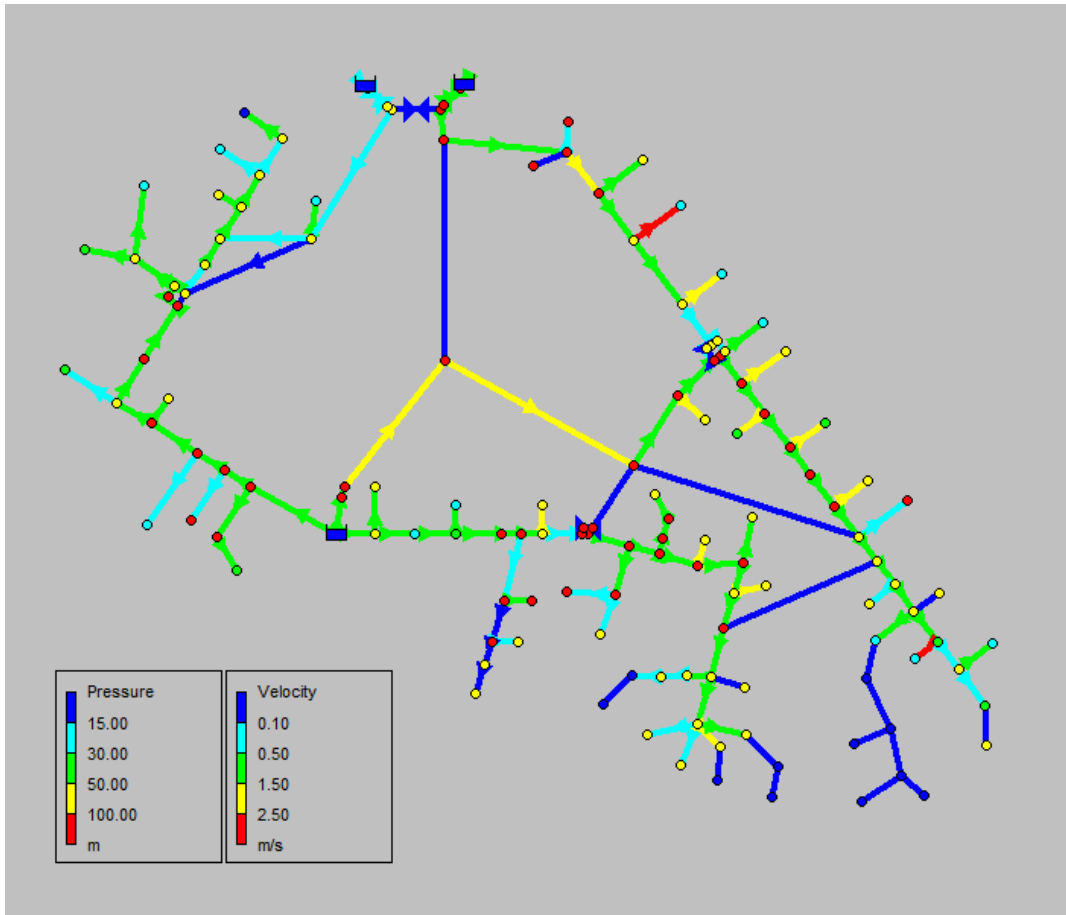


Figura 8: Scenario 7.1.2-Affidabilità della rete in emergenza estiva: interruzione Basso Rubicone-Macerone

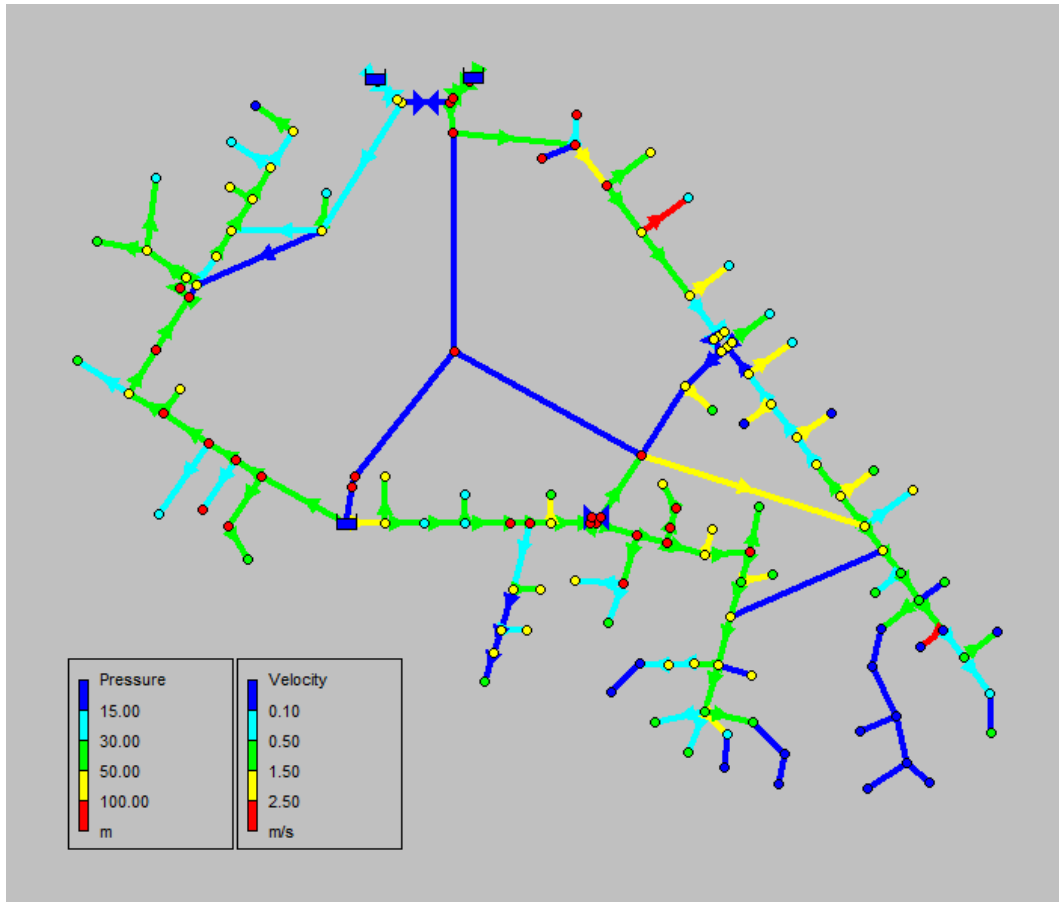


Figura 9: Scenario 7.1.3-Affidabilità della rete in emergenza estiva: interruzione Cesenatico-Bellaria

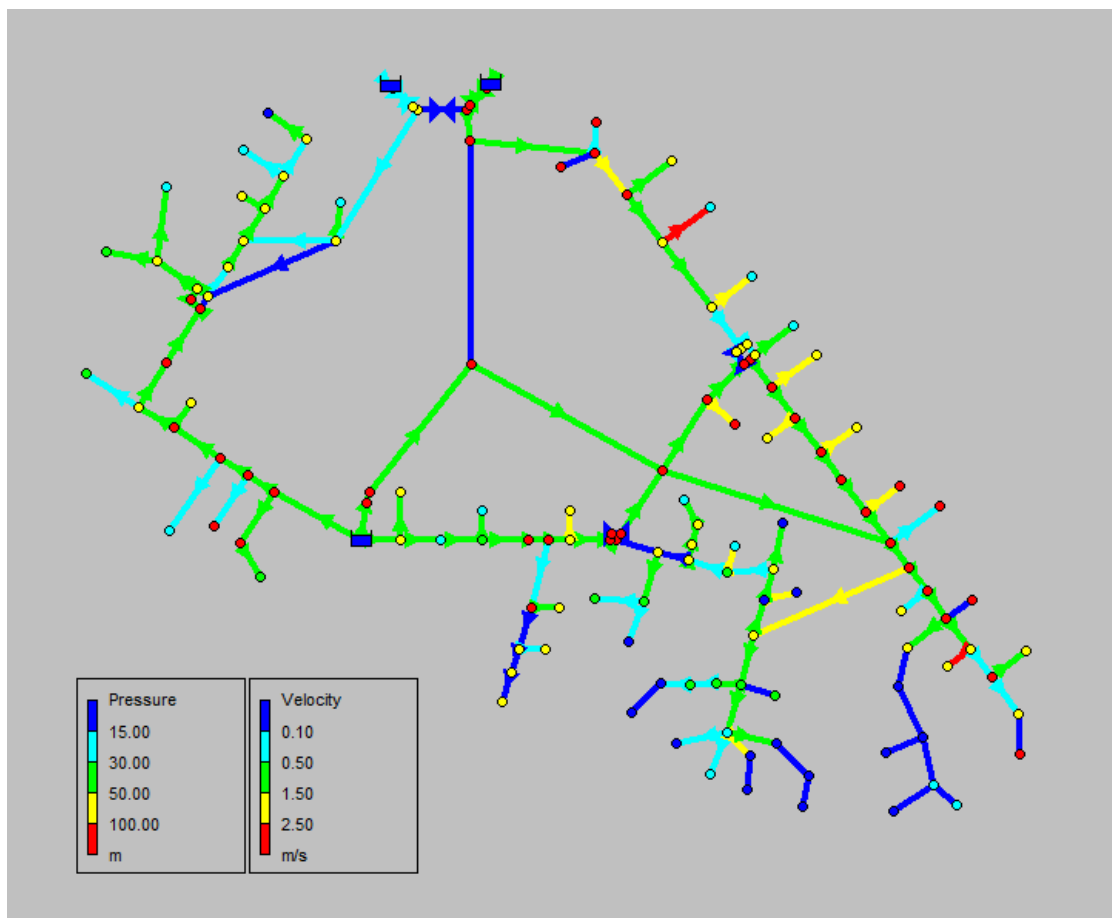


Figura 10: Scenario 7.1.4-Affidabilità della rete in emergenza estiva: interruzione Basso Rubicone-Calisese Longiano

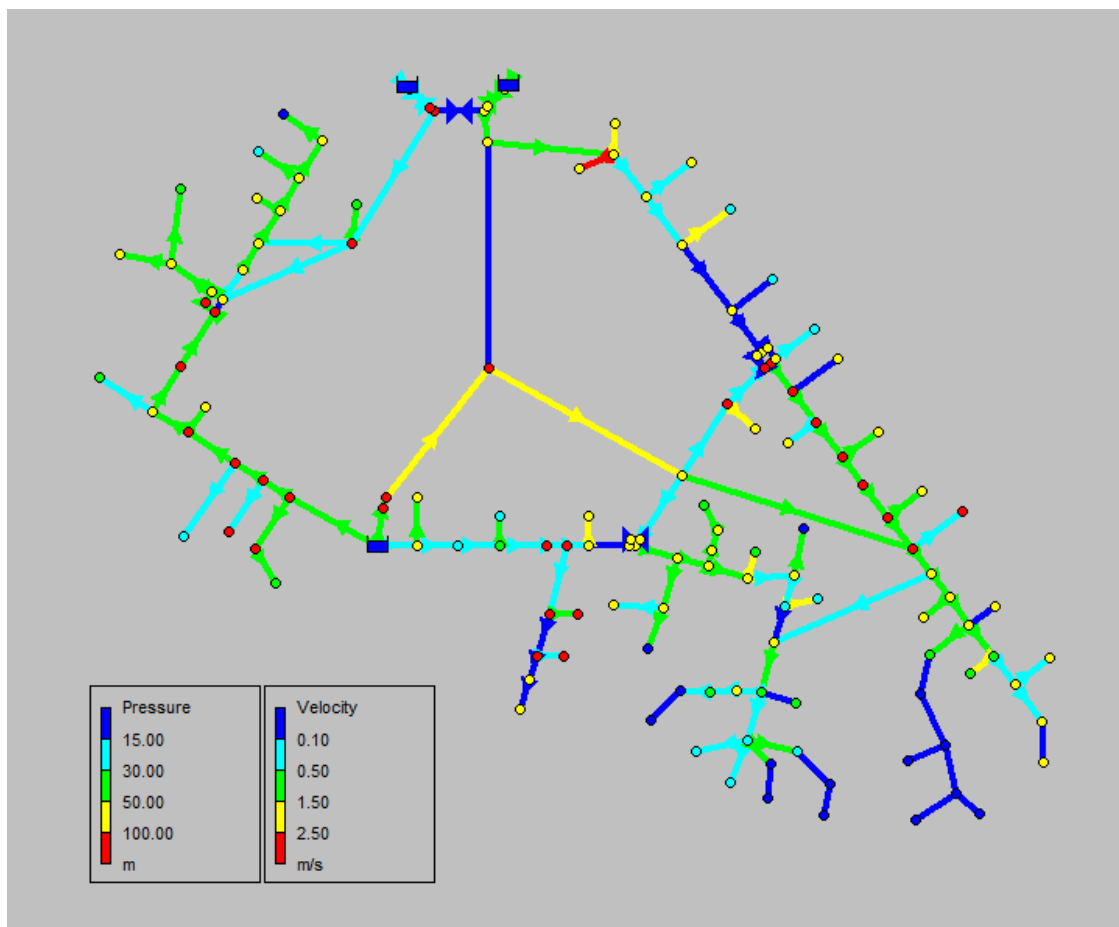


Figura 11: Scenario 7.2.1-Affidabilità della rete in emergenza invernale: interruzione Cesena-Basso Rubicone

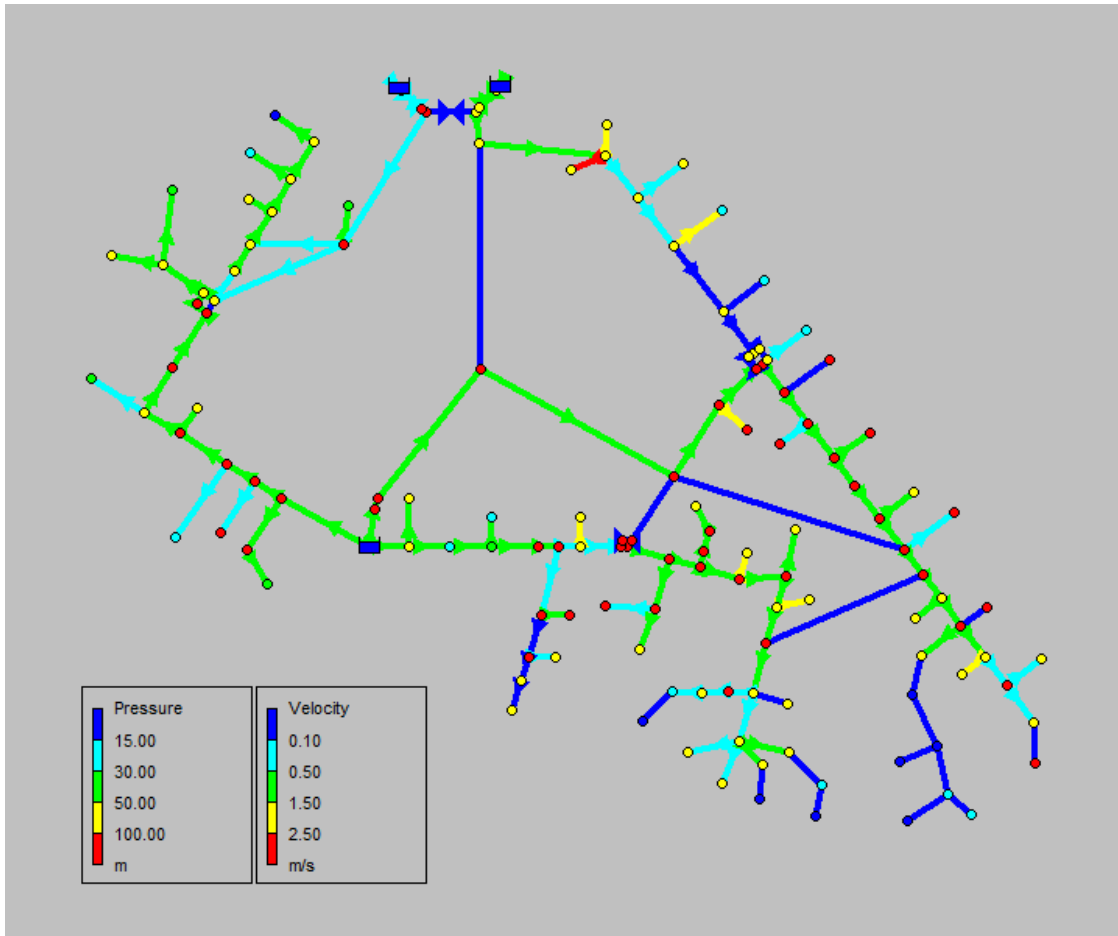


Figura 12: Scenario 7.2.2-Affidabilità della rete in emergenza invernale: interruzione Basso Rubicone-Casone

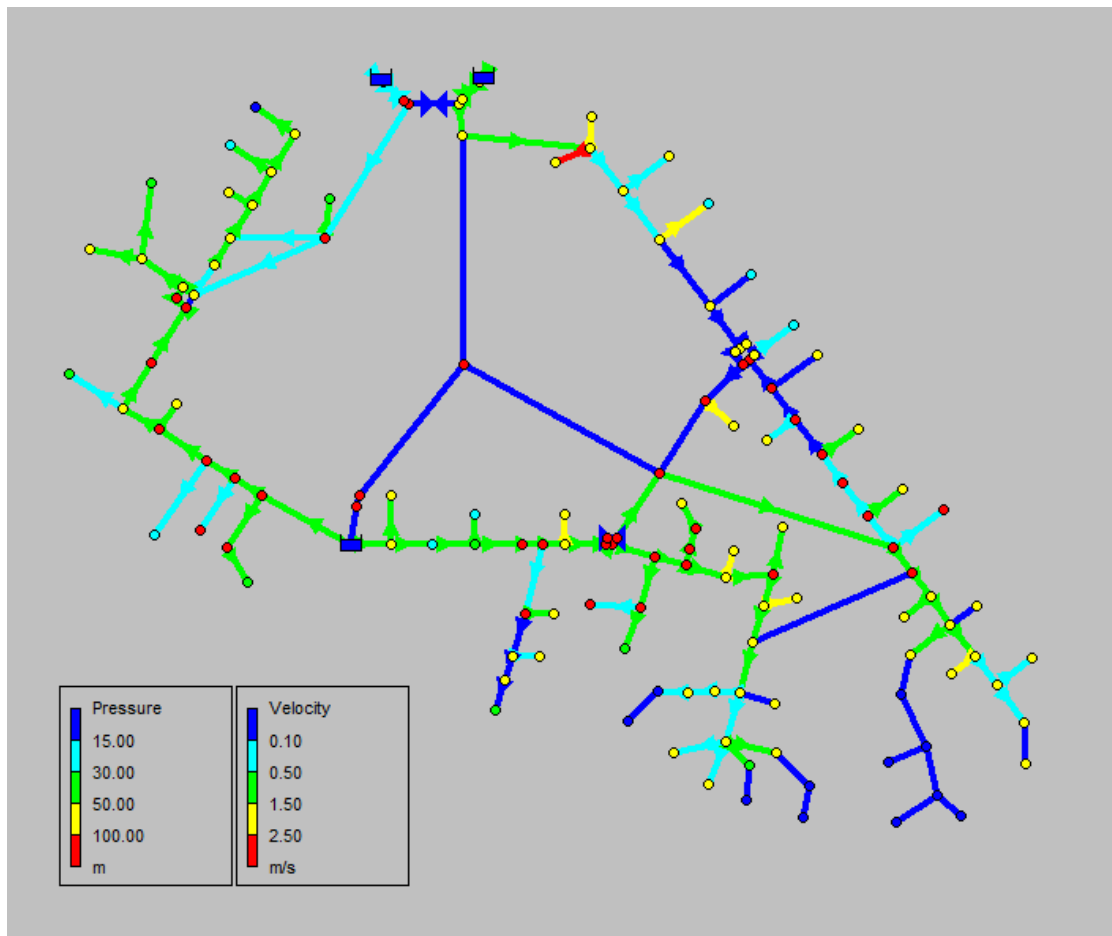


Figura 13: Scenario 7.2.3-Affidabilità della rete in emergenza invernale: interruzione Cesenatico-Bellaria

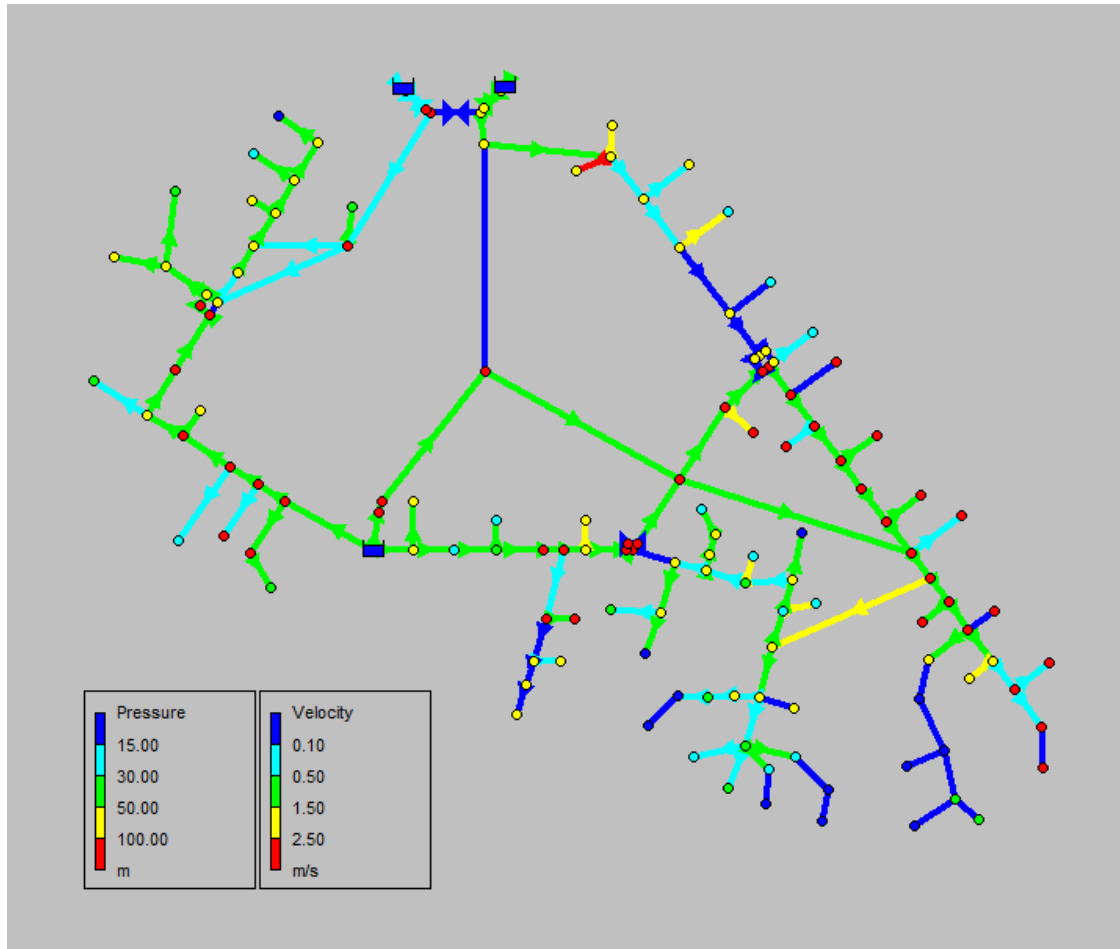


Figura 14: Scenario 7.2.4-Affidabilità della rete in emergenza invernale: interruzione Basso Rubicone-Calise Longiano



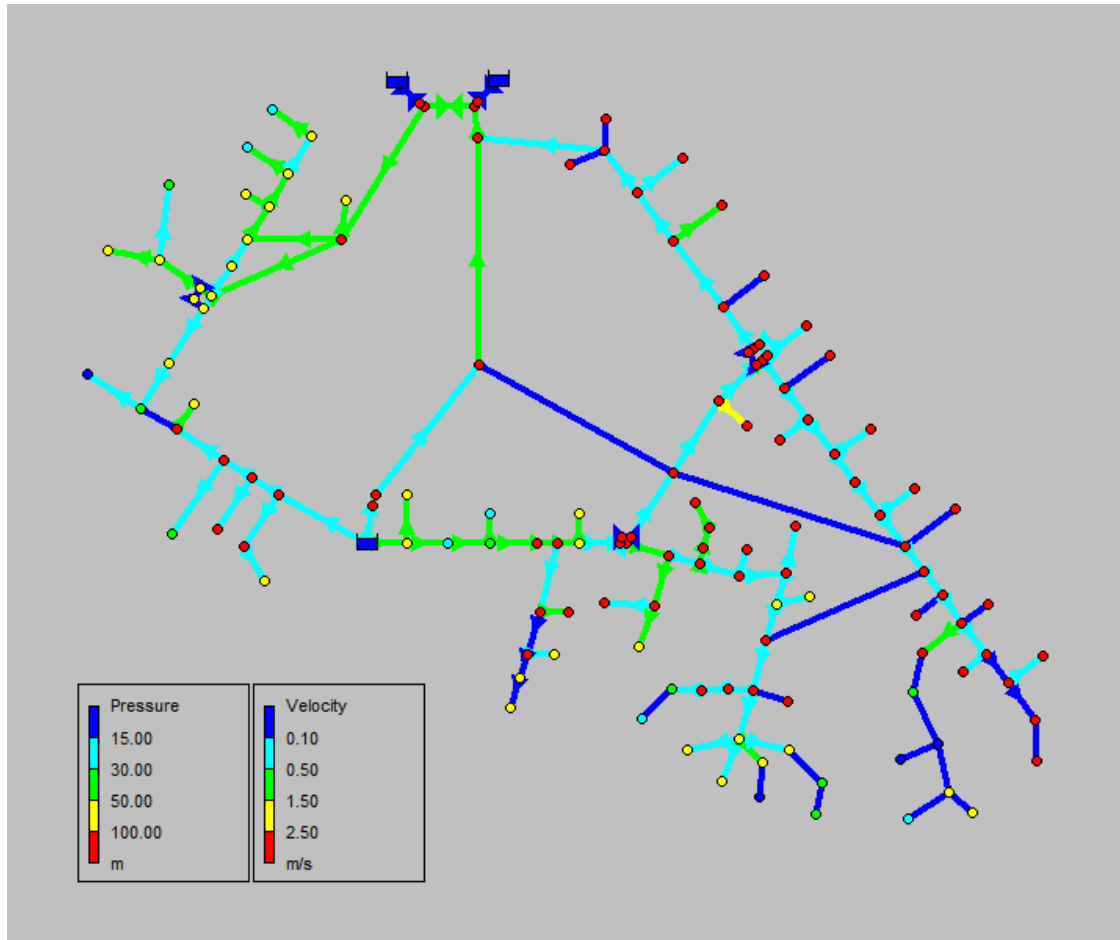


Figura 15: Scenario 7.3.1-Manutenzione straordinaria della rete: interruzione Forlì-Vecchiazzano

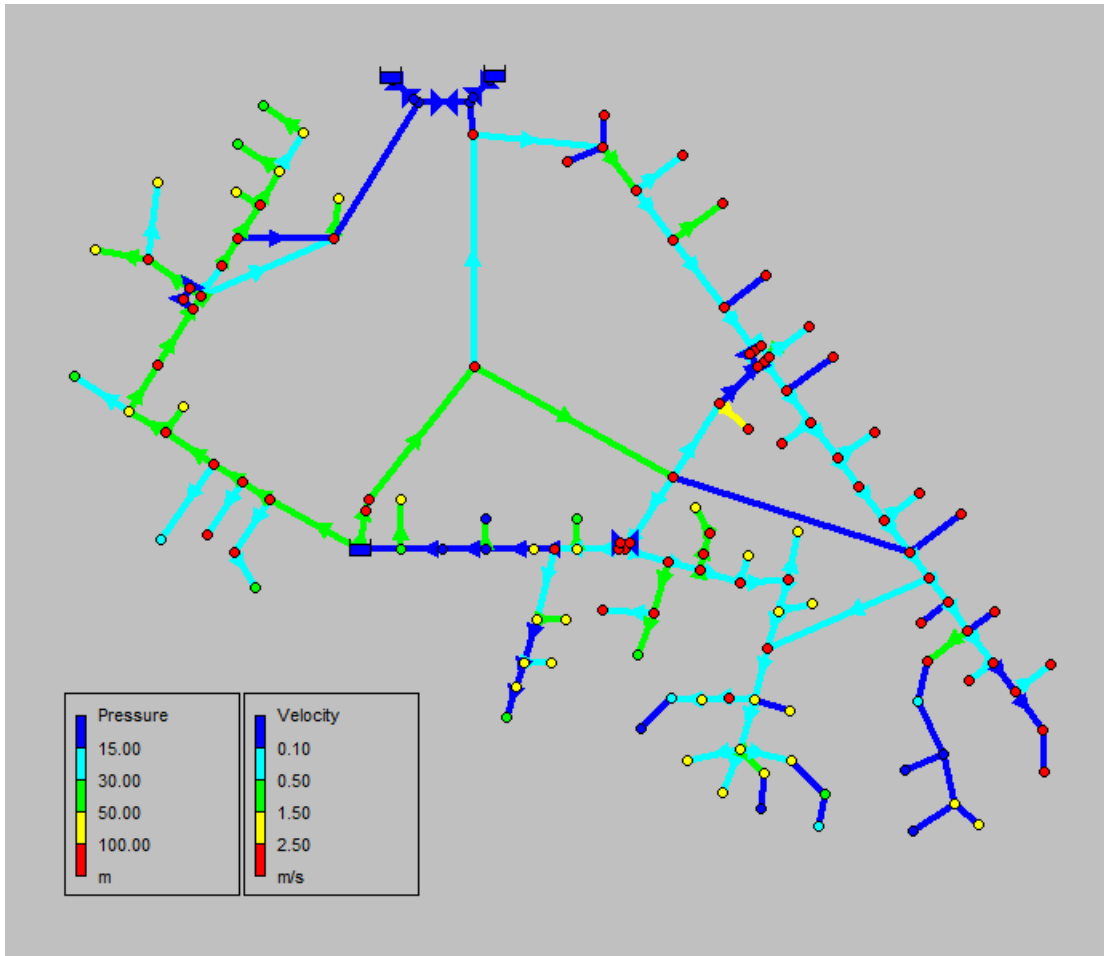


Figura 16: Scenario 7.3.3-Manutenzione straordinaria della rete: interruzione Monte Casale-Forlimpopoli

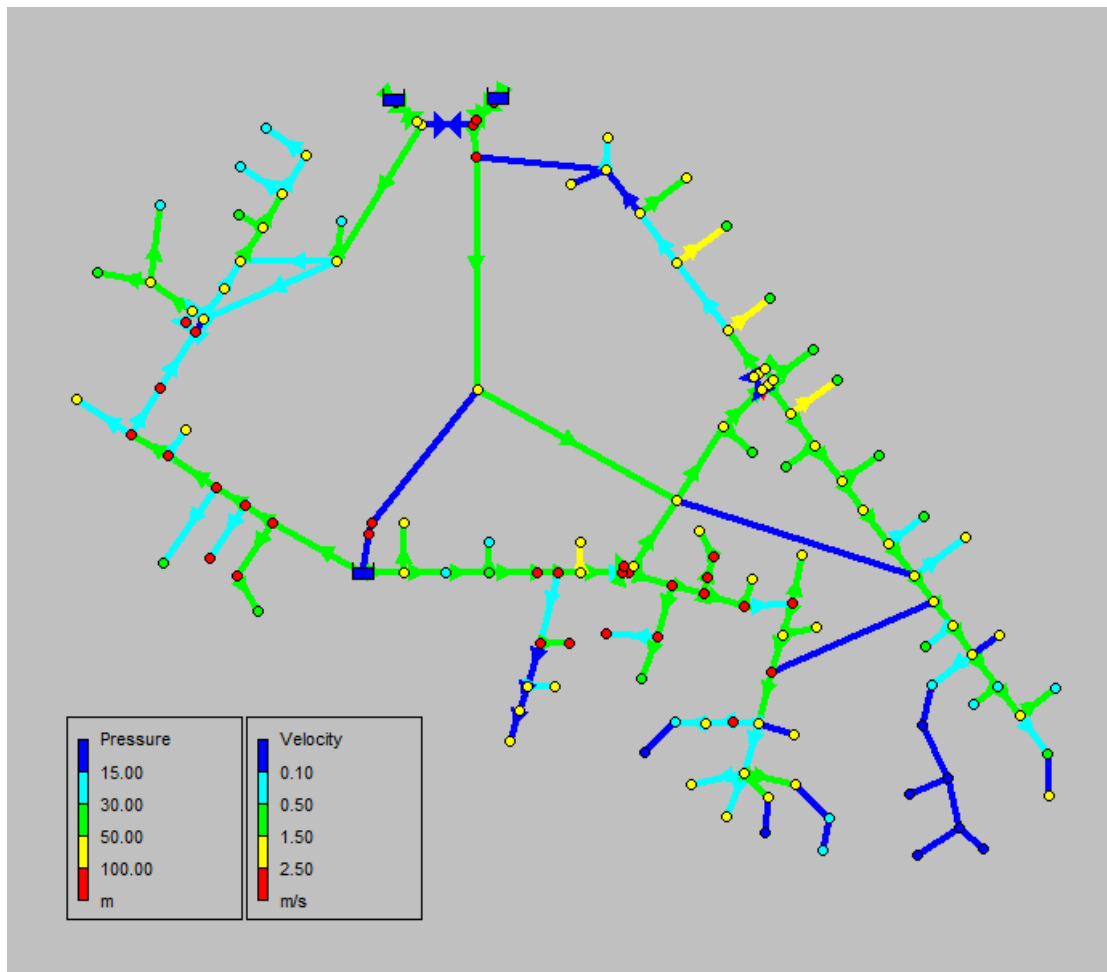


Figura 17: Scenario 8.1.2-Uniformità della risorsa con consumi medi estivi

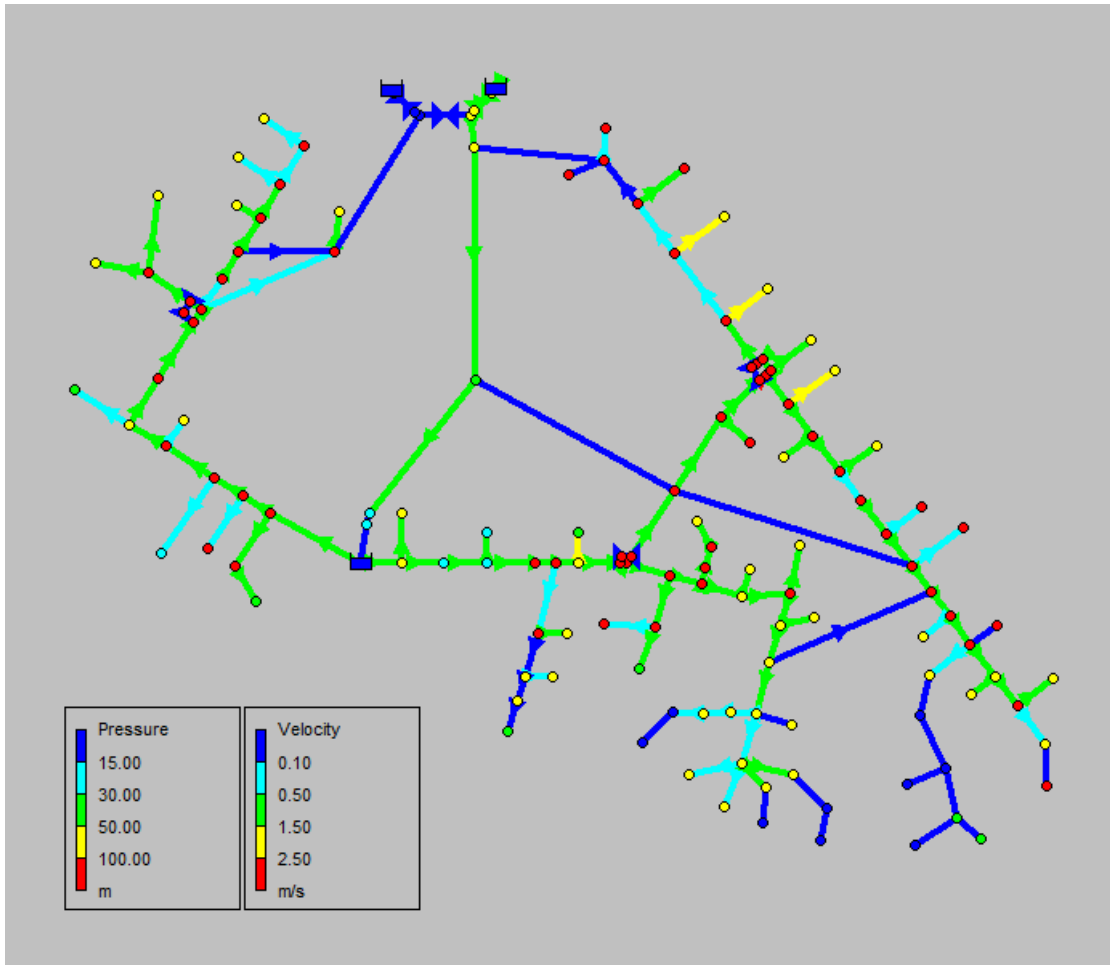


Figura 18: Scenario 8.1.3-Uniformità della risorsa con consumi medi estivi: miscelazione con trasferimento a Monte Casale

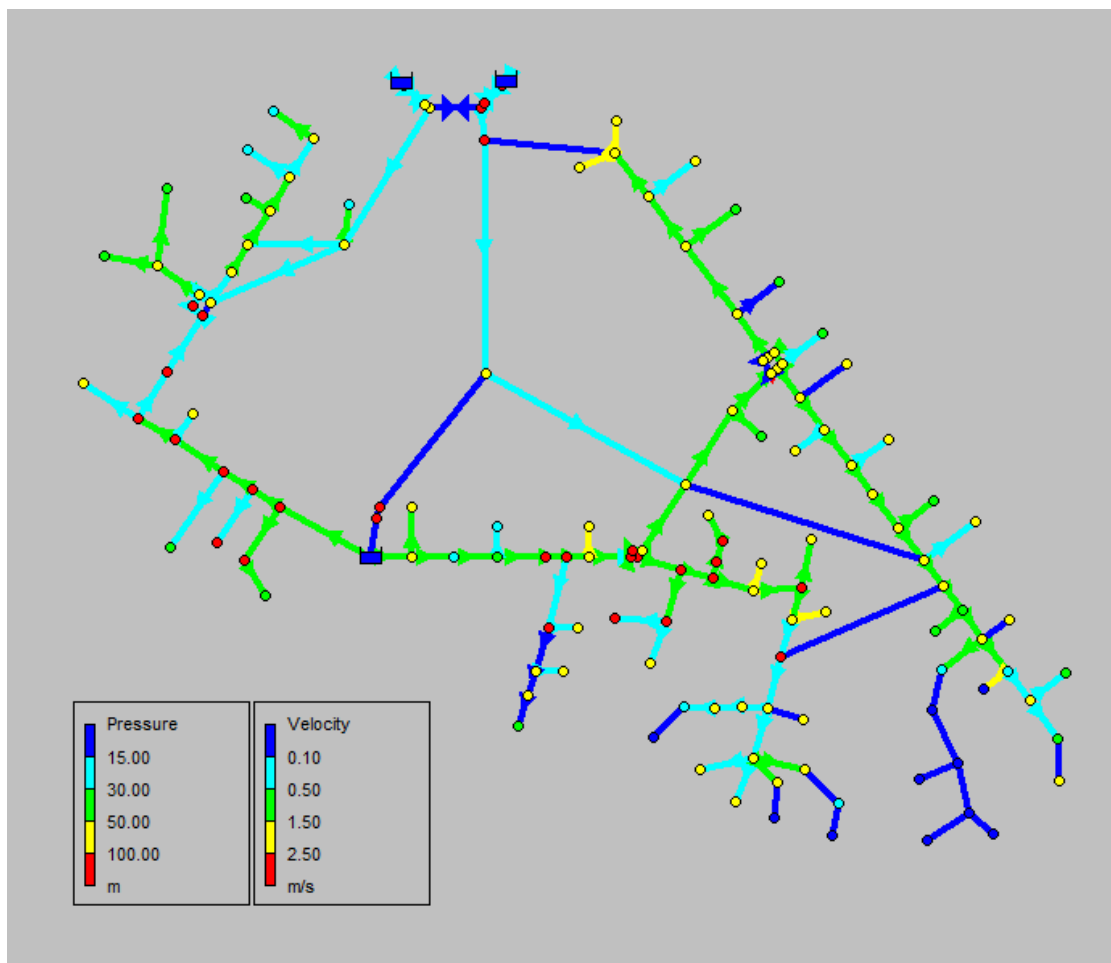


Figura 19: Scenario 8.2.2-Uniformità della risorsa con consumi medi invernali

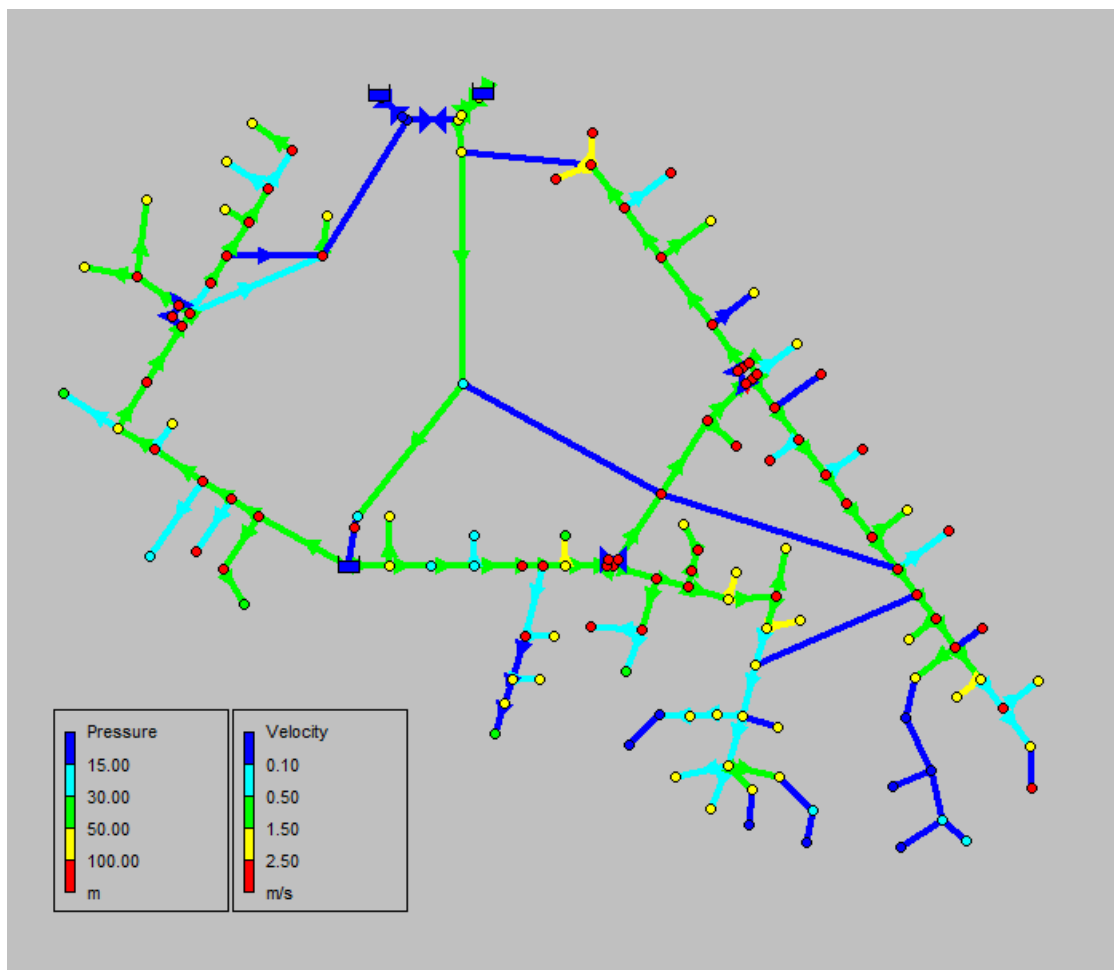


Figura 20: Scenario 8.2.3-Uniformità della risorsa con consumi medi invernali: miscelazione con trasferimento a Monte Casale

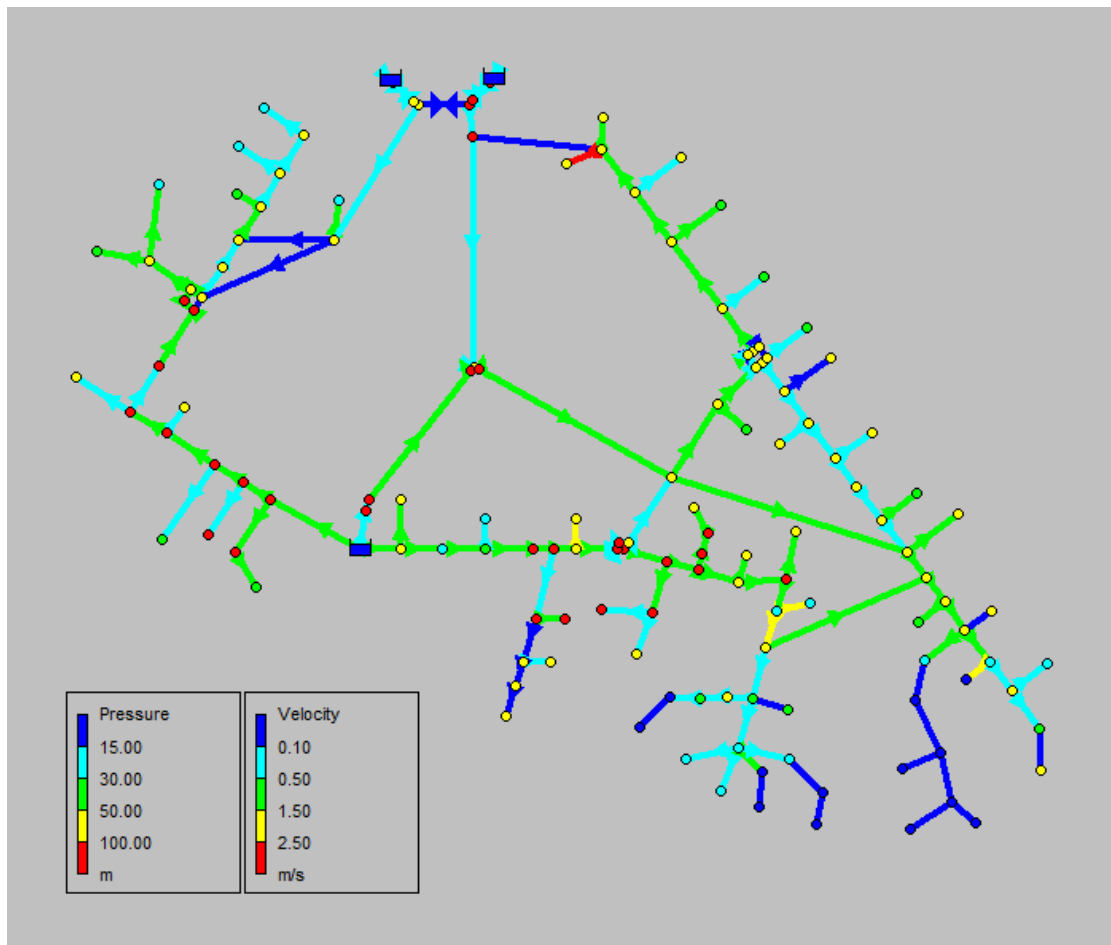


Figura 21: Scenario 9.1.1-Configurazione invernale con miscelazione ottimale

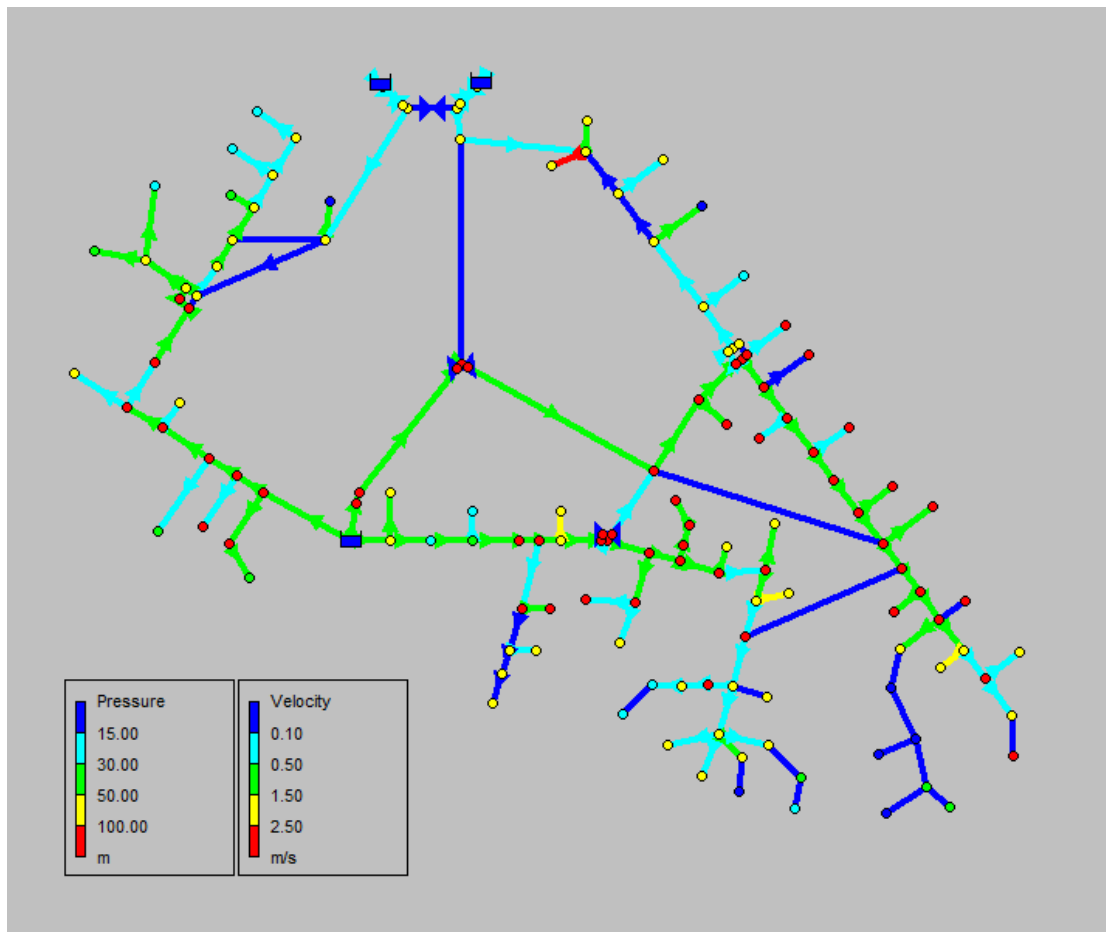


Figura 22: Scenario 9.1.2-Configurazione invernale con minimi consumi energetici



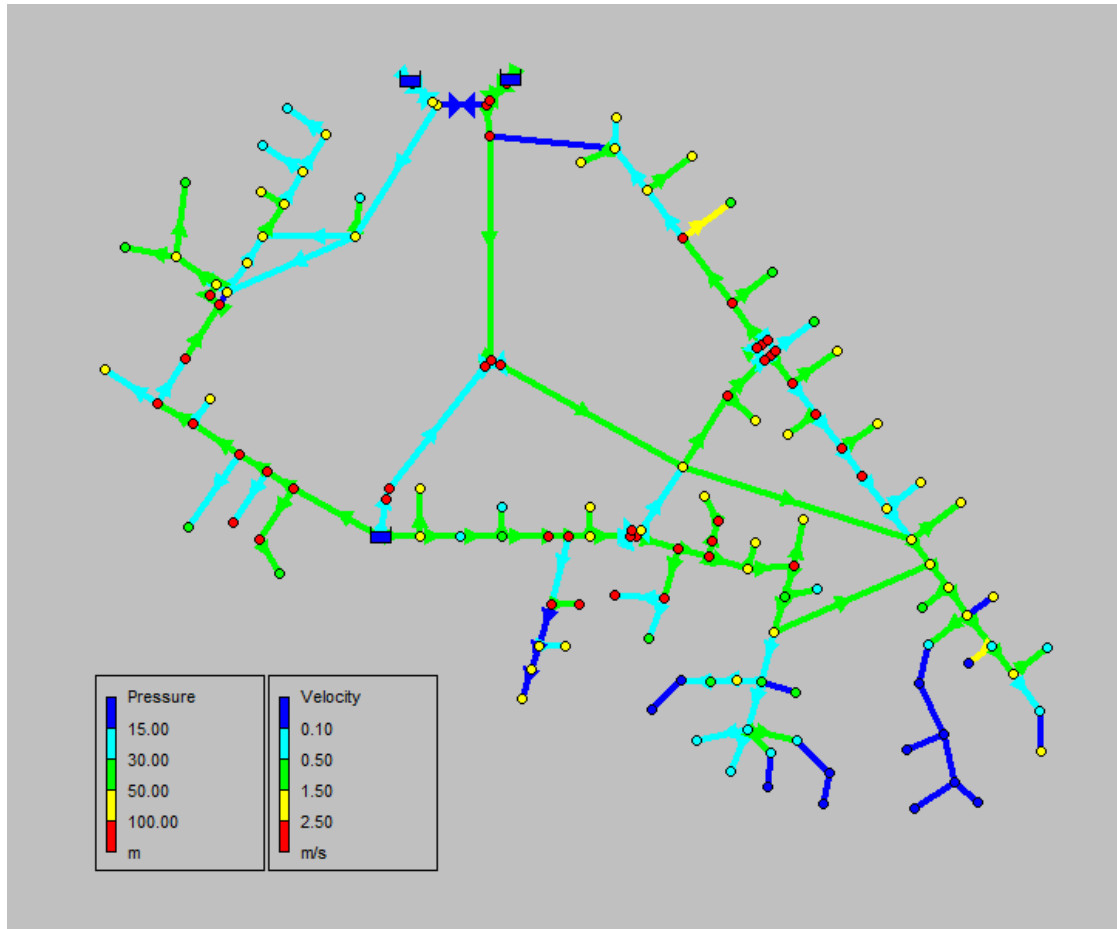


Figura 23: Scenario 9.2.1-Configurazione estiva con miscelazione ottimale

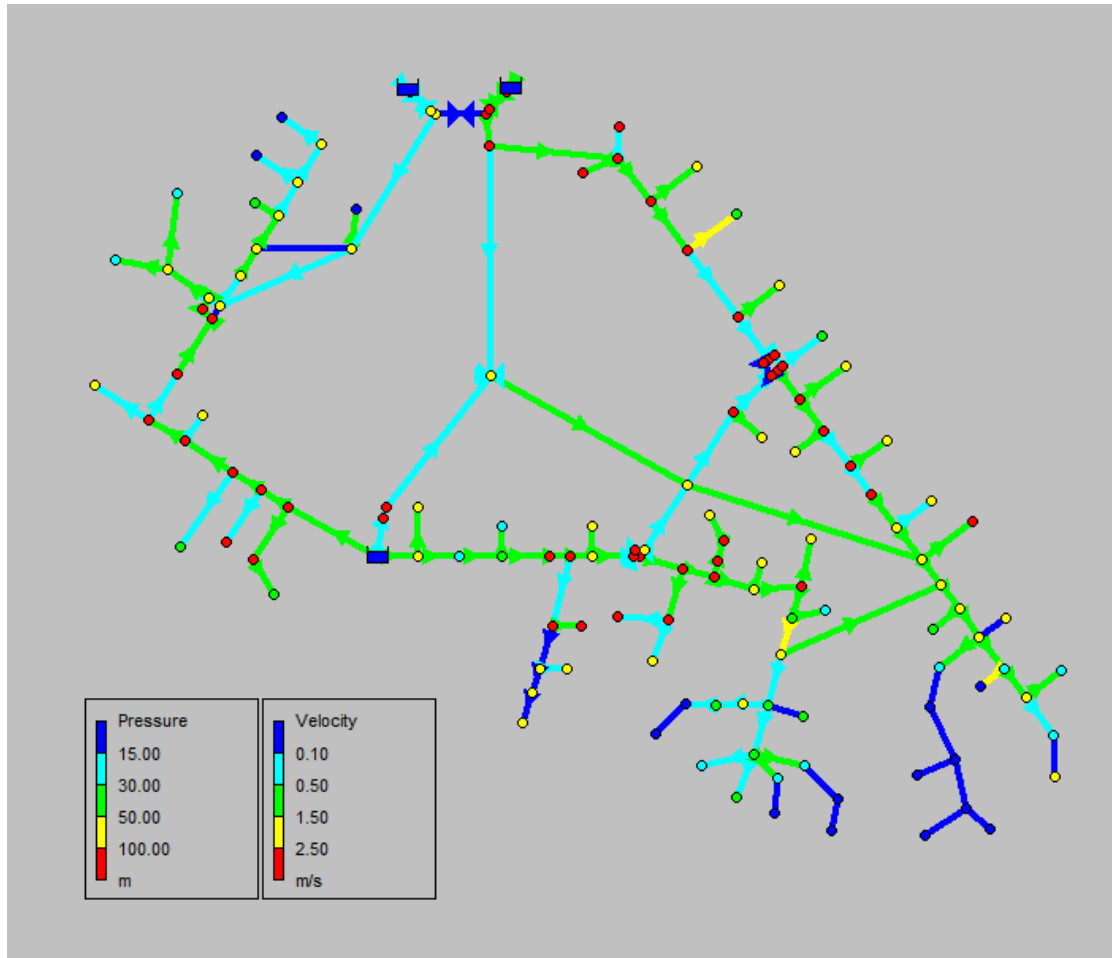


Figura 24: Scenario 9.2.2-Configurazione estiva con minimi consumi energetici

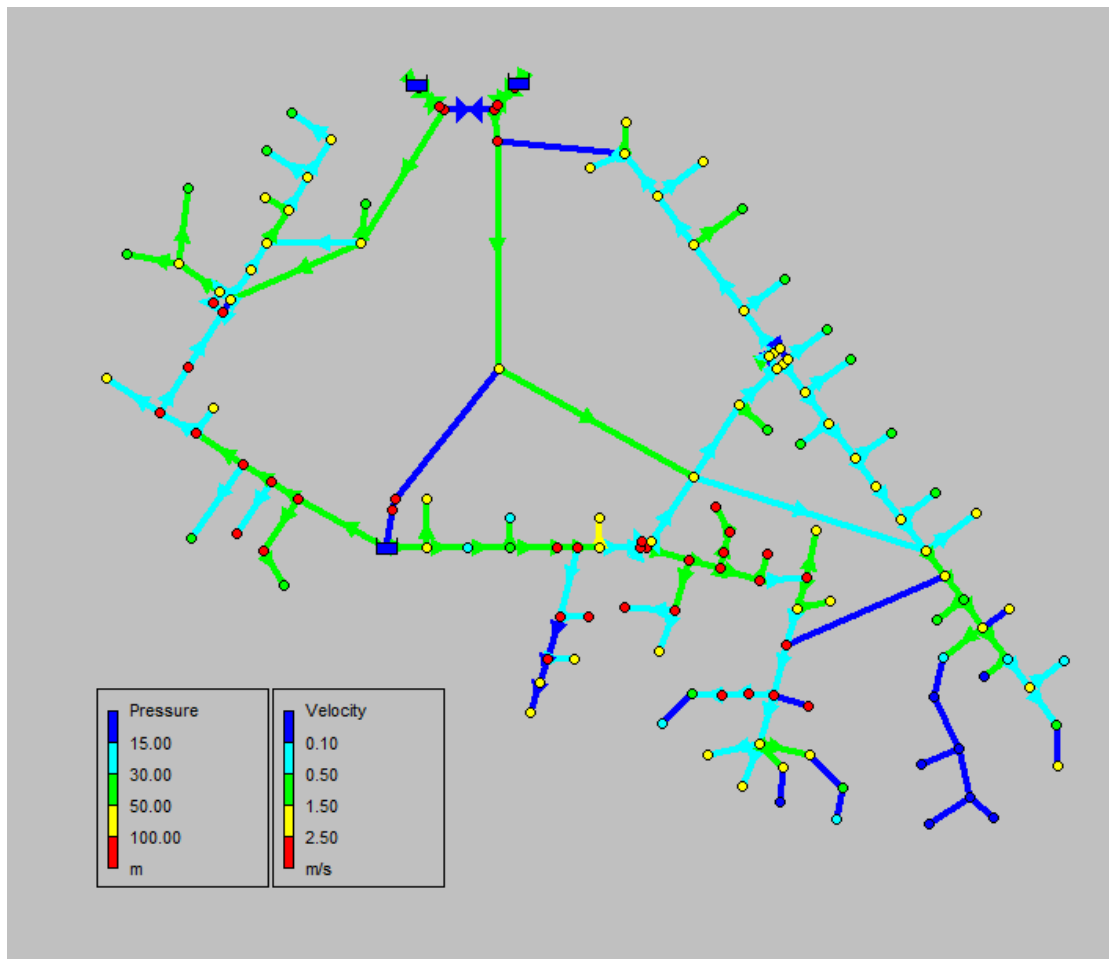


Figura 25: Scenario 9.3.1-Configurazione intermedia con miscelazione ottimale

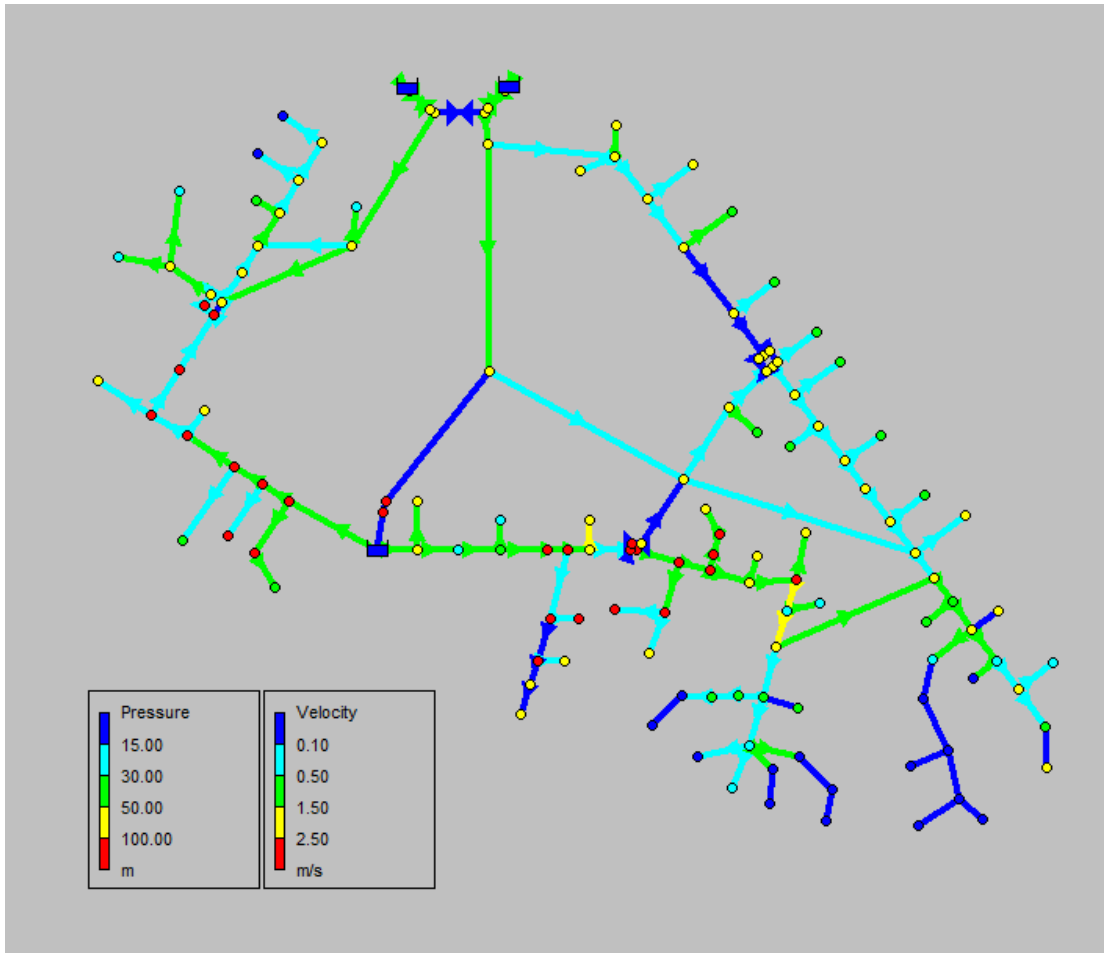


Figura 26: Scenario 9.3.2-Configurazione intermedia con minimi consumi energetici