

REGIONE PUGLIA

Dipartimento Agricoltura, Sviluppo Rurale e Tutela dell'Ambiente

Sezione RISORSE IDRICHE

Servizio SISTEMA IRDICO INTEGRATO



POR PUGLIA 2014-2020 Asse VI - Azione 6.4.c (ex 6.4.3)

“Infrastrutture per il pretrattamento, stoccaggio e riutilizzo delle acque reflue depurate”

COMUNE DI PALAGIANO



Riutilizzo ai fini irrigui delle acque reflue affinate licenziate di depuratori a servizio degli abitati di Palagiano e Massafra

PROGETTO DEFINITIVO

OGGETTO: Relazione specialistica opere idrauliche

R.U.P.
Ing. Silvia Micunco

Progettazione:
R.T.P. Ing. Giovanni LEUZZI
Ing. Roberto PISCONTI
Ing. Andrea DE GAETANI
Ing. Marco SPAGNOLO
Ing. Paolo GASPARRO

ELABORATO:

R02

Scala: /

Formato: A4

Data:

Aprile 2021

Revisione:

0



INDICE

1. PREMESSA	3
2. ANALISI E PROGETTAZIONE IDRAULICA.....	4
2.1. Dimensionamento del sistema di condotte.....	4
2.1.1. CONDOTTA TRONCO 1 (da dep. Palagiano a condotta E.I.P.L.I)	6
2.1.2. CONDOTTA TRONCO 2 (da dep. Massafra a condotta E.I.P.L.I).....	9
2.1.3. CONDOTTA TRONCO 3 (dal punto di presa Conca d'oro al suo impianto di sollevamento)	12
2.2. Definizione delle caratteristiche degli impianti di sollevamento.....	14
2.2.1. SOLLEVAMENTO CONDOTTA TRONCO 1 (da dep. Palagiano a condotta E.I.P.L.I).....	14
2.2.2. SOLLEVAMENTO CONDOTTA TRONCO 2 (da dep. Massafra a condotta E.I.P.L.I).....	18
2.3. Strategie progettuali per inibire il colpo d'ariete	22

1. PREMESSA

La presente relazione è a corredo del progetto definitivo dei lavori per il “RIUTILIZZO AI FINI IRRIGUI DELLE ACQUE REFLUE AFFINATE LICENZIATE DAI DEPURATORI A SERVIZIO DEGLI ABITATI DI PALAGIANO E MASSAFRA”

In tale relazione si descriveranno i calcoli idraulici di dimensionamento del sistema di condotte e dei gruppi di spinta.

Il progetto prevede la realizzazione delle seguenti opere:

- **n.1 opera di presa** per scopi irrigui, costituita dall'impianto per il sollevamento delle acque affinate licenziate dall'impianto di **Palagiano**;
- **n.1 opera di presa** per scopi irrigui, costituita dall'impianto per il sollevamento delle acque affinate licenziate dall'impianto di **Massafra**;
- **n.1 condotta di adduzione** per il collegamento dell'impianto di depurazione di Palagiano alla condotta E.I.P.L.I. Ø 1000, mediante condotta interrata in PEAD PE100 di diametro DE225 e lunghezza 4.2 km, denominata “**Tronco 1**”;
- **n.1 condotta di adduzione** per il collegamento dell'impianto di depurazione di Massafra alla condotta E.I.P.L.I. Ø 1000, mediante condotta interrata in PEAD PE100 di diametro DE355 e lunghezza 3.4 km, denominata “**Tronco 2**”;
- **n.1 condotta di adduzione** per il collegamento dal punto di presa conca d'oro all'impianto di sollevamento conca d'oro, mediante condotta interrata in PEAD PE100 di diametro DE315 e lunghezza 1.7 km, denominata “**Tronco 3**”.

2. ANALISI E PROGETTAZIONE IDRAULICA

2.1. Dimensionamento del sistema di condotte

Il sistema di condotte in progetto, come già detto in precedenza, e come si dimostrerà dal calcolo idraulico di dimensionamento, è costituito dalle seguenti condotte principali:

- TRONCO 1 - PERCORSO DI PROGETTO PER COLLEGAMENTO DA IMPIANTO DI DEPURAZIONE PALAGIANO A CONDOTTA E.I.P.L.I. $\varnothing$ 1000 - condotta interrata in PEAD PE100 DE225 - L = 4.2 km;
- TRONCO 2 - PERCORSO DI PROGETTO PER COLLEGAMENTO DA IMPIANTO DI DEPURAZIONE MASSAFRA A CONDOTTA E.I.P.L.I. $\varnothing$ 1000 - condotta interrata in PEAD PE 100 DE355 - L = 3,4 km;
- TRONCO 3 - PERCORSO DI PROGETTO PER COLLEGAMENTO DA PRESA CONCA D'ORO A IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO CONCA D'ORO - condotta interrata in PEAD PE 100 DE315 - L = 1,7 km;

Di seguito lo stralcio della planimetria generale da cui si evincono i percorsi dei tre tronchi in progetto.

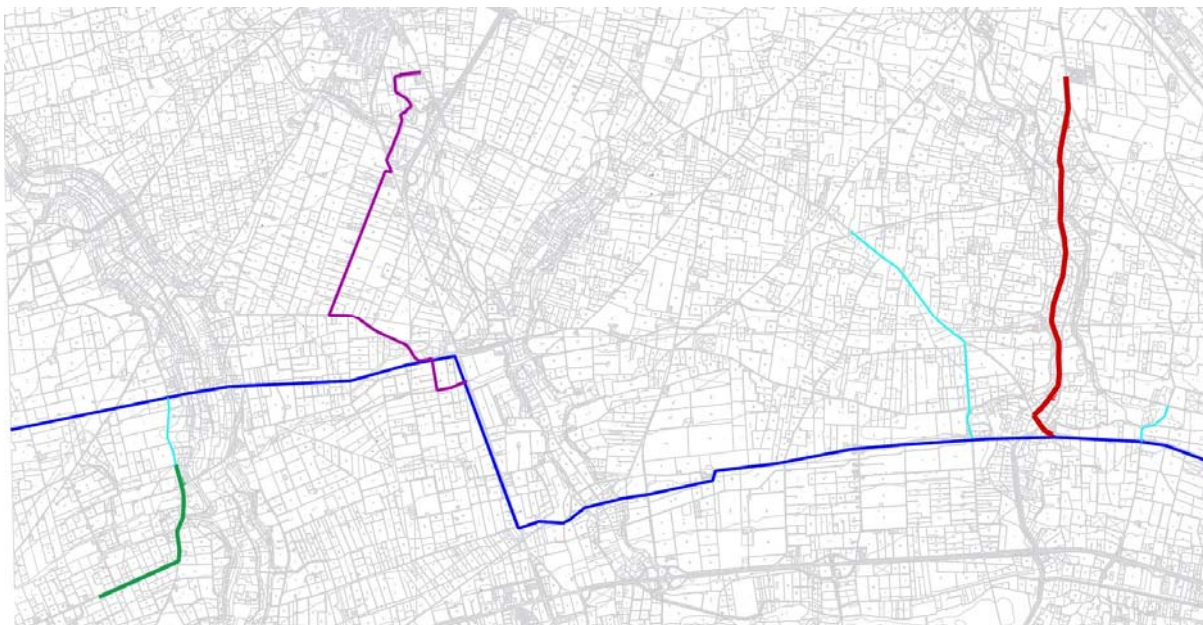


Figura 3 – Planimetria generale della soluzione progettuale individuata

Legenda:

- | | |
|---|-------------------------------------|
|  | TRONCO 1 partenza da dep. Palagiano |
|  | TRONCO 2 partenza da dep. Massafra |

	TRONCO 3 Collegamento da presa Conca D'Oro a sollevamento Conca D'Oro
	Percorso effettivo E.I.P.L.I. (le derivazioni ai sollevamenti dei vari distretti sono indicate in ciano)

Le condotte saranno tutte in PEAD PE 100 – PN 10.

PRINCIPI DI DIMENSIONAMENTO

La velocità massima del flusso all'interno delle condotte dovrà essere di circa a 1,5 m/s. Tale valore ricade all'interno del range suggerito in Letteratura, che propone valori minimi (a seconda delle caratteristiche del fluido) non inferiori a 0,5 ÷ 1,0 m/s al fine di impedire depositi nella premente, e valori massimi non superiori a 2,0 m/s che consentano, da un lato, di evitare la formazione di sacche d'aria nei gomiti più accentuati, e, dall'altro, di contenere i rischi sulla formazione di colpi d'ariete.

FORMULE UTILIZZATE

Nel considerare sistemi di tubazioni che trasportano liquidi con viscosità assimilabile all'acqua, è necessario tener conto della formula generale di Hazen-Williams (1):

$$(1) \quad v = 0,8494 \cdot C \cdot R_h^{0,63} S^{0,54}$$

Dove:

V = velocità del fluido in condotta [m/s]

C = coefficiente legato alla rugosità della tubazione

R_h = raggio idraulico [m], che per sezioni circolari è pari a $d/4$

S = pendenza della linea piezometrica: $S = y/L$

y = perdita di carico [mca]

L = lunghezza della tubazione [m]

Nella maggior parte dei casi di dimensionamento delle tubazioni, considerando acqua come fluido, risulta molto più semplice utilizzare la formula pratica di Hazen Williams (2):

$$(2) \quad q = 0,285 \cdot C \cdot d^{2,63} S^{0,54} \quad [\text{m}^3/\text{s}]$$

Dove:

q = portata del fluido in condotta [m^3/s]

C = coefficiente legato alla rugosità della tubazione

d = diametro della condotta [m]

A = sezione della condotta [m^2]

v = velocità in condotta [m/s]

y = carico disponibile [mH₂O]

$L1$ = lunghezza lineare della tubazione [m]

$L2$ = lunghezza data delle perdite concentrate [m]

L = lunghezza equivalente condotta $L1+L2$ [m]

S = pendenza della linea piezometrica: $S = y/L$

Si applicherà la suddetta formula per il dimensionamento del sistema di condotte e per il calcolo della perdita di carico per unità di lunghezza della condotta.

2.1.1. CONDOTTA TRONCO 1 (da dep. Palagiano a condotta E.I.P.L.I)

Principi di dimensionamento:

La condotta tronco 1 di adduzione convoglierà, mediante opportuno gruppo di spinta, le acque affinate in transito nel pozzetto di intercettazione all'interno del depuratore AQP di

Palagianò, fino al collettore finale E.I.P.L.I. delle reti irrigue, garantendo una determinata pressione all'imbocco della stessa.

La pressione al collettore finale dovrà essere sufficiente alla corretta alimentazione delle reti irrigue, che tuttavia non è possibile calcolare in modo rigoroso in quanto essa stessa è variabile in funzione dell'alimentazione dalle acque dal Tara e dal contestuale emungimento dai punti di presa dell'ARIF. Per ottenere questo dato, a seguito di sopralluoghi in campo sulla condotta presso i punti di presa delle varie derivazioni gestite dall'ente gestore (ARIF), si è evinto che la pressione all'interno della condotta E.I.P.L.I. varia da 1 a 5 bar, anche e soprattutto in funzione della quota geodetica dei vari punti di presa.

Per quanto riguarda il punto di immissione del tronco 1 in progetto, si assume pertanto che, essendo la quota geodetica pari a 23,7 m s.l.m., la pressione massima presente nella condotta E.I.P.L.I. in quel punto sia al massimo di 3 bar, equivalenti a 30,6 mH₂O. Tale dato si assumerà come prevalenza residua per immissione nel collettore finale nel calcolo della prevalenza manometrica totale del gruppo di spinta.

DATI DI PROGETTO:

La portata media di progetto Q si assume pari a circa 2.200 mc/g, equivalenti a 90 m³/h, ovvero 0,025 m³/s. Tale portata la si utilizza nella formula di Bresse per determinare il diametro ottimale dal punto di vista economico considerando sia la fase di realizzazione (costo della tubazione) che quella di esercizio (costo energetico della pompa). Determinato il diametro ottimale si sceglierà il diametro commerciale più piccolo di circa il 10% per fare in modo che la velocità in condotta nelle condizioni di portata media di progetto sia pari a circa 0.7-0.8 m/s.

La portata massima di progetto Q_{max} si assume pari a 0,045 m³/s. Tale portata si utilizza per la verifica delle velocità massime in condotta (che non dovranno superare 1,5 m/s).

La lunghezza L del tronco 1 è di 4.200 m.

L'altezza geodetica dell'acqua all'interno del pozzetto di intercettazione in uscita al depuratore (partenza) si assume pari a 28 m.s.l.m., mentre l'altezza geodetica della tubazione nel punto di immissione nella condotta E.I.P.L.I. (arrivo) è di 23 m.s.l.m.

Si assumerà pertanto la prevalenza geodetica, definita come differenza tra altezza geodetica alla partenza ed all'arrivo, pari a $28 - 23,7 = 4,3$ mH₂O.

La scabrezza della condotta, essendo in PEAD, si assume pari a 140.

DIMENSIONAMENTO DIAMETRO CONDOTTA DI ADDUZIONE:

Per determinare il diametro ottimale della condotta in progetto, si utilizza la Formula di Bresse:

$$D = 1.5\sqrt{Q}$$

da cui si evince: $D = 1,5 \times 0,158 = 0,237$ m (Diametro interno ottimale di progetto).

Mediante tale formula, che si utilizza per piccoli sollevamenti, si ottiene una velocità media in condotta pari a circa 0.6 m/s. Nel nostro caso, essendo un impianto di media grandezza, si preferisce aumentare leggermente la velocità in condotta. Pertanto sarà scelto un diametro commerciale inferiore di circa il 10-15% rispetto a quello determinato mediante la suddetta formula. Selezionando tra quelli disponibili in PEAD PE 100 PN 10, si determina il DE 225 che presenta un diametro interno pari a 0.198 m. Con tale diametro la velocità media in condotta è pari a 0,8 m/s.

CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO IN CONDOTTA:

Volendo utilizzare la formula di Hazen Williams (2), si procede preliminarmente al calcolo delle lunghezze equivalenti, ottenendo:

Diametro interno condotta	0,198	m		
LUNGHEZZE EQUIVALENTI PER LA VALUTAZIONE DELLE PERDITE DI CARICO				
Calcolo perdite concentrate		L/D	tot L/D	L₂
curve a gomito 90°	14	30	420	83,2
curve 45°	11	16	176	34,8
curve a 22,5°	5	8	40	7,9
curve a 11,25°	5	4	20	4,0
valvole a farfalla	3	20	60	11,9
valvole di ritegno a sfera	2	150	300	59,4
Te (passaggio dritto)	0	20	0	0,0

R.T.P. Ing. Giovanni Leuzzi

Allargamento brusco da d=0,150 a D=0,198	1	20	20	3,3
Lunghezza equivalente L₂ data dalle perdite concentrate			1036	204,4

Nota la lunghezza equivalente della condotta data dalle perdite concentrate, sarà possibile, sommando la stessa a quella lineare, ottenere la lunghezza equivalente della condotta da inserire nella formula di Hazen Williams (2):

Formula di Hazen Williams (2)			
q = portata del fluido in condotta	0,025	m ³ /s	
C = coefficiente legato alla rugosità della tubazione	140		
d = diametro interno della condotta	0,198	m	
A = sezione della condotta	0,031	m ²	
v = velocità in condotta	0,8	m/s	
L ₁ = lunghezza lineare della tubazione	4200	m	
L ₂ = lunghezza equivalente delle perdite concentrate	204	m	
L = lunghezza equivalente condotta L ₁ +L ₂	4404	m	
y = perdita di carico	13,8	mH ₂ O	
S = pendenza della linea piezometrica: S= y/L	0,003		

Come si può evincere dal calcolo, le perdite di carico lungo il tratto di condotta saranno di 13,8 mH₂O.

2.1.2. **CONDOTTA TRONCO 2 (da dep. Massafra a condotta E.I.P.L.I.)**

Principi di dimensionamento:

La condotta tronco 2 di adduzione convoglierà, mediante opportuno gruppo di spinta, le acque affinate in transito nel pozzetto di intercettazione all'interno del depuratore AQP di Massafra, fino al collettore finale E.I.P.L.I. delle reti irrigue, garantendo una determinata pressione all'imbocco della stessa.

La pressione al collettore finale dovrà essere sufficiente alla corretta alimentazione delle reti irrigue, che tuttavia non è possibile calcolare in modo rigoroso in quanto essa stessa è variabile in funzione dell'alimentazione dalle acque dal Tara e dal contestuale emungimento dai punti di presa dell'ARIF. Per ottenere questo dato, a seguito di sopralluoghi in campo sulla condotta presso i punti di presa delle varie derivazioni gestite dall'ente gestore (ARIF), si è evinto che la pressione all'interno della condotta E.I.P.L.I. varia da 1 a 5 bar, anche e soprattutto in funzione della quota geodetica dei vari punti di presa.

Per quanto riguarda il punto di immissione del tronco 2 in progetto, si ipotizza pertanto che, essendo la quota geodetica pari a 6 m s.l.m., la pressione massima presente nella condotta E.I.P.L.I. in quel punto sia al massimo di 4,6 bar, equivalenti a 46,9 mH₂O. Tale dato si assumerà come prevalenza residua per immissione nel collettore finale nel calcolo della prevalenza manometrica totale del gruppo di spinta.

DATI DI PROGETTO:

La portata media di progetto Q si assume pari a circa 4.800 mc/g, equivalenti a 200 m³/h, ovvero 0,055 m³/s. Tale portata la si utilizza nella formula di Bresse per determinare il diametro ottimale dal punto di vista economico considerando sia la fase di realizzazione (costo della tubazione) che quella di esercizio (costo energetico della pompa). Determinato il diametro ottimale si sceglierà il diametro commerciale più piccolo di circa il 10-15% per fare in modo che la velocità in condotta nelle condizioni di portata media di progetto sia pari a circa 0.7-0.8 m/s.

La portata massima di progetto Q_{max} si assume pari a 0,090 m³/s. Tale portata si utilizza per la verifica delle velocità massime in condotta (che non dovranno superare 1,5 m/s).

La lunghezza L del tronco 2 è di 3.400 m.

L'altezza geodetica dell'acqua all'interno del pozzetto di intercettazione in uscita al depuratore (partenza) si assume pari a 27 m.s.l.m., mentre l'altezza geodetica della tubazione nel punto di immissione nella condotta E.I.P.L.I. (arrivo) è di 6 m.s.l.m.

Si assumerà pertanto la prevalenza geodetica, definita come differenza tra altezza geodetica alla partenza ed all'arrivo, pari a $27 - 7 = 20$ mH₂O.

La scabrezza della condotta, essendo in PEAD, si assume pari a 140.

DIMENSIONAMENTO DIAMETRO CONDOTTA DI ADDUZIONE:

Per determinare il diametro ottimale della condotta in progetto, si utilizza la Formula di Bresse:

$$D = 1.5\sqrt{Q}$$

da cui si evince: $D = 1,5 \times 0,235 = 0,352$ m (Diametro interno ottimale di progetto).

Mediante tale formula, che si utilizza per piccoli sollevamenti, si ottiene una velocità in condotta pari a circa 0.6 m/s. Nel nostro caso, essendo un impianto di media grandezza, si preferisce aumentare leggermente la velocità in condotta. Pertanto sarà scelto un diametro commerciale inferiore di circa il 10-15% rispetto a quello determinato mediante la suddetta formula. Selezionando tra quelli disponibili in PEAD PE 100 PN 10, si determina il DE 355 che presenta un diametro interno pari a 0.313 m.

CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO IN CONDOTTA:

Volendo utilizzare la formula di Hazen Williams (2), si procede preliminarmente al calcolo delle lunghezze equivalenti, ottenendo:

Diametro interno condotta	0,313	m		
LUNGHEZZE EQUIVALENTI PER LA VALUTAZIONE DELLE PERDITE DI CARICO				
Calcolo perdite concentrate		L/D	tot L/D	L₂
curve a gomito 90°	10	30	300	93,9
curve 45°	5	16	80	25,0
curve a 22,5°	15	8	120	37,6
curve a 11,25°	15	4	60	18,8
valvole a farfalla	3	20	60	18,8
valvole di ritegno a sfera	2	150	300	93,9
Te (passaggio dritto)	0	20	0	0,0
Allargamento brusco da d=0,150 a D=0,313	1	30	30	9,4
Lunghezza equivalente L₂ data dalle perdite concentrate			950	297,4

Nota la lunghezza equivalente della condotta data dalle perdite concentrate, sarà possibile, sommando la stessa a quella lineare, ottenere la lunghezza equivalente della condotta da inserire nella formula di Hazen Williams (2):

Formula di Hazen Williams (2)		
q = portata del fluido in condotta	0,055	m ³ /s
C = coefficiente legato alla rugosità della tubazione	140	
d = diametro interno della condotta	0,313	m
A = sezione della condotta	0,077	m ²

v = velocità in condotta	0,7	m/s
L ₁ = lunghezza lineare della tubazione	3400	m
L ₂ = lunghezza equivalente delle perdite concentrate	297	m
L = lunghezza equivalente condotta L ₁ +L ₂	3697	m
y = perdita di carico	5,3	mH ₂ O
S = pendenza della linea piezometrica: $S = y/L$	0,001	

Come si può evincere dal calcolo, le perdite di carico lungo il tratto di condotta saranno di 5,3 mH₂O.

2.1.3. **CONDOTTA TRONCO 3 (dal punto di presa Conca d'oro al suo impianto di sollevamento)**

Principi di dimensionamento:

La condotta tronco 3 sostituirà il canale a cielo aperto di Conca d'oro seguendo un percorso alternativo partendo dal punto di presa Conca d'oro, percorrendo il tratto della S.P. 31 e della strada comunale denominata contrada Conca d'oro, fino a giungere agli impianti di sollevamento. Tale condotta interrata in progetto convoglierà pertanto le acque irrigue presenti in pressione nella condotta E.I.P.L.I. fino agli impianti di sollevamento di conca d'oro. La lunghezza totale del tronco 3 in progetto è pari a 1,7 km.

Come si può evincere dal rilievo topografico (tavola G06), non sono presenti prevalenze geodetiche tra l'inizio e la fine della condotta.

Si assume che la prevalenza dell'acqua nella condotta E.I.P.L.I. al punto di stacco a cui si dovrà innestare il tronco 3 sia comparabile con le pressioni assunte per il punto di innesto del tronco 1 alla stessa E.I.P.L.I., ovvero che sia compresa tra un minimo di 1 bar (10,2 mH₂O) fino ad un massimo di 3 bar, equivalenti a 30,6 mH₂O.

Gli impianti di sollevamento di Conca D'oro che provvedono alla distribuzione dell'acqua ai campi del comprensorio, sono costituiti da n.4 pompe in parallelo, ciascuna da 20 l/s per un totale massimo di 80 l/s.

Premesso ciò, la condotta in progetto, che sarà in PEAD PE100 PN10, dovrà avere un diametro tale che, sottoposta alla citata prevalenza minima pari a 10,2 mH₂O, possa addurre agevolmente una portata massima di 80 l/s, senza superare la velocità di 1,5 m/s.

Utilizzando la formula pratica di Hazen Williams (2), si evince che è sufficiente una condotta in PEAD PE 100 PN 10 DE 315, che garantirebbe una perdita di carico di circa 9 mH₂O (inferiore a quella minima disponibile, pari a 10,2) con portata massima di 80 l/s.

Con questo diametro, la velocità in condotta massima sarebbe di 1,3 m/s.

Prima di applicare la suddetta formula, occorre calcolare le perdite di carico concentrate, sottoforma di lunghezze equivalenti:

Diametro interno condotta	0,278	m		
LUNGHEZZE EQUIVALENTI PER LA VALUTAZIONE DELLE PERDITE DI CARICO				
Calcolo perdite concentrate		L/D	tot L/D	L₂
curve a gomito 90°	1	30	30	8,3
curve 45°	2	16	32	8,9
curve a 22,5°	1	8	8	2,2
curve a 11,25°	4	4	16	4,4
valvole a farfalla	2	20	40	11,1
valvole di ritegno a sfera	1	150	150	41,7
Te (passaggio dritto)	0	20	0	0,0
Allargamento brusco da d=0,150 a D=0,313	0	30	0	0,0
Lunghezza equivalente L₂ data dalle perdite concentrate			276	76,7

Nota la lunghezza equivalente della condotta data dalle perdite concentrate, sarà possibile, sommando la stessa a quella lineare, ottenere la lunghezza equivalente della condotta da inserire nella formula di Hazen Williams (2):

Formula di Hazen Williams (2)		
q = portata del fluido in condotta	0,08	m ³ /s
C = coefficiente legato alla rugosità della tubazione	140	
d = diametro interno della condotta	0,278	m
A = sezione della condotta	0,061	m ²
v = velocità in condotta	1,3	m/s
L ₁ = lunghezza lineare della tubazione	1700	m
L ₂ = lunghezza equivalente delle perdite concentrate	77	m
L = lunghezza equivalente condotta L ₁ +L ₂	1777	m
y = perdita di carico	9,2	mH ₂ O
S = pendenza della linea piezometrica: S= y/L	0,005	

2.2. Definizione delle caratteristiche degli impianti di sollevamento

In questo paragrafo saranno descritte le caratteristiche tecniche degli impianti di sollevamento previsti alle opere di presa dai depuratori di Palagiano e Massafra.

2.2.1. SOLLEVAMENTO CONDOTTA TRONCO 1 (da dep. Palagiano a condotta E.I.P.L.I)

Dalle considerazioni fin qui effettuate per il tronco 1, al fine della determinazione delle caratteristiche dell'impianto di sollevamento, le ipotesi di calcolo sono le seguenti:

Tipologia di pompa: elettropompa sommersa

Portata $Q = 0,025 \text{ m}^3/\text{s}$

Prevalenza manometrica totale $H_t =$

= Prev. geodetica + perdite di carico + prevalenza residua per immissione nel collettore finale:

= $(-4,3) + 13,8 + 30,6 = 40,1 \text{ mH}_2\text{O}$ (equivalente a circa 3,9 bar)

Potenza utile P_u del gruppo di spinta, calcolata in Watt:

$$P_u = \gamma \cdot Q \cdot H_t$$

Si evince che: $P_u = 9.800 \times 0,025 \times 40,1 = 9.825 \text{ W}$

Considerando un rendimento pari al 72,5%, si ottiene la potenza assorbita totale del gruppo di spinta:

$P_a = 9.825 / 0,725 = 13.6 \text{ kW}$

Tale potenza può essere agevolmente raggiunta utilizzando due pompe in parallelo da circa 8 kW, ciascuna con portata 54 m³/h (0,015 m³/s) e prevalenza 40 mH₂O.

Dovendo prevedere anche una terza pompa di emergenza, risulta conveniente utilizzarla in condizioni normali di esercizio, prevedendo tre pompe in parallelo con funzionamento a cascata (2+1R), in modo da poter assicurare anche la prevalenza manometrica residua al collettore finale anche con l'invecchiamento delle condotte. La potenza totale del gruppo di spinta sarà pertanto di circa 25 kW.

DATI TECNICI – GRUPPO DI SOLLEVAMENTO TRONCO 1

Dati richiesti

1	Pompa tipo	SUBMERSIBLE DEEPWELL PUMPS	Fluido	Acqua pura
2	Numero pompe / Riserva	1 / 0	Temperatura mezzo °C	20
3	Portata m³/h	54	Viscosità cinematica mm²/s	1
4	Prevalenza m	40	Tensione di vapore bar	0,022
5	Prevalenza geodetica m	0	Valore PH	7
6	Pressione all'entrata (pin) bar	0	Densità kg/dm³	1
7	Available system NPSH	0	Materia solida Weight %	0
8	Temperatura ambiente °C	20		

Pompa

9	Nome pompa	OY6BHE 48-6/9.2	Frequenza Hz	50
10	Modello	SUBMERSIBLE DEEPWELL PUMPS	Installazione	Ebara Motor Oil 6"
11	Costruttore	EPE	Girante	Max. mm 0
12	Velocità 1/min	2850	Diametro	Progettato mm 0
13	No. of Stage	6		Min. mm 0
14	Raccordo Lato aspirazione		Portata	Operativ a m³/h 54,9
15	Raccordo Lato mandata	Rp 3"		Max- m³/h 60
16	Pressione di lavoro massimabar	70		Min- m³/h 25
17	Pressione in chiusura bar	7,90	Prevalenza	Operativ a m 41,3
18	Peso complessivo kg	Vedere tabella "Dimensioni"		- (Qmax.) m 35,9
19	Potenza assorbita kW	7,89		- (Qmin.) m 70,2
20	Max. temperatura fluido °C	40	Max. Potenza ass. al max. Diam. kW	7,86
21	NPSH richiesto dalla pompa m	3,7	Efficienza %	78,6

Materials

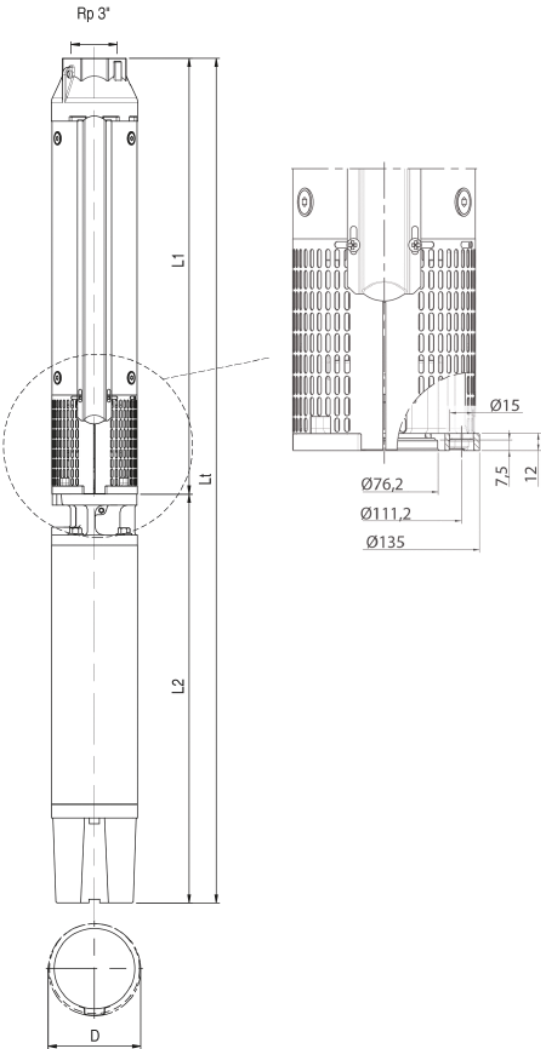
22	Girante	EN 1.4301 (AISI 304)		
23	Discharge casing	EN 1.4301 (AISI 304)		
24	Albero	EN 1.4057 (AISI 431)		
25	Diffusore	EN 1.4301 (AISI 304)		
26				
27				

Motore

28	Costruttore	EBARA MOTOR	Classe di isolamento	IP 58
29	Tipo	6" 6BHE 48-6/9.2_380_Three Phase	Fasi	3~
30	Progettazione dedicata	Submersible oil filled type / 50 Hz / Coppie di dimensioni telaio		6"
31	Potenza nominale kW	9,2	Peso kg	45
32	Numero di poli	2	Tensione elettrica V	380
33	Velocità 1/min	2850	Corrente elettrica A	22
34	Grado di protezione	F		
35				

Ciascuna elettropompa, del tipo sommerso a girante chiusa, sarà completa di piede d'accoppiamento automatico, catena per il sollevamento in acciaio zincato con paranco, piping, saracinesche di intercettazione, valvole di ritegno, strumentazione di controllo delle portate e delle pressioni, comprensiva del sensore di livello piezoresistivo per la partenza e l'arresto delle pompe.

DIMENSIONI – GRUPPO DI SOLLEVAMENTO TRONCO 1



Dimensioni		mm						
1	D 1 CABLE	143						
2	D 2 CABLE	144,5						
3	L1	1047						
4	L2	600						
5	LT	1647						
6	Weight P&M	116.5 kg						

CURVA CARATTERISTICA – GRUPPO DI SOLLEVAMENTO TRONCO 1

Dati richiesti

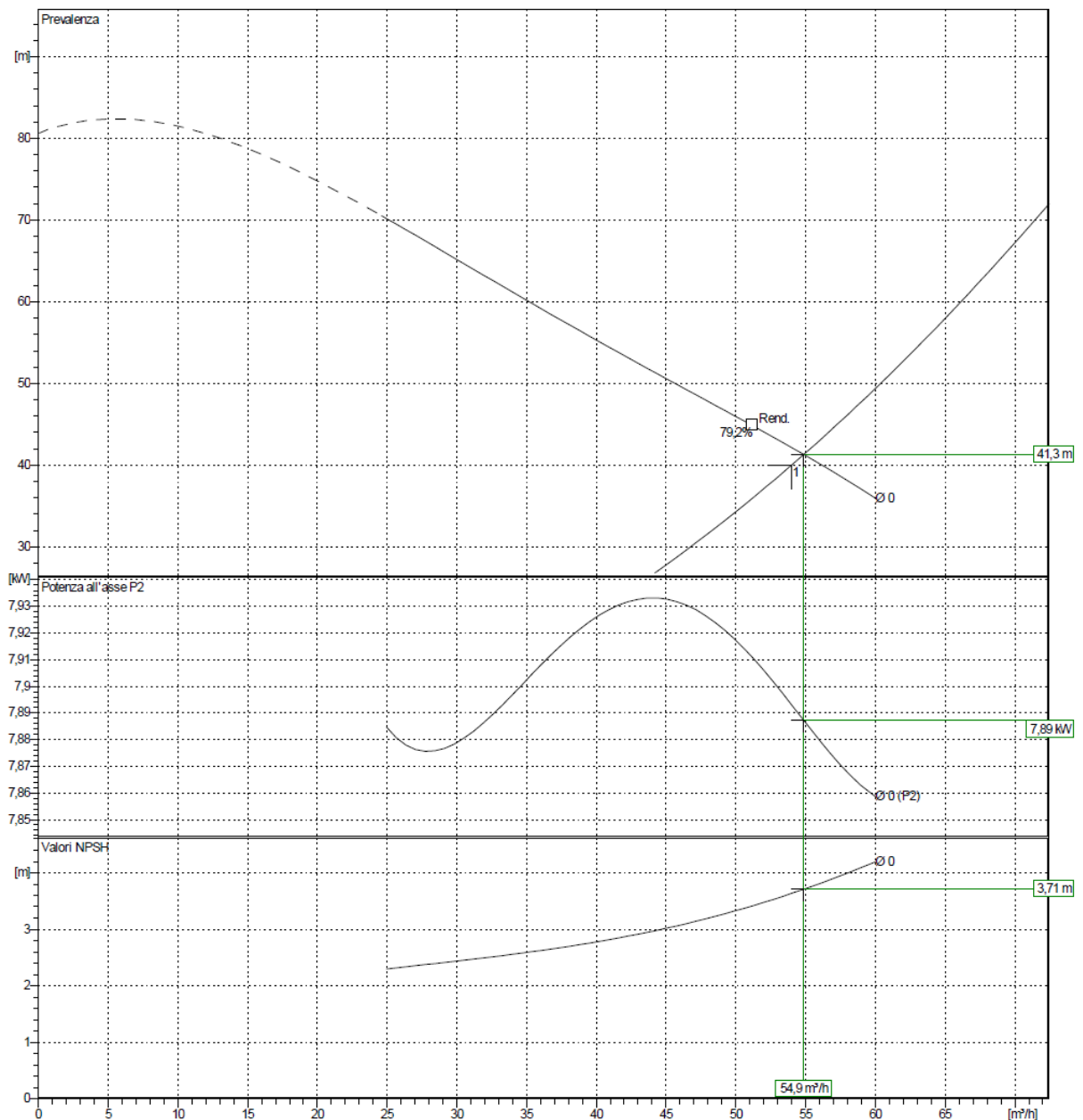
1	Portata	m³/h	54
2	Prevalenza	m	40
3	Prevalenza geodetica	m	0

Pompa

Flusso d'esercizio	m³/h	54,9
Prevalenza d'esercizio	m	41,3
Girante Diametro Progettato	mm	0
Frequenza	Hz	50
Numero di poli		2
Velocità	1/min	2850

Standard test: ISO 9906:2012 - Grado 3B

Acqua pura [100%]; 20°C; 0,9983kg/dm³; 1mm²/s



2.2.2. **SOLLEVAMENTO CONDOTTA TRONCO 2 (da dep. Massafra a condotta E.I.P.L.I)**

Dalle considerazioni fin qui effettuate per il tronco 2, al fine della determinazione delle caratteristiche dell'impianto di sollevamento, le ipotesi di calcolo sono le seguenti:

Tipologia di pompa: elettropompa sommersa

Portata $Q = 0,055 \text{ m}^3/\text{s}$

Prevalenza manometrica totale $H_t =$

= Prev. geodetica + perdite di carico + prevalenza residua per immissione nel collettore finale:

= $(-20) + 5,3 + 46,9 = 32,2 \text{ mH}_2\text{O}$ (equivalente a circa 3,2 bar)

Potenza utile P_u del gruppo di spinta, calcolata in Watt:

$$P_u = \gamma \cdot Q \cdot H_t$$

Si evince che: $P_u = 9.800 \times 0,055 \times 32,2 = 17.356 \text{ W}$

Considerando un rendimento pari al 78,9%, si ottiene la potenza assorbita totale del gruppo di spinta:

$P_a = 17.356 / 0,789 = 22 \text{ kW}$

Tale potenza può essere agevolmente raggiunta utilizzando due pompe in parallelo da circa 12,4 kW, ciascuna con portata 108 m³/h (0,030 m³/s) e prevalenza 32 mH₂O.

Dovendo prevedere anche una terza pompa di emergenza, risulta conveniente utilizzarla in condizioni normali di esercizio, prevedendo tre pompe in parallelo con funzionamento a cascata (2+1R), in modo da poter assicurare anche la prevalenza manometrica residua al collettore finale anche con l'invecchiamento delle condotte. La potenza totale del gruppo di spinta sarà pertanto di circa 37 kW.

DATI TECNICI – GRUPPO DI SOLLEVAMENTO TRONCO 2

Dati richiesti

1	Pompa tipo	SUBMERSIBLE DEEPWELL PUMPS	Fluido	Acqua industriale
2	Numero pompe / Riserva	1 / 0	Temperatura mezzo	°C 20
3	Portata	m ³ /h 108	Viscosità cinematica	mm ² /s 1
4	Prevalenza	m 32	Tensione di vapore	bar 0,022
5	Prevalenza geodetica	m 0	Valore PH	7
6	Pressione all'entrata (pin)	bar 0	Densità	kg/dm ³ 1
7	Available system NPSH	0	Materia solida	Weight % 0
8	Temperatura ambiente	°C 20		

Pompa

9	Nome pompa	OY 86BHE 95-3/15	Frequenza	Hz 50
10	Modello	SUBMERSIBLE DEEPWELL PUMPS	Installazione	Ebara Motor Oil 6"
11	Costruttore	EPE	Girante	Max. mm 0
12	Velocità	1/min 2850	Diametro	Progettato mm 0
13	No. of Stage	3		Min. mm 0
14	Raccordo Lato aspirazione		Portata	Operativa m ³ /h 108
15	Raccordo Lato mandata	Rp 5"		Max- m ³ /h 120
16	Pressione di lavoro massimabar	70		Min- m ³ /h 30
17	Pressione in chiusura	bar 6,35	Prevalenza	Operativa m 32,0
18	Peso complessivo	kg Vedere tabella "Dimensioni"		- (Qmax.) m 25,2
19	Potenza assorbita	kW 12,38		- (Qmin.) m 60,6
20	Max. temperatura fluido	°C 40	Max. Potenza ass. al max. Diam.	kW 12,05
21	NPSH richiesto dalla pompa	m 5,0	Efficienza	% 75,7

Materials

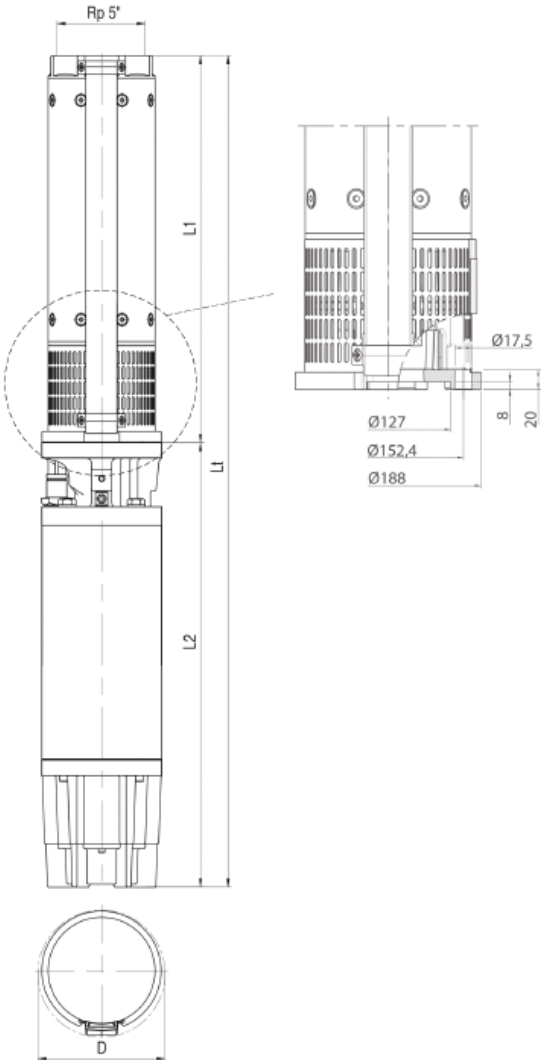
22	Girante	EN 1.4401 (AISI 316)		
23	Discharge casing	EN 1.4301 (AISI 304)		
24	Albero	EN 1.4460 (AISI 329)		
25	Diffusore	EN 1.4301 (AISI 304)		
26				
27				

Motore

28	Costruttore	EBARA MOTOR	Classe di isolamento	F
29	Tipo	6" 86BHE 95-3/15_380_Three Phase	Fasi	3~
30	Progettazione dedicata	Submersible oil filled type / 50 Hz / Coppie	Dimensioni telaio	6"
31	Potenza nominale	kW 15	Peso	kg 54
32	Numero di poli	2	Tensione elettrica	V 380
33	Velocità	1/min 2830	Corrente elettrica	A 31,4
34	Grado di protezione	IP 58		
35				

Ciascuna elettropompa, del tipo sommerso a girante chiusa, sarà completa di piede d'accoppiamento automatico, catena per il sollevamento in acciaio zincato con paranco, piping, saracinesche di intercettazione, valvole di ritegno, strumentazione di controllo delle portate e delle pressioni, comprensiva del sensore di livello piezoresistivo per la partenza e l'arresto delle pompe.

DIMENSIONI – GRUPPO DI SOLLEVAMENTO TRONCO 2



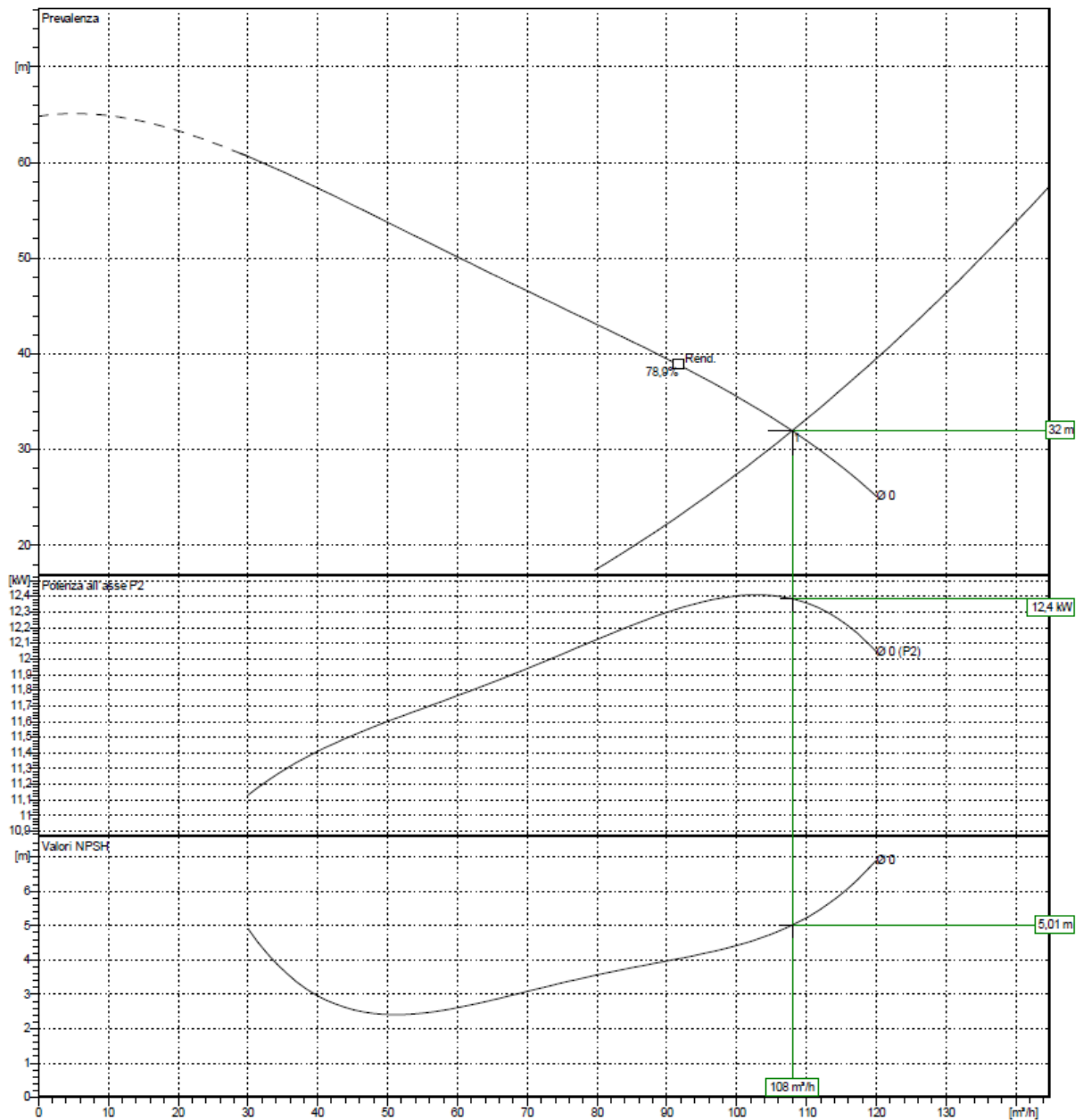
Dimensioni		mm					
1	D 1 CABLE	188					
2	D 2 CABLE	194					
3	L1	770					
4	L2	780					
5	LT	1530					
6	Weight P&M	147 kg					

CURVA CARATTERISTICA – GRUPPO DI SOLLEVAMENTO TRONCO 2

Dati richiesti			Pompa		
1	Portata	m³/h	108	Flusso d'esercizio	m³/h
2	Prevalenza	m	32	Prevalenza d'esercizio	m
3	Prevalenza geodetica	m	0	Girante Diametro Progettato	mm
				Frequenza	Hz
				Numero di poli	
				Velocità	1/min
					2850

Standard test: ISO 9906:2012 - Grado 3B

Acqua pura [100%] : 20°C; 0,9983kg/dm³; 1mm²/s



2.3. Strategie progettuali per inibire il colpo d'ariete

Il colpo d'ariete consiste in un'onda di pressione che si origina a causa dell'inerzia di una colonna d'acqua in movimento che impatta contro la parete ad esempio di una valvola chiusa in maniera improvvisa. E' un fenomeno che si verifica inevitabilmente negli acquedotti funzionanti in pressione.

Il D.M. 12/12/1985 fissa dei limiti alla massima sovrappressione di colpo d'ariete ammissibile in funzione della pressione idrostatica che si ha nella condotta. Nella fattispecie, con una pressione idrostatica che può arrivare a 7 bar, la sovrappressione massima ammissibile risulta 4 bar. Da questa si calcolerà il tempo critico specifico T_{cr} delle condotte e si imposterà il tempo di chiusura T_m maggiore di esso.

La letteratura classica pone rimedio nella maniera più sicura al pericolo che gli impianti di sollevamento possano trasmettere in rete dei pericolosi colpi d'ariete, in quanto impone quasi sempre una netta separazione idrica tra mandata delle pompe e rete di distribuzione, separazione posta in essere dalla vasca di carico.

Tuttavia, a fronte dei vantaggi così ottenibili, la vasca però priva il sistema della importante possibilità di funzionare a pressione regolata i cui vantaggi sono così rilevanti da metterla assolutamente fuori gioco. Si deve aggiungere che la moderna tecnica, oltre ad adottare le buone regole di base, offre altri efficaci modi di dotare la rete di adduzione di funzioni atte a sostituire validamente tutte le citate protezioni, come sarà in seguito spiegato.

I problemi di cui si tratta sono di due tipi:

- 1) Colpi d'ariete trasmessi in rete all'avviamento delle pompe a causa del collegamento idraulico diretto tra pompa e rete.
- 2) Colpi d'ariete trasmessi in rete, per lo stesso motivo, all'arresto improvviso delle pompe, dovuto al normale spegnimento, ad un guasto o a mancanza improvvisa di energia elettrica.

A questo punto occorre precisare come la tecnica classica insegna che, in un caso di pompaggio diretto in rete come quello previsto in progetto, esiste un rimedio ufficiale dato dall'inserimento nella condotta di mandata delle pompe di una cassa d'aria atta ad assorbire gran parte della potenza dei colpi d'ariete evitando che essa abbia a trasmettersi in toto alla rete (fig.1).

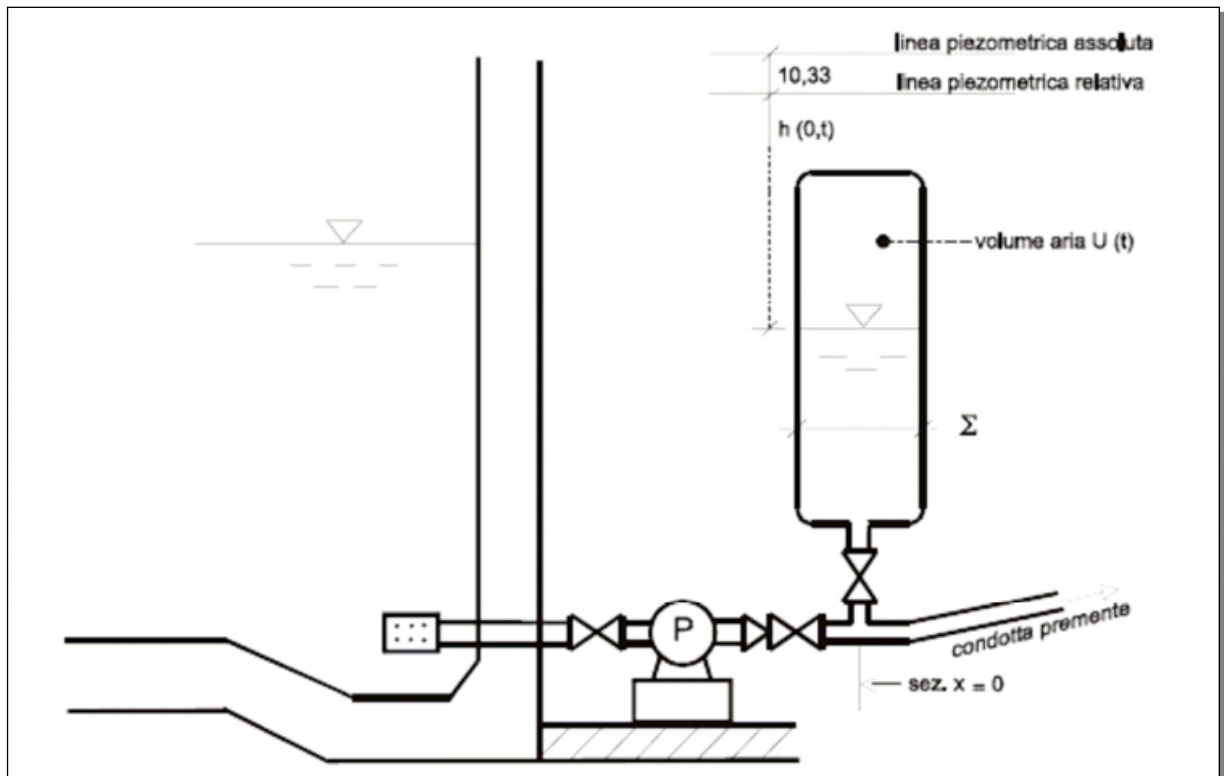


Fig. 1 = Protezione dal colpo d'ariete tramite cassa d'aria

Senza voler minimamente disconoscere la validità di detta regola classica, si evidenzia che gli impianti di sollevamento basati sull'impiego di pompe a velocità variabile, l'inconveniente n.1 non sussiste in quanto si tratta di macchine che possono partire, del tutto automaticamente, da una velocità minima per arrivare gradatamente a quella di regime e quindi senza pericolo di trasmettere in rete colpi d'ariete se non di entità del tutto trascurabile. Una ancora maggiore sicurezza la si può ottenere facendo partire le pompe a bocca chiusa.

Riguardo il secondo problema (arresto improvviso), anche senza ricorrere alle casse d'aria, sussistono due accorgimenti sperimentati con esito positivo per lunghi anni in acquedotti piccoli e grandi in normale servizio che rimediano agevolmente all'inconveniente. Il primo di essi riguarda la valvola di ritegno posta a valle della pompa la quale non deve essere del tipo a battente che presenta l'inconveniente di ritardare la chiusura al momento dell'inversione di moto della colonna d'acqua che avviene dopo la improvvisa messa fuori servizio della pompa. Bisogna invece utilizzare valvole la cui chiusura sia rapida ed avvenga non appena viene a mancare la pressione della mandata dell'acqua e quindi prima dell'inversione di moto dell'acqua. In pratica si tratta di valvole munite di un proprio sistema di cui esistono almeno due tipi: a contrappeso oppure a

membrana elastica. Presentano l'inconveniente di una trascurabile perdita di carico continua ma ambedue garantiscono che alla fermata della pompa non ha luogo alcun impatto della colonna d'acqua proprio perché essa non fa tempo di invertire il suo moto. Nella fattispecie saranno utilizzate valvole di ritegno del tipo a palla, inserite nelle tubazioni di mandata ai gruppi di spinta.

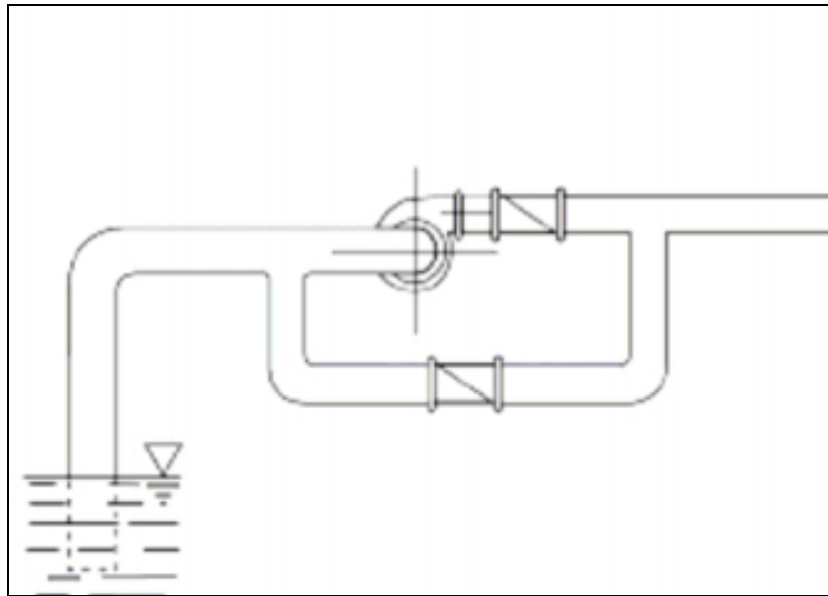


Fig. 2 = Condotta by-pass che mantiene il flusso d'acqua anche al momento dell'arresto pompa

Il secondo rimedio importante (fig. n.2) consiste nel dotare la pompa di una condotta di by-pass anch'essa munita di valvola di ritegno e che la colleghi con il bacino di aspirazione. Il by-pass, che grazie alla valvola di ritegno non consente mai il ritorno all'origine dell'acqua pompata, è invece in grado di mantenere il flusso d'acqua nei momenti immediatamente successivi all'arresto delle pompe in quanto la massa d'acqua, proseguendo per inerzia nel suo moto, fa aprire la valvola del by-pass ed aspira acqua direttamente dalla vasca di origine evitando quasi totalmente la formazione di colpi d'ariete. Nella fattispecie non è possibile applicare questo secondo rimedio in quanto la pompa è sottobattente