

INDICE DELL'ALLEGATO 05

05. SIMULAZIONE IDRAULICA DELLE RETI DI ACQUEDOTTO	2
1. INTRODUZIONE.....	2
2. CALCOLO DELLE PORTATE DI VERIFICA DELLE RETI DI ACQUEDOTTO	3
3. SIMULAZIONI IDRAULICHE DELLE RETI DI ACQUEDOTTO MODELLATE CON EPANET	19
3.1 <i>Risultati delle simulazioni</i>	30
4. VERIFICHE IDRAULICHE DELLE RETI DI ACQUEDOTTO CON FORMULE SEMPLIFICATE	36
4.1 <i>Risultati delle verifiche</i>	38

NOTA BENE:

In questo allegato è stato ripreso integralmente lo studio che la società AICOM ha redatto per il Piano d'Ambito "Pilota" dell'ATO della Provincia di Como nel 2007.

05. SIMULAZIONE IDRAULICA DELLE RETI DI ACQUEDOTTO

1. INTRODUZIONE

Per individuare gli interventi migliorativi relativi al sistema idrico è stato svolto l'esame tecnico-funzionale delle reti di acquedotto a servizio dei Comuni dell'Ambito.

La lunghezza complessiva delle reti di adduzione e distribuzione esistenti a servizio del territorio dell'Ambito è di circa 5.845 Km. A livello gestionale, relativamente al sistema di acquedotto, attualmente nel territorio provinciale prevalgono le gestioni in economia rispetto a quelle di tipo industriale.

Per la verifica idraulica delle reti idriche sono state applicate due metodologie di studio sulla base dei dati disponibili dalla ricognizione:

- per gli schemi idrici a servizio delle aree in cui sono presenti gestioni industriali si è utilizzato il codice di calcolo Epanet. Tali schemi presentano una lunghezza totale di circa 1.700 Km, corrispondente al 29% dello sviluppo complessivo delle reti idriche esistenti nel territorio dell'ATO.
- per gli schemi idrici a servizio delle aree in cui sono presenti gestioni in economia, avendo a disposizione minori informazioni dalla ricognizione, si è verificato il funzionamento idraulico del sistema di adduzione adottando formule semplificate (la formula di Darcy per le condotte con funzionamento a gravità e la formula di Bresse per le condotte con sollevamento). Tali schemi presentano una lunghezza totale di circa 4.140 km, corrispondente al 71% dello sviluppo complessivo delle reti idriche esistenti nel territorio dell'ATO.

Nella figura seguente è riportato lo sviluppo planimetrico delle reti di acquedotto nel territorio dell'ATO della Provincia di Como.

2. CALCOLO DELLE PORTATE DI VERIFICA DELLE RETI DI ACQUEDOTTO

La portata di calcolo utilizzata nelle verifiche idrauliche delle reti di acquedotto comunali e intercomunali esistenti è stata determinata attraverso le elaborazioni descritte di seguito.

- Calcolo della *portata media annua* Q_{ma} distinta tra usi civili e produttivi soddisfatti dall'acquedotto, ricavata dal fabbisogno idrico medio annuo (espresso in mc/anno) stimato a livello comunale (rif.to elaborato R05):
 - $Q_{ma} [civ1]$ = portata media annua dovuta alla popolazione residente (a), stabile non residente (b) e fluttuante (c)
 - $Q_{ma} [civ2]$ = portata media annua dovuta ai pendolari per studio e per lavoro (d)
 - $Q_{ma} [prod]$ = portata media annua dovuta alle attività produttive servite dall'acquedotto (e-f)

Il calcolo della Q_{ma} a partire dal fabbisogno idrico stimato espresso in mc/anno è ottenuto applicando la seguente formula:

$$Q_{ma} [...] = \frac{\text{Fabbisogno idrico medio annuo } [...]}{365 \cdot 86,4} \quad [l/sec]$$

Nella seguente tabella sono riportati i valori delle portate medie annue per tutti i Comuni dell'ATO riferite allo scenario attuale.

Tabella 1- Portate medie annue per usi civili e produttivi nello scenario attuale

SCENARIO ATTUALE	USI CIVILI		USI PRODUTTIVI
	a-b-c	d	e-f
	$Q_{ma}[civ1]$	$Q_{ma}[civ2]$	$Q_{ma}[prod]$
COMUNE	l/sec	l/sec	l/sec
Albavilla	19,5	0,3	4,0
Albese con Cassano	12,2	0,5	2,5
Albiolo	6,8	0,1	0,2
Alserio	3,3	0,0	0,7
Alzate Brianza	13,8	0,3	2,8
Anzano del Parco	4,9	0,1	1,0
Appiano Gentile	23,1	0,6	4,7
Argegno	2,0	0,1	0,0
Arosio	13,7	0,4	2,8
Asso	9,6	0,2	1,9
Barni	1,5	0,0	0,0
Bellagio	9,7	0,4	0,8
Bene Lario	0,9	0,0	0,2
Beregazzo con Figliaro	7,0	0,1	1,4

SCENARIO ATTUALE	USI CIVILI		USI PRODUTTIVI
	a-b-c	d	e-f
	Qma[civ1]	Qma[civ2]	Qma[prod]
COMUNE	l/sec	l/sec	l/sec
Binago	12,7	0,2	2,6
Bizzarone	4,5	0,1	0,6
Blessagno	0,8	0,0	0,0
Blevio	3,7	0,0	0,0
Bregnano	16,6	0,3	3,4
Brenna	5,5	0,1	1,1
Brienno	1,3	0,0	0,0
Brunate	5,3	0,1	0,0
Bulgarograsso	9,0	0,2	1,8
Cabiate	21,9	0,4	4,5
Cadorago	21,4	0,5	4,4
Caglio	1,1	0,0	0,2
Cagno	5,6	0,1	1,1
Campione d'Italia	6,8	0,5	0,0
Cantu'	122,1	4,4	25,3
Canzo	14,8	0,4	3,0
Capiago Intimiano	14,6	0,2	2,6
Carate Urio	3,6	0,1	0,4
Carbonate	7,7	0,1	1,6
Carimate	11,5	0,3	2,4
Carlazzo	8,4	0,2	1,7
Carugo	17,3	0,3	3,5
Casasco d'Intelvi	1,4	0,0	0,0
Caslino d'Erba	5,2	0,1	1,0
Casnate con Bernate	13,2	0,7	2,8
Cassina Rizzardi	7,2	0,2	1,5
Castelmarte	3,8	0,1	0,8
Castelnuovo Bozzente	2,3	0,0	0,2
Castiglione d'Intelvi	2,4	0,0	0,5
Cavallasca	8,3	0,1	1,4
Cavargna	0,9	0,0	0,0
Cerano d'Intelvi	1,5	0,1	0,1
Cermenate	27,9	0,6	5,7
Cernobbio	23,0	0,7	3,9
Cirimido	5,8	0,1	1,2
Civenna	2,0	0,0	0,0
Claino con Osteno	1,6	0,0	0,0
Colonno	1,7	0,0	0,0
Como	297,8	18,3	63,2
Consiglio di Rumo	3,6	0,1	0,0
Corrido	2,2	0,0	0,0
Cremia	2,3	0,0	0,0
Cucciago	9,6	0,2	2,0
Cusino	0,8	0,0	0,0
Dizzasco	1,8	0,0	0,0
Domaso	4,8	0,2	0,2

SCENARIO ATTUALE	USI CIVILI		USI PRODUTTIVI
	a-b-c	d	e-f
	Qma[civ1] l/sec	Qma[civ2] l/sec	Qma[prod] l/sec
Dongo	10,5	0,3	2,2
Dosso del Liro	0,9	0,0	0,0
Drezzo	3,0	0,0	0,2
Erba	57,2	2,7	12,0
Eupilio	7,5	0,1	1,4
Faggeto Lario	3,5	0,0	0,0
Faloppio	10,4	0,2	2,1
Fenegro'	7,7	0,1	1,6
Figino Serenza	14,0	0,3	2,9
Fino Mornasco	26,7	0,8	5,5
Garzeno	3,1	0,0	0,0
Gera Lario	2,7	0,1	0,6
Germasino	0,8	0,0	0,0
Gironico	6,1	0,1	1,2
Grandate	8,8	1,1	2,0
Grandola ed Uniti	3,8	0,1	0,8
Gravedona	8,2	0,4	0,6
Griante	3,0	0,1	0,0
Guanzate	16,4	0,5	3,4
Inverigo	25,4	0,5	5,2
Laglio	2,7	0,0	0,0
Laino	1,4	0,0	0,2
Lambrugo	6,6	0,1	1,3
Lanzo d'Intelvi	4,0	0,1	0,6
Lasnigo	1,2	0,0	0,2
Lenno	5,4	0,1	0,6
Lezzeno	6,2	0,1	0,0
Limido Comasco	6,8	0,1	1,4
Lipomo	17,9	0,5	3,7
Livo	0,6	0,0	0,0
Locate Varesino	11,9	0,2	2,4
Lomazzo	25,8	0,6	5,3
Longone al Segrino	4,6	0,1	0,4
Luisago	7,1	0,2	1,5
Lurago d'Erba	14,4	0,3	2,9
Lurago Marinone	5,9	0,1	1,2
Lurate Caccivio	31,5	0,6	6,4
Magreglio	1,4	0,0	0,0
Mariano Comense	70,7	2,1	14,5
Maslianico	10,4	0,2	2,1
Menaggio	10,1	0,9	0,2
Merone	10,8	0,3	2,2
Mezzegra	2,9	0,0	0,0
Moltrasio	5,6	0,1	0,0
Monguzzo	5,8	0,1	1,2
Montano Lucino	12,9	0,7	0,6

SCENARIO ATTUALE	USI CIVILI		USI PRODUTTIVI
	a-b-c	d	e-f
	Qma[civ1]	Qma[civ2]	Qma[prod]
COMUNE	l/sec	l/sec	l/sec
Montemezzo	0,9	0,0	0,0
Montorfano	7,5	0,2	1,5
Mozzate	22,3	0,5	4,6
Musso	3,2	0,0	0,0
Nesso	3,9	0,1	0,3
Novedrate	8,7	0,2	1,8
Olgiate Comasco	36,0	1,0	7,4
Oltrona di San Mamette	6,3	0,1	1,3
Orsenigo	7,1	0,2	1,4
Ossuccio	2,8	0,1	0,4
Pare'	4,6	0,1	0,9
Peglio	0,6	0,0	0,0
Pellio Intelvi	2,8	0,1	0,4
Pianello del Lario	3,1	0,1	0,1
Pigra	0,9	0,0	0,0
Plesio	2,4	0,0	0,5
Pognana Lario	2,7	0,0	0,0
Ponna	0,8	0,0	0,0
Ponte Lambro	12,2	0,3	2,5
Porlezza	13,2	0,4	2,7
Proserpio	2,7	0,0	0,6
Pusiano	3,5	0,0	0,7
Ramponio Verna	1,5	0,1	0,0
Rezzago	0,8	0,0	0,0
Rodero	3,2	0,0	0,2
Ronago	4,5	0,0	0,7
Rovellasca	20,3	0,4	4,1
Rovello Porro	17,9	0,3	3,6
Sala Comacina	1,8	0,1	0,0
San Bartolomeo Val Cavargna	3,4	0,0	0,2
San Fedele Intelvi	4,5	0,2	0,0
San Fermo della Battaglia	12,7	0,2	2,6
San Nazzaro Val Cavargna	1,3	0,0	0,0
Schignano	2,8	0,0	0,6
Senna Comasco	8,3	0,2	1,7
Solbiate	7,1	0,1	1,5
Sorico	4,1	0,1	0,5
Sormano	1,9	0,0	0,3
Stazzona	2,0	0,0	0,0
Tavernerio	17,4	0,5	2,4
Torno	3,7	0,1	0,0
Tremezzo	4,7	0,1	0,0
Trezzone	0,6	0,0	0,0
Turate	25,9	0,7	5,3
Uggiate-Trevano	11,6	0,2	2,4
Valbrona	7,4	0,1	1,5

SCENARIO ATTUALE	USI CIVILI		USI PRODUTTIVI
	a-b-c	d	e-f
	Qma[civ1]	Qma[civ2]	Qma[prod]
COMUNE	l/sec	l/sec	l/sec
Valmorea	7,7	0,1	0,4
Val Rezzo	0,7	0,0	0,0
Valsolda	5,3	0,1	0,1
Veleso	0,9	0,0	0,0
Veniano	7,0	0,1	1,4
Vercana	2,2	0,0	0,0
Vertemate con Minoprio	11,6	0,5	2,4
Villa Guardia	21,0	0,6	4,3
Zelbio	0,6	0,0	0,1
San Siro (2)	5,7	0,1	0,0
Totale Provincia Como	1.760,1	56,8	322,2

- Calcolo della *portata di punta* $Q_{mg} [civ1]$ relativa al giorno di massimo consumo e riferita alla popolazione residente, stabile non residente e fluttuante, secondo quanto previsto nel PTUA:

$$Q_{mg} [civ1] = C_g \times Q_{ma} [civ1] \quad [l/sec]$$

dove C_g è il coefficiente per il giorno dei massimi consumi variabile per ogni Comune in funzione della popolazione residente come indicato nella seguente tabella.

Tabella 2 - Coefficienti di punta nei giorni di max consumo

Abitanti comune (P)	Coefficiente C_g
$P < 50.000$	1.5
$50.000 < P < 100.000$	1.4
$P > 100.000$	1.3

Fonte: PTUA Regione Lombardia

Nella tabella seguente sono indicate le portate di punta calcolate $Q_{mg} [civ1]$ per tutti i Comuni dell'ATO riferite allo scenario attuale.

Tabella 3 - Portate di punta Qmg [civ1] per usi civili nello scenario attuale

SCENARIO ATTUALE	USI CIVILI		
	a-b-c	a-b-c	a-b-c
	Qma[civ1]	Coefficiente di punta	Qmg
COMUNE	l/sec		l/sec
Albavilla	19,5	1,5	29,3
Albese con Cassano	12,2	1,5	18,3
Albiolo	6,8	1,5	10,2
Alserio	3,3	1,5	5,0
Alzate Brianza	13,8	1,5	20,7
Anzano del Parco	4,9	1,5	7,3
Appiano Gentile	23,1	1,5	34,7
Argegno	2,0	1,5	3,0
Arosio	13,7	1,5	20,5
Asso	9,6	1,5	14,3
Barni	1,5	1,5	2,3
Bellagio	9,7	1,5	14,5
Bene Lario	0,9	1,5	1,4
Beregazzo con Figliaro	7,0	1,5	10,4
Binago	12,7	1,5	19,1
Bizzarone	4,5	1,5	6,8
Blessagno	0,8	1,5	1,1
Blevio	3,7	1,5	5,5
Bregnano	16,6	1,5	24,9
Brenna	5,5	1,5	8,2
Brienno	1,3	1,5	1,9
Brunate	5,3	1,5	7,9
Bulgarograsso	9,0	1,5	13,5
Cabiate	21,9	1,5	32,9
Cadorago	21,4	1,5	32,0
Caglio	1,1	1,5	1,7
Cagno	5,6	1,5	8,4
Campione d'Italia	6,8	1,5	10,2
Cantu'	122,1	1,5	183,2
Canzo	14,8	1,5	22,3
Capiago Intimiano	14,6	1,5	21,8
Carate Urio	3,6	1,5	5,5
Carbonate	7,7	1,5	11,6
Carimate	11,5	1,5	17,3
Carlazzo	8,4	1,5	12,6
Carugo	17,3	1,5	25,9
Casasco d'Intelvi	1,4	1,5	2,1
Caslino d'Erba	5,2	1,5	7,7
Casnate con Bernate	13,2	1,5	19,8
Cassina Rizzardi	7,2	1,5	10,7
Castelmarte	3,8	1,5	5,6
Castelnuovo Bozzente	2,3	1,5	3,5
Castiglione d'Intelvi	2,4	1,5	3,6

SCENARIO ATTUALE	USI CIVILI		
	a-b-c	a-b-c	a-b-c
	Qma[civ1]	Coefficiente di punta	Qmg
COMUNE	l/sec		l/sec
Cavallasca	8,3	1,5	12,4
Cavargna	0,9	1,5	1,4
Cerano d'Intelvi	1,5	1,5	2,3
Cermenate	27,9	1,5	41,9
Cernobbio	23,0	1,5	34,5
Cirimido	5,8	1,5	8,6
Civenna	2,0	1,5	3,0
Claino con Osteno	1,6	1,5	2,4
Colonno	1,7	1,5	2,5
Como	297,8	1,3	387,2
Consiglio di Rumo	3,6	1,5	5,3
Corrido	2,2	1,5	3,3
Cremia	2,3	1,5	3,4
Cucciago	9,6	1,5	14,4
Cusino	0,8	1,5	1,2
Dizzasco	1,8	1,5	2,7
Domaso	4,8	1,5	7,2
Dongo	10,5	1,5	15,7
Dosso del Liro	0,9	1,5	1,4
Drezzo	3,0	1,5	4,5
Erba	57,2	1,5	85,8
Eupilio	7,5	1,5	11,3
Faggeto Lario	3,5	1,5	5,3
Faloppio	10,4	1,5	15,6
Fenegro'	7,7	1,5	11,5
Figino Serenza	14,0	1,5	20,9
Fino Mornasco	26,7	1,5	40,0
Garzeno	3,1	1,5	4,6
Gera Lario	2,7	1,5	4,0
Germasino	0,8	1,5	1,2
Gironico	6,1	1,5	9,2
Grandate	8,8	1,5	13,1
Grandola ed Uniti	3,8	1,5	5,8
Gravedona	8,2	1,5	12,3
Griante	3,0	1,5	4,5
Guanzate	16,4	1,5	24,6
Inverigo	25,4	1,5	38,1
Laglio	2,7	1,5	4,0
Laino	1,4	1,5	2,1
Lambrugo	6,6	1,5	9,8
Lanzo d'Intelvi	4,0	1,5	6,0
Lasnigo	1,2	1,5	1,8
Lenno	5,4	1,5	8,2
Lezzeno	6,2	1,5	9,4
Limido Comasco	6,8	1,5	10,2

SCENARIO ATTUALE	USI CIVILI		
	a-b-c	a-b-c	a-b-c
COMUNE	Qma[civ1]	Coefficiente di punta	Qmg
	l/sec		l/sec
Lipomo	17,9	1,5	26,9
Livo	0,6	1,5	0,9
Locate Varesino	11,9	1,5	17,9
Lomazzo	25,8	1,5	38,7
Longone al Segrino	4,6	1,5	6,9
Luisago	7,1	1,5	10,7
Lurago d'Erba	14,4	1,5	21,6
Lurago Marinone	5,9	1,5	8,9
Lurate Caccivio	31,5	1,5	47,2
Magreglio	1,4	1,5	2,1
Mariano Comense	70,7	1,5	106,0
Maslianico	10,4	1,5	15,6
Menaggio	10,1	1,5	15,2
Merone	10,8	1,5	16,3
Mezzegra	2,9	1,5	4,3
Moltrasio	5,6	1,5	8,3
Monguzzo	5,8	1,5	8,7
Montano Lucino	12,9	1,5	19,4
Montemezzo	0,9	1,5	1,3
Montorfano	7,5	1,5	11,2
Mozzate	22,3	1,5	33,4
Musso	3,2	1,5	4,8
Nesso	3,9	1,5	5,9
Novedrate	8,7	1,5	13,1
Olgiate Comasco	36,0	1,5	54,1
Oltrona di San Mamette	6,3	1,5	9,5
Orsenigo	7,1	1,5	10,6
Ossuccio	2,8	1,5	4,2
Pare'	4,6	1,5	6,9
Peglio	0,6	1,5	0,9
Pellio Intelvi	2,8	1,5	4,2
Pianello del Lario	3,1	1,5	4,7
Pigra	0,9	1,5	1,4
Plesio	2,4	1,5	3,7
Pognana Lario	2,7	1,5	4,1
Ponna	0,8	1,5	1,2
Ponte Lambro	12,2	1,5	18,4
Porlezza	13,2	1,5	19,8
Proserpio	2,7	1,5	4,1
Pusiano	3,5	1,5	5,3
Ramponio Verna	1,5	1,5	2,2
Rezzago	0,8	1,5	1,2
Rodero	3,2	1,5	4,8
Ronago	4,5	1,5	6,8
Rovellasca	20,3	1,5	30,5

SCENARIO ATTUALE	USI CIVILI		
	a-b-c	a-b-c	a-b-c
	Qma[civ1]	Coefficiente di punta	Qmg
COMUNE	l/sec		l/sec
Rovello Porro	17,9	1,5	26,8
Sala Comacina	1,8	1,5	2,7
San Bartolomeo Val Cavargna	3,4	1,5	5,0
San Fedele Intelvi	4,5	1,5	6,7
San Fermo della Battaglia	12,7	1,5	19,0
San Nazzaro Val Cavargna	1,3	1,5	1,9
Schignano	2,8	1,5	4,2
Senna Comasco	8,3	1,5	12,5
Solbiate	7,1	1,5	10,7
Sorico	4,1	1,5	6,1
Sormano	1,9	1,5	2,9
Stazzona	2,0	1,5	3,0
Tavernerio	17,4	1,5	26,1
Torno	3,7	1,5	5,6
Tremezzo	4,7	1,5	7,0
Trezzone	0,6	1,5	0,9
Turate	25,9	1,5	38,8
Uggiate-Trevano	11,6	1,5	17,4
Valbrona	7,4	1,5	11,1
Valmorea	7,7	1,5	11,6
Val Rezzo	0,7	1,5	1,0
Valsolda	5,3	1,5	7,9
Veleso	0,9	1,5	1,4
Veniano	7,0	1,5	10,5
Vercana	2,2	1,5	3,3
Vertemate con Minoprio	11,6	1,5	17,4
Villa Guardia	21,0	1,5	31,5
Zelbio	0,6	1,5	0,9
San Siro (2)	5,7	1,5	8,5
Totale Provincia Como	1.760,1		2.580,6

- Calcolo della *portata totale Q* a livello comunale come somma dei contributi calcolati in precedenza:

$$Q = Q[\text{civ}] + Q[\text{prod}] \quad [\text{l/sec}]$$

dove:

$$Q[\text{civ}] = Q\text{mg}[\text{civ1}] + Q\text{ma}[\text{civ2}] \quad [\text{l/sec}]$$

$$Q[\text{prod}] = Q\text{ma}[\text{prod}] \quad [\text{l/sec}]$$

Nella tabella seguente si riportano per i Comuni dell'ATO i valori delle portate totali *Q* calcolate e riferite allo scenario attuale.

Tabella 4 - Portate totali Q per usi civili e produttivi nello scenario attuale

SCENARIO ATTUALE	USI CIVILI			USI PRODUTTIVI	PORTATA TOTALE
	a-b-c	d	somma (a-b-c-d)	e-f	somma (a-b-c-d-e-f)
	Qmg[civ1]	Qma[civ2]	Q[civ]	Q[prod]	Q[civ]+Q[prod]
COMUNE	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
Albavilla	29,3	0,3	29,7	4,0	33,7
Albese con Cassano	18,3	0,5	18,8	2,5	21,3
Albiolo	10,2	0,1	10,3	0,2	10,5
Alserio	5,0	0,0	5,0	0,7	5,7
Alzate Brianza	20,7	0,3	21,0	2,8	23,8
Anzano del Parco	7,3	0,1	7,4	1,0	8,4
Appiano Gentile	34,7	0,6	35,3	4,7	40,1
Argegno	3,0	0,1	3,1	0,0	3,1
Arosio	20,5	0,4	20,9	2,8	23,7
Asso	14,3	0,2	14,5	1,9	16,5
Barni	2,3	0,0	2,3	0,0	2,3
Bellagio	14,5	0,4	14,9	0,8	15,7
Bene Lario	1,4	0,0	1,4	0,2	1,6
Beregazzo con Figliaro	10,4	0,1	10,5	1,4	11,9
Binago	19,1	0,2	19,3	2,6	21,9
Bizzarone	6,8	0,1	6,8	0,6	7,4
Blessagno	1,1	0,0	1,2	0,0	1,2
Blevio	5,5	0,0	5,6	0,0	5,6
Bregnano	24,9	0,3	25,2	3,4	28,5
Brenna	8,2	0,1	8,3	1,1	9,4
Brienno	1,9	0,0	1,9	0,0	1,9
Brunate	7,9	0,1	8,0	0,0	8,0
Bulgarograsso	13,5	0,2	13,7	1,8	15,5
Cabiate	32,9	0,4	33,3	4,5	37,8
Cadorago	32,0	0,5	32,5	4,4	36,9
Caglio	1,7	0,0	1,7	0,2	1,9
Cagno	8,4	0,1	8,5	1,1	9,6
Campione d'Italia	10,2	0,5	10,7	0,0	10,7
Cantu'	183,2	4,4	187,5	25,3	212,8
Canzo	22,3	0,4	22,6	3,0	25,7
Capiago Intimiano	21,8	0,2	22,1	2,6	24,6
Carate Urio	5,5	0,1	5,5	0,4	5,9
Carbonate	11,6	0,1	11,7	1,6	13,3
Carimate	17,3	0,3	17,6	2,4	20,0
Carlazzo	12,6	0,2	12,8	1,7	14,5
Carugo	25,9	0,3	26,2	3,5	29,7
Casasco d'Intelvi	2,1	0,0	2,1	0,0	2,1
Caslino d'Erba	7,7	0,1	7,8	1,0	8,8
Casnate con Bernate	19,8	0,7	20,5	2,8	23,3
Cassina Rizzardi	10,7	0,2	11,0	1,5	12,4
Castelmarte	5,6	0,1	5,7	0,8	6,5
Castelnuovo Bozzente	3,5	0,0	3,5	0,2	3,7
Castiglione d'Intelvi	3,6	0,0	3,6	0,5	4,1

SCENARIO ATTUALE	USI CIVILI			USI PRODUTTIVI	PORTATA TOTALE
	a-b-c	d	somma (a-b-c-d)	e-f	somma (a-b-c-d-e-f)
	Qmg[civ1]	Qma[civ2]	Q[civ]	Q[prod]	Q[civ]+Q[prod]
COMUNE	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
Cavallasca	12,4	0,1	12,5	1,4	13,9
Cavargna	1,4	0,0	1,4	0,0	1,4
Cerano d'Intelvi	2,3	0,1	2,3	0,1	2,5
Cermenate	41,9	0,6	42,5	5,7	48,2
Cernobbio	34,5	0,7	35,2	3,9	39,1
Cirimido	8,6	0,1	8,7	1,2	9,9
Civenna	3,0	0,0	3,1	0,0	3,1
Claino con Osteno	2,4	0,0	2,5	0,0	2,5
Colonno	2,5	0,0	2,6	0,0	2,6
Como	387,2	18,3	405,5	63,2	468,8
Consiglio di Rumo	5,3	0,1	5,4	0,0	5,4
Corrido	3,3	0,0	3,3	0,0	3,3
Cremia	3,4	0,0	3,5	0,0	3,5
Cucciago	14,4	0,2	14,6	2,0	16,6
Cusino	1,2	0,0	1,2	0,0	1,2
Dizzasco	2,7	0,0	2,7	0,0	2,7
Domaso	7,2	0,2	7,4	0,2	7,5
Dongo	15,7	0,3	16,0	2,2	18,2
Dosso del Liro	1,4	0,0	1,4	0,0	1,4
Drezzo	4,5	0,0	4,6	0,2	4,7
Erba	85,8	2,7	88,6	12,0	100,6
Eupilio	11,3	0,1	11,4	1,4	12,8
Faggeto Lario	5,3	0,0	5,3	0,0	5,3
Faloppio	15,6	0,2	15,8	2,1	17,9
Fenegro'	11,5	0,1	11,7	1,6	13,2
Figino Serenza	20,9	0,3	21,2	2,9	24,1
Fino Mornasco	40,0	0,8	40,8	5,5	46,3
Garzeno	4,6	0,0	4,7	0,0	4,7
Gera Lario	4,0	0,1	4,1	0,6	4,7
Germasino	1,2	0,0	1,2	0,0	1,2
Gironico	9,2	0,1	9,3	1,2	10,5
Grandate	13,1	1,1	14,2	2,0	16,2
Grandola ed Uniti	5,8	0,1	5,9	0,8	6,7
Gravedona	12,3	0,4	12,7	0,6	13,3
Griante	4,5	0,1	4,6	0,0	4,6
Guanzate	24,6	0,5	25,0	3,4	28,4
Inverigo	38,1	0,5	38,6	5,2	43,8
Laglio	4,0	0,0	4,1	0,0	4,1
Laino	2,1	0,0	2,1	0,2	2,3
Lambrugo	9,8	0,1	10,0	1,3	11,3
Lanzo d'Intelvi	6,0	0,1	6,1	0,6	6,7
Lasnigo	1,8	0,0	1,8	0,2	2,1
Lenno	8,2	0,1	8,3	0,6	8,9
Lezzeno	9,4	0,1	9,5	0,0	9,5
Limido Comasco	10,2	0,1	10,3	1,4	11,7

SCENARIO ATTUALE	USI CIVILI			USI PRODUTTIVI	PORTATA TOTALE
	a-b-c	d	somma (a-b-c-d)	e-f	somma (a-b-c-d-e-f)
	Qmg[civ1]	Qma[civ2]	Q[civ]	Q[prod]	Q[civ]+Q[prod]
COMUNE	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
Lipomo	26,9	0,5	27,4	3,7	31,1
Livo	0,9	0,0	0,9	0,0	0,9
Locate Varesino	17,9	0,2	18,1	2,4	20,5
Lomazzo	38,7	0,6	39,4	5,3	44,7
Longone al Segrino	6,9	0,1	7,0	0,4	7,4
Luisago	10,7	0,2	10,9	1,5	12,4
Lurago d'Erba	21,6	0,3	21,9	2,9	24,8
Lurago Marinone	8,9	0,1	9,0	1,2	10,2
Lurate Caccivio	47,2	0,6	47,8	6,4	54,2
Magreglio	2,1	0,0	2,1	0,0	2,1
Mariano Comense	106,0	2,1	108,0	14,5	122,6
Maslianico	15,6	0,2	15,8	2,1	17,9
Menaggio	15,2	0,9	16,1	0,2	16,3
Merone	16,3	0,3	16,6	2,2	18,8
Mezzegra	4,3	0,0	4,3	0,0	4,3
Moltrasio	8,3	0,1	8,4	0,0	8,4
Monguzzo	8,7	0,1	8,8	1,2	10,0
Montano Lucino	19,4	0,7	20,0	0,6	20,6
Montemezzo	1,3	0,0	1,3	0,0	1,3
Montorfano	11,2	0,2	11,4	1,5	13,0
Mozzate	33,4	0,5	33,9	4,6	38,5
Musso	4,8	0,0	4,8	0,0	4,9
Nesso	5,9	0,1	5,9	0,3	6,3
Novedrate	13,1	0,2	13,3	1,8	15,1
Olgiate Comasco	54,1	1,0	55,0	7,4	62,5
Oltrona di San Mamette	9,5	0,1	9,6	1,3	10,8
Orsenigo	10,6	0,2	10,8	1,4	12,2
Ossuccio	4,2	0,1	4,3	0,4	4,7
Pare'	6,9	0,1	7,0	0,9	7,9
Peglio	0,9	0,0	0,9	0,0	0,9
Pellio Intelvi	4,2	0,1	4,3	0,4	4,7
Pianello del Lario	4,7	0,1	4,7	0,1	4,8
Pigra	1,4	0,0	1,4	0,0	1,4
Plesio	3,7	0,0	3,7	0,5	4,2
Pognana Lario	4,1	0,0	4,1	0,0	4,1
Ponna	1,2	0,0	1,2	0,0	1,2
Ponte Lambro	18,4	0,3	18,6	2,5	21,1
Porlezza	19,8	0,4	20,2	2,7	22,9
Proserpio	4,1	0,0	4,1	0,6	4,7
Pusiano	5,3	0,0	5,3	0,7	6,0
Ramponio Verna	2,2	0,1	2,3	0,0	2,3
Rezzago	1,2	0,0	1,2	0,0	1,2
Rodero	4,8	0,0	4,9	0,2	5,1
Ronago	6,8	0,0	6,8	0,7	7,5
Rovellasca	30,5	0,4	30,9	4,1	35,0

SCENARIO ATTUALE	USI CIVILI			USI PRODUTTIVI	PORTATA TOTALE
	a-b-c	d	somma (a-b-c-d)	e-f	somma (a-b-c-d-e-f)
	Qmg[civ1]	Qma[civ2]	Q[civ]	Q[prod]	Q[civ]+Q[prod]
COMUNE	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s
Rovello Porro	26,8	0,3	27,1	3,6	30,8
Sala Comacina	2,7	0,1	2,8	0,0	2,8
San Bartolomeo Val Cavargna	5,0	0,0	5,1	0,2	5,2
San Fedele Intelvi	6,7	0,2	6,9	0,0	7,0
San Fermo della Battaglia	19,0	0,2	19,2	2,6	21,8
San Nazzaro Val Cavargna	1,9	0,0	1,9	0,0	1,9
Schignano	4,2	0,0	4,2	0,6	4,8
Senna Comasco	12,5	0,2	12,7	1,7	14,4
Solbiate	10,7	0,1	10,9	1,5	12,3
Sorico	6,1	0,1	6,2	0,5	6,8
Sormano	2,9	0,0	2,9	0,3	3,2
Stazzona	3,0	0,0	3,1	0,0	3,1
Tavernerio	26,1	0,5	26,6	2,4	29,0
Torno	5,6	0,1	5,7	0,0	5,7
Tremezzo	7,0	0,1	7,1	0,0	7,2
Trezzone	0,9	0,0	0,9	0,0	0,9
Turate	38,8	0,7	39,5	5,3	44,8
Uggiate-Trevano	17,4	0,2	17,7	2,4	20,1
Valbrona	11,1	0,1	11,1	1,5	12,6
Valmorea	11,6	0,1	11,7	0,4	12,1
Val Rezzo	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0
Valsolda	7,9	0,1	8,0	0,1	8,1
Veselo	1,4	0,0	1,4	0,0	1,4
Veniano	10,5	0,1	10,7	1,4	12,1
Vercana	3,3	0,0	3,3	0,0	3,3
Vertemate con Minoprio	17,4	0,5	17,9	2,4	20,3
Villa Guardia	31,5	0,6	32,1	4,3	36,4
Zelbio	0,9	0,0	0,9	0,1	1,0
San Siro (2)	8,5	0,1	8,6	0,0	8,6
Totale Provincia Como	2.580,6	56,8	2.637,4	322,2	2.959,5

- Calcolo della *portata di verifica* $Q [acq]$ utilizzata nelle simulazioni idrauliche delle reti di acquedotto.

Per gli schemi (comunali e intercomunali) modellati con il software Epanet o analizzati adottando le formule semplificate, la portata di verifica deriva dalla somma dei seguenti contributi:

$$Q [acq] = Q[acq(civ)] + Q[acq(prod)] \quad [l/sec]$$

dove:

- o $Q[acq(civ)]$ corrisponde al fabbisogno complessivo per usi civili $Q[civ]$ calcolato in

precedenza e riferito alla popolazione residente nelle aree servite dall'acquedotto in esame;

- analogamente, $Q[acq(prod)]$ corrisponde al fabbisogno per usi produttivi $Q[prod]$ calcolato in precedenza e riferito alle utenze produttive servite dall'acquedotto in esame.

In particolare, per gli schemi gestiti in economia, per i quali è stato analizzato il funzionamento idraulico del sistema di adduzione, la portata di verifica calcolata è stata ulteriormente moltiplicata per un coefficiente di punta pari a 1,5 avendo ipotizzato di mantenere invariata la capacità di compenso dei serbatoi esistenti.

Nelle seguenti tabelle sono indicati i valori complessivi delle portate $Q[acq]$ calcolate secondo i criteri descritti sopra ed utilizzate per la verifica idraulica rispettivamente degli schemi di acquedotto modellati con il codice di calcolo Epanet e di quelli in economia.

Tabella 5 - Portate di verifica Q[acq] delle reti di acquedotto modellate con il codice di calcolo Epanet nello scenario attuale

IDACQ	COMUNI SERVITI	PORTATE DI VERIFICA DELL'ACQUEDOTTO (l/sec)
3001	ACQUEDOTTO di CARBONATE - LOCATE VARESE - MOZZATE	72,3
3002	ACQUEDOTTO di CIRIMIDO - FENEGRO' - LIMIDO COMASCO - LURAGO MARINONE - VENIANO	57,2
3006	ACQUEDOTTO di BERGAZZO CON FIGLIARO - CASTELNUOVO BOZZENTE	15,7
3008	ACQUEDOTTO di BULGAROGRASSO	15,5
3010	ACQUEDOTTO di LURATE CACCIVIO	54,2
3012	ACQUEDOTTO di CASSINA RIZZARDI	12,4
3013	ACQUEDOTTO di APPIANO GENTILE	40,1
3035	ACQUEDOTTO di OLTRONA CON SAN MAMETTE	10,8
3101	ACQUEDOTTO di CANTU'	212,8
3104	ACQUEDOTTO di CAPIAGO INTIMIANO	24,6
3106	ACQUEDOTTO di BRENNA	9,4
3107	ACQUEDOTTO di FIGINO SERENZA	24,1
3109	ACQUEDOTTO di CUCCIAGO	16,6
3111	ACQUEDOTTO di FINO MORNASCO	46,3
3112	ACQUEDOTTO di BREGNANO - CADORAGO - CERMENATE - GUANZATE - LOMAZZO - ROVELLASCA - ROVELLO PORRO	252,5
3113	ACQUEDOTTO di SENNA COMASCO	14,4
3121	ACQUEDOTTO di COMO	122,6
3126	ACQUEDOTTO di MARIANO COMENSE	468,8
3128	ACQUEDOTTO di LUISAGO	12,4
3135	ACQUEDOTTO di VERTEMATE CON MINOPRIO	20,3
3138	ACQUEDOTTO di AROSIO - CARUGO	53,4
3146	ACQUEDOTTO di CASNATE CON BERNATE	23,3
3204	ACQUEDOTTO di ERBA	100,6
3210	ACQUEDOTTO di ALBESE CON CASSANO	21,3
3216	ACQUEDOTTO di ALZATE BRIANZA	23,8
3224	ACQUEDOTTO di LAMBRUGO - LURAGO D'ERBA	36,1
3234	ACQUEDOTTO di ORSENIGO	12,2
3240	ACQUEDOTTO di TAVERNERIO - MONTORFANO	41,9

Tabella 6 - Portate di verifica Q[acq] delle reti di acquedotto in economia nello scenario attuale

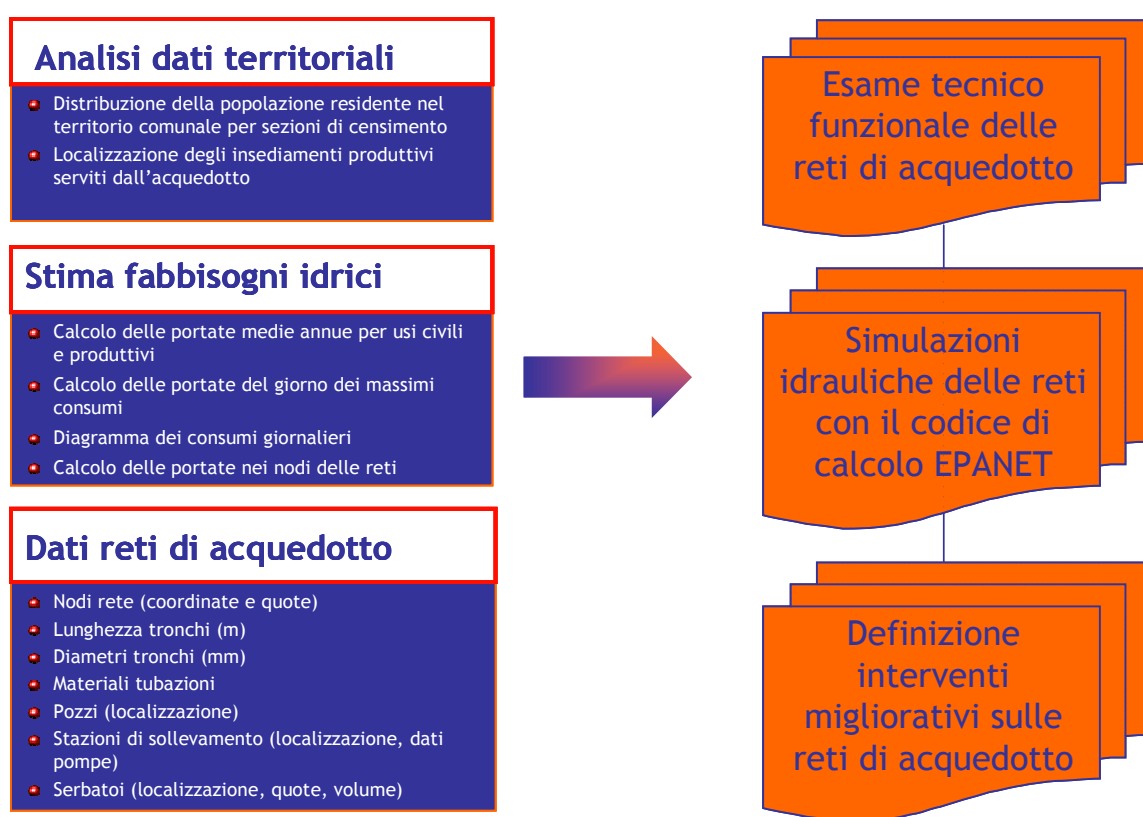
IDACQ	COMUNI SERVITI	PORTATE DI VERIFICA DELL'ACQUEDOTTO (l/sec)
3237	ALBAVILLA	50,5
3211	ALSERIO	8,6
3147	AREGNO	4,6
3201	ASSO	24,7
3221	BARNI	3,4
3212	BELLAGIO	23,5
3316	BENE LARIO	2,4
3337	BLESSAGNO	1,7
3218	BLEVIO	8,3
3231	CAGLIO	2,8
3134	CAMPIONE D'ITALIA	16,1
3215	CANZO	38,5
3143	CARATE URIO	8,8
3320	CASASCO D'INTELLI	3,2
3203	CASLINO D'ERBA	13,3
3309	CASTIGLIONE D'INTELLI	6,1
3301	CAVARGNA	2,2
3321	CERANO D'INTELLI	3,7
3228	CIVENNA	4,6
3342	CLAINO CON OSTENO	3,7
3302	COLONNO	3,8
3322	CONSIGLIO DI RUMO	8,1
3348	CORRIDO	5,0
3324	CREMIA	5,2
3338	CUSINO	1,8
3311	DIZZASCO	4,1
3315	DOMASO	11,3
3306	DONGO	27,3
3326	DOSSO DEL LIRO	2,2
3205	EUPILIO	19,2
3235	FAGGETO LARIO	8,0
3310	GARZENO	7,1
3304	GERA LARIO	7,0
3347	GERMASINO	1,8
3339	GRAVEDONA	20,0
3142	LAGLIO	6,1
3334	LAINO	3,5
3314	LANZO D'INTELLI	10,0
3208	LASNIGO	3,1
3230	LEZZENO	14,3
3340	LIVO	1,4
3229	LONGONE AL SEGRINO	11,0
3219	MAGREGLIO	3,1
3206	MERONE	28,2
3144	MOLTRASIO	12,6

IDACQ	COMUNI SERVITI	PORTATE DI VERIFICA DELL'ACQUEDOTTO (l/sec)
3335	MONTEMEZZO	2,0
3312	MUSSO	7,3
3202	NESSO	9,4
3003	OLGIATE COMASCO	93,7
3129	OSSUCCIO	7,1
3331	PEGLIO	1,4
3318	PELLIO INTELVI	7,1
3317	PIANELLO DEL LARIO	7,3
3328	PIGRA	2,1
3232	POGNANA LARIO	6,1
3330	PONNA	1,8
3209	PONTE LAMBRO	31,7
3329	PORLEZZA	34,4
3233	PROSERPIO	7,0
3217	PUSIANO	9,0
3323	RAMONIO VERNI	3,5
3236	REZZAGO	1,9
3024	RODERO	7,6
3333	SAN NAZZARO VAL CAVARGNA	2,9
3305	SAN SIRO	12,8
3336	SCHIGNANO	7,2
3029	SOLBIATE COMASCO	18,5
3303	STAZZONA	4,6
3214	TORNO	8,5
3327	TREZZONE	1,4
3025	UGGIATE - TREVANO	30,1
3346	VAL REZZO	1,5
3222	VALBRONA	18,9
3026	VALMOREA	18,2
3332	VERCANA	5,0
3344	CARLAZZO	21,7
3313	GRANDOLA ED UNITI	10,0
3139	GRIANTE	6,9
3132	LENNO	13,3
3308	MENAGGIO	24,4
3130	MEZZEGRA	6,5
3349	PLESIO	6,3
3343	SAN BARTOLOMEO VAL CAVARGNA	7,9
3307	SAN FEDELE INTELVI	10,5
3207	SORMANO	4,8
3131	TREMEZZO	10,8
3345	VALSOLDA	12,2
3239	VELESIO	2,0
3223	ZELBIO	1,5

3. SIMULAZIONI IDRAULICHE DELLE RETI DI ACQUEDOTTO MODELLATE CON EPANET

Le simulazioni idrauliche svolte con il codice di calcolo Epanet hanno permesso di approfondire la conoscenza del funzionamento delle reti esaminate e di calibrare gli interventi migliorativi che garantiscono il miglior equilibrio delle pressioni e delle portate circolanti in rete per una più corretta gestione del sistema, in relazione anche alle previsioni di Piano (dotazioni idriche e carichi piezometrici ottimali).

Nello schema seguente sono sintetizzate le diverse fasi di lavoro dell'attività svolta.



L'analisi dei dati territoriali per sezioni di censimento Istat 2001 svolta preliminarmente ha consentito di individuare in ogni Comune le aree urbanizzate e quelle in cui sono localizzati gli insediamenti produttivi che si può ipotizzare siano serviti dagli acquedotti studiati.

Dalla stima del fabbisogno idrico annuo svolta a livello comunale, a partire dai dati di popolazione residente e fluttuante, dal numero di addetti delle unità locali, dalla estensione delle aree produttive e dalle dotazioni idriche, sono stati ricavati i valori delle portate medie annue, e da queste, adottando un set di coefficienti variabili in funzione della classe demografica del Comune, sono state ricavate le portate di calcolo $Q[acq(civ)]$ e $Q[acq(prod)]$, riferite al giorno dei massimi consumi, utilizzate successivamente nella verifica idraulica delle reti di acquedotto. Tali portate sono state quindi distribuite nel territorio servito dall'acquedotto in esame in funzione della popolazione residente e della dislocazione delle aree

produttive e basandosi sulla suddivisione del territorio in sezioni di censimento.

I dati tecnici di base dell'acquedotto (materiali, diametri, lunghezze, ecc.) necessari per la schematizzazione delle reti con il codice di calcolo adottato, sono stati desunti dal database di ricognizione Sirio, ed integrati con le informazioni di natura tecnica su reti e impianti rese disponibili dall'ATO e quindi dai gestori attualmente operanti nel territorio.

Il codice di calcolo utilizzato per le verifiche idrauliche è EPANET, un programma che esegue simulazioni di lungo periodo del comportamento idraulico dell'acqua nei sistemi di distribuzione.

Le principali caratteristiche di EPANET, il cui motore di calcolo è stato sviluppato dalla Water Supply and Water Resources Division del National Risk Management Research Laboratory, Office of Research and Development del U.S. Environmental Protection Agency, sono le seguenti:

- permette di definire il comportamento idraulico nelle reti in pressione per periodi di tempo estesi ed in corrispondenza di singoli eventi;
- richiede la schematizzazione della rete in un sistema di tubi, nodi, pompe, valvole, serbatoi, reservoir;
- calcola la portata in ogni tubo, la pressione ad ogni nodo, l'altezza d'acqua in ogni serbatoio durante il periodo di simulazione, con la possibilità di utilizzare più intervalli di tempo;
- permette di avere un ambiente di lavoro integrato sotto Windows in cui è agevole gestire sia l'input dei dati che definiscono la rete, sia le simulazioni di calcolo, sia la rappresentazione dei risultati finali in più formati grafici. Questi ultimi possono includere rappresentazioni della rete a colori per una più immediata comprensione dei risultati, tabelle riassuntive con i risultati della simulazione, curve di livello e grafici che descrivono l'andamento nell'intervallo temporale di simulazione delle grandezze di interesse .
- possiede le seguenti capacità:
 - o nessun limite nella estensione e nel numero di tratti della rete idraulica che deve essere analizzata (nella versione completa);
 - o calcolo delle perdite di carico mediante l'utilizzo delle equazioni di Hazen-Williams, Darcy-Weisbach, o Chezy-Manning;
 - o calcolo delle perdite di carico dovute a curve, restringimenti, raccordi, etc.;
 - o utilizzo di pompe a velocità della girante costante o variabile;
 - o calcolo del consumo energetico e del costo dell'energia consumata per ogni pompa;
 - o possibilità di definire qualsiasi tipo di valvole incluse quelle di intercettazione, di controllo, regolatrici di pressione e di portata;
 - o possibilità di definire serbatoi di qualsiasi forma;
 - o possibilità di gestire la variazione temporale dei fabbisogni idrici nell'arco della giornata

e più in generale nell'arco del periodo di simulazione;

- possibilità di definire sprinkler, diffusori, ugelli e manufatti simili;
- gestione delle prestazioni e delle caratteristiche operative della rete idrica in base alla definizione di controlli semplici (basati ad esempio sul livello idrico in un serbatoio) oppure di controlli avanzati.

Distribuzione delle portate di verifica nei tronchi di rete e nei nodi

Per distribuire la portata complessiva $Q[acq] = Q[acq(civ)] + Q[acq(prod)]$, calcolata nel capitolo precedente e riferita sia agli usi civili che produttivi, nei nodi della rete di acquedotto esaminata si è fatto riferimento alla suddivisione del territorio in sezioni di censimento Istat.

Nei Comuni serviti dall'acquedotto in esame sono state individuate le sezioni di censimento attraversate dai diversi tronchi della rete e successivamente sono stati acquisiti i seguenti dati disaggregati per sezione di censimento:

- Popolazione residente appartenente alla sezione considerata servita dall'acquedotto;
- Superficie degli insediamenti produttivi presenti all'interno della sezione e serviti dall'acquedotto;
- Lunghezza complessiva dei tronchi di rete che si sviluppano all'interno della sezione considerata.

In particolare, la portata per usi civili è stata attribuita ai tronchi di rete interni ad una sezione di censimento proporzionalmente alla popolazione residente ivi presente ed alla lunghezza dei tronchi. La portata attribuita a ciascun tronco è stata poi ripartita tra il nodo di monte e di valle. Tale procedimento è stato applicato in quanto il modello di calcolo adottato richiede tra i dati in ingresso la portata erogata dall'acquedotto in ciascun nodo della rete.

Analogamente, la portata per usi produttivi è stata attribuita ai tronchi di rete interni ad una sezione di censimento proporzionalmente alla superficie produttiva ivi presente ed alla lunghezza dei tronchi e successivamente è stata ripartita tra il nodo di monte e di valle di ogni tronco.

Algoritmo di calcolo

Nella tabella seguente sono riportati gli elementi che il modello matematico gestisce:

Elementi dello schema	Parametri noti	Parametri incogniti
Tronco	Lunghezza, Diametro, Scabrezza	Portata, Perdita Di Carico
Nodo	Domanda, Quota Altimetrica	Carico
Maglia (sistemi chiusi)		Portata Circolante

Nella tabella che segue sono descritte le equazioni che governano il fenomeno idraulico e che il modello numerico risolve iterativamente.

Equazioni	Descrizione	Complessità della funzione matematica
Equazioni dei carichi nei tronchi	In ciascun tronco le perdite di carico sono legate alle portate transitanti	non lineari nelle incognite (portate nei tronchi)
Equazioni di continuità delle portate nei nodi	La somma algebrica delle portate entranti in un nodo è nulla	lineari nelle incognite (portate nei tronchi)
Equazioni dei carichi nelle maglie	La somma algebrica delle perdite di carico nei tronchi che formano un percorso chiuso è nulla	non lineari nelle incognite (portate nei tronchi)

Al termine della simulazione risultano determinate le effettive portate circolanti nelle condotte, le velocità e le perdite di carico.

Una volta note queste risultano determinate le quote piezometriche in ogni nodo, partendo da quella nota del serbatoio.

Un altro dato che l'algoritmo richiede è la quota altimetrica di ogni nodo.

Pertanto una volta ricostruito l'andamento della superficie piezometrica, il simulatore restituisce la pressione in ogni nodo (espressa in m di colonna d'acqua), ottenuta per sottrazione della quota altimetrica dal carico idraulico totale.

Diagrammi di consumo giornaliero

Ai fini delle simulazioni nei nodi sono state inserite le portate medie nel giorno dei massimi consumi calcolate secondo i criteri descritti in precedenza. Per simulare la variazione dei consumi nell'arco delle 24 ore è stato introdotto il seguente diagramma dei consumi giornaliero.

Indicando con:

$Q_g = Q[acq]$ la portata media giornaliera

Q_h la portata media oraria

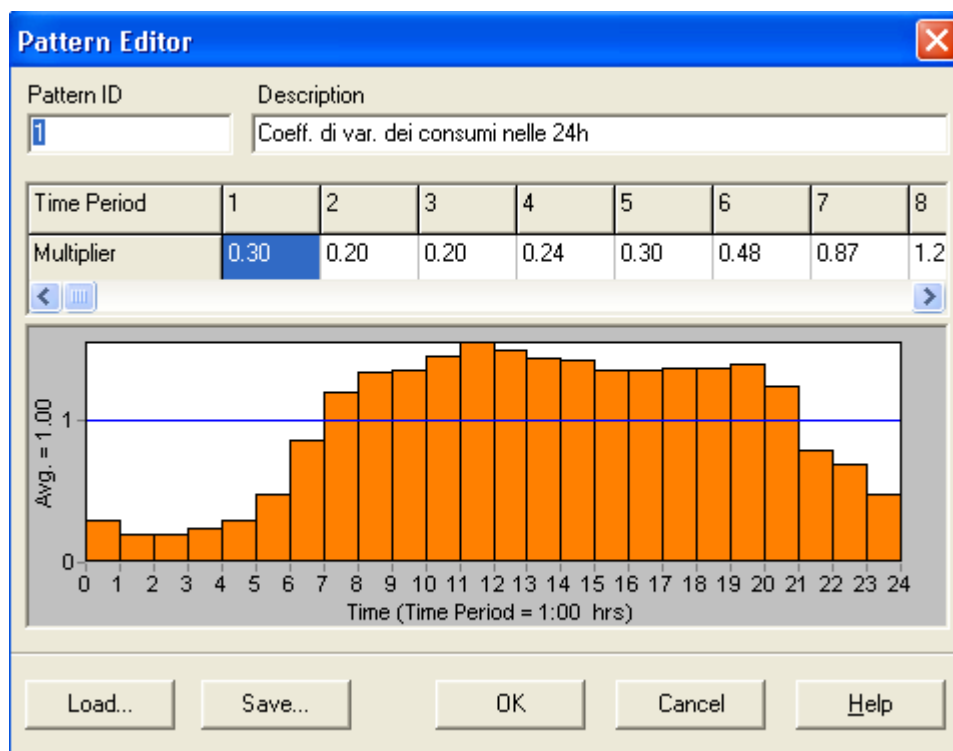
Per un centro di media importanza risultano i seguenti valori di Q_h/Q_g nelle diverse ore del giorno.

Tabella 7 - Diagramma dei consumi giornalieri

ora/g	centro media importanza
	Qh/Qg
0-1	0.3
1-2	0.2
2-3	0.2
3-4	0.24
4-5	0.3
5-6	0.48
6-7	0.87
7-8	1.2
8-9	1.35
9-10	1.36
10-11	1.46
11-12	1.56

ora/g	centro media importanza
12-13	1.5
13-14	1.45
14-15	1.43
15-16	1.36
16-17	1.36
17-18	1.37
18-19	1.38
19-20	1.4
20-21	1.25
21-22	0.8
22-23	0.7
23-24	0.48
Media	1.00

Figura 1 - Diagramma dei consumi giornalieri in Epanet



Condizioni di funzionamento analizzate

La verifica idraulica delle reti è stata effettuata sotto due condizioni piezometriche: nell'ora dei massimi e dei minimi consumi, in quanto ciascuna rete di distribuzione deve essere in ogni momento in grado di fornire agli utenti privati e ai pubblici servizi le quantità d'acqua richieste.

I risultati delle simulazioni idrauliche effettuate con EPANET per ogni rete sono stati analizzati

verificando i valori dei seguenti parametri:

- le oscillazioni delle *pressioni nei nodi* in corrispondenza all'ora dei massimi e dei minimi consumi;
- le *perdite di carico* nelle condotte nell'ora dei massimi consumi.

Con riferimento alle *pressioni nei nodi*, le due condizioni piezometriche estreme considerate ai fini della verifica idraulica della rete di distribuzione sono le seguenti:

- a) *in situazione di massimo consumo* la quota piezometrica in tutti i punti della rete deve ancora superare di non meno di 10 m le quote di copertura degli edifici. In linea di massima questo limite corrisponde a circa 20 m dal piano stradale.

Con ciò è garantita la possibilità di derivazione da parte degli utenti in tutti i piani degli edifici, delle portate di normale consumo con un buon margine di pressione per sopperire alle perdite di carico negli impianti interni;

- b) *in situazione di consumo minimo*, le quote piezometriche non debbono superare per più di 70 m le quote stradali. Questa soglia serve a limitare le pressioni massime nelle tubazioni (specie nei loro punti deboli come le giunzioni) e quindi le perdite d'acqua, nonché a contenere le oscillazioni delle pressioni nell'arco della giornata entro i 25 m.

Con riferimento alle *perdite di carico nelle condotte* è stata considerata la *condizione di massimo consumo*, ipotizzando che in tutti i tronchi della rete di acquedotto le perdite di carico per unità di lunghezza non superino la soglia dei 3 m/km.

In questa fase sono state individuate quindi le carenze strutturali della rete, ipotizzando soluzioni di potenziamento orientate al raggiungimento di una riqualificazione del servizio.

Nelle figure seguenti si riporta un esempio di output di una simulazione relativa alle condizioni di verifica per lo schema di acquedotto con codice 3002, a servizio dei comuni di Cirimido, Fenegrò, Limido Comasco, Lurago Marinone, Veniano.

La semplicità dell'approccio è garantita dalla presenza dei colori, che permettono di individuare immediatamente i punti critici del sistema.

ESEMPIO DI OUTPUT SIMULAZIONE IDRAULICA DELLE RETI DI ACQUEDOTTO CON EPANET

Figura 2 - Schema della rete di acquedotto

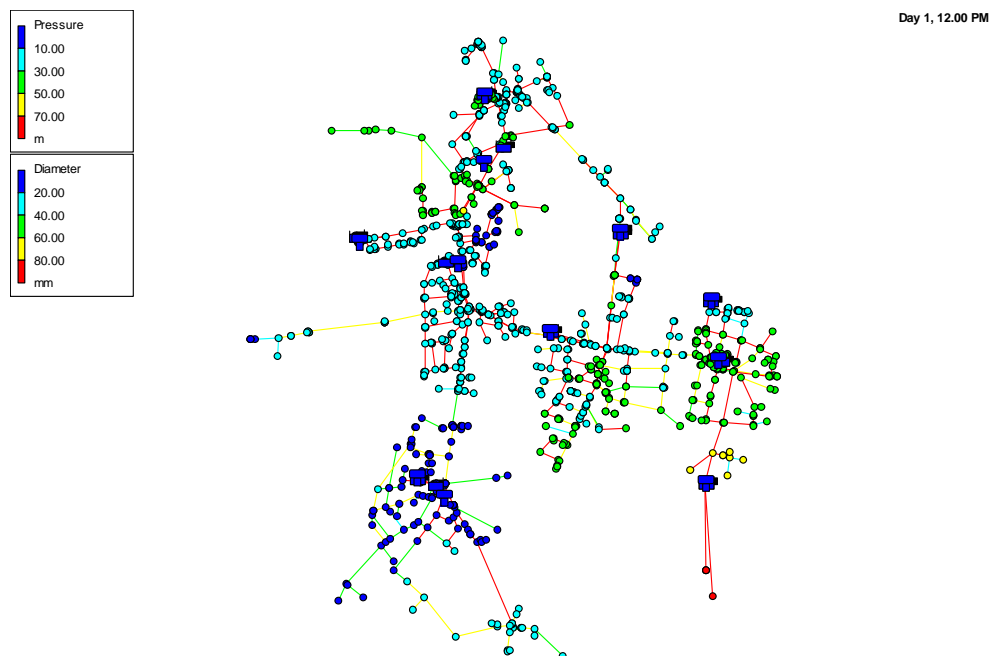


Figura 3 - Andamento della domanda nell'ora dei massimi consumi

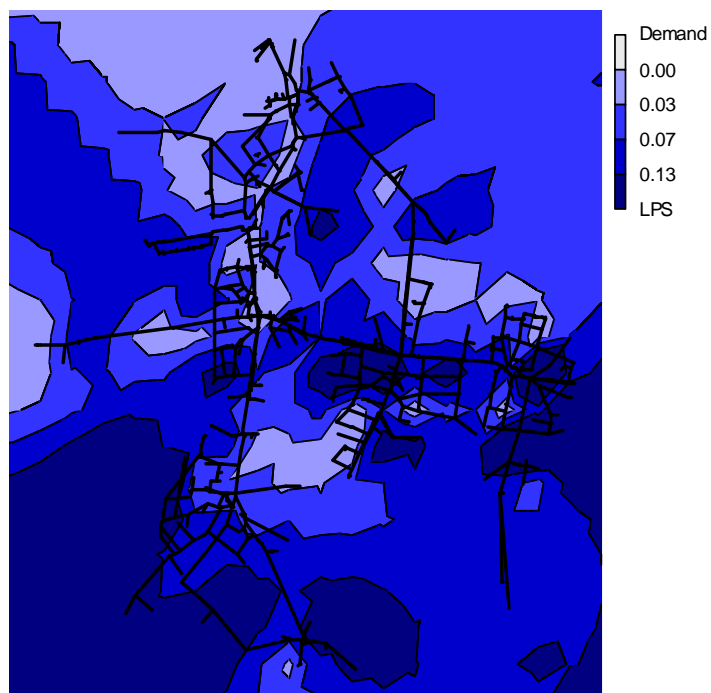


Figura 4 - Andamento della pressione nell'ora dei massimi consumi

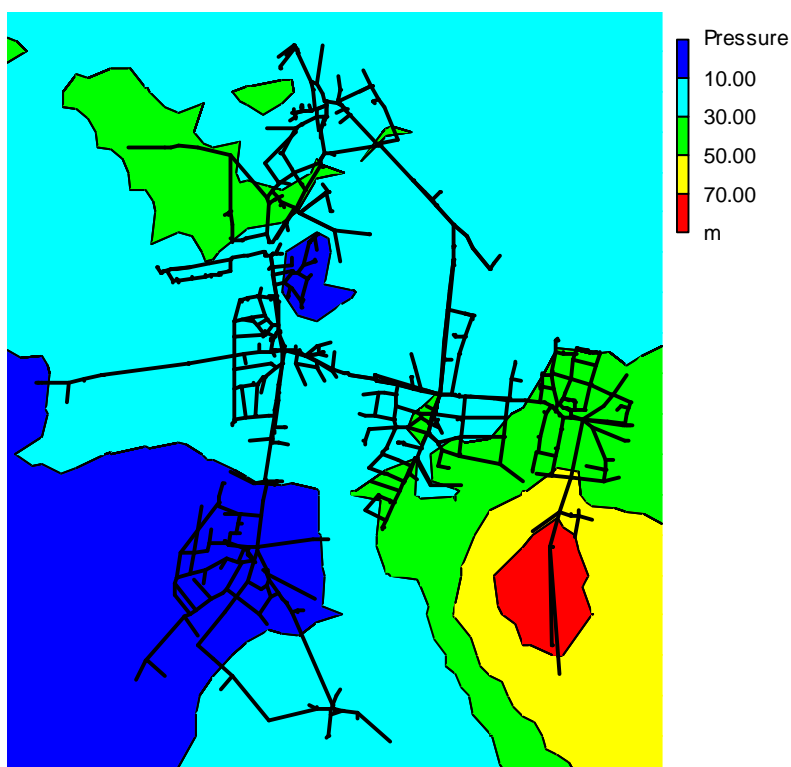
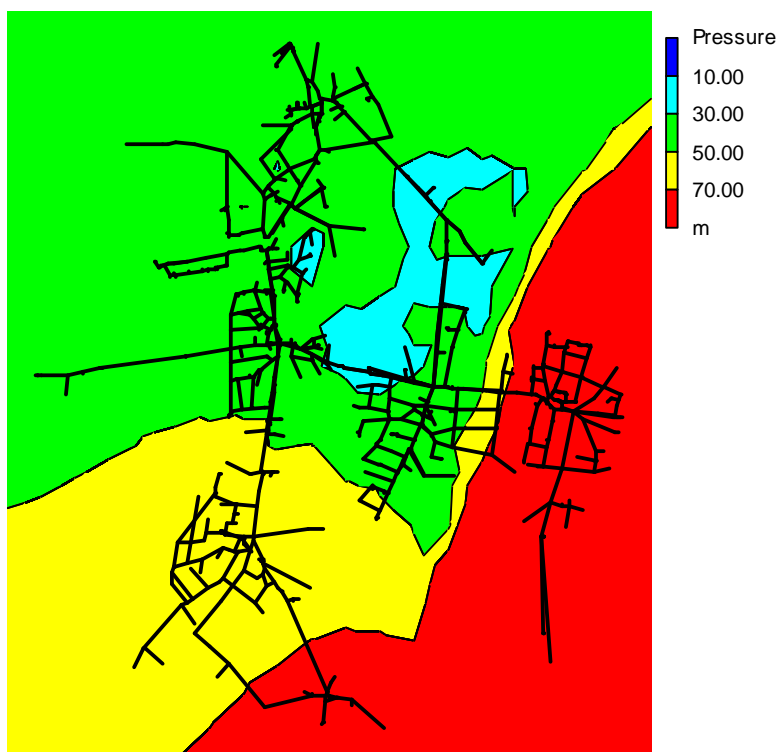


Figura 5 - Andamento delle pressioni nell'ora dei minimi consumi



Definizione degli interventi sulle reti di acquedotto

Nella figura seguente per la rete in esame risultano evidenziate in rosso le condotte per le quali, nell'ora dei massimi consumi, si è rilevato che le perdite per unità di lunghezza sono superiori alla soglia fissata dei 3 m/km. Per tali condotte si prevede la sostituzione.

Figura 6 - Individuazione delle condotte con perdite di carico unitarie > 3 m/km di rete

Day 1, 12.00 PM



Dal tabulato di output del software Epanet sono stati estratti i dati relativi alle condotte risultate insufficienti, riportati nella seguente tabella. In tabella sono anche stimati i valori dei diametri teorici necessari affinché le perdite di carico unitario si mantengano al di sotto della soglia prefissata e gli importi totali necessari alla realizzazione dell'intervento, calcolati a partire dai costi unitari parametrici delle nuove tubazioni.

I dati riportati in tabella e riferiti ai singoli tronchi della rete risultati insufficienti sono i seguenti:

- codice identificativo del tronco;
- lunghezza del tronco espressa in m;
- diametro del tronco espresso in mm;
- scabrezza della tubazione assunta nelle simulazioni;
- portata circolante nel tronco in l/sec e velocità in m/sec;
- valore della perdita di carico unitaria espressa in m/km risultante dalla simulazione nella

condizione di esercizio corrispondente all'ora dei massimi consumi;

- stima del diametro teorico (espresso in mm) necessario affinché la perdita di carico unitaria sia inferiore alla soglia prefissata pari a 3 m/km;
- costo unitario (espresso in euro/ml) adottato per le nuove tubazioni, ipotizzando la posa in opera di condotte in ghisa sferoidale;
- calcolo dell'importo per la sostituzione di ciascun tronco
- lunghezza totale della rete da sostituire ed importo totale dell'intervento.

Tabella 8 - Esempio di stima degli interventi sulle reti di acquedotto

CODICE SCHEMA	3002	
Comune/i serviti	CIRIMIDO - FENEGRO' - LIMIDO COMASCO - LURAGO MARINONE - VENIANO	
Popolazione residente (Istat 2001)	11.037	n.
Superficie insediamenti produttivi nel territorio comunale	320.326	mq
Portata di verifica dell'acquedotto	57,2	l/sec
Interventi sulla rete		
Lunghezza rete	81.194	m
Tratti con perdita di carico unitaria > 3 m/km	20.399	m
Percentuale rete da sostituire	25%	
Importo totale intervento	4.005.343	€

RETE DI DISTRIBUZIONE DI: 3002
Network Table - Links at 12:00 Hrs

Link ID	Length m	Diameter mm	Roughness	Flow l/s	Velocity m/s	Unit Headloss m/km	Diametro teorico mm	ghisa sferoidale su strada asfaltata	
								Costi unitari euro/ml	Importo intervento I euro
Pipe TA000170	439	80	100	1,99	0,40	4,62	100	€ 188,54	€ 82.799,24
Pipe TA000171	275	80	100	-7,58	1,51	54,97	150	€ 208,36	€ 57.333,49
Pipe TA000177	142	80	100	2,11	0,42	5,13	100	€ 188,54	€ 26.858,80
Pipe TA000178	91	150	100	9,11	0,52	3,62	150	€ 208,36	€ 19.019,48
Pipe TA000196	176	85	100	-4,80	0,85	17,54	125	€ 198,20	€ 34.851,87
Pipe TA000201	272	110	100	13,94	1,47	36,04	175	€ 219,05	€ 59.585,24
Pipe TA000203	377	110	100	11,19	1,18	23,96	175	€ 219,05	€ 82.554,53
Pipe TA000205	335	60	100	-0,80	0,28	3,48	75	€ 179,34	€ 60.111,43
Pipe TA000207	5	50	100	0,68	0,34	6,17	75	€ 179,34	€ 963,06
Pipe TA000209	109	60	100	0,88	0,31	4,13	75	€ 179,34	€ 19.589,39
Pipe TA000210	3	60	100	2,21	0,78	22,74	100	€ 188,54	€ 533,56
Pipe TA000218	129	60	100	-1,24	0,44	7,85	75	€ 179,34	€ 23.221,04
Pipe TA000227	7	100	100	-4,02	0,51	5,74	125	€ 198,20	€ 1.347,77
Pipe TA000228	114	100	100	-4,37	0,56	6,67	125	€ 198,20	€ 22.676,31
Pipe TA000229	9	65	100	-4,45	1,34	56,43	125	€ 198,20	€ 1.867,06
Pipe TA000233	121	70	100	1,51	0,39	5,30	75	€ 179,34	€ 21.748,65
Pipe TA000243	145	50	100	-2,99	1,52	96,86	100	€ 188,54	€ 27.318,83
Pipe TA000246	273	85	100	5,62	0,99	23,49	125	€ 198,20	€ 54.071,53
Pipe TA000252	99	75	100	-3,79	0,86	20,84	125	€ 198,20	€ 19.584,36
Pipe TA000253	99	60	100	-2,68	0,95	32,66	100	€ 188,54	€ 18.687,66

[.....]

Pipe TA001777	1	125	100	16,54	1,35	26,51	200	€ 230,28	€ 221,07
Pipe TA001573	39	160	100	22,6	1,12	14,21	225	€ 242,08	€ 9.475,19
Pipe TA001778	1	160	100	22,6	1,12	14,2	225	€ 242,08	€ 198,51
Pipe TA001036	3	100	100	-18,6	2,37	97,77	200	€ 230,28	€ 764,52
Pipe TA001795	8	100	100	30,66	3,9	246,66	250	€ 254,50	€ 2.155,59
Pipe TA001797	10	100	100	18,6	2,37	97,76	200	€ 230,28	€ 2.387,98
Pipe TA001796	8	100	100	30,66	3,9	246,66	250	€ 254,50	€ 2.104,69
Pipe TA001794	2	140	100	15,91	1,03	14,21	200	€ 230,28	€ 384,56
Pipe TA001544	93	160	100	13,9	0,69	5,78	175	€ 219,05	€ 20.448,06
Pipe TA001812	0	80	100	7,57	1,51	54,8	150	€ 208,36	€ 45,84
Pipe TA001813	0	80	100	1,68	0,33	3,33	100	€ 188,54	€ 35,82
Pipe TA001814	0	80	100	1,68	0,33	3,47	100	€ 188,54	€ 28,28
Pipe TA001816	0	80	100	-10,82	2,15	106,16	175	€ 219,05	€ 70,10
Pipe TA001817	0	80	100	-8,51	1,69	68,17	150	€ 208,36	€ 58,34
Pipe TA001818	0	80	100	-8,19	1,63	63,41	150	€ 208,36	€ 50,01

3.1 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

Gli schemi modellati con il modello di calcolo Epanet, elencati in dettaglio di seguito, sono complessivamente in numero 28.

IDACQ	COMUNI SERVITI
3001	ACQUEDOTTO di CARBONATE - LOCATE VARESI NO - MOZZATE
3002	ACQUEDOTTO di CIRIMIDO - FENEGRO' - LIMIDO COMASCO - LURAGO MARINONE - VENIANO
3006	ACQUEDOTTO di BEREGAZZO CON FIGLIARO - CASTELNUOVO BOZZENTE
3008	ACQUEDOTTO di BULGAROGROSSO
3010	ACQUEDOTTO di LURATE CACCIVIO
3012	ACQUEDOTTO di CASSINA RIZZARDI
3013	ACQUEDOTTO di APPIANO GENTILE
3035	ACQUEDOTTO di OLTRONA CON SAN MAMETTE
3101	ACQUEDOTTO di CANTU'
3104	ACQUEDOTTO di CAPIAGO INTIMIANO
3106	ACQUEDOTTO di BRENN A
3107	ACQUEDOTTO di FIGINO SERENZA
3109	ACQUEDOTTO di CUCCIAGO
3111	ACQUEDOTTO di FINO MORNASCO
3112	ACQUEDOTTO di BREGNANO - CADORAGO - CERMENATE - GUANZATE - LOMAZZO - ROVELLASCA - ROVELLO PORRO
3113	ACQUEDOTTO di SENNA COMASCO
3121	ACQUEDOTTO di COMO
3126	ACQUEDOTTO di MARIANO COMENSE
3128	ACQUEDOTTO di LUISAGO
3135	ACQUEDOTTO di VERTEMATE CON MINOPRIO
3138	ACQUEDOTTO di AROSIO - CARUGO
3146	ACQUEDOTTO di CASNATE CON BERNATE
3204	ACQUEDOTTO di ERBA
3210	ACQUEDOTTO di ALBESE CON CASSANO
3216	ACQUEDOTTO di ALZATE BRIANZA
3224	ACQUEDOTTO di LAMBRUGO - LURAGO D'ERBA
3234	ACQUEDOTTO di ORSENIGO
3240	ACQUEDOTTO di TAVERNERIO - MONTORFANO

Dall'analisi dei risultati di tutte le simulazioni effettuate risulta che:

- Le simulazioni in *condizioni di massimo consumo* permettono di valutare la capacità della rete di convogliare le portate in gioco a fronte della distribuzione della domanda idrica sul territorio.

In questi casi si possono individuare interventi di ottimizzazione come la sostituzione delle alimentatrici con tubazioni di sezione più grande (per ridurre le perdite di carico) o semplicemente la chiusura di qualche maglia (per modificare il flusso e ottenere una distribuzione delle portate circolanti più equilibrata).

- La simulazione in *condizioni di minimo consumo* permettono di valutare come si relaziona il territorio su cui si stende la rete con la quota piezometrica del serbatoio di carico.

Dalle simulazioni effettuate sui 28 schemi risulta che su 1.700 km di rete di acquedotto è necessario prevedere la sostituzione di circa 410 km di tubazioni, corrispondenti al 24% di 1.700 Km ed al 7% dello sviluppo complessivo delle reti idriche esistenti nel territorio dell'A.T.O.

Di seguito per ogni schema idrico esaminato si riporta la lunghezza delle reti da sostituire con la stima dell'importo relativo all'intervento.

Codice schema idrico

3001

Lunghezza rete	86.195	m
Tratti con perdita di carico unitaria > 3 m/km	10.535	m
Percentuale rete da sostituire	12%	
Importo totale intervento	1.962.260	€

Codice schema idrico

3002

Lunghezza rete	81.194	m
Tratti con perdita di carico unitaria > 3 m/km	20.399	m
Percentuale rete da sostituire	25%	
Importo totale intervento	4.005.343	€

Codice schema idrico

3006

Lunghezza rete	25.163	m
Tratti con perdita di carico unitaria > 3 m/km	9.042	m
Percentuale rete da sostituire	36%	
Importo totale intervento	1.812.083	€

Codice schema idrico

3008

Lunghezza rete	17.580	m
Tratti con perdita di carico unitaria > 3 m/km	2.798	m
Percentuale rete da sostituire	16%	
Importo totale intervento	492.911	€

Codice schema idrico

3010

Lunghezza rete	49.986	m
Tratti con perdita di carico unitaria > 3 m/km	16.858	m
Percentuale rete da sostituire	34%	
Importo totale intervento	3.348.586	€

Codice schema idrico

3012

Lunghezza rete	19.924	m
Tratti con perdita di carico unitaria > 3 m/km	7.440	m
Percentuale rete da sostituire	37%	
Importo totale intervento	1.567.604	€

Codice schema idrico

3035

Lunghezza rete	13.751	m
Tratti con perdita di carico unitaria > 3 m/km	5.268	m
Percentuale rete da sostituire	38%	
Importo totale intervento	986.622	€

Codice schema idrico

3101

Lunghezza rete	151.164	m
Tratti con perdita di carico unitaria > 3 m/km	36.293	m
Percentuale rete da sostituire	24%	
Importo totale intervento	7.883.135	€

Codice schema idrico

3104

Lunghezza rete	38.481	m
Tratti con perdita di carico unitaria > 3 m/km	11.369	m
Percentuale rete da sostituire	30%	
Importo totale intervento	2.131.595	€

Codice schema idrico

3106

Lunghezza rete	11.376	m
Tratti con perdita di carico unitaria > 3 m/km	1.400	m
Percentuale rete da sostituire	12%	
Importo totale intervento	271.150	€

Codice schema idrico

3107

Lunghezza rete	31.464	m
Tratti con perdita di carico unitaria > 3 m/km	2.603	m
Percentuale rete da sostituire	8%	
Importo totale intervento	597.565	€

Codice schema idrico

3109

Lunghezza rete	19.111	m
Tratti con perdita di carico unitaria > 3 m/km	6.291	m
Percentuale rete da sostituire	33%	
Importo totale intervento	1.176.601	€

Codice schema idrico

3111

Lunghezza rete	54.087	m
Tratti con perdita di carico unitaria > 3 m/km	11.591	m
Percentuale rete da sostituire	21%	
Importo totale intervento	2.270.824	€

Codice schema idrico

3112

Lunghezza rete	332.394	m
Tratti con perdita di carico unitaria > 3 m/km	60.270	m
Percentuale rete da sostituire	18%	
Importo totale intervento	11.976.668	€

Codice schema idrico

3113

Lunghezza rete	7.796	m
Tratti con perdita di carico unitaria > 3 m/km	353	m
Percentuale rete da sostituire	5%	
Importo totale intervento	69.572	€

Codice schema idrico

3121

Lunghezza rete	245.646	m
Tratti con perdita di carico unitaria > 3 m/km	86.619	m
Percentuale rete da sostituire	35%	
Importo totale intervento	19.654.750	€

Codice schema idrico

3126

Lunghezza rete	84.953	m
Tratti con perdita di carico unitaria > 3 m/km	26.788	m
Percentuale rete da sostituire	32%	
Importo totale intervento	5.244.519	€

Codice schema idrico

3128

Lunghezza rete	16.470	m
Tratti con perdita di carico unitaria > 3 m/km	3.926	m
Percentuale rete da sostituire	24%	
Importo totale intervento	795.860	€

Codice schema idrico

3135

Lunghezza rete	26.067	m
Tratti con perdita di carico unitaria > 3 m/km	6.336	m
Percentuale rete da sostituire	24%	
Importo totale intervento	1.285.387	€

Codice schema idrico

3138

Lunghezza rete	52.108	m
Tratti con perdita di carico unitaria > 3 m/km	674	m
Percentuale rete da sostituire	1%	
Importo totale intervento	133.756	€

Codice schema idrico

3146

Lunghezza rete	33.346	m
Tratti con perdita di carico unitaria > 3 m/km	4.652	m
Percentuale rete da sostituire	14%	
Importo totale intervento	920.178	€

Codice schema idrico

3204

Lunghezza rete	101.039	m
Tratti con perdita di carico unitaria > 3 m/km	23.264	m
Percentuale rete da sostituire	23%	
Importo totale intervento	180.684	€

Codice schema idrico

3210

Lunghezza rete	32.017	m
Tratti con perdita di carico unitaria > 3 m/km	12.514	m
Percentuale rete da sostituire	39%	
Importo totale intervento	2.780.545	€

Codice schema idrico

3216

Lunghezza rete	32.320	m
Tratti con perdita di carico unitaria > 3 m/km	6.555	m
Percentuale rete da sostituire	20%	
Importo totale intervento	1.274.089	€

Codice schema idrico

3224

Lunghezza rete	48.705	m
Tratti con perdita di carico unitaria > 3 m/km	12.187	m
Percentuale rete da sostituire	25%	
Importo totale intervento	2.267.212	€

Codice schema idrico

3240

Lunghezza rete	29.721	m
Tratti con perdita di carico unitaria > 3 m/km	14.012	m
Percentuale rete da sostituire	47%	
Importo totale intervento	2.667.340	€

Codice schema idrico

3013

Lunghezza rete	40.813	m
Tratti con perdita di carico unitaria > 3 m/km	6.535	m
Percentuale rete da sostituire	16%	
Importo totale intervento	1.335.383	€

Codice schema idrico

3234

Lunghezza rete	23.253	m
Tratti con perdita di carico unitaria > 3 m/km	3.458	m
Percentuale rete da sostituire	15%	
Importo totale intervento	718.528	€

RIEPILOGO GENERALE

Lunghezza rete	1.706.123	m
Tratti con perdita di carico unitaria > 3 m/km	410.030	m
Percentuale rete da sostituire	24%	
Importo totale intervento	79.810.750	€

4. VERIFICHE IDRAULICHE DELLE RETI DI ACQUEDOTTO CON FORMULE SEMPLIFICATE

Per gli schemi idrici gestiti dai comuni in economia, per i quali non è stato possibile realizzare la modellazione in Epanet, è stato verificato il funzionamento idraulico del sistema di adduzione adottando formule semplificate (Darcy, Bresse).

In generale, le opere di adduzione si distinguono in:

- a) condotte a gravità;
- b) condotte prementi.

Le prime sono di semplice collegamento tra la singola fonte (o un gruppo di fonti) ed i serbatoi di accumulo. Le seconde sono costituite generalmente dalle tubazioni che uscendo dagli impianti di sollevamento giungono ai serbatoi delegati alla distribuzione o ai vari serbatoi intermedi.

La verifica delle condotte di adduzione è incentrata:

- sull'analisi del loro funzionamento per il valore massimo di portata erogabile dalle fonti di approvvigionamento esistenti, per quelle a gravità;
- sulla ricerca del diametro ottimale necessario a sollevare la portata transitante, per quelle prementi.

Per verificare le condotte di adduzione con funzionamento a gravità è stata adottata la formula di Darcy. Per ogni tratto di condotta l'equazione di moto applicata è del tipo:

$$j = bQ^2 D^{-\mu} \quad [\text{m/m}]$$

nella quale j è la cadente piezometrica, ovvero la perdita di carico unitaria per ogni metro di tubo; Q è la massima portata erogabile ottenuta moltiplicando per il coefficiente 1,5 il fabbisogno idrico degli utenti finali, avendo ipotizzato di mantenere invariata la capacità di compenso dei serbatoi esistenti; D è il diametro del tubo in metri; b e μ sono coefficienti empirico - sperimentali che dipendono dalla scabrezza del materiale e per i quali sono stati adottati rispettivamente i valori $b=0.00330$ e $\mu = 5.08$, validi per tubi usati.

Avendo assunto un diametro teorico non inferiore a 63 mm ed essendo note la portata massima Q transitante e la lunghezza L della tubazione, applicando la suddetta formula, sono state calcolate le perdite di carico $\Delta h = j L$ distribuite lungo il tracciato della tubazione. Tali perdite sono state considerate ammissibili solo se inferiori al dislivello esistente tra il nodo di monte e quello di valle a cui è stato sottratto un carico idraulico pari a 5 m comprensivo delle perdite di carico localizzate e stabilito come valore minimo per garantire il corretto funzionamento a valle.

Per la verifica delle condotte di adduzione con sollevamento è stata adottata la formula di

Bresse, la cui espressione è:

$$D = K\sqrt{q} \quad [\text{m}]$$

nella quale D è il diametro espresso in m, q è la portata transitante espressa in m³/s e K è un coefficiente dipendente dal rapporto tra i costi dell'energia e delle condotte e che nelle verifiche è stato assunto pari a 1,5. L'applicazione di tale formula consente di determinare il diametro teorico ottimale, assunto per ipotesi non inferiore a 60 mm, necessario a garantire il sollevamento della portata stabilita.

4.1 RISULTATI DELLE VERIFICHE

Dalle verifiche idrauliche effettuate sugli schemi gestiti in economia, risulta che su 4.140 km di rete di acquedotto è necessario prevedere la sostituzione di circa 418 km di tubazioni, corrispondenti al 10% di 4.140 Km ed al 7% dello sviluppo complessivo delle reti idriche esistenti nel territorio dell'A.T.O.

Di seguito per ogni schema idrico esaminato si riporta la lunghezza delle reti da sostituire con la stima dell'importo relativo all'intervento.

Tabella 9 - Riepilogo degli interventi di sostituzione per schema idrico

IDACQ	COMUNI SERVITI	Lunghezza schema (m)	Lunghezza sostituzione (m)	Percentuale da sostituire	Importo (Euro)
3237	ALBAVILLA	103.728	4.670	5%	€ 1.195.000,00
3211	ALSERIO	17.041	84	0,5%	€ 15.053,86
3147	ARREGNO	6.906	5.283	77%	€ 947.855,13
3201	ASSO	63.478	4.171	7%	€ 824.941,53
3221	BARNI	27.035	3.287	12%	€ 594.252,84
3212	BELLAGIO	53.907	1.326	2%	€ 285.283,62
3316	BENE LARIO	11.464	1.257	11%	€ 220.083,61
3337	BLESSAGNO	4.302	2.589	60%	€ 453.354,83
3218	BLEVIO	13.381	1.523	11%	€ 283.538,24
3231	CAGLIO	27.639	2.599	9%	€ 466.140,64
3134	CAMPIONE D`ITALIA	15.421	2.806	18%	€ 504.294,73
3215	CANZO	89.730	9.643	11%	€ 2.128.989,94
3143	CARATE URIO	6.624	1.501	23%	€ 273.783,15
3344	CARLAZZO	81.098	10.897	13%	€ 1.925.084,28
3320	CASASCO D`INTELVI	19.295	7.677	40%	€ 1.349.223,57
3203	CASLINO D`ERBA	16.811	2.895	17%	€ 513.415,08
3309	CASTIGLIONE D`INTELVI	31.780	5.750	18%	€ 1.012.027,10
3301	CAVARGNA	15.441	9.251	60%	€ 1.659.079,33
3321	CERANO INTELVI	17.460	2.517	14%	€ 443.808,82
3228	CIVENNA	52.155	3.287	6%	€ 594.252,84
3342	CLAINO CON OSTENO	12.459	4.926	40%	€ 919.293,98
3302	COLONNO	2.402	664	28%	€ 119.073,28
3322	CONSIGLIO DI RUMO	20.515	3.238	16%	€ 642.592,33
3348	CORRIDO	25.613	6.712	26%	€ 1.203.681,20
3324	CREMIA	40.578	8.106	20%	€ 1.453.755,71
3338	CUSINO	10.511	5.359	51%	€ 961.013,46
3311	DIZZASCO	27.873	4.711	17%	€ 833.044,78

IDACQ	COMUNI SERVITI	Lunghezza schema (m)	Lunghezza sostituzione (m)	Percentuale da sostituire	Importo (Euro)
3315	DOMASO	10.204	3.245	32%	€ 592.633,63
3306	DONGO	19.000	7.597	40%	€ 1.356.084,88
3326	DOSSO DEL LIRO	9.908	7.914	80%	€ 1.385.700,84
3205	EUPILIO	35.564	1.440	4%	€ 273.960,08
3235	FAGGETO LARIO	53.298	6.771	13%	€ 1.185.216,85
3310	GARZENO	7.651	3.059	40%	€ 535.586,56
3304	GERA LARIO	31.220	2.237	7%	€ 391.734,43
3347	GERMASINO	38.744	16.056	41%	€ 2.811.185,13
3313	GRANDOLA ED UNITI	16.720	7.017	42%	€ 1.290.982,68
3139	GRIANTE	26.258	1.085	4%	€ 204.364,93
3339	GRAVEDONA	21.300	3.002	14%	€ 603.416,25
3142	LAGLIO	5.700	372	7%	€ 66.784,70
3334	LAINO	25.260	2.786	11%	€ 492.156,33
3314	LANZO D'INTELLI	54.606	3.557	7%	€ 691.195,79
3208	LASNIGO	7.039	1.933	27%	€ 346.748,13
3132	LENNO	138.567	1.009	1%	€ 186.776,81
3230	LEZZENO	29.019	677	2%	€ 123.849,84
3340	LIVO	12.109	7.995	66%	€ 1.399.889,96
3229	LONGONE AL SEGRINO	27.710	1.282	5%	€ 284.317,55
3219	MAGREGLIO	21.264	4.185	20%	€ 743.145,81
3308	MENAGGIO	70.414	12.703	18%	€ 2.343.265,04
3206	MERONE	30.330	1.354	4%	€ 335.710,04
3130	MEZZEGRA	164.058	609	0%	€ 108.721,75
3144	MOLTRASIO	4.278	2.844	66%	€ 541.778,01
3335	MONTEMEZZO	13.492	6.683	50%	€ 1.170.095,98
3312	MUSSO	12.788	5.760	45%	€ 1.008.586,24
3202	NESSO	5.897	519	9%	€ 91.510,85
3003	OLGIATE COMASCO	130.226	4.168	3%	€ 885.933,83
3129	OSSUCCIO	90.929	1.149	1%	€ 221.011,41
3331	PEGLIO	25.316	9.730	38%	€ 1.703.546,47
3318	PELLIO INTELLI	17.740	2.224	13%	€ 399.921,84
3317	PIANELLO DEL LARIO	23.118	6.495	28%	€ 1.137.275,77
3328	PIGRA	4.209	2.093	50%	€ 376.569,14
3232	POGNANA LARIO	17.088	9.730	57%	€ 1.703.546,47
3330	PONNA	30.737	12.844	42%	€ 2.247.285,38
3209	PONTE LAMBRO	14.399	3.350	23%	€ 661.283,52
3329	PORLEZZA	146.589	7.089	5%	€ 1.314.023,00
3233	PROSERPIO	18.763	1.082	6%	€ 214.506,27
3217	PUSIANO	33.438	7.089	21%	€ 1.314.023,00
3323	RAMPONIO VERNA	6.347	3.118	49%	€ 580.626,83
3236	REZZAGO	8.137	911	11%	€ 163.426,04

IDACQ	COMUNI SERVITI	Lunghezza schema (m)	Lunghezza sostituzione (m)	Percentuale da sostituire	Importo (Euro)
3024	RODERO	12.132	782	6%	€ 144.482,27
3333	SAN NAZZARO VAL CAVARGNA	30.600	7.343	24%	€ 1.316.825,48
3305	SAN SIRO	20.182	8.553	42%	€ 1.533.888,74
3336	SCHIGNANO	22.084	9.459	43%	€ 1.763.654,09
3029	SOLBIATE COMASCO	50.299	2.064	4%	€ 447.288,24
3303	STAZZONA	9.022	5.887	65%	€ 1.048.419,98
3214	TORNO	27.440	4.153	15%	€ 759.487,37
3327	TREZZONE	23.993	3.771	16%	€ 670.756,02
3025	UGGIATE - TREVANO	51.702	731	1%	€ 172.355,24
3346	VAL REZZO	12.222	2.659	22%	€ 476.836,52
3222	VALBRONA	29.922	2.189	7%	€ 416.366,80
3026	VALMOREA	22.650	2.022	9%	€ 418.069,87
3332	VERCANA	23.732	11.286	48%	€ 1.994.882,00
3349	PLESIO	47.920	6.350	13%	€ 1.115.389,84
3343	SAN BARTOLOMEO VAL CAVARGNA	57.379	17.401	30%	€ 3.059.410,12
3307	SAN FEDELE INTELVI	29.309	410	1%	€ 71.715,96
3207	SORMANO	23.390	2.985	13%	€ 541.727,50
3131	TREMEZZO	48.524	3.617	7%	€ 666.534,26
3345	VALSOLDA	60.190	16.576	28%	€ 2.910.661,13
3239	VELESO	13.466	4.492	33%	€ 785.863,08
3223	ZELBIO	15.711	4.302	27%	€ 752.023,63