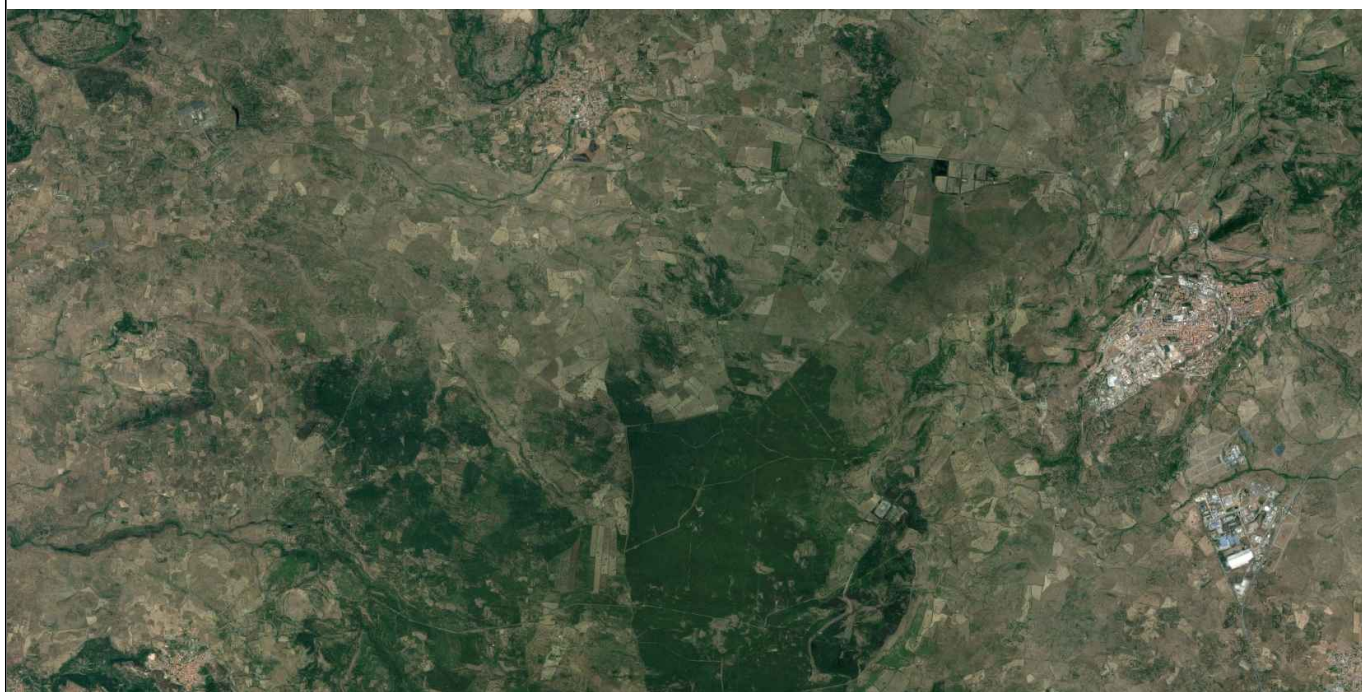


SANT'ANTIOCO - MANUTENZIONE STRAORDINARIA CONDOTTA LOTTO 1: ADDUTTRICE PER MACOMER



PROGETTO ESECUTIVO

MANDATARIA: Co.Ri.P. Srl



Ing. Fabio Colletti
Ing. Michele Ricci

e-mail: ingegneria@coripsrl.it

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: Ing. DAVIDE DEIDDA

MANDANTI:



CESECO INTERNATIONAL S.r.l.

Ing. Adriano de Vito

e-mail: ceseco@ceseco-int.it



SERV.IN Ingegneria S.r.l.

Ing. Piero Trombino
Ing. Franco Cocco

e-mail: servin.srl@pec.it



COSIN S.r.l.

Ing. Giuseppe Delitalia

e-mail: info@cosin.it



Ydros Ing. Studio Associato

Ing. Giovanni Pezzucchi

e-mail: ydros@ydros.it



Anthus s.n.c.

Dott.ssa Carla Zucca

e-mail: anthus@anthus.info

Dott. Geol. Gianfranco Piras

e-mail: sgapiras@gmail.com

Dott. Archeol. Danila Artizzu

e-mail: artizzu@gmail.com

CODICE ELABORATO:		NOME ELABORATO:			SCALA:
e.26_CORIP	ESR002R1	RELAZIONE IDRAULICA			
D					
C					
B	Revisione 1	Mag/2019	A. de Vito	A. de Vito	F. Colletti
A	Consegna progetto esecutivo	Mar/2019	A. de Vito	A. de Vito	F. Colletti
REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO



Handwritten signatures and initials in blue ink over the table.

INDICE

1	DIMENSIONAMENTO IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO S. ANTIOCO	2
2	VERIFICA DI MOTO VARIO ELASTICO	4
2.1	Dati dell'impianto	4
2.2	Calcolo delle caratteristiche delle pompe	4
2.3	Verifica colpo d'ariete	5
3	CONDOTTA CRASTA LADA-SUCCORRONIS	10
4	CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO	13
5	VELOCITÀ IN CONDOTTA.....	14
6	DIAMETRI UTILIZZATI E PARAMETRI DI RESISTENZA	15
7	DIMENSIONAMENTO DEGLI SFIATI	15
8	PROFILI IDRAULICI SCHEMATICI	16

Progettisti in RTP:

Co.Ri.P. S.r.l.

CESECO INTERNATIONAL S.r.l

SERV.IN Ingegneria S.r.l

Dott.Geol. Gianfranco Piras

COSIN S.r.l.

Ydros Ing. Studio Associato

Anthus s.n.c.

Dott. Archeol. Danila Artizzu

1 DIMENSIONAMENTO IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO S. ANTIOCO

Il progetto prevede la sostituzione delle pompe da dimensionare per la portata di concessione fino a 80 l/s, rispetto ai 40 l/s originari. Resta invece in esercizio la condotta di mandata che alimenta il serbatoio di Crasta Lada, anch'esso senza modifiche idrauliche.

Lo schema idraulico è rappresentato in fig. 1.

Dati di progetto:

- Portata max, Q: 80 l/s
- Lunghezza mandata, L: 5.309 m
- DN 300/sp 10 mm
- Quota canale sorgenti S. Antioco: 431.2 msm
- Quota max Crasta Lada: 669.70 msm
- Dislivello geodetico Hg: 238.5 m

Calcolo perdita di carico della mandata:

La perdita di carico ripartita (Δh) è data dall'espressione:

$$\Delta h = \gamma(D) Q^2 L$$

con $\gamma(D)$, parametro di resistenza, è dato da:

$$\gamma(D) = \frac{1}{A^2 \chi^2 R}$$

dove:

- Area del tubo $A = 0.07 \text{ m}^2$
- Raggio idraulico $R = DN/4 = 0.075 \text{ m}$
- χ = formula di Bazin seguente, con coefficiente pdc $\nu = 0.12$ per tubi acciaio

$$\chi = \frac{87}{1 + (\nu / \sqrt{R})}$$

Sviluppando si ottiene:

- $\gamma(D) = 0.73$
- $\Delta h = 25 \text{ m}$
- Velocità in condotta $V = 1.13 \text{ m/s}$
- Pendenza piezometrica $i = 0.0046 \text{ m/m}$
- Prevalenza pompe HP: $Hg + \Delta h = 263.3 \text{ m}$

Progettisti in RTP:

Potenza dell'impianto (kW)

$$P = HP \times Q \times g / \eta = \mathbf{276.2 \text{ kW}}$$

con η rendimento omnicomprensivo pompe = 0.75

L'impianto prevede due pompe + una di riserva con funzionamento a rotazione da 40 l/s

- Potenza pompa: $P_p = \mathbf{138 \text{ kW}}$

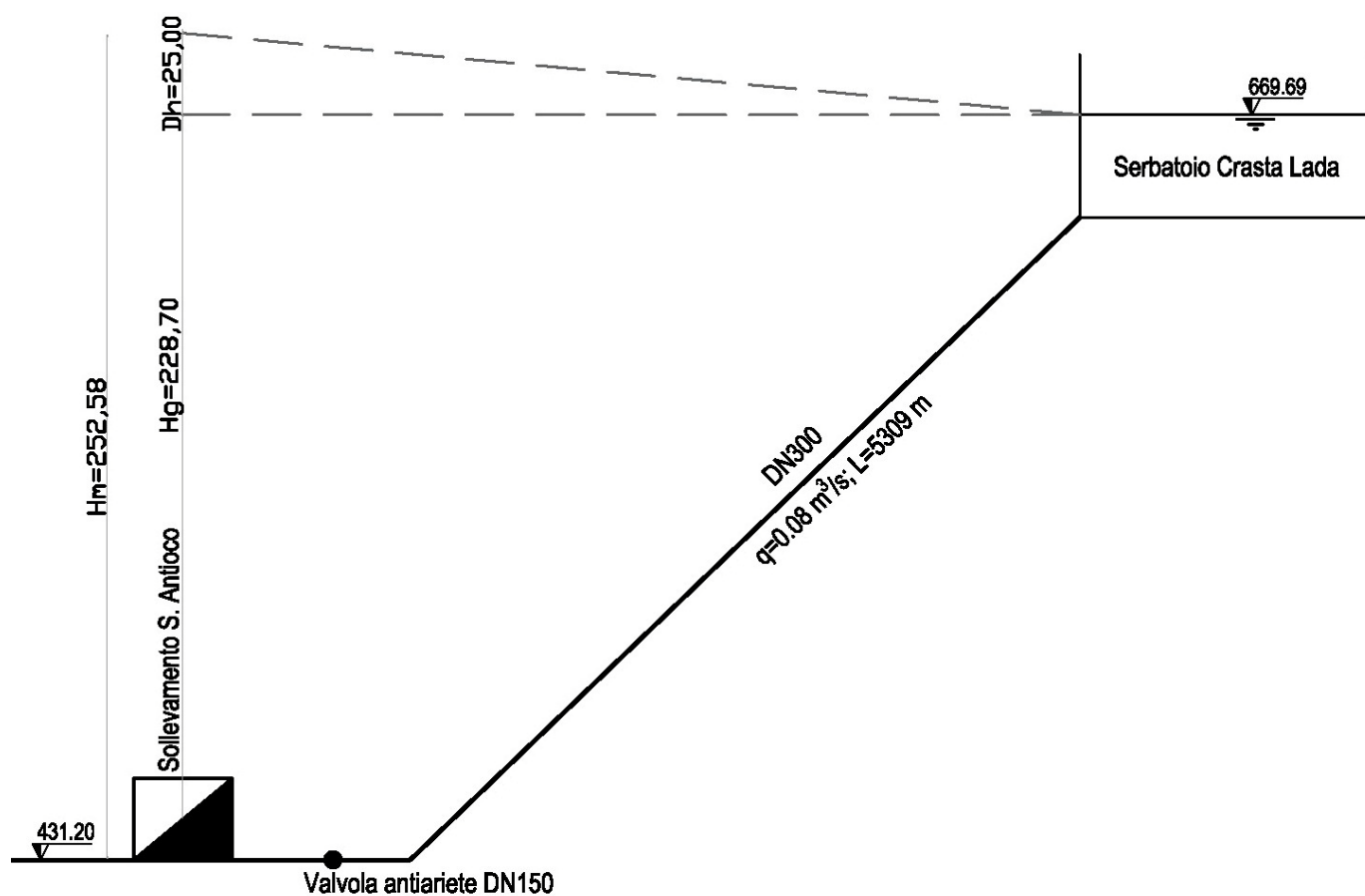


Fig. 1: Schema impianto di sollevamento Sant'Antioco

Progettisti in RTP:

Co.Ri.P. S.r.l.

CESECO INTERNATIONAL S.r.l

SERV.IN Ingegneria S.r.l

Dott.Geol. Gianfranco Piras

COSIN S.r.l.

Ydros Ing. Studio Associato

Anthus s.n.c.

Dott. Archeol. Danila Artizzu

2 VERIFICA DI MOTO VARIO ELASTICO

2.1 Dati dell'impianto

La tubazione di mandata dall'impianto di sollevamento S. Antioco al serbatoio di Crasta Lada, ha un DN300/sp.10 mm in acciaio con saldature di testa e uno sviluppo longitudinale di 5309 m con portata massima di 80 l/s e velocità di scorrimento nella tubazione di mandata di circa 1.13 m/s.

Lo schema dell'impianto è riportato nella precedente fig. 1 con le caratteristiche in tab. 2.1

Q	0.08	m ³ /s
Hg	228.7	m
L	5309	m
DN	0.3	m
v	1.13	m/s
E	2.1E+11	N/m ²
Spess.	0.01	m

Fig. 2.1:schema e caratteristiche dell'impianto di sollevamento di S. Antioco

2.2 Calcolo delle caratteristiche delle pompe

Per determinare la prevalenza delle pompe, si sono calcolati i seguenti elementi:

- Il dislivello geodetico da superare: dal rilievo di dettaglio del percorso della tubazione in oggetto, è stato calcolato il dislivello geodetico (Hg) da superare, determinato come differenza di quota tra il fondo del serbatoio di raccolta (o più esattamente tra la parte superiore del corpo pompa) e il punto più alto della condotta premente.
- Le perdite di carico distribuite (Y): sono le perdite di carico distribuite nella tubazione di mandata (Y=JL) calcolate con la formula di Chezy.

$$\Delta h = L \times Q^2 \times \gamma(D)$$

dove:

$$\gamma(D) = \frac{1}{\sigma^2 \cdot \chi^2 \cdot R} \quad \text{con } \sigma \text{ area tubo; } \chi_{Bazin} = \frac{87}{1 + \frac{0.12}{\sqrt{R}}}$$

- le di carico concentrate (pc): sono le perdite di carico concentrate che si hanno per la presenza di curve, gomiti, valvole etc lungo il tracciato della tubazione di mandata.

$$p_c = \frac{V^2 \beta}{2g}$$

con β = coefficiente funzione della geometria e V la velocità media di scorrimento.

Progettisti in RTP:

La prevalenza totale (H) è la somma della dislivello geodetica (Hg) e delle perdite di carico distribuite e concentrate calcolate come sopra.

$$H_m = H_g + J_L + p_c$$

H _g	228.7	m	dislivello geodetico da superare
----------------	-------	---	----------------------------------

perdite di carico distribuite			perdita di carico
Delta	25	m	
GammaD	0.73		
bazin	0.12		

Prevalenza TOTALE		
H _m	253.70	m

2.3 Verifica colpo d'ariete

I fenomeni di moto vario nelle condotte in pressione sono generati da una variazione di portata dovuta a manovre di un organo di regolazione, più o meno rapide o a una brusca interruzione della potenza motrice.

Per manovre di regolazione abbastanza rapide, si verifica un fenomeno comunemente noto con il nome di colpo d'ariete, durante il quale le grandezze caratteristiche della corrente liquida (pressione, velocità, portata) variano non solo nel tempo, ma anche lungo la tubazione.

Per lo studio di tale fenomeno si deve considerare la compressibilità del liquido e la deformabilità della condotta.

Per manovre di regolazione molto lente o in presenza di efficaci dispositivi di attenuazione delle oscillazioni di carico, sono invece trascurabili le caratteristiche elastiche del liquido e della tubazione e il moto vario può essere trattato come un semplice fenomeno di oscillazione di massa, durante il quale la velocità e la portata della corrente, pur variando nel tempo, risultano in ogni istante costanti lungo l'intera condotta.

Il colpo d'ariete è dunque un fenomeno idraulico che si presenta in una condotta quando un flusso di liquido in movimento al suo interno viene alterato a seguito di chiusura di una valvola o, viceversa, quando una condotta chiusa e in pressione viene aperta repentinamente.

L'intensità del colpo e il valore della pressione massima dell'onda possono raggiungere valori di sovrappressione e depressione tali da alterare la statica della tubazione fino al collasso.

L'aspetto più rilevante del fenomeno del colpo d'ariete è la determinazione delle massime sovrappressioni e depressioni che si ingenerano lungo la condotta: le prime per le maggiori sollecitazioni che tendono a dilatare la tubazione (trazione) e le seconde a decomprimerla per

Progettisti in RTP:

pressione interna al di sotto della pressione atmosferica, con conseguenti sforzi di compressione o d'instabilità elastica.

Le Norme tecniche sulle tubazioni, contenute nel D.M. 12.12.1985, fissano dei limiti alla massima sovrappressione da colpo d'ariete ammissibile nelle tubazioni in pressione (Tab. 2.2), in funzione della pressione idrostatica: se dai calcoli si ricavano sovrappressioni maggiori, è indispensabile prevedere l'installazione di dispositivi di attenuazione.

Pressione idrostatica (Kg/cmq)	<6	6÷10	10÷20	20÷30
Sovrappressioni max di colpo d'ariete (Kg/cmq)	3	3÷4	4÷5	5÷6

Tab. 2.2: Massime sovrappressioni di colpo d'ariete ammissibili secondo il D.M. LL. PP. del 12.12.1985

Negli impianti di sollevamento la condizione più critica da verificare è quella di una caduta improvvisa dell'energia elettrica (blackout) fornita alle pompe a cui segue un brusco arresto della pompa in un tempo pressoché istantaneo, con massime oscillazioni di pressione che possono raggiungere valori assai elevati necessitando di dispositivi di attenuazione esterni.

Lo studio del moto vario, che in questo caso ha origine con una fase di depressione, risulta molto complesso; la manovra di chiusura della girante della pompa non è istantanea, poiché questa, una volta che viene a mancare l'alimentazione elettrica, si arresta in un certo tempo, durante il quale il moto del fluido va decrescendo fino ad arrestarsi.

In questo caso il metodo per calcolare le massime oscillazioni di pressione negli impianti di sollevamento è quella di Mendiluce, che da una serie di osservazioni su impianti sperimentali di diverse caratteristiche, è pervenuto alla seguente espressione del tempo T_c (in secondi) durante il quale la pompa continua l'erogazione (durata della manovra):

$$T_c = C + k \frac{V_0 * L}{H_m * g}$$

Dove H_m (in metri) è la prevalenza manometrica della pompa nel funzionamento a regime e C e k sono due costanti.

La costante C assume i valori riportati in tabella:

Hm/L %	10	20	25	30	35	40
C	1	1	0,8	0,5	0,4	0

La costante k dipende invece dalla lunghezza L della condotta ed è:

- $k=1$ per $L > 2000$ m
- $k=2-0,0005L$ per $L \leq 2000$ m

Per $H_m/L > 0,4$ si può ritenere prudenzialmente che l'arresto della pompa sia istantaneo.

Progettisti in RTP:

Trovato T_c si suppone che la portata Q e la velocità V decrescono fino ad annullarsi all'istante T_c .

La durata della fase, ovvero il tempo che impiega l'onda di pressione a ritornare al punto iniziale è dato da:

$$\tau = \frac{2L}{a}$$

dove a è la celerità, ovvero la velocità con cui si propaga la perturbazione (dipendente dalla comprimibilità del fluido e della condotta).

$$a = \frac{1425}{\sqrt{1 + \frac{D\varepsilon}{sE}}}$$

Se il tempo di chiusura dell'otturatore $T_c < \tau$ si identifica come manovra brusca: l'onda di pressione si propaga in tutta la condotta e la lunghezza della condotta interessata dalla massima sovrappressione di colpo d'ariete risulta:

$$\Delta h_{max} = \frac{aV}{g}$$

$$l = L - \frac{aT_c}{2}$$

Se il tempo di chiusura dell'otturatore $T_c > \tau$ si è nel caso di manovra lenta l'onda di pressione massima interessa solo la sezione iniziale, e dopo la chiusura si avranno alternativamente depressioni e sovrappressioni dati dalla formula di Micheaud ed uguali a

$$\Delta h_{max} = \frac{aV}{g\vartheta}$$

dove ϑ il tempo di chiusura in fasi ($T_c = \vartheta\tau$)

$$\vartheta = \frac{T_c}{\frac{2L}{a}}$$

$$\Delta h_{max} = \frac{2LV}{gT_c}$$

Progettisti in RTP:

H/L	4.78	
C	1	
k	1	
Tc	3.42	s

Essendo:

τ	8.45	s
a	1256.7	m/s

Risulta $\tau > T_c$, quindi la manovra è definita brusca.

Δh_{max}	145.06	m
l	3161.65	m

Sviluppando le formule si ottiene, nel caso del sollevamento di S. Antioco una sovrappressione massima di colpo d'ariete di:

$$\Delta h_{max} = 145,06 \text{ m} = 14,506 \text{ Kg/cm}^2;$$

essendo $H_m = 253.70 \text{ m} = 25.370 \text{ Kg/cm}^2$ (20-30 Kg/cm^2) per la tabella riportata in precedenza, la sovrappressione calcolata è maggiore di quella ammissibile in tab. 2.2 (nel caso in esame $5-6 \text{ Kg/cm}^2$) del D.M. LL.PP del 12.12.1985.

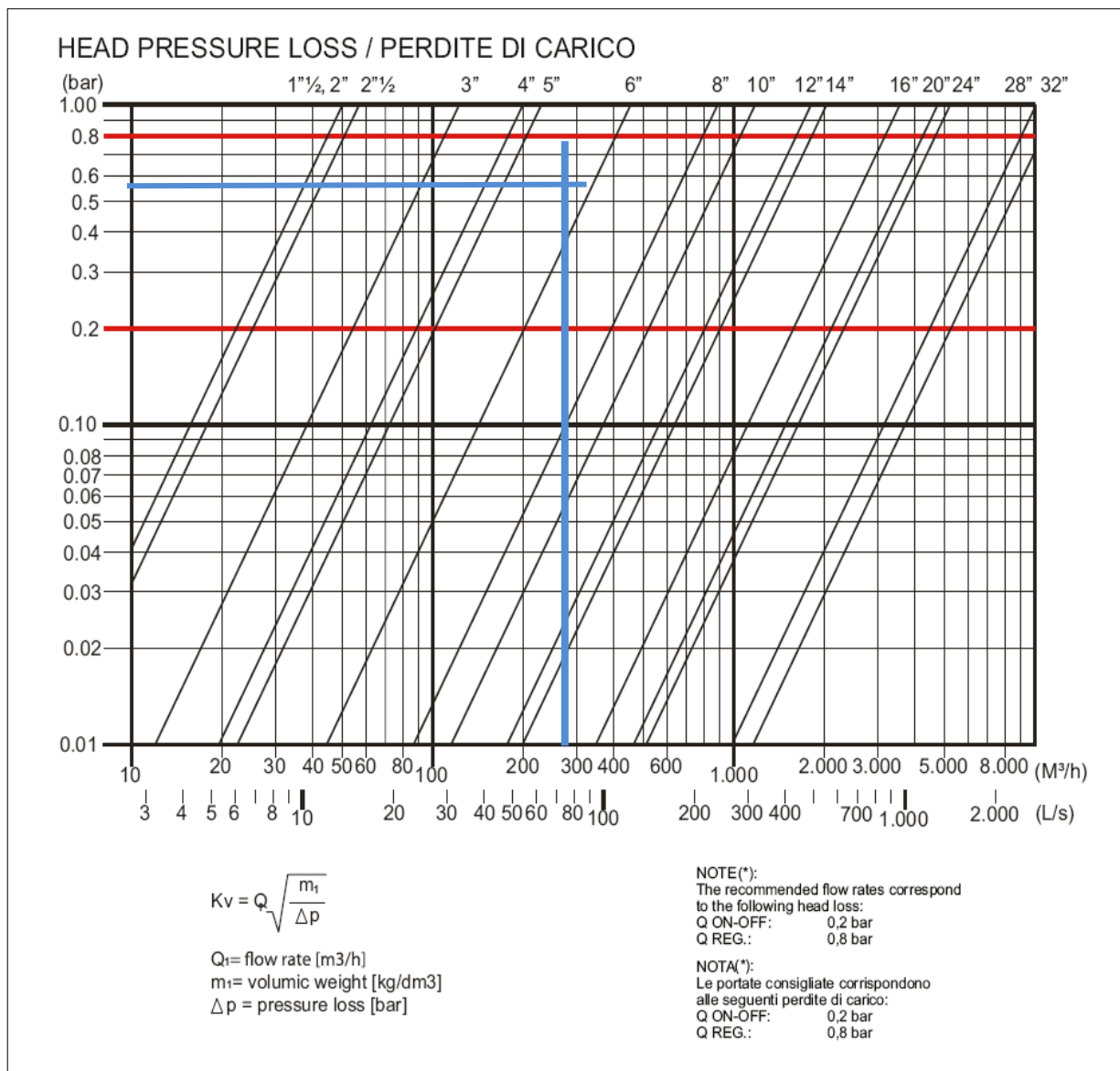
E' quindi necessario prevedere organi di attenuazione del colpo d'ariete dimensionati per una sovrappressione relativa di:

$$14,5 - 6 = 8,5 \text{ Kg/cm}^2 (= \text{bar}), \text{ con attenuazione pari al } 0,58$$

Si installa una valvola antiarriete a scarico libero, prossima all'impianto di sollevamento, in grado di evacuare un volume d'acqua che annulla la sovrappressione relativa di 8,5 bar.

Per dimensionare la valvola antiarriete si fa riferimento al seguente abaco.

Progettisti in RTP:



Data la portata di 80 l/s pari a 288 m³/h e la dissipazione di 0.58, s'incrociano i valori ottenendo il DN della valvola da installare, che viene cautelativamente scelta di 6" cioè DN150 mm.

A riprova si è verificato che la situazione *ante operam* con Q_{max} di 40 l/s da un valore di sovrappressione di 7,2 bar poco superiore al valore limite di 6, giustificando il fatto che pur in assenza di organi di attenuazione, nel pluriennale periodo di funzionamento, la mandata non ha mai lamentato danni per sovrappressioni di moto vario.

Progettisti in RTP:

3 CONDOTTA CRASTA LADA-SUCCORRONIS

Il lungo tratto a gravità di progetto, dal serbatoio Crasta Lada al serbatoio Succorronis, ha uno sviluppo di circa 8.247 m. Esso sostituisce con una nuova tubazione DN 400 PN10 in PVC-A, l'esistente condotta DN 300 in fibro-cemento, parzialmente fuori servizio, che andrà dismessa (tronco da partitore di Sindia a serbatoio di Macomer).

La quota idraulica di partenza del serbatoio di Crasta Lada, rilevata con rilievo topografico eseguito nel dicembre 2018, è 669.70 msm e la quota di arrivo nel serbatoio Succorronis di massimo livello è 656.31 msm.

Il dislivello idrico risulta pertanto di 13.39 m.

Il dimensionamento idraulico di questa adduzione resta condizionato sia da questo modesto carico idraulico che dalla variabilità della portata adottata tra un massimo di 80 l/s e un minimo nominale di 40.

Per la scelta in Tabella si mettono a confronto vari diametri e materiali evidenziando sia le perdite di carico (pdc) del tratto che le velocità min e max in condotta.

Nella tabella, in verde, è indicata la tubazione che è stata adottata.

Tabella 1: Confronto tra varie tubazioni

DH idraulico		13.39 m					
Lungh. tubazione		8.207 m					
Coeff. Pdc (Bazin)		0.08					
Tipo tubo	De/DN [mm]	sp [mm]	Di [mm]	PN	Pdc [m]	V max (80 l/s) [m/s]	V min (40 l/s) [m/s]
PVC-A	450	12.5	425.0	10	5.36	0.56	0.28
PVC-U	450	11.0	428.0	6	5.17	0.56	0.28
PVC-U	400	15.3	369.4	10	10.45	0.69	0.35
PVC-U	400	9.8	380.4	6	8.97	0.69	0.35
PVC-A	400	11.2	377.6	10	9.92	0.71	0.36
PVC-U	355	8.7	337.6	6	17.79	0.89	0.45
PVC-A	355	9.9	335.2	10	18.46	0.91	0.45
PVC-O	400	8	384.0	12.5	9.09	0.69	0.35
PVC-O	450	8.9	432.0	12.5	4.93	0.55	0.27

La scelta del PVC presenta il vantaggio di minimizzare il coefficiente di perdita di carico (Bazin 0.08) rispetto ad altri materiali metallici o cementizi (0.12; 0.16), mentre il PVC-A è stato preferito al PVC-U per le maggiori resistenze meccaniche del materiale, che riveste un importante elemento di scelta nell'ambiente roccioso di posa dell'altopiano della Campeda. Certo è che le velocità in condotta sono al limite per i valori minimi di portata e per quelle massime al di sotto le usuali velocità economiche di dimensionamento di 1.2-1.5 m/s.

Progettisti in RTP:

Scartato è stato anche PVC-O (PN12.5) bi-orientato ISO 16422 poiché le tubazioni in PVC-O classe 500, a parità di diametro esterno, in contrapposizione a una sensibile riduzione degli spessori delle tubazioni rispetto sia a quelle in PVC-U che a quelle in PVC-A, hanno una classe di rigidità anulare pari a SN3 (3000 N/m²), valore drasticamente più basso rispetto a quello testato per una tubazione in PVC-A PN 10, la quale ha una rigidità anulare pari a SN5 (5000 N/m²). Tali valori sono determinanti per la valutazione della resistenza a compressione delle tubazioni sotto l’azione di carichi statici (terreno, carichi da traffico, eventuali movimenti verticali della falda) nelle condizioni di tubo pieno, ma soprattutto di tubo vuoto, e garantiscono una migliore resistenza anche nei confronti di fenomeni di punzonamento da parte di elementi rocciosi in fase di posa.

In entrambi i casi, PVC-A e PVC-O, è una evoluzione del tradizionale tubo in PVC-U a norma UNI EN ISO 1452 per il trasporto di fluidi in pressione, con le seguenti differenze concettuali e produttive:

- Nel primo caso (PVC-A) l’evoluzione si riferisce alla miscela che viene modificata con l’aggiunta di CPE (Cloruro di Polietilene). La lega polimerica così ottenuta (la A di PVC-A significa Alloy = lega) abbina la resistenza tipica del PVC-U e la duttilità del polietilene (conforme alla Specifica Tecnica IIP 1.1/19, al D.M. 174 del 06/04/2004 e alla norma UNI EN 1622);
- Nel secondo caso (PVC-O) l’evoluzione si riferisce al processo produttivo che successivamente all’estrusione del tubo è in grado di orientare le catene polimeriche del PVC-U, conferendo al tubo maggiore resistenza. L’aumento di resistenza consente al tubo di poter ridurre notevolmente gli spessori di parete e di conseguenza elevati valori di duttilità.

Dal punto di vista delle caratteristiche meccaniche il PVC-O risulta maggiormente performante rispetto al PVC-A, utilizzando meno materiale per garantire le stesse pressioni nominali (spessori inferiori).

Per quanto riguarda la classe DN450 PN10 ad esempio:

Spessore di parete PVC-O classe 500 e = 8,9 mm

Spessore di parete PVC-A e = 12,5 mm

Pertanto lo spessore di parete del PVC-A è superiore di circa il 30% rispetto allo spessore di parete PVC-O. C’è però da notare che la differenza di spessore ha una grande influenza nella rigidità anulare SN [KN/m²] che rappresenta la capacità del tubo di opporsi allo schiacciamento

Progettisti in RTP:

generato da carichi esterni, ma anche alla depressione interna. La rigidità anulare SN, per tubi a parete compatta, può essere calcolata con la seguente formula:

$$SN = E \frac{e^3/12}{(\varnothing - e)^3}$$

dove: e: spessore del tubo;

∅: diametro esterno del tubo;

E: modulo elastico del materiale, per il PVC-U E = 3.000 MPa;

per il PVC-O E = 4.000 MPa;

per il PVC-A E = 2.500 MPa.

Considerando i valori sopra indicati, si riportano i valori di SN calcolati per i due materiali:

DN (mm)	PN (bar)	PVC-O			PVC-A		
		E (Mpa)	e (mm)	SN (KN/m ²)	E (Mpa)	e (mm)	SN (KN/m ²)
450	10	4000	8,9	3	2500	12,5	5

Pertanto risulta che le tubazioni in PVC-A PN10 hanno una classe di rigidità anulare pari a SN5 (5.000 N/m²) con incremento del 66%.

I tubi in PVC-A, a differenza dei tubi in PVC-O e di tutti gli altri materiali, sono stati sviluppati considerando le reali condizioni di utilizzo in cantiere. Infatti la movimentazione dei tubi e la posa in opera poco accurata possono danneggiare le tubazioni con la comparsa di microfessure che possono degenerare in criccate tali da compromettere la funzionalità del tubo (rotture). Gli sviluppatori del PVC-A hanno compreso che la soluzione di questo importante problema risiede nella resistenza alla propagazione della cricca. E' stato possibile dimostrare che tubi di questo materiale danneggiati con intagli sino al 10% dello spessore della parete, si comportano allo stesso modo di tubazioni integre sia nei test di pressione, sia nei test di carico di punta. La normativa di riferimento prevede prove su campioni appositamente "criccati".

Il sistema di giunzione dei tubi in PVC-A è quello a bicchiere con la guarnizione pre-inserita meccanicamente a caldo, mentre i tubi in PVC-O classe 500 tipo Molecor TOM utilizzano una guarnizione con anello di irrigidimento pre-inserita a mano dopo la formazione della gola sul mandrino. Il sistema di pre-inserimento meccanico a caldo della guarnizione dei tubi in PVC-A è garanzia di migliore tenuta idraulica sia per sovrappressioni positive che negative.

Progettisti in RTP:

Sebbene le condizioni piezometriche potrebbero permettere di utilizzare un tubo classe PN6, per le considerazioni di posa già espresse, si è preferito scegliere il PN10 che garantisce una maggiore rigidità trasversale e resistenza meccanica.

Il tubo PVC-A (PN10) ha inoltre un costo unitario del 20% in meno rispetto al PVC-O (PN12.5).

Alla luce di queste considerazioni, si è quindi scelto di utilizzare in PVC-A per la condotta a gravità Crasta Lada – Succorronis.

4 CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO

Per il calcolo delle perdite di carico (pdc) si adopera la formula di Chezy, valida per moti assolutamente turbolenti:

$$Q = \Omega \chi \sqrt{RJ}$$

dove Ω è l'area della sezione bagnata, χ è il parametro di resistenza e J è la pendenza piezometrica.

Si utilizza per il parametro di resistenza χ l'espressione di Bazin, avendo indicato con ν il coefficiente di perdita di carico della condotta (0.12 per le tubazioni metalliche e i diametri analizzati, 0.08 per le tubazioni plastiche ed i diametri utilizzati):

$$\chi = \frac{87}{1 + (\nu / \sqrt{R})}$$

dove R è il raggio idraulico della sezione, $R = \Omega / C$ (avendo indicato con C il contorno bagnato della sezione), che per condotte circolari è pari a $R = D/4$.

Sostituendo χ ed esplicitando J si ottiene poi l'espressione della caratteristica unitaria della condotta $\gamma(D)$ e della pendenza piezometrica J :

$$\gamma(D) = \frac{1}{A^2 \chi^2 R} \quad J = \frac{1}{A^2 \chi^2 R} Q^2 = \gamma(D) Q^2$$

Progettisti in RTP:

L’andamento piezometrico così calcolato è riportato nei profili di Elabb. ESR004. Il profilo evidenzia che, in condizioni di funzionamento invernale, cioè a portata massima di 80 l/s, trasferita da Crasta Lada a Succorronis con derivazione intermedia per Sindia (11 l/s) nulla, con quota media nel serbatoio di Crasta Lada di 668 msm, si arriva a Succorronis con una piezometrica di 658,9 msm, con una perdita di carico totale di 9 m tenendo anche conto del restringimento di diametro (DN350) dell’attraversamento in spingitubo della ferrovia e della SS129b. Il carico “residuo” di 2.59 sul livello massimo del serbatoio Succorronis, assicura il corretto funzionamento della idrovalvola a galleggiante di progetto che controlla l’afflusso al suddetto serbatoio.

Nel calcolo idraulico delle pdc per le tubazioni in PVC si sono adottati i diametri interni (Di):

- PVC A PN 10: De 400 mm; **Di 377.6 mm** (Lotto 1)
- PVC A PN10: De 125 mm; **Di 118 mm** (Lotto2)
- PVC A PN16: De 110 mm; **Di 100.2 mm** (Lotto2)

Mentre per le tubazioni in acciaio si adotta il diametro nominale (DN).

5 VELOCITÀ IN CONDOTTA

L’intervallo di velocità ammissibili è stato assunto come segue:

- $V_{max} = 1,5 \text{ m/s}$
- $V_{min} = 0,5 \text{ m/s}$

La velocità massima $V_{max} = 1,5 \text{ m/s}$ viene fissata al fine di minimizzare le eventuali sovrappressioni di moto vario elastico in conseguenza alle manovre sulle apparecchiature di intercettazione che in ogni caso, si mantengono al di sotto dei valori di 2 bar in accordo al noto D.M. 12-12-85 anche per manovre di chiusura brevi.

La velocità minima $V_{min} = 0,50 \text{ m/s}$ viene stabilita in base ad alcune esperienze che evidenziano come, per diametri superiori ai 100 mm, detta velocità consente alla corrente liquida di trasportare più facilmente verso valle le eventuali bolle d’aria residue che si fossero prodotte nelle condotte chiuse a causa di risalti causati da valori del numero di Froude minori di 1.

Visto che le velocità inferiori a detto limite per l’adduzione Lotto 1 Crasta Lada – Succorronis (Lotto 1) per la portata minima di 40 l/s, gli organi di sfiato sono progettati in modo che il pezzo speciale TE formi un duomo di disaerazione che facilita il trattenimento delle bolle d’aria trasportate in condotta e la loro espulsione tramite gli sfiati DN 80 che si innestano sulla sommità del duomo.

Progettisti in RTP:

6 DIAMETRI UTILIZZATI E PARAMETRI DI RESISTENZA

I materiali della condotte che si propongono sono riassunti nella seguente Tab. 4.

Come coefficienti di scabrezza si è assunto quello di Bazin di 0.08 comunemente utilizzato per tubazioni in PEAD/PVC, e 0.12 per le tubazioni metalliche.

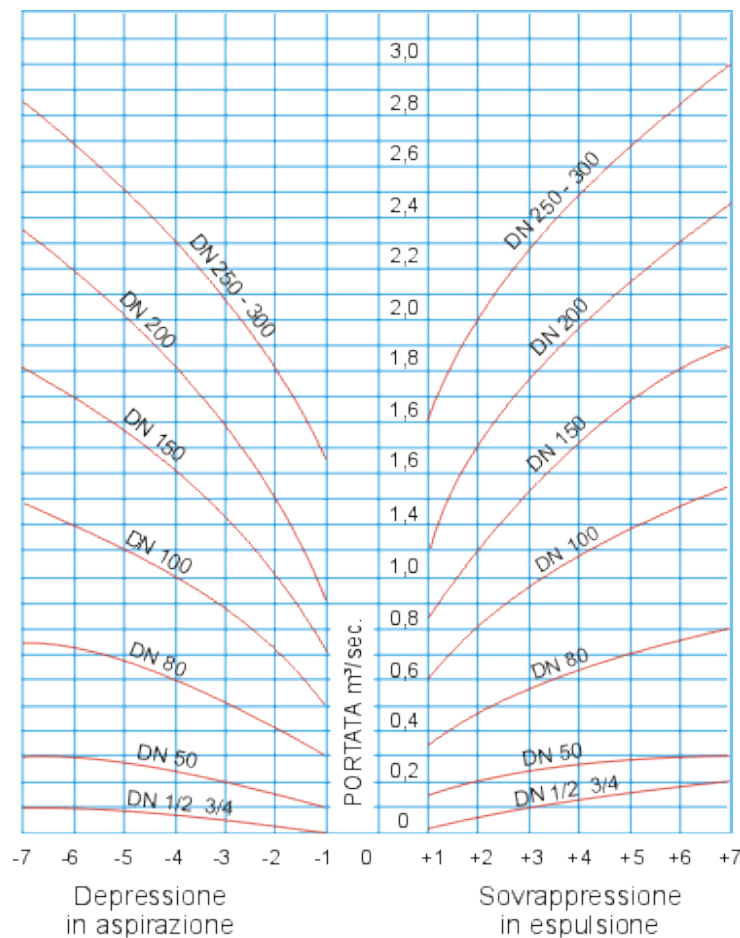
Tabella 4 – Tabella diametri proposti

DN/De (mm)	Materiale	PN	Scabrezza di Bazin	Lunghezza (m)
400	PVC-A	10	0.08	8157
350/6.3	Acc.		0.12	51

7 DIMENSIONAMENTO DEGLI SFIATI

Per gli apparecchi di sfiato si adottano apparecchi a doppio galleggiante che assicurano sia l'espulsione dell'aria in condotta che la rientrata d'aria nei transitori comunque limitati per velocità comprese tra 0,7 e 0,45 m/s.

Assumendo una sovrappressione massima di 1 Atm e una depressione di 0.5 atm, dal grafico in figura si può notare che per Qmax di 80 l/s basterebbero sfiati del DN 50



Esprese in metri colonna d'acqua

Progettisti in RTP:

Per maggiore garanzia di funzionamento, tenuto conto della bassa velocità in condotta, si è preferito adottare sfiati DG del DN80 che sono utilizzabili per portate fino a 250 l/s.

8 PROFILI IDRAULICI SCHEMATICI

In fig. 5 sono riportati i profili idraulici schematici di funzionamento:

- della condotta S.Antioco-Crasta Lada – Succorronis, con funzionamento sia “invernale” di trasferimento della massima portata di concessione di 80 l/s al serbatoio terminale di Succorronis; che “estivo” derivando verso Sindia 11 l/s;
- dei due tratti della adduzione per Sindia:
 - a) da partitore Sindia alla sorgente S.M. della Corte, di 1820 m di sviluppo di De 110 mm con portata nominale di 11 l/s;
 - b) dal serbatoio S.M. della Corte al serbatoio M.te Codes (Sindia) di 2.859 m di De 125 mm con una portata nominale di 12 l/s.

Il profilo Crasta Lada-Succorronis, con funzionamento regolato da valle dalla idro-valvola a galleggiante terminale, evidenzia un carico “residuo” terminale di 2.6 m che, parzialmente dissipato dal breve restringimento di DN 300 all’interno della camera di manovra (circa 20 cm), assicura il corretto funzionamento della idrovalvola terminale a galleggiante.

I rami per Sindia, con funzionamento entrambi regolato da valle dalla valvola a galleggiante terminale, presentano carichi terminali “residui” rispettivamente di 24,7 e 10.4 m che saranno dissipati regolando le previste valvole di regolazione a fuso.

I due tratti presentano una certa sovrabbondanza idraulica sia per far fronte, come richiesto dai tecnici Abbanoa, alle diffuse perdite della rete di distribuzione comunale in attesa di un completo rifacimento in tempi comunque lunghi, sia soprattutto per permettere di sostenere la piezometrica con la dissipazione terminale, evitando così i lamentati fenomeni di “canaletta” nel servizio attuale, nonché il corretto funzionamento della idrovalvola terminale a galleggiante.

Roma, 22/05/2019

Progettisti in RTP:

Co.Ri.P. S.r.l.

CESECO INTERNATIONAL S.r.l.

SERV.IN Ingegneria S.r.l.

Dott.Geol. Gianfranco Piras

COSIN S.r.l.

Ydros Ing. Studio Associato

Anthus s.n.c.

Dott. Archeol. Danila Artizzu