

PROGRAMMA NAZIONALE SVILUPPO RURALE 2014-2020

MISURA 4.3.1 - INTERVENTI IN INFRASTRUTTURE IRRIGUE



ASSESSORATO REGIONALE DELL'AGRICOLTURA, DELLO SVILUPPO RURALE
E DELLA PESCA MEDITERRANEA
CONSORZIO DI BONIFICA 6 - ENNA



PROGETTO ESECUTIVO PER I LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE DELL'IMPIANTO DI IRRIGAZIONE A VALLE DELLA DIGA POZZILLO V° LOTTO DI COMPLETAMENTO II STRALCIO

CUP CC52G11000250001

ELABORATO

RELAZIONE SPECILISTICA
IDRAULICA E IDROLOGICA

A2

COORDINAMENTO ED INTEGRAZIONE STAFF
(DR. ING. MAURIZIO CALLERAME)

COLLABORATORE COORDINATORE STAFF
(GEOM. SILVESTRO SCORCIAPINO)

PROGETTISTA OPERE CIVILI
(DR. ING. GIUSEPPE VRUNA)

COORDINATORE PER LA SICUREZZA
(DR. ING. ALESSANDRO SCELFO)

PROGETTISTA IMP. ELETTRICI
(PER. IND. GIUSEPPE INCARDONA)

GEOLOGIA
(DR. GEOL. MASSIMO TRIBULATO)

IL R.U.P.
(DR. ING. ASCENZIO LOCIURO)

IL DIRETTORE GENERALE

IL COMMISSARIO STRAORDINARIO

INDICE

- 1. PREMESSA**
- 2. SCELTA TRACCIATI**
- 3. SCELTA TUBAZIONI**
- 4. SCHEMA IDRAULICO E DIMENSIONAMENTO DELLE CONDOTTE**
- 5. COLPO D'ARIETE E PRESSIONE NOMINALE CONDOTTE**
- 6. IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO AL NODO "5"**
- 7. ALLEGATO – CONFRONTO CONDOTTE DI TIPO FLESSIBILE**
- 8. ALLEGATO – RELAZIONE IDROLOGICA E VERIFICA IDRAULICA
CANALE DI GUARDIA VASCA MIRAGLIA**
- 9. ALLEGATO – CALCOLO IDRAULICO DELLE CONDOTTE**

1. PREMESSA

L'impianto di irrigazione a valle della diga Pozzillo oggetto della presente relazione, alimentato con acque provenienti dall'invaso Pozzillo, è stato realizzato negli anni 1963-64 dal soppresso Consorzio di Bonifica "Gagliano C.to – Troina" con fondi della soppressa Cassa per il Mezzogiorno.

Successivamente, nel 1985, è stato approvato un progetto generale di ristrutturazione dell'impianto originario, sulla base del quale è stata ristrutturata l'intera rete di adduzione principale e circa il 70% della rete comiziale.

Il completamento della ristrutturazione dell'intero impianto comporta un sostanziale cambiamento dello schema idraulico originario dell'impianto, in quanto vi saranno tre nuovi punti di consegna rispettivamente per la rete alta, media e bassa.

I primi due punti di consegna, entrambi alimentati dalla diga Ancipa, sono costituiti per la rete alta, da una vasca di compenso di capacità pari a circa 70.000 mc, posta a quota $Q = 360,00$ m.s.l.m. e, per la rete media, da una vasca di disconnessione realizzata a quota $Q=330,00$ m.s.l.m. Il terzo ed ultimo punto di consegna per la rete bassa è alimentato dalla diga Pozzillo, posto alla quota $Q = 305,00$ m.s.l.m.

Con il presente progetto è prevista la ristrutturazione integrale di n. 3 comizi (1,11,21) e, parzialmente, quella di n. 4 comizi (5,6,7,9).

Le condotte in progetto, in attesa che vengano completati tutti i lavori di ristrutturazione delle reti comiziali previsti dal progetto generale, continueranno ad essere alimentate secondo lo schema idraulico originario, per cui il loro dimensionamento sarà effettuato con riferimento allo stato di funzionamento di previsione e verificato anche per lo schema idraulico attuale.

Per tale motivo sono stati già realizzati dei punti di sezionamento delle condotte, per il loro successivo funzionamento, secondo il nuovo schema idraulico previsto dal progetto generale di ristrutturazione.

2. SCELTA DEI TRACCIATI

I tracciati delle condotte sono stati scelti tenendo conto dei vincoli morfologici ed antropici del territorio: rilievi, corsi d'acqua, centri abitati, strade, ferrovia, colture in atto. In pratica, i tracciati sono stati abbozzati con l'ausilio di foto aeree aggiornate (google Earth) e successivamente verificati con numerosi sopralluoghi e rilievi topografici di campagna. Come nella maggior parte dei casi pratici, anche in questo caso le condotte saranno posate in trincee scavate nel terreno, caratterizzando il loro andamento plano-altimetrico. La minimizzazione degli oneri di scavo si ottiene sempre con un profilo longitudinale delle condotte parallelo al profilo del terreno con una profondità tale da garantire una protezione della condotta nei confronti di eventuali carichi accidentali, minimo 1.10 m., dalla generatrice superiore del tubo. Questo profilo longitudinale, ottimale dal punto di vista esecutivo, funzionale ed economico, deve essere verificato ed eventualmente corretto tenendo conto di alcuni aspetti fondamentali ai fini di un buon funzionamento idraulico. In particolare, la configurazione del profilo delle condotte della rete irrigua mira ad assicurare il trasporto verso i punti di espulsione dell'aria e dei gas, che si possono sviluppare nelle fasi di depressione connesse con i transitori idraulici o in occasione di variazioni di temperatura del fluido trasportato. L'aria si raccoglie nei punti alti di vertice dai quali deve essere rimossa con idonei apparecchi di sfiato, opportunamente dislocati lungo la rete.

3. SCELTA TUBAZIONI

La tipologia di tubazioni da adottare nel presente progetto, in accordo al D.M. 12.12.1985 pubblicato nella G.U. n.61 del 14.03.1986, è in **Pead** PE 100, in quanto tale materiale offre maggiori garanzie, che permangono durante tutto l'arco temporale di vita dell'opera e che, a titolo esemplificativo, si riportano di seguito:

- facile adattamento agli assestamenti del terreno senza indurre sovra sollecitazioni che potrebbero provocarne la rottura;
- agevole sistemazione alle mutevoli condizioni del letto di posa;
- maggiore garanzia di tenuta delle giunzioni termoplastiche;
- forte abbattimento dei costi di manutenzione.

E' stato eseguito, comunque, un confronto tra le varie tipologie di tubazioni in materiale plastico, allegato alla presente relazione a cui si rimanda per maggiore dettaglio.

4. SCHEMA IDRAULICO E DIMENSIONAMENTO DELLE CONDOTTE

Il progetto di un impianto di irrigazione in pressione è un classico esempio di dimensionamento idraulico, in cui è noto il tracciato e la struttura topologica, ed è prefissata l'erogazione che si vuole garantire (portata di progetto).

Dal punto di vista topologico le reti idrauliche si suddividono in:

- Reti ramificate o aperte: presentano una struttura ad albero ramificato, cioè senza circuiti chiusi, così che il percorso, fra ogni punto di alimentazione ed ogni punto di erogazione, è univocamente determinato;
- Reti a maglie chiuse: i vari tronchi della rete sono fra di loro connessi mediante circuiti chiusi, così che fra ogni punto di alimentazione e ogni punto di erogazione esistono più percorsi possibili;
- Reti miste: sono costituite da una o più maglie chiuse e da una o più parti ramificate.

La tipologia della rete scelta per gli impianti di progetto è del tipo ramificata, ossia aperta. Lo scopo è quello di calcolare i diametri dei tronchi al fine di garantire che le pressioni nei nodi assumano valori conformi ai requisiti richiesti. Nella pratica irrigua è conveniente garantire una pressione minima di 1,5 atm a tutti i nodi dell'impianto.

Negli impianti idraulici capita sovente di incontrare delle condotte in pressione di lunghezza rilevante rispetto al diametro (dell'ordine di qualche migliaio di diametri). L'impianto irriguo del presente progetto ricade senz'altro in questa categoria: infatti è evidente che in questo caso le condotte in pressione hanno una lunghezza rilevante rispetto al diametro (dell'ordine di qualche migliaio di diametri). In queste, che vengono usualmente denominate lunghe condotte, le perdite localizzate (all'imbocco, allo sbocco, per cambiamento di diametro o di direzione, ecc.) risultano, di regola, di entità trascurabile rispetto a quelle continue dovute alla resistenza delle pareti, cosicché nei calcoli idraulici è sufficiente tener conto esclusivamente di queste ultime.

La rete irrigua in progetto è calcolata secondo il nuovo schema idraulico previsto dal progetto generale di ristrutturazione con portate concentrate ai nodi.

Come sopra già descritto, questo progetto generale prevede che i tratti di condotte

saranno alimentati a gravità, attraverso tre punti di consegna ubicati, rispettivamente, a quota $Q = 360,00$ mt. s.l.m. (distribuzione della rete alta), a quota $Q = 330,00$ mt. s.l.m. (distribuzione della rete media) ed infine a quota $Q = 305,00$ mt. s.l.m. (distribuzione della rete bassa), secondo lo schema idraulico riportato nell'elaborato grafico specifico ed allegato al progetto.

Verifica e dimensionamento condotte a gravità

Preliminarmente si sono calcolate le pressioni ai nodi comiziali, adottando le portate previste dal progetto generale prevedendo, per ciascun comizio, due utenze funzionanti contemporaneamente, con una portata complessiva per comizio di 28 l/sec (due idranti da 14 l/sec).

Si è proceduto, quindi, al dimensionamento delle condotte comiziali di progetto secondo una procedura di verifica, per iterazioni successive, ipotizzando un diametro commerciale della condotta che mantenga una velocità in condotta compresa tra $1 \div 1,5$ m/sec e verificando la pressione minima all'idrante idraulicamente più sfavorito di almeno 1,5 bar.

Tale condizione è compatibile con gli idranti di ultima generazione previsti in progetto, muniti di idrovalvole, che consentono manovre di apertura e chiusura ad una pressione minima di 0,5 bar.

Sono state riportate, nel foglio di calcolo allegato, le caratteristiche dimensionali ed idrauliche delle condotte adduttrici primarie, secondarie e terziarie secondo il funzionamento a gravità previsto dallo schema idraulico generale della rete alta e di quella media per i comizi interessati dall'intervento (1,5,6,7,9,11,21), che di seguito sinteticamente si riportano:

- Condotta adduttrice rete alta (dal nodo "A" al comizio 30)
- Condotta adduttrice rete alta – ramo ovest (dal nodo 5 al comizio 2)
- Condotta adduttrice rete alta – ramo est (dal nodo 4 al comizio 15)
- Condotte comizio 9 - rete alta (dal nodo 5 ramo ovest)
- Condotte comizio 21 - rete alta (dal nodo N1)
- Condotta adduttrice rete media (dal nodo "A" al comizio 28)
- Condotte comizio 6 - rete media
- Condotta adduttrice rete media ramo ovest (dal nodo "N1" al comizio 1)
- Condotte comizio 1 - rete media (dal Nodo N1 ramo ovest)
- Condotte comizio 7 - rete media (dal Nodo N1 ramo ovest)
- Condotte comizio 5 - rete media (dal Nodo N1 ramo ovest)

- Condotte comizio 11 – vasca centrale idroelettrica

Verifica con impianto di sollevamento

Questa verifica tiene conto dell'eventuale impossibilità di usufruire delle acque provenienti dalla diga Ancipa. In tale ipotesi, si dovrà utilizzare la presa del canale Enel, posta a quota 305,00 mt. s.l.m. e, sollevare il liquido per alimentare i comizi della rete alta (10 Comizi) con pressione minima di consegna di 1 bar. Farà eccezione il comizio n.11 che sarà comunque alimentato dall'attuale impianto di sollevamento.

Nella verifica delle condotte si è tenuto conto della ipotesi di impossibilità ad utilizzare le acque provenienti dalla diga Ancipa e quindi di dover sollevare le acque dalla presa sul canale Enel, a quota 305,00 m.s.l.m, fino alla quota di 330 m.s.l.m., per alimentare i comizi della rete alta (10 Comizi) e della rete media con pressione minima di consegna di 1 bar.

In questo sollevamento non rientra l'alimentazione del comizio 11 che avverrà comunque dall'attuale impianto di sollevamento. Il comizio 1, infine, sarà alimentato dalla presa provvisoria realizzata nel 1973 sul canale Enel, in località Sparacollo, a quota 310,00 m. s.l.m. (situazione attualmente in funzione).

La realizzazione del nuovo ed unico impianto di sollevamento consentirà un notevole risparmio in termini energetici, di manutenzione e gestione, in quanto saranno eliminate le numerose stazioni di sollevamento, attualmente in esercizio, per l'alimentazione dei 10 comizi della rete alta.

L'impianto di sollevamento verrà allocato all'interno della camera di manovra del nodo "5" adiacente l'appressamento sul canale Enel.

Nell'ipotesi di mancato approvvigionamento dal sistema "Ancipa" e conseguente funzionamento dell'impianto di sollevamento, l'alimentazione della rete alta è prevista per la portata pari ad un solo idrante per comizio (condizione attualmente adottata nell'esercizio irriguo).

L'apparecchiatura elettrica dell'impianto di sollevamento, al fine di modulare le portate in relazione alla richiesta della utenza, sarà dotato di sistema ad Inverter (vedi l'elaborato "A3 - Relazione specialistica impianti elettrici e calcoli").

Nel foglio di calcolo, allegato alla presente relazione (funzionamento con sollevamento), sono state riportate le caratteristiche dimensionali ed idrauliche delle condotte adduttrici primarie, secondarie e terziarie, secondo lo schema di funzionamento con

sollevamento per la rete alta e quella per la rete media, con indicate le pressioni minime di consegna all'idrante idraulicamente più svantaggiato pari o superiori ad 1 bar.

Per il dimensionamento e la verifica della rete è stato utilizzando un codice di calcolo “*in house*” su foglio excel che utilizza la formula di “*Colebrook*”, per iterazioni successive convergenti (formula implicita), ed i risultati sono riportati nella tabella allegata alla presente relazione, dove vengono indicate le caratteristiche fisiche delle condotte (lunghezza, diametro, materiale, scabrezza) e calcolate le caratteristiche idrauliche (portata, velocità, perdite di carico, carico idrostatico e carico idrodinamico) per le due condizioni di funzionamento.

5. COLPO D'ARIETE E PRESSIONE NOMINALE CONDOTTE

Le variazioni di portata, dovute all'apertura o alla chiusura di saracinesche o accensione o spegnimento di pompe, possono generare dei fenomeni di moto vario (comunemente noti come colpo d'ariete) con conseguenti sovra pressioni o depressioni nelle condotte. Queste sovra pressioni devono essere tenute in debito conto al fine di determinare la pressione massima di esercizio e potere fissare conseguentemente la pressione nominale della condotta.

Per le condotte terziarie, previste nel presente progetto, si possono cautelativamente ritenere brusche le manovre di chiusura dei singoli idranti.

La sovrappressione da colpo d'ariete, nel caso di chiusura brusca, ossia di durata inferiore al tempo critico, è definita dalla formula di Allievi

$$\Delta H = (c \cdot \Delta v) / g$$

Dove:

“*c*” rappresenta la velocità di propagazione della perturbazione di sovrappressione per la condotta in esame (per PE100 PN10 è pari a 315 m/s);

“*Δv*” indica la variazione di velocità del fluido dovuta alla manovra, pari alla velocità iniziale in condotta, nel caso di chiusura completa;

“*g*” designa l'accelerazione di gravità pari a 9,81 m/s².

Nel prospetto di calcolo, allegato alla presente relazione, sono state determinate le sovra pressioni delle condotte terziarie per manovre brusche che, aggiunte alla pressione di esercizio, consentono di calcolare la classe di pressione nominale da assegnare alla tubazione.

Le “Norme tecniche sulle tubazioni”, contenute nel Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 12/12/1985 (G.U. 14/03/1986 n°61), fissano dei limiti alla massima sovra pressione di colpo d’ariete ammissibile in funzione della pressione di esercizio senza installazione di dispositivi di attenuazione.

Per tubazioni PN 10 il limite della sovra pressione ammissibile è 4 bar, mentre per condotte PN16 il limite fissato è pari 4,6 bar.

Come si evince dal calcolo allegato, tali limiti non vengono superati per le condotte in esame.

6. IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO AL NODO “N5”

Criteria di dimensionamento dell’impianto di sollevamento

In seguito alla realizzazione dell’appresamento provvisorio, in corrispondenza del canale ENEL, a quota 310 mt. s.l.m, inferiore di mt. 35,00, rispetto alla originaria opera di presa ubicata a valle della diga Pozzillo, con alimentazione a quota 345,00 mt. s.l.m., al fine di consentire l’approvvigionamento idrico in pressione dei comizi serviti dalla rete alta e media, il Consorzio ha realizzato diversi impianti di sollevamento (n. 10) che hanno determinato un notevole aumento dei costi di gestione e manutenzione.

Il nuovo appresamento, a quota 517,20 mt. s.l.m., dalla vasca di Castellodio, per le reti alte e medie, con acque provenienti dalla diga Ancipa consente di evitare il sollevamento con un notevole risparmio in termini energetici. E’ di tutta evidenza, comunque, che i volumi idrici provenienti dalla diga Ancipa, nelle annate siccitose, potrebbero non essere garantiti a causa di prelievi prioritari per uso potabile. Si ritiene, pertanto, opportuno la realizzazione di un unico impianto di sollevamento da utilizzare esclusivamente nei casi di mancato approvvigionamento dalla diga Ancipa.

L’impianto di sollevamento verrà allocato all’interno della camera di manovra del nodo “5” adiacente l’appresamento sul canale Enel di quota 305,00 m.s.l.m.

E’ prevista l’installazione di tre pompe da 30 Kw ciascuna, di cui una di riserva, aventi una portata unitaria di 70 l/sec. ed una prevalenza di 25 mt.

L’impianto, al fine di modulare le portate in relazione alla richiesta dell’utenza, verrà dotato di sistema ad Inverter che consentirà l’alimentazione diretta di n. 10 comizi della rete alta.

Nell’ipotesi di alimentazione della rete alta mediante impianto di sollevamento, il funzionamento prevede l’erogazione di un solo idrante per comizio.

Va premesso che tutte le pompe centrifughe possiedono un arco di regolazione, a giri variabili, che varia dal valore della portata nominale a circa un terzo della stessa. Al di sotto di tale minimo valore, si verificano inconvenienti quali fenomeni di cavitazione, squilibrio assiale con precoce usura delle tenute e dei cuscinetti, surriscaldamento del motore che, a basse velocità, non è più sufficientemente ventilato.

Per quanto sopra, si è ritenuto non corretto l'impiego di una sola elettropompa con portata nominale pari a 140 l/s per l'alimentazione della rete alta e media poiché, per lunghi periodi questa soluzione dovrebbe funzionare con portate inferiori a 42 l/s, valore al di sotto del minimo previsto per un funzionamento privo degli inconvenienti sopra descritti.

L'impianto sarà, quindi, costituito da due elettropompe uguali in parallelo, azionate da due inverter, controllati da PLC. Per portate comprese tra 28 e 70 l/s funzionerà una sola pompa a giri variabili, mentre, per portate superiori entrerà in funzione anche la seconda (invertendo ciclicamente l'ordine), ad un regime di rotazione uguale per tutte e due le pompe.

Questa soluzione è inizialmente più costosa rispetto alla più frequente soluzione che prevede una pompa a giri fissi ed una a giri variabili, ma è facilmente dimostrabile che quest'ultima lavorerebbe senza dare alcun contributo all'impianto in termini di portata, dovendo superare il "muro d'acqua" creato dalla maggiore pressione sviluppata dalla prima pompa.

La soluzione prescelta, al contrario, fa lavorare le due pompe con curve uguali garantendo l'efficace regolazione in pressione dell'impianto.

L'adozione dell'inverter è giustificata solo se si dispone di elettropompe con curva di funzionamento sufficientemente "ripida", cioè in grado di erogare portate dal 30% al 100% a pressione costante, con apprezzabile variazione del regime di rotazione (da 1.300 a 1.465 giri/1').

Se non esistessero sul mercato elettropompe con tali caratteristiche, l'uso dell'inverter sarebbe pressoché inutile e limitato alla sola fase di avviamento della pompa, ed in questo caso sarebbe più economico l'uso di appositi quadri denominati soft start.

La prevalenza dell'impianto è stata scelta allo scopo di fornire una pressione di esercizio minima di 1 bar all'impianto.

Caratteristiche dell'acqua pompata

L'acqua derivata dal Consorzio proviene dall'invaso Pozzillo. Le precipitazioni autunno-vernine, con caratteristiche torrentizie (intense e di breve durata) che interessano l'area del bacino sotteso dalla diga Pozzillo, provocano un aumento del trasporto solido con presenza di solidi in sospensione di origine limo-sabbiosa. Queste microparticelle, abbastanza dure, si comportano come mole abrasive nei riguardi delle elettropompe centrifughe, provocando l'usura precoce delle giranti, degli anelli d'usura, del corpo e delle tenute, con aumento dei giochi e rapido deterioramento delle prestazioni delle pompe stesse. Per tali motivazioni è stata scelta un tipo di elettropompa, adatta al convogliamento di acque contenenti sostanze in sospensione, costituite da materiale in ERN (ghisa al nickel) resistente al logorio ed albero asciutto.

Curva caratteristica Q - H

La curva caratteristica, che lega la portata alla prevalenza, determina l'idoneità dell'elettropompa a funzionare a portate inferiori a quella nominale, conseguendo in tali condizioni un sensibile risparmio di energia elettrica e riducendo l'usura dell'elettropompa stessa. Le pompe più indicate, con le caratteristiche sopra descritte, devono possedere una curva "ripida", ovvero, ad una diminuzione della portata erogata rispetto alla Q_{max} , si osserva un aumento significativo della prevalenza. Curve considerate ripide hanno un valore di "cut off" (prevalenza a portata nulla) almeno del 30% superiore alla prevalenza con portata Q_{max} . In questi casi l'elettropompa riesce ad erogare il 30% della Q_{max} alla prevalenza nominale girando a soli 1.200 giri/1'. Ne consegue che il consumo si riduce quasi della metà rispetto all'impiego di una elettropompa a curva piatta e funzionante a velocità costante con valvola d'intercettazione.

Forma e dimensione delle giranti e delle luci di passaggio

La forma della girante centrifuga è caratterizzata dalla velocità specifica, che è una grandezza che esprime l'attitudine della girante a generare sovrappressione. Esiste una correlazione tra forma della girante, forma della curva caratteristica Q-H ed NPSHr dell'elettropompa. Le giranti, ad alta velocità specifica, inoltre, hanno una luce di passaggio assai ridotta (10-15 mm), con la necessità conseguente di inserire griglie o filtri a monte, onde evitarne l'intasamento a causa delle impurità fatalmente presenti nell'acqua di fiume.

All'aumentare del diametro della girante aumenta la velocità radiale, e con essa l'azione abrasiva dei solidi in sospensione, ai danni del corpo pompa. Per questa applicazione

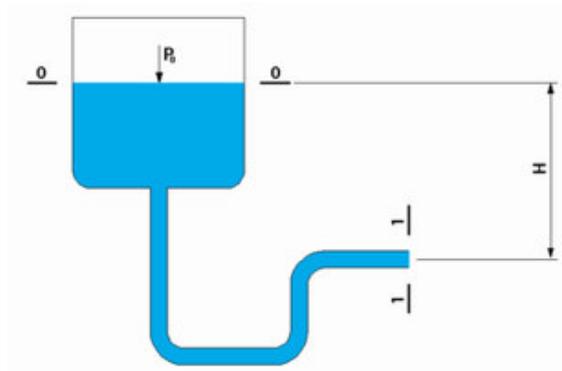
è stata scelta una elettropompa con diametro della girante di 310 mm e luci di passaggio libero di 76,0 mm.

NPSH

Al fine di evitare fenomeni di cavitazione, che determinano il rapido deterioramento del corpo pompa, occorre verificare che il valore dell' $NPSH_r$ (pompa) risulti sempre inferiore all' $NPSH_{disp}$ disponibile dell'impianto. L' $NPSH_r$ è caratteristico di ogni pompa ed aumenta con la portata erogata.

Per l'elettropompa scelta, il valore del $NPSH_r$ è 4,30 m..

L' $NPSH_{disp}$, dell'impianto dipende dalla posizione del corpo pompa rispetto alla piezometrica del canale o condotta di alimentazione e dalle caratteristiche delle condotte di aspirazione.



Nel caso del circuito idraulico in figura, l' $NPSH$ nella sezione 1-1 può essere calcolato come segue:

$$NPSH = \frac{p_0 - p_v}{\rho g} + \Delta z - Y$$

in cui:

“ ΔZ (H)” è l'altezza geodetica tra le sezioni 0-0 e 1-1;

“ Y ” è la perdita di carico tra le sezioni 0-0 e 1-1;

“ p_0 ” è la pressione superficiale del liquido;

“ p_v ” è la tensione di vapore del liquido;

“ ρ ” è la densità del liquido;

“ g ” è l'accelerazione di gravità.

Per l'impianto di sollevamento, in esame, con presa a pressione atmosferica, il primo termine dell'espressione è pari a 10 m, la differenza di quota è 3 m, e le perdite di carico complessive pari a 1.34 m, pertanto:

Il valore calcolato del $NPSH_{disp}$ (dell'impianto) è pari a : 11.66 m.

La relazione $NPSH_{disp} > NPSH_r$ risulta soddisfatta.

Colpo d'ariete

Negli impianti di sollevamento, se viene interrotta l'alimentazione elettrica dell'elettropompa, si possono ingenerare delle sovra pressioni o depressioni da colpo d'ariete. L'entità di tali fenomeni transitori sono funzione del tempo di manovra o tempo di arresto. In questo caso non sono state considerate le manovre di avvio delle elettropompe in quanto il sistema inverter consente un avviamento lento.

L'improvviso arresto delle pompe provoca, inizialmente, una pressione negativa dal momento che la colonna d'acqua continua il suo percorso lungo la condotta. Una volta dissipata l'inerzia della colonna d'acqua in avanzamento lungo la premente, si avrà per gravità, il ritorno della colonna stessa verso il basso e cioè verso la stazione di sollevamento. Ne discende che in condotta l'acqua in fase di ritorno andrebbe a colpire le valvole di ritegno collocate all'uscita delle pompe, creando un'onda di sovra pressione che può raggiungere velocità fino a 4 volte quella del suono.

Lungo la premente inoltre, si innescherebbe un nuovo sistema di pressioni: alla piezometrica in condizioni idrauliche di normale funzionamento si andrebbe ad aggiungere la sovrappressione di colpo d'ariete, calcolata in ulteriori 5,33 bar.

Per garantire il livello di sicurezza, verrà installata una valvola idraulica DN80 PN10 che svolgerà la funzioni di anticipare il colpo d'ariete e una valvola a molla di sfioro della pressione DN80 PN10 ad ulteriore protezione dell'impianto.

La valvola anticipatrice del colpo d'ariete previene il fenomeno aprendosi immediatamente, in un tempo inferiore al tempo critico, calcolato in 1 sec, quando inizia l'onda negativa; in questo modo è possibile scaricare il flusso di alta pressione proveniente dal sistema.

Come è noto, la pressione lungo la condotta ha un andamento stazionario, quando l'impianto di sollevamento funziona a regime. Non appena si ha il blocco, si osserva, nei

primi secondi una brusca diminuzione di pressione all'altezza della stazione di sollevamento, dove sarà allocata la valvola anticipatrice. La valvola idraulica, avvertendo la brusca diminuzione pressoria, apre l'otturatore per la sua intera sezione che essendo in grado di smaltire la portata in arrivo, è in grado di proteggere la condotta e le pompe della stazione di sollevamento.

Di seguito si riportano la tabella riassuntiva delle caratteristiche tecniche del sistema idraulico considerato e il calcolo per il dimensionamento della valvola restituito dal software.

MATERIALE DELLA TUBAZIONE: Acciaio PN 30			
DIAMETRO CONDOTTA	D =	600	mm
LUNGHEZZA DELLA CONDOTTA	L =	260	m
SPESSORE DELLA TUBAZIONE	Sp =	7,1	Mm
QUOTA DI ASPIRAZIONE (DOVE SI INSTALLERÀ LA VALVOLA)	H ₁ =	305,0	m.s.l.m.
QUOTA VASCA DI CARICO NODO A	H ₂ =	330,0	m.s.l.m.
PREVALENZA GEODETICA DELLA STAZIONE DI POMPAGGIO	H =	25,0	m
PORTATA STAZIONE DI POMPAGGIO	P _{tot} =	140	l/sec
PORTATA SINGOLA POMPA	P =	70	l/sec
TEMPO CRITICO DI ARRESTO	T _{crit} =	1,00	sec
SOVRA PRESSIONE DI COLPO D'ARIETE	P _{CA} =	5,33	atm

SIZE SELECTION OF ANTI-WATER HAMMER VALVE (E2116-52)

INPUT DATA :

Diameter of pipeline	D =	600 [mm]
Length of pipeline	L =	260 [m]
Thickness of wall of pipeline	s =	7,1 [mm]
Valve pressure	H =	25 [m]
Pump flow rate	Q =	140 [l /s]
Stopping time of pump	To =	1 [s]
Permissible overpressure	$\Delta h =$	10 [m]
Volume modulus of water	$\epsilon =$	2,09,E+08 [Kg/m ²]
Young's modulus of elasticity of pipeline material	Ea =	2,10,E+10 [Kg/m ²]
Density of water	$\rho a =$	101,9 [Kg s ² /m ⁴]

Velocity of water	Vo =	0,50 [m/s]
Pressure wave speed in the water pipe	a =	1055 m/sec
Overpressure without anti-waterhammer valve	$\Delta h^* =$	53,3 [m]
Increment of density	$\Delta \rho =$	2,10E-07 [Kg/m ³]
Decrement of volume	$\Delta V =$	0,0154 [m ³]
Discharge of the valve ($\Delta V / To$)	Q =	15,4 [l/s]
Max. pressure at valve	Hmax. =	35 [m]
Theoretical flow factor of valve	Kvx =	11,8 [l/s]
Required flow factor of valve ($Kvo = Kvx * 1,25 * 3,6$)	Kvo =	53 [m ³ /h]

NOMINAL DIAMETER ADOPTED	DN	80	[mm]
FLOW FACTOR OF THE VALVE	Kv	58	[m ³ /h]

Young's modulus of elasticity of pipeline material

DUCTIL IRON	1,70E+10	[Kg/m ²]
CARBON STEEL	2,10E+10	[Kg/m ²]
PVC	4,00E+08	[Kg/m ²]

TABLE OF FLOW FACTOR

DN [mm]	Kv [m ³ /h]
50	47
65	52
80	58
100	120
125	215
150	228
200	456
250	847
300	1370
350	1450
400	1767
500	2480
600	3205
700	5400

The flow factor Kv is the flow rate in m³/h at 20°C that will cause a 1 bar drop in pressure flowing through the fully open valve.

7. ALLEGATO

Confronto condotte di tipo flessibile

Premessa

Le materie plastiche utilizzate nella fabbricazione delle condotte si suddividono in due grandi categorie: le *resine termoplastiche* (PE e PVC) e le *resine termoindurenti rinforzate* (PRFV), che presentano un diverso comportamento all'effetto del calore. Entrambi i tipi di resine assumono un elevato grado di indurimento con il raffreddamento in seguito alla lavorazione a caldo. Il PVC ed il PE sono materiali termoplastici il che significa che se sottoposti a riscaldamento, rammolliscono, ma riacquistano consistenza se riportati a bassa temperatura e questo ciclo termico, può essere ripetuto senza alterazioni significative del materiale.

Fra le resine termoplastiche quelle maggiormente impiegate per la produzione di tubazioni sono il policloruro di vinile (PVC), il polietilene ad alta densità (PEAD) e il polietilene a bassa densità (PEBD).

Caratteristiche prestazionali delle tubazioni in polietilene

Il successo dell'impiego di tali tubazioni è legato ad alcuni fattori quali il basso costo, la praticità offerta dal confezionamento in rotoli nei diametri minori, una tecnica d'installazione facilitata dai sistemi di giunzione (saldatura testa a testa, raccordi elettrosaldabili e raccordi meccanici) e la posa in opera ed il rinterro particolarmente semplificato.

I pregi si possono sintetizzare come segue:

- facilità di installazione e manutenzione: i tubi in polietilene possono essere facilmente movimentati ed installati grazie alla loro leggerezza e flessibilità, con la conseguente riduzione dei costi gestionali; possono inoltre essere realizzate curve di ampio raggio e le installazioni possono interessare anche aree instabili grazie alla particolare capacità del polietilene di assorbire

vibrazioni e sollecitazioni; ampia gamma di caratteristiche dimensionali: la possibilità di disporre di tubi in barre della lunghezza desiderata e di tubi in rotoli di notevole lunghezza;;

- possibilità di semplici e veloci interventi di manutenzione con l'utilizzo di raccordi elettrosaldabili e/o raccordi meccanici a compressione.
- Ridotte perdite di carico: la superficie estremamente liscia (coefficiente di scabrezza $K=0,01$ per tubi fino a 200 mm di diametro e 0,05 per i diametri superiori) impedisce la formazione di incrostazioni, assicurando una portata maggiore a parità di diametro rispetto alle condotte in acciaio ed eliminando la necessità delle operazioni di pulizia;
- elevata tenacità: l'utilizzo del polietilene conferisce alla condotta una buona resistenza agli urti anche alle basse temperature; la viscoelasticità del materiale comporta, inoltre, una notevole riduzione dell'effetto dei colpi d'ariete e degli sforzi indotti dalle attività di posa e dalle sollecitazioni del terreno; per tale caratteristica queste tubazioni sono particolarmente indicate in terreni instabili;
- elevata resistenza alla corrosione: l'inerzia chimica del polietilene ne rende possibile l'impiego anche in terreni aggressivi e in presenza di correnti vaganti senza riduzioni dello spessore di parete; al tempo stesso, il polietilene presenta un'elevata resistenza ai fenomeni di degrado provocati dall'attacco di microrganismi;
- resistenza agli agenti atmosferici: il contenuto di nero di carbonio nei tubi neri o di specifici stabilizzanti nei tubi colorati garantisce la protezione nei confronti delle alterazioni dovute ai raggi ultravioletti, con la conseguente possibilità di stoccaggio anche all'aperto per lunghi periodi;
- buona resistenza al gelo: sono mantenute le proprietà fino a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ per impieghi normali (a bassa temperatura il ghiaccio può provocare una deformazione della condotta che tuttavia riprenderà la sua forma iniziale senza rompersi dopo il disgelo) e per impieghi particolari fino a $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- elevata resistenza chimica: possibilità di utilizzo con una ampia gamma di prodotti chimici e quindi in numerosi settori dell'impiantistica industriale;

- idoneità al contatto con gli alimenti: poiché il polietilene costituisce un materiale completamente atossico, le tubazioni possono trasportare acque potabili o fluidi alimentari nel totale rispetto delle normative vigenti;
- vita utile delle tubazioni di 50 anni: la durabilità di una rete realizzata in polietilene può essere prevista in fase progettuale pari ad almeno 50 anni, sebbene le resine di ultima generazione possano contare su un'aspettativa superiore a 100 anni.
- possibilità di eseguire risanamenti di vecchie condutture mediante il sistema del relining.

Nel passato, purtroppo, a causa dei costi estremamente concorrenziali, c'è stato un proliferare di produttori di tubazioni in polietilene che, per motivi commerciali, non hanno badato alla qualità del prodotto finale e hanno commercializzato delle tubazioni assolutamente inaffidabili.

I produttori rimarcano la necessità di pose in opera, eseguite a regola d'arte, in quanto un punzonamento della tubazione dovuto a punte rigide a contatto con il tubo quali pietre, inerti vari, ecc ne comporta la rottura. Inoltre, durante la posa occorre concedere spazio al tubo, soggetto a notevoli variazioni dimensionali, per effetto delle oscillazioni termiche, per limitare l'indursi di sforzi interni.

In generale le tubazioni in PEAD offrono:

- una deformabilità che consente:
 - a) un facile adattamento agli assestamenti del terreno senza indurre sovrasollecitazioni che potrebbero provocare la rottura;
 - b) di tollerare gli spostamenti provocati dalle onde sismiche;
 - c) di adattarsi alle mutevoli condizioni del letto di posa.
- una flessibilità che permette:
 - a) di limitare le sollecitazioni meccaniche sulle tubazioni ripartendo i carichi statici e dinamici sul terreno;

- b) di effettuare la posa in opera nello scavo successivamente alle operazioni di giunzione realizzate all'esterno della trincea, in condizioni di lavoro più agevoli e con maggiore sicurezza per gli stessi operatori, riducendo il rischio di incidenti in cantiere;
- una curvabilità che permette una rapida posa in opera adattandosi al tracciato della trincea con una conseguente drastica riduzione dei blocchi di ancoraggio;
 - una facile saldabilità nell'esecuzione delle saldature testa a testa ed elettrosaldate;
 - una maggiore tenuta nei confronti delle condotte realizzate con i sistemi a giunti ad innesto (bicchiere, guarnizione di tenuta, ecc).

Caratteristiche prestazionali delle tubazioni in PVC

L'ampio spettro di applicazioni del PVC, in svariati settori merceologici, deriva dalla costituzione chimico fisica del PVC che consente facile miscibilità e forti legami fisici con numerosi composti. Questa miscibilità, con formazione di legami forti e stabili, costituisce una caratteristica specifica del PVC, rispetto agli altri materiali polimerici, permette di ottenere manufatti in PVC sia rigidi che flessibili, con proprietà diverse a seconda delle esigenze applicative e tutti con relativamente elevata inerzia agli attacchi chimici ed intrinseca resistenza all'innescamento ed alla propagazione della fiamma.

I tubi di PVC, oltre resistere alla corrosione chimica ed elettrochimica ed avere una superficie liscia e non incrostante, assicurano praticamente una assoluta impermeabilità evitando ogni possibile diffusione di sostanze nocive dal terreno circostante.

Essi presentano altre caratteristiche vantaggiose, quali:

- una elevata resistenza alla degradazione per invecchiamento o per azione dell'ossigeno atmosferico e una completa resistenza all'attacco di funghi, muffe ed agenti atmosferici;

- una portata superiore ai tubi metallici, cementiti, data la loro superficie liscia e il basso coefficiente di scabrezza, che consente di mantenere minime perdite di carico anche nel tempo;
- una certa flessibilità che consente una adattabilità alle ondulazioni e agli eventuali assestamenti del terreno senza comportare sollecitazioni dannose ai giunti, e una certa elasticità che riduce l'entità delle sovrappressioni dovute ai colpi d'ariete;
- una leggerezza che consente notevoli economie nelle spese di trasporto e di posa una facilità di installazione dovuta alla buona lavorabilità del materiale;
- una facilità di accoppiamento dei singoli elementi con bicchieri o manicotti incollati o con giunzioni con guarnizione elastomerica, che garantiscono in ogni caso una ottima tenuta idraulica;
- un costo concorrenziale rispetto agli altri tipi di tubazione con una vasta gamma di diametri da DN200 a DN 1200m e diverse serie di rigidità anulari SN 4 kN/m², SN 8 kN/m² , SN 16 kN/m².

CONFRONTO TRA LE TUBAZIONI IN PEAD E QUELLE IN PVC

Premesso che qualunque tubazione realizzata con materie plastiche presenta indubbi vantaggi nei confronti delle tubazioni realizzate con altro tipo di materiale (tubi idraulicamente lisci che mantengono tali caratteristiche nel tempo, elevata resistenza a qualsiasi agente chimico, alto grado di isolamento elettrico, resistenza alla corrosione, leggerezza, flessibilità, impermeabilità ecc.), in questa paragrafo vengono messi a confronto le peculiarità che differenziano le tubazioni in Pead con quelle in PVC sotto l'aspetto idraulico, statico, economico, realizzativo e manutentivo.

Argomentazioni idrauliche

Le tubazioni in PEAD presentano:

- a) ridotto valore di modulo elastico;
- b) a parità di diametro nominale, hanno un maggiore spessore e dunque un diametro interno inferiore;
- c) minore celerità di propagazione della perturbazione "C" rispetto a quella del PVC e conseguentemente minore sovrappressione da colpo d'ariete.

Le tubazioni in PVC offrono:

- a) un più elevato valore del modulo elastico;
- b) a parità di diametro nominale, hanno uno spessore inferiore che consente una maggiore portata transitabile.

Argomentazioni statiche

Rigidezza anulare

Le tubazioni in PEAD offrono, a parità di carichi esterni:

- a) un uniforme schiacciamento lungo la generatrice superiore per l'assenza di elementi di irrigidimento in corrispondenza delle giunzioni (saldatura di testa);
- b) a parità di diametro nominale, hanno un maggiore spessore e dunque una maggiore rigidezza.

Le tubazioni in PVC presentano, a parità di carichi esterni, :

- a) un comportamento non uniforme dell'ovalizzazione tra la parte dove è realizzato il bicchiere e la parte che si innesta; tale differenza può comportare la perdita della tenuta idraulica; analogo comportamento si ha quando le giunzioni sono realizzate con manicotti dotati di una maggiore rigidezza rispetto a quella della semplice tubazione;
- b) a parità di diametro nominale, hanno uno spessore minore e pertanto, una minore rigidezza.

Deformabilità

Per quanto attiene questa attitudine:

Le tubazioni in PEAD offrono una deformabilità che consente:

- a) un facile adattamento agli assestamenti del terreno senza indurre sovrassollecitazioni che potrebbero provocare la rottura;
- b) di tollerare gli spostamenti provocati dalle onde sismiche;
- c) di adattarsi alle mutevoli condizioni del letto di posa.

Le tubazioni in PVC, pur essendo deformabili, a causa delle giunzioni a bicchiere o con manicotti, a parità di assestamenti, non possono sopportare le stesse deformazioni di una condotta in Pead senza inficiare la tenuta idraulica.

Flessibilità e curvabilità

Le tubazioni in PEAD, grazie alla flessibilità, permettono:

- a) di limitare le sollecitazioni meccaniche sulle tubazioni;
- b) di effettuare la posa in opera nello scavo successivamente alle operazioni di giunzione realizzate all'esterno della trincea, in condizioni di lavoro più agevoli e con maggiore sicurezza per gli stessi operatori, riducendo il rischio di incidenti in cantiere;
- c) di seguire, grazie ad una migliore curvabilità, più facilmente il tracciato della trincea di posa, nel caso di deviazioni angolari di lieve entità, senza l'utilizzo di appositi pezzi speciali.

Le tubazioni in PVC permettono:

- a) di limitare le sollecitazioni meccaniche sulle tubazioni ripartendo i carichi statici e dinamici sul terreno;
- b) di consentire, grazie a giunti a bicchiere o mediante manicotti, una più rapida installazione delle curve appositamente fornite.

Lavorazioni durante gli interventi di manutenzione

Le tubazioni in PEAD consentono:

- a) una facile saldabilità nell'esecuzione delle saldature testa a testa ed elettrosaldate utilizzando attrezzature di medio ingombro (saldatrici e gruppi elettrogeni);
- b) migliore resistenza agli urti;
- c) maggiore adattabilità a letti di posa non perfettamente compattati.

Le tubazioni in PVC consentono:

- a) semplici riparazioni con l'utilizzo di pezzi speciali, senza l'ausilio di attrezzature di medio ingombro (quali saldatrici e gruppi elettrogeni);
- b) resistenza agli urti.

Argomentazioni economiche

Da un punto di vista economico, sono stati messi a confronto i prezzi unitari, riportati nel prezzo della Regione Sicilia anno 2013, di alcuni diametri utilizzati nel progetto in parola.

Dal confronto economico si evince che, mediamente, le tubazioni in PEAD PE100 hanno un costo superiore rispetto a quelle in PVC-A del 12,60 %

confronto prezzi unitari per tubazioni PN10				
Prezzario Regione Sicilia 2013		Voce 13.3.4	Voce 13.7.10	differenza percentuale tra PEAD e PVC-U
DN	De	€/m	€/m	percentuale
		PEAD PE100	PVC-U	
100	110	€ 18,00	€ 14,60	23,29%
100	125	€ 19,90	€ 17,90	11,17%
125	140	€ 22,40	€ 19,60	14,29%
150	160	€ 25,40	€ 22,80	11,40%

150	180	€ 31,10	€ 28,50	9,12%
200	200	€ 34,10	€ 32,80	3,96%
200	225	€ 43,00	€ 38,20	12,57%
250	250	€ 51,30	€ 44,70	14,77%
			Media	12,57%

Conclusioni e scelta del tipo di tubazione

Nella fase di gestione e manutenzione delle reti idriche, se è vero che i vantaggi tra i due tipi di materiali sono pressoché equivalenti, occorre considerare che, con terreni che subiscono degli assestamenti o spostamenti dovuti alla morfologia ed alla geologia, le tubazioni in Pead consentono una maggiore resistenza in quanto le giunzioni, che sono prevalentemente termoplastiche, danno una superiore garanzia di tenuta e, conseguentemente, si ha un risparmio degli interventi di manutenzione che copre il lieve incremento dei costi di realizzazione.

Per quanto sopra confrontato, la scelta delle tubazioni è ricaduta sulle tubazioni in **Pead** in quanto offrono maggiori garanzie, che permangono durante tutta la vita dell'opera, quali:

- facile adattamento agli assestamenti del terreno senza indurre sovra sollecitazioni che potrebbero provocarne la rottura;
- adattabilità alle mutevoli condizioni del letto di posa;
- maggiore garanzia di tenuta delle giunzioni termoplastiche;
- forte abbattimento dei costi di manutenzione.

8. ALLEGATO

CANALE DI GUARDIA A MONTE DELLA VASCA MIRAGLIA RELAZIONE IDROLOGICA

1) Individuazione del bacino imbrifero

Sulla base degli accertamenti svolti in sito e con riferimento alla cartografia disponibile è stata delineato il bacino imbrifero sotteso dal canale di guardia a protezione della vasca Miraglia.

La planimetria con la delimitazione del bacino imbrifero delimitato dalla sezione di chiusura, è riportata nella fig. 1 della presente relazione.

2) Situazione attuale

Il bacino, ricadente in c.da Miraglia, si estende per una superficie di 0,246 km², con una forma a ventaglio tipica.

Detto bacino risulta delimitato a Nord dalla condotta che dalla vasca di Castellodio raggiunge la centrale di Grottafumata in c.da Sottofondo, ad Est da un impluvio naturale affluente del “Fiume Sotto di Troina”, ad Ovest dalla zona ove insiste la centrale idroelettrica consortile, a sud dal vasca di compenso Miraglia.

Il bacino è caratterizzato da una morfologia acclive ed uniforme, il cui versante risulta costituito da due incisioni.

L'incisione principale, con una quota iniziale pari 420,00 m. s.l.m., a procede da Est verso Ovest fino a raggiungere quota 375,00 m. s.l.m.

La seconda incisione, meno evidente della prima, inizia a quota 500,00 m. s.l.m., procede da Nord verso Sud fino ad intercettare la prima incisione a quota 410,00 m. s.l.m.

La copertura vegetale del bacino è limitata a qualche ettaro di frutteto mentre la restante parte è coltivata a seminativo o utilizza come pascolo.

3) Geologia

La geologia del bacino è dominata, sotto il terreno vegetale, da un primo strato di formazioni limose brune rimaneggiate poco plastiche con strati sabbioso - ghiaiosi che raggiunge la profondità di 1,70 metri circa dal p.c.

Sotto tale strato si trova una formazione di limi giallo-bruni sabbioso-ghiaiosi rimaneggiati con inclusi quarzarenitici dello spessore di 2,00 metri (ved. Sondaggio S1 nella relazione geologica e geotecnica del 1989).

Nella stessa relazione sono state effettuate delle prove di permeabilità (tubo Glover) su un campione, preso in un punto dove attualmente risulta realizzata la vasca di compenso Miraglia, che hanno consentito di determinare il valore iniziale del coefficiente di permeabilità $k_i = 5,87 \times 10^{-6}$ cm/sec e, per successivi intervalli temporali, $k_f = 3,58 \times 10^{-5}$ cm/sec.

I valori ottenuti del citato coefficiente, consentono di definire i terreni “moderatamente permeabili”.

4) Calcolo del tempo di corrivazione

Per la determinazione del valore del tempo di corrivazione (t_c) viene preso il valore medio tra quelli che si ottengono dalla formula empirica di Giandotti, da quella proposta dal Kirpich e dal Viparelli.

$$t_c = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1,5 \cdot L}{0,8 \cdot \sqrt{(H_{\max} - H_{sez})/2}} \quad (\text{Giandotti})$$

in cui: t_c è il tempo di corrivazione in ore;
 S la superficie del bacino in km^2 ;
 L la lunghezza del percorso idraulicamente più lungo del bacino in km;
 $(H_{\max} - H_{\min})/2$ è l'altitudine media del bacino riferita alla sezione di chiusura in m;

$$t_c = 0,0664 \cdot \frac{L^{0,77}}{i^{0,385}} \quad (\text{Kirpich})$$

in cui: t_c è il tempo di corrivazione in ore;
 L la lunghezza del percorso idraulicamente più lungo del bacino in km;
 i rappresenta la pendenza media del percorso L : $\left[i = \frac{(H_{\max} - H_{\min})}{L} \right]$.

$$t_c = \frac{1000 \cdot L}{v \cdot 3600} \quad (\text{Viparelli})$$

in cui: t_c è il tempo di corrivazione in ore;
 L la lunghezza del percorso idraulicamente più lungo del bacino in km;
 v la velocità fissata pari a 1 m/sec.

I valori così ottenuti del tempo di corrivazione risultano inferiori ad 1 ora (vedi tabella n°1). La pioggia critica, per una durata pari a t_c inferiore all'ora, presenta una particolare fenomenologia; occorre dunque confrontare i valori delle portate al colmo determinati utilizzando la metodologia TCEV con quelli ottenuti avvalendosi delle formule valide per il territorio siciliano e per durata inferiori all'ora.

La procedura utilizzata è quella che determina l'altezza di precipitazione utilizzando le formule regionali del tipo

$$h_T(t_c) = h_{60,T} \times a \times t_c^n$$

dove:

- a ed n sono dei valori ricavati sperimentalmente;
- $h_{60,T}$ rappresenta l'altezza di precipitazione per una durata di 1 ora (60 minuti) e fissato tempo di ritorno T .

Secondo G.Ferreri- V.Ferro, per tempi di corrivazione inferiori all'ora, si ottiene:

$$h_T(t_c) = h_{60,T} \times 0,208 \times t_c^{0,386}$$

dove:

- $h_T(t_c)$ è l'altezza di pioggia in mm per durata pari al tempo di corrivazione;
- $h_{60,T}$ è l'altezza di pioggia in mm di tempo di ritorno T_r e durata pari a 60 minuti.

Per la definizione dei valori di $h_T(t_c)$ e di $h_{60,T}$, sono stati presi i valori medi di "a" ed "n" utilizzando i valori tabellati delle stazioni pluviografiche di Gagliano C.to, Centuripe ed Adrano, più vicine all'area in studio.

Le portate massime sono state determinate per un prefissato tempo di ritorno pari a $T_r=50$ anni.

5) Modello idrologico di calcolo TCEV

Per la determinazione delle portate di massima piena Q_T , per assegnato tempo di ritorno T_r , si è utilizzato il metodo indiretto di correlazione *afflussi-deflussi*.

Secondo tale metodo, si è effettuato preliminarmente l'analisi delle frequenze sui dati relativi alle precipitazioni di massima intensità, ricavando le curve di probabilità pluviometrica di assegnato tempo di ritorno T_r .

Si determina l'evento di pioggia di fissato tempo di ritorno e durata, mediante il tracciamento delle curve di probabilità pluviometriche, secondo la procedura seguente:

- individuazione del modello probabilistico della serie dei massimi annuali delle altezze di pioggia (h_t) di durata t e determinazione delle altezze di pioggia ($h_{t,T}$) di fissata durata e tempo di ritorno;
- identificazione della curva di probabilità pluviometrica.

Il modello probabilistico individuato è quello della “Legge di distribuzione a doppia componente - TCEV” (*Two Component Extreme Value distribution*). In tale modo s’individuano due distinte distribuzioni, legate ad una diversa fenomenologia meteorologica e quindi appartenenti a popolazioni differenti. Lo studio dei campioni dei massimi annuali relativi alle precipitazioni di breve durata (fino a 3 ore) ha evidenziato, infatti, dei valori maggiori rispetto a quelli relativi alle precipitazioni di durata superiore.

La TCEV equivale al prodotto di due leggi di distribuzione di Gumbel, di cui una individuata come *componente di base* e riferita alle piogge di breve durata, l’altra individuata come *componente straordinaria* riferita agli eventi piovosi di durata superiore.

La legge di distribuzione TCEV si può semplificare nell’espressione:

$$P(y) = \exp \left[- \exp(-y) - \Lambda \cdot \exp \left(\frac{h_t}{\Theta} \right) \right]$$

in cui: $y = \frac{h_t}{\theta} - \ln \lambda$ indica la variabile ridotta della componente di base;

$\Lambda = 0,175 * t^{0,301}$ parametro regionale;

$\Theta = 1,95 + 0,0284 * t$ parametro regionale;

λ = valore medio degli eventi appartenenti alla componente di base o a quella straordinaria.

Il bacino ricade nella sottozona pluviometrica omogenea Nord-Est (denominata B), per la quale si può assumere come formula, per il calcolo del valore medio degli eventi legati alla componente di base (λ_1), la seguente espressione:

$$\lambda_1 = 2,40 * t^{0,1802}$$

mentre per la determinazione del rapporto α tra la media $\mu(t)$ della legge TCEV e λ_1 , risulta

$$\alpha = 3,3536 * t^{0,0945}$$

In definitiva si considera uniformemente distribuita, in ciascuna sottozona, la variabile $h'_t = h_t / \mu$ (altezza di pioggia di fissata durata t e tempo di ritorno T rapportata alla media

$\mu(t)$ della TCEV) e dunque per tempi di ritorno $T \geq 10$ anni, si può utilizzare la seguente espressione:

$$h'_i = 0,5135 - 0,002264 t + (0,000198 t^2 + 0,00329 t + 1,0508) \log T$$

Per il territorio siciliano, la media $\mu(t)$ coincide con la media campionaria \bar{h}_c , che risulta più comoda da determinare essendo funzione monomia di t :

$$\bar{h}_c = a * t^n$$

dove i valori di a ed n sono tabellati per ciascuna stazione pluviografica.

Il bacino ricade all'interno di un quadrilatero avente ai vertici le stazioni pluviografiche di Gagliano C.to, Adrano e Centuripe e, per la determinazione dei valori di a ed n , è stata fatta la media dei valori delle citate stazioni pluviografiche (per la stazione di Gagliano C.to i valori sono: $a = 22,4$ $n = 0,3448$; per Centuripe $a = 20,8$ $n = 0,4075$; per Adrano $a = 27,2$ $n = 0,2734$).

6) Coefficiente di deflusso

Il *coefficiente di deflusso* (c_f) trasforma le piogge abbattutesi sul bacino, in piogge efficaci ai fini del deflusso, in quanto tiene conto della percentuale di volume d'acqua infiltratasi nel terreno che non partecipa all'evento di piena.

Da uno studio del bacino imbrifero di alimentazione delle incisioni, si può affermare che la maggior parte della superficie non risulta urbanizzata e pertanto il valore del coefficiente di afflusso viene assunto pari a 0,60 in modo da considerare sia l'esigua superficie del bacino che la permeabilità moderata del terreno.

7) Portata di piena

Per la determinazione della portata di piena (Q) viene utilizzata la formula razionale di Turazza.

La formula per il calcolo della portata proposta dal Giandotti tende a sovrastimare le portate nel caso di piccoli bacini, in quanto inizialmente calibrata su bacini con estensione superiore ai 500 kmq.

Per il calcolo della portata di piena al colmo con la formula razionale ci si basa sull'ipotesi che la portata massima in un bacino, d'assegnata frequenza probabile, dovuta a

precipitazioni d'intensità costante nel tempo, si ha per eventi di durata pari al tempo di corrivazione t_c del bacino stesso e avviene dopo il tempo t_c dall'inizio del fenomeno:

$$Q = \frac{c_f \cdot h_c \cdot S}{3,6 \cdot t_c} \quad [mc/sec] \quad (\text{Turazza})$$

dove:

A = superficie del bacino (km²);

c_f = coefficiente di deflusso;

h_c = altezza massima di precipitazione per una durata pari al tempo di corrivazione del bacino (mm);

t_c = tempo di corrivazione del bacino (ore).

8) Risultati dei calcoli idrologici

I risultati delle stime sono riportati nelle tabelle n. 1 e 2.

Dall'esame si evince che i valori ottenuti sono pressoché paragonabili ($Q=6,21 \text{ m}^3/\text{sec}$ con TCEV e $Q= 5,828 \text{ m}^3/\text{sec}$ con la formula di Ferro)

Come valore di portata al colmo, per un tempo di ritorno pari a 50 anni, si ricava, dalla media dei risultati, il valore di

$$Q = 6,02 \text{ m}^3/\text{sec}$$

**CALCOLO DELLA PORTATA DI PIENA CON IL METODO TCEV
PER TR=50 ANNI**

Superficie del bacino imbrifero sotteso	0,2460	kmq
Superficie del bacino imbrifero utile	0,246	kmq
Calcolo della portata massima di progetto		
Lunghezza del percorso massimo di corrivazione	0,690	km
Altezza al culmine del bacino	500,00	m s.m.
Altezza alla sezione di chiusura	375,00	m s.m.
Tempo di corrivazione secondo Giandotti	0,34	ore
Tempo di corrivazione secondo Kirpich	0,10	ore
Tempo di corrivazione secondo Viparelli	0,19	ore
Tempo di corrivazione medio tc	0,21	ore
Tempo di ritorno Tr	50	anni
Variabile ridotta nel metodo TCEV per zona B	2,30	
Valore medio di <i>a</i> (Stazioni di Gagliano C.to, Adrano, Centuripe)	23,47	mm
Valore medio di <i>b</i> (Stazioni di Gagliano C.to, Adrano, Centuripe)	0,3419	
Altezza di pioggia critica di durata pari al tempo tc e con T = Tr	32	mm
Coefficiente di deflusso	0,60	
Portata critica secondo la formula razionale	6,21	mc/s

STAZIONI PLUVIOGRAFICHE PRESE IN CONSIDERAZIONE	a	n
GAGLIANO C.to	22,4	0,3448
CENTURIFE	20,8	0,4075
ADRANO	27,2	0,2734
valore medio dei coefficienti "a" ed "n"	23,47	0,3419

**CALCOLO DELLA PORTATA DI PIENA UTILIZZANDO
LA FORMULA REGIONALE DI FERRO-FERRERI
VALIDA PER PIOGGE DI DURATA INFERIORI ALL'ORA**

Per le piogge di durata inferiore ad 1 ora si utilizza la formula di Ferreri-Ferro per bacini siciliani:

$$h_T(tc) = h_{60,T} \times 0,208 \times tc^{0,386}$$

dove:

$h_T(tc)$ è l'altezza di pioggia in mm per durata pari al tempo di corrivazione;

$h_{60,T}$ è l'altezza di pioggia in mm di tempo di ritorno T_r e durata pari a 60 minuti;

t_c è tempo di corrivazione in minuti

a - n sono calcolati con il metodo TCEV per la determinazione di $h_{60,T}$ e di $h(tc)$

Coeff.deflusso C= 0,60			Ferreri-Ferro (t<1 ora)					
Tr	a	n	tc	var.rid.TCEV	$h_{T(60,T)}$	$h_T(t_c)$	ic = h/tc	Q=C*ic*A
			[ore]		[mm]	[mm]	[mm/ora]	[mc/s]
50	23,4700	0,3419	0,21	2,29949089	53,9690513	29,850468	142,14509	5,828

VERIFICA IDRAULICA DEL CANALE DI GUARDIA

1) Finalità del canale di guardia in terra battuta

Il canale di guardia in terra battuta, da realizzare a monte della vasca di compenso, deve assolvere la funzione di raccogliere le acque piovane superficiali provenienti dal bacino imbrifero di alimentazione ed accompagnarle a valle della vasca fino a incanalarle in un impluvio naturale.

2) Dati geometrici

La sezione trasversale dell'opera è a forma trapezia (base: 2,00 mt.; pendenza sponde 45°; altezza verticale: 0,90 mt.).

La pendenza del cunettone varia, nel tratto compreso tra la sez.2 e la sez.5 indicate nella planimetria (tav.n.C23) e nelle sezioni (tav.n.C.24) da un minimo di 0,0465 (tra la sez.4 e la sez.5) ad un massimo di 0,0638 (tra le sez. 2 e la sez.4).

In corrispondenza dei punti di confluenza delle acque superficiali degli impluvi, è prevista la protezione del cunettone con opere flessibili in pietrame (gabbionate e materassi), come si evince dalla richiamata planimetria.

3) Calcolo idraulico

La verifica idraulica sarà effettuata con la formula di Chezy, in corrispondenza della sez. 5 dove convoglieranno tutte le acque superficiali provenienti dal bacino imbrifero individuato per il calcolo idrologico della portata di piena.

$$Q = (S_1 \cdot C_1 \cdot \sqrt{R_1 \cdot j})$$

dove:

- Q = portata [m³/sec];
- S₁ = area del contorno bagnato [m²]
- C₁ = coefficiente di scabrezza [m^{0,5}/sec]
- R₁ = raggio idraulico [mt]
- k = coefficiente di Strickler [m^{1/3}/sec]
- j = pendenza del canale

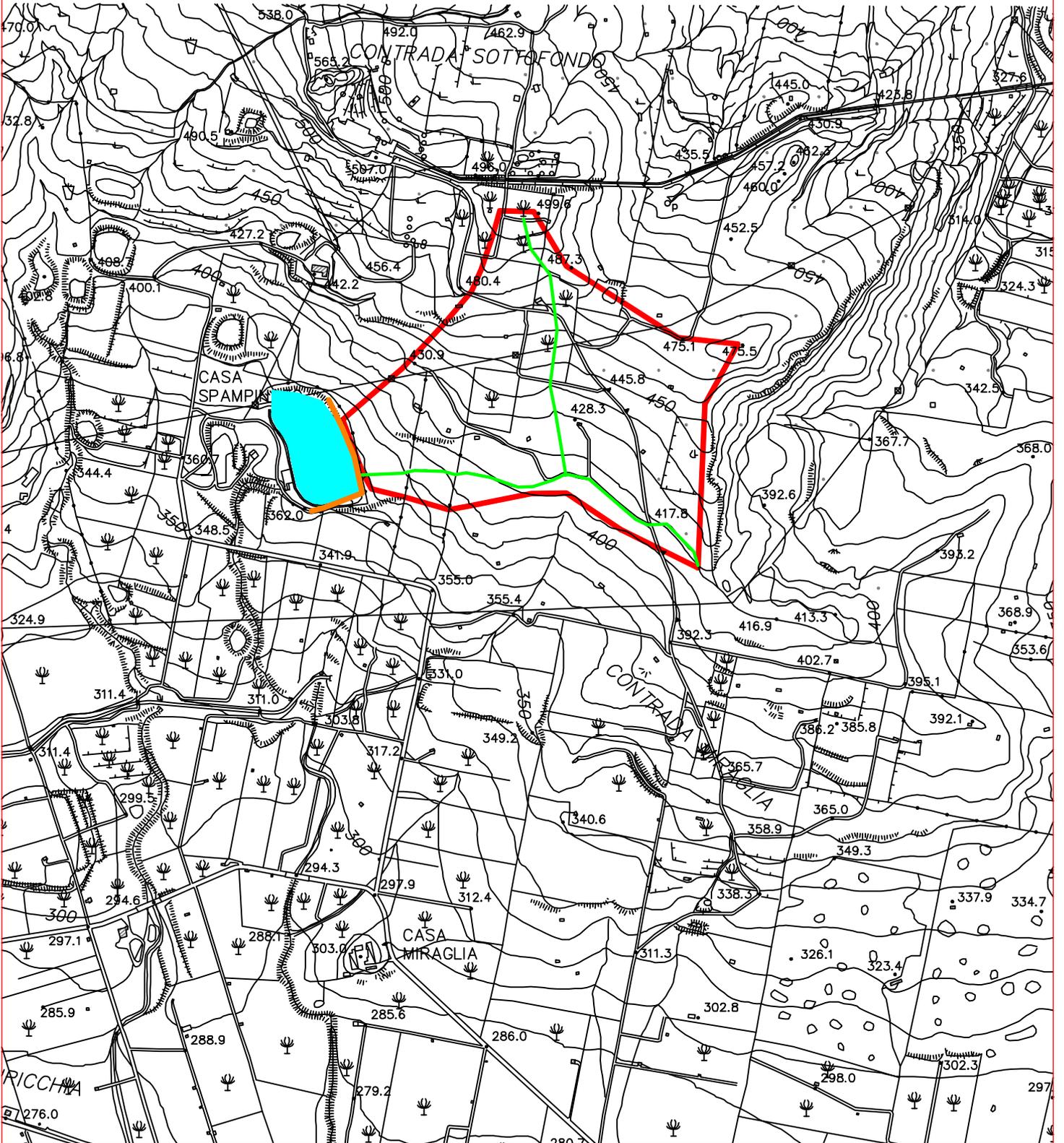
Nella seguente tabella sono riportati i calcoli effettuati:

b	h	α	j	tgα	B (b+2*h*tgα)	S1 (B+b)*h/2+B*h1	P1 perim.bagn.	R1 ragg.idr.	k (coeff.scabr.)	C1 (k · R1 ^{1/6})	Q1 (S1 · C1 · √R1 · j)
[mt]	[mt]	[grad]			[mt]	[mq]			[m ^{1/3} / sec]	[m ^{0,5} / sec]	[m ³ / sec]
2	0,7	45	0,047	1	3,4	1,89	3,98	0,47	30	26,4983	7,44

Dai dati ricavati si evince che, per una portata pari a 6,02 m³/sec, si ottiene un'altezza del tirante idrico pari a 0,63 metri, con un franco netto pari 0,27 cm.

Planimetria 1:10.000

-  Vasca Miraglia
-  Delimitazione bacino imbrifero
-  Impluvio
-  Canale di guardia



9. ALLEGATO

CALCOLO IDRAULICO DELLE CONDOTTE IRRIGUE

9. ALLEGATO "CALCOLO IDRAULICO COMIZI DA RISTRUTTURARE"

Nodo	Tratto	Quota nodo	Quota di monte	Lungh. tratto	Materiale	D.N.	Classe	D.I.	Scabrezza	Portata	Velocità	Perdite di carico unitarie	Perdite di carico	Perdite di carico progressive	Carico idrostatico al nodo	Carico idrodinamico al nodo	Quota piezometr.	ΔP manovra brusca (n°1 idrante)	Pressione di funzionamento massima	Note
		m. s.l.m.	m. s.l.m.	m.		mm.		mm.	mm.	lt/sec.		m./m.	m.		m.	m.	m.	[bar]	[bar]	
CONDOTTA ADDUTTRICE RETE ALTA (DAL "NODO A" AL COMIZIO 30)																				
Quota Idrodinam. m. s.l.m.		358,50			Quota Idrostatica m. s.l.m.					358,50										
Vasca Miraglia		358,50																		
A	vasca-NodoA	330,00	358,50	369	acciaio	1200	B	1197,00	0,500	672	0,597	0,00026	0,10	0,10	28,50	28,40	358,40			a valle del Nodo A
N5	A-N5	305,00	358,50	260	acciaio	600	B	597,00	0,500	308	1,101	0,00201	0,52	0,62	53,50	52,98	357,98			Der.C2-8-9 (RA ovest)
N4	N5-N4	290,00	305,00	398	P.R.F.V.	500	PN10	492,65	0,020	224	1,176	0,00198	0,79	1,41	68,50	67,09	357,09			Der.C.12-15-16 (RA est)
N2	N4-N2	270,00	290,00	700	P.R.F.V.	500	PN10	492,65	0,020	140	0,735	0,00083	0,58	1,99	88,50	86,51	356,51			Nodo 2
C21	N2-C21	255,00	270,00	1120	P.R.F.V.	500	PN10	496,80	0,020	140	0,723	0,00080	0,90	2,89	103,50	100,61	355,61			C21
C23	C21-C23	258,00	255,00	2050	P.R.F.V.	400	PN10	396,20	0,020	112	0,909	0,00160	3,27	6,16	100,50	94,34	352,34			C23
C25/26	C23-C25/26	293,00	258,00	750	P.R.F.V.	400	PN10	396,20	0,020	84	0,682	0,00094	0,71	6,87	65,50	58,63	351,63			C25/26
C30	C25/26-C30	266,00	293,00	1230	P.R.F.V.	300	PN10	292,00	0,020	28	0,418	0,00056	0,69	7,56	92,50	84,94	350,94			C30
CONDOTTA ADDUTTRICE RETE ALTA RAMO OVEST DAL NODO N5 AL COMIZIO 2																				
Quota Idrodinam. m. s.l.m.		357,98			Quota Idrostatica m. s.l.m.					358,50										
N5		305,00												0,62						
C9	N5-C9	310,00	305,00	560	P.R.F.V.	300	PN10	292,00	0,020	84	1,255	0,00417	2,33	2,95	48,50	45,55	355,55			Deriv.C.9
C2/8	C9-C2/8	310,00	310,00	1100	P.R.F.V.	300	PN10	292,00	0,020	56	0,837	0,00198	2,18	5,13	48,50	43,37	353,37			Deriv.C.2-8
CONDOTTA ADDUTTRICE RETE ALTA RAMO EST DAL NODO N4 AL COMIZIO 15																				
Quota Idrodinam. m. s.l.m.		357,09			Quota Idrostatica m. s.l.m.					358,50										
N4		290,00												1,41						
C12	N4-C12	295,00	290,00	510	P.R.F.V.	400	PN10	396,20	0,020	84	0,682	0,00094	0,48	1,89	63,50	61,61	356,61			Deriv.C.12
C15/16	C12-C15/16	286,00	295,00	1750	P.R.F.V.	300	PN10	292,00	0,020	56	0,837	0,00198	3,46	5,35	72,50	67,15	353,15			Deriv.C.15-16
COMIZIO 9 (Rete Alta dal nodo N5 Ramo Ovest)																				
Quota Idrodinam m. s.l.m.		357,98			Quota Idrostatica m. s.l.m.					358,50										
C9		310,00												2,95						
Ramo Ovest	C9-Idr.estrem.	317,00	310,00	502	PEAD	180	PN10	158,60	0,020	28	1,418	0,01087	5,46	8,41	41,50	33,09	350,09	2,28	5,59	Idrante estremo
Ramo Est	C9-Idr.estrem.	280,00	310,00	918	PEAD	180	PN10	158,60	0,020	28	1,418	0,01087	9,98	18,39	78,50	60,11	340,11	2,28	8,29	Idrante estremo
COMIZIO 21 (Rete Alta dal nodo N2)																				
Quota Piez.Idrodinam m. s.		355,61			Quota Idrostatica m. s.l.m.					358,50										
C21		255,00												2,89						
B	C21-B	258,00	255,00	460	PEAD	180	PN16	147,20	0,020	28	1,646	0,01567	7,21	10,09	100,50	90,41	348,41	3,29	12,33	
D	B-D	265,00	258,00	183	PEAD	180	PN16	147,20	0,020	28	1,646	0,01567	2,87	12,96	93,50	80,54	345,54	3,29	11,34	
C	C21-C	270,00	255,00	1726	PEAD	180	PN16	147,20	0,020	28	1,646	0,01567	27,05	40,01	88,50	48,49	318,49	3,29	8,14	
E	B-E	260,00	258,00	360	PEAD	180	PN16	147,20	0,020	28	1,646	0,01567	5,64	45,65	98,50	52,85	312,85	3,29	8,57	
H	C-H	285,00	270,00	382	PEAD	225	PN10	198,20	0,020	28	0,908	0,00367	1,40	47,05	73,50	26,45	311,45	1,81	4,46	PSR mis.125
J	H-J	280,00	285,00	132	PEAD	225	PN10	198,20	0,020	28	0,908	0,00367	0,48	47,54	78,50	30,96	310,96	1,81	4,91	PSR mis.125
L	H-L	290,00	280,00	110	PEAD	225	PN10	198,20	0,020	28	0,908	0,00367	0,40	47,94	68,50	20,56	310,56	1,81	3,87	PSR mis.125

Nodo	Tratto	Quota nodo	Quota di monte	Lungh. tratto	Materiale	D.N.	Classe	D.I.	Scabrezza	Portata	Velocità	Perdite di carico unitarie	Perdite di carico	Perdite di carico progressive	Carico idrostatico al nodo	Carico idrodinamico al nodo	Quota piezometr.	ΔP manovra brusca (n°1 idrante)	Pressione di funzionamento massima	Note
		m. s.l.m.	m. s.l.m.	m.		mm.		mm.	mm.	lt/sec.		m./m.	m.		m.	m.	m.	[bar]	[bar]	
CONDOTTA ADDUTTRICE RETE MEDIA (DAL "NODO A" AL COMIZIO 28)																				
Quota Piez.Idrodinam m. s.		330,00		Quota Idrostatica m. s.l.m.						330,00										
A		330,00												0,00						a valle del Nodo A
N5	A-N5	305,00	330,00	232	acciaio	800	B	798,60	0,500	364	0,727	0,00062	0,14	0,14	25,00	24,86	329,86			Nodo 5
N4	N5-N4	290,00	305,00	313	P.R.F.V.	800	PN10	787,40	0,020	364	0,748	0,00049	0,15	0,30	40,00	39,70	329,70			Nodo 4
N2	N4-N2	270,00	290,00	671	P.R.F.V.	800	PN10	787,40	0,020	364	0,748	0,00049	0,33	0,63	60,00	59,37	329,37			Nodo 2
C10/13	N2-C10/13	270,00	270,00	20	P.R.F.V.	800	PN10	787,40	0,020	308	0,633	0,00036	0,01	0,64	60,00	59,36	329,36			Nodo 2-Deriv.C.10-13
N1	C10/13-N1	275,00	270,00	225	P.R.F.V.	600	PN10	592,65	0,020	308	1,117	0,00145	0,33	0,96	55,00	54,04	329,04			Nodo 1
C6	N1-C6	255,00	275,00	850	P.R.F.V.	400	PN10	396,20	0,020	168	1,363	0,00337	2,87	3,83	75,00	71,17	326,17			Deriv.C6
C22	C6-C22	255,00	255,00	1010	P.R.F.V.	400	PN10	396,20	0,020	140	1,136	0,00241	2,43	6,26	75,00	68,74	323,74			Deriv.C22
C24	C22-C24	258,00	255,00	1015	P.R.F.V.	300	PN10	292,00	0,020	112	1,673	0,00710	7,20	13,47	72,00	58,53	316,53			Deriv.C24
C27/29	C24-C27/29	251,00	258,00	1981	P.R.F.V.	300	PN10	292,00	0,020	84	1,255	0,00417	8,26	21,72	79,00	57,28	308,28			Deriv.C27/29
C28	C27/29-C28	240,00	251,00	500	P.R.F.V.	300	PN10	292,00	0,020	28	0,418	0,00056	0,28	22,00	90,00	68,00	308,00			Deriv.C28
COMIZIO 6 (Rete Media)																				
Quota Piez.Idrodinamica m		326,17		Quota Idrostatica m. s.l.m.						330,00										
C6		255,00												3,83						
B	C6-B	258,00	255,00	386	PEAD	180	PN10	158,60	0,020	28	1,418	0,01087	4,20	8,03	72,00	63,97	321,97	2,28	8,67	
E	B-E	258,00	258,00	864	PEAD	180	PN10	158,60	0,020	28	1,418	0,01087	9,39	17,42	72,00	54,58	312,58	2,28	7,73	
C	B-C	270,00	258,00	1294	PEAD	180	PN10	158,60	0,020	28	1,418	0,01087	14,07	31,49	60,00	28,51	298,51	2,28	5,13	
G	C-G	280,00	270,00	697	PEAD	225	PN10	198,20	0,020	28	0,908	0,00367	2,56	34,05	50,00	15,95	295,95	1,46	3,05	PSR mis.125
CONDOTTA ADDUTTRICE RETE MEDIA RAMO OVEST DAL NODO N1 AL COMIZIO 1																				
Quota Piez.Idrodinamica m		328,96		Quota Idrostatica m. s.l.m.						330,00										
N1		275,00												0,96						
C4/7	N1-C4/7	275,00	275,00	644	P.R.F.V.	500	PN10	492,65	0,020	140	0,735	0,00083	0,54	1,50	55,00	53,50	328,50	1,18	6,53	Deriv.C4-7
C5	C4/7-C5	284,00	275,00	902	P.R.F.V.	400	PN10	396,20	0,020	84	0,682	0,00094	0,85	2,35	46,00	43,65	327,65	1,09	5,46	Deriv.C.5
C1/3	C5-C1/3	283,00	284,00	753	P.R.F.V.	300	PN10	292,00	0,020	56	0,837	0,00198	1,49	3,84	47,00	43,16	326,16	1,34	5,66	Deriv.C.1-3
COMIZIO 1 (Rete Media dal Nodo N1 Ramo Ovest)																				
Quota Piez.Idrodinamica m		326,16		Quota Idrostatica m. s.l.m.						330,00										
C1-C3		273,66												3,84						
A	C1/3-A	284,83	273,66	835,72	PEAD	300	PN10	257,60	0,020	28	0,538	0,00103	0,86	4,70	45,17	40,47	325,30	0,86	4,91	pozz.interc.PRFV700
B	A-B	285,00	284,83	603,93	PEAD	250	PN10	204,40	0,020	28	0,854	0,00316	1,91	6,61	45,00	38,39	323,39	1,37	5,21	
C	B-C	290,00	285,00	2444	PEAD	250	PN10	204,40	0,020	28	0,854	0,00316	7,71	14,32	40,00	25,68	315,68	1,37	3,94	
COMIZIO 7 (Rete Media dal Nodo N1 Ramo Ovest)																				
Quota Piez.Idrodinamica m		328,50		Quota Idrostatica m. s.l.m.						330,00										
C7		275,00												1,50						
B	C7-B	273,92	275,00	167,1	PEAD	180	PN10	158,60	0,020	28	1,418	0,01087	1,82	3,32	56,08	52,76	326,68	2,28	7,55	
E	B-E	257,46	273,92	751	PEAD	180	PN10	158,60	0,020	28	1,418	0,01087	8,17	11,48	72,54	61,06	318,52	2,28	8,38	

Nodo	Tratto	Quota nodo	Quota di monte	Lungh. tratto	Materiale	D.N.	Classe	D.I.	Scabrezza	Portata	Velocità	Perdite di carico unitarie	Perdite di carico	Perdite di carico progressive	Carico idrostatico al nodo	Carico idrodinamico al nodo	Quota piezometr.	ΔP manovra brusca (n°1 idrante)	Pressione di funzionamento massima	Note
		m. s.l.m.	m. s.l.m.	m.		mm.		mm.	mm.	lt/sec.		m./m.	m.		m.	m.	m.	[bar]	[bar]	
COMIZIO 5 (Rete Media dal Nodo N1 Ramo Ovest)																				
Quota Piez.Idrodinamica m		327,65				Quota Idrostatica m. s.l.m.					330,00									
C5		283,94												2,35						
B	C5-B	285,00	283,94	42,85	PEAD	225	PN10	198,20	0,020	28	0,908	0,00367	0,16	2,51	45,00	42,49	327,49	1,46	5,71	PSR mis.125
E	B-E	264,31	285,00	382,36	PEAD	180	PN10	158,60	0,020	28	1,418	0,01087	4,16	6,66	65,69	59,03	323,34	2,28	8,18	
COMIZIO 11 (vasca centrale idroelettrica)																				
Quota Piez.Idrodinamica m		440,00				Quota Idrostatica m. s.l.m.					440,00									
C11		439,35												0,00						
B	C11-B	346,80	439,35	729,7	PEAD	180	PN16	147,2	0,020	28	1,646	0,01567	11,43	11,43	93,20	81,77	428,57	3,29	11,47	
C11	B-C	319,97	346,80	727,08	PEAD	180	PN16	147,2	0,020	28	1,646	0,01567	11,39	22,83	120,03	97,20	417,17	3,29	13,01	
B		346,80												11,43			346,80			
D	B-D	328,59	346,80	606,89	PEAD	180	PN16	147,2	0,020	28	1,646	0,01567	9,51	20,95	111,41	90,46	419,05	3,29	12,34	
E	D-E	292,27	319,97	470,89	PEAD	180	PN16	147,2	0,020	28	1,646	0,01567	7,38	28,32	147,73	119,41	411,68	3,29	15,23	
D														20,95						
pic.28	D-picch.28	372,43	328,59	520,64	PEAD	180	PN16	147,2	0,020	28	1,646	0,01567	8,16	29,10	67,57	38,47	410,90	3,29	7,14	

9. ALLEGATO "VERIFICA DELL'INTERA RETE ALTA CON SOLLEVAMENTO A QUOTA 330,00 m. s.l.m. (1 idrante per comizio)"																		
Nodo	Tratto	Quota nodo	Quota di monte	Lungh. tratto	Materiale	D.N.	Classe	D.I.	Scabrezza	Portata	Velocità	Perdite di carico unitarie	Perdite di carico	Perdite di carico progressive	Carico idrostatico al nodo	Carico idrodinamico al nodo	Quota piezometrica	Note
		m. s.l.m.	m. s.l.m.	m.		mm.		mm.	mm.	lt/sec.		m./m.	m.		m.	m.	m.	
CONDOTTA ADDUTTRICE RETE ALTA (DAL "NODO A" AL COMIZIO 30)																		
Quota Idrodinam. m. s.l.m.		330,00		Quota Idrostatica m. s.l.m.		330,00												
A		330,00																a valle del Nodo A
N5	A-N5	305,00	330,00	260	acciaio	600	B	598,40	0,500	154	0,548	0,00051	0,13	0,13	25,00	24,87	329,87	Deriv.C2-8-9_R.A.ramo Ov.
N4	N5-N4	290,00	305,00	398	P.R.F.V.	500	PN10	492,65	0,020	112	0,588	0,00055	0,22	0,35	40,00	39,65	329,65	Deriv.C.12-15-16_ R.A:ramo Est
N2	N4-N2	270,00	290,00	700	P.R.F.V.	500	PN10	492,65	0,020	70	0,367	0,00024	0,17	0,52	60,00	59,48	329,48	Nodo 2
C21	N2-C21	253,00	270,00	1120	P.R.F.V.	500	PN10	496,80	0,020	70	0,361	0,00023	0,25	0,77	77,00	76,23	329,23	C21
C23	C21-C23	258,00	253,00	2050	P.R.F.V.	400	PN10	396,20	0,020	56	0,454	0,00045	0,92	1,70	72,00	70,30	328,30	C23
C25/26	C23-C25/26	293,00	258,00	750	P.R.F.V.	400	PN10	396,20	0,020	42	0,341	0,00027	0,20	1,90	37,00	35,10	328,10	C25/26
C30	C25/26-C30	266,00	293,00	1230	P.R.F.V.	300	PN10	292,00	0,020	14	0,209	0,00016	0,20	2,10	64,00	61,90	327,90	C30
CONDOTTA ADDUTTRICE RETE ALTA RAMO OVEST DAL NODO N5 AL COMIZIO 2																		
Quota Idrodinam. m. s.l.m.		329,87		Quota Idrostatica m. s.l.m.		330,00												
N5		305,00												0,13				
C9	N5-C9	310,00	305,00	560	P.R.F.V.	300	PN10	292,00	0,020	42	0,628	0,00117	0,66	0,79	20,00	19,21	329,21	Deriv.C.9
C2/8	C9-C2/8	310,00	310,00	1100	P.R.F.V.	300	PN10	292,00	0,020	28	0,418	0,00056	0,62	1,41	20,00	18,59	328,59	Deriv.C.2-8
CONDOTTA ADDUTTRICE RETE ALTA RAMO EST DAL NODO N4 AL COMIZIO 15																		
Quota Idrodinam. m. s.l.m.		329,65		Quota Idrostatica m. s.l.m.		330,00												
N4		290,00												0,35				
C12	N4-C12	295,00	290,00	510	P.R.F.V.	400	PN10	396,20	0,020	42	0,341	0,00027	0,14	0,49	35,00	34,51	329,51	Deriv.C.12
C15/16	C12-C15/16	286,00	295,00	1750	P.R.F.V.	300	PN10	292,00	0,020	28	0,418	0,00056	0,98	1,47	44,00	42,53	328,53	Deriv.C.15-16
COMIZIO 9 (Rete Alta dal nodo N5 Ramo Ovest)																		
Quota Idrodinam m. s.l.m.		329,87		Quota Idrostatica m. s.l.m.		330,00												
C9		310,00												0,79				
ramo Ovest	C9-Idr.estrem.	317,00	310,00	502	PEAD	180	PN10	158,60	0,020	14	0,709	0,00306	1,54	2,33	13,00	10,67	327,67	Idrante estremo
ramo Est	C9-Idr.estrem.	280,00	310,00	918	PEAD	180	PN10	158,60	0,020	14	0,709	0,00306	2,81	5,14	50,00	44,86	324,86	Idrante estremo
COMIZIO 9 (verifica con sollevamento per un solo idrante)																		
Quota Piez.Idrodinam m. s.		330,00		Quota Idrostatica m. s.l.m.		330,00												
C9		310,00																
C9	N5-C9	310,00	310,00	560	P.R.F.V.	300	PN10	292,00	0,020	14	0,209	0,00016	0,09	0,09	20,00	19,91	329,91	dal sollev.al C9
ramo Ovest	C9-Idr.estrem.	317,00	310,00	502	PEAD	180	PN10	158,60	0,020	14	0,709	0,00306	1,54	1,63	13,00	11,37	328,37	da C9 a 1 idrante estr.
ramo Est	C9-Idr.estrem.	280,00	310,00	918	PEAD	180	PN10	158,60	0,020	14	0,709	0,00306	2,81	4,44	50,00	45,56	325,56	da C9 a 1 idrante estr.
COMIZIO 2 (Rete Alta dal nodo N5 Ramo Ovest)																		
Quota Idrodinam m. s.l.m.		328,59		Quota Idrostatica m. s.l.m.		330,00												
C2		310,00												1,41				
C2	C2-Idr.estrem	305,00	310,00	587	PEAD	180	PN10	158,60	0,020	14	0,709	0,00306	1,80	3,20	25,00	21,80	326,80	idrante più alto
C2	C2-Idr.estrem	290,00	305,00	1086	PEAD	180	PN10	158,60	0,020	14	0,709	0,00306	3,33	6,53	40,00	33,47	323,47	idrante estremo
COMIZIO 8 (Rete Alta dal nodo N5 Ramo Ovest)																		
Quota Idrodinam m. s.l.m.		328,59		Quota Idrostatica m. s.l.m.		330,00												
C8		310,00												1,41				
C8	C8-Idr.estrem	305,00	310,00	305	PEAD	180	PN10	158,60	0,020	14	0,709	0,00306	0,93	2,34	25,00	22,66	327,66	idrante estremo

Nodo	Tratto	Quota nodo	Quota di monte	Lungh. tratto	Materiale	D.N.	Classe	D.I.	Scabrezza	Portata	Velocità	Perdite di carico unitarie	Perdite di carico	Perdite di carico progressive	Carico idrostatico al nodo	Carico idrodinamico al nodo	Quota piezometrica	Note
		m. s.l.m.	m. s.l.m.	m.		mm.		mm.	mm.	lt/sec.		m./m.	m.		m.	m.	m.	
COMIZIO 12 (Rete Alta dal nodo N5 Ramo Est)																		
Quota Idrodinam m. s.l.m.		329,51		Quota Idrostatica m. s.l.m.		330,00												
C12		291,00												0,49				
C12	C12-idr.estrem	300,00	291,00	770	PEAD	180	PN10	158,60	0,020	14	0,709	0,00306	2,36	2,85	30,00	27,15	327,15	idrante estremo
COMIZIO 15 (Rete Alta dal nodo N5 Ramo Est)																		
Quota Idrodinam m. s.l.m.		328,53		Quota Idrostatica m. s.l.m.		330,00												
C15		286,00												1,47				
C15	C15-idr.estrem	300,00	286,00	890	PEAD	180	PN10	158,60	0,020	14	0,709	0,00306	2,73	4,20	30,00	25,80	325,80	idrante estremo
COMIZIO 16 (Rete Alta dal nodo N5 Ramo Est)																		
Quota Idrodinam m. s.l.m.		328,53		Quota Idrostatica m. s.l.m.		330,00												
C16		286,00												2,33				
C16	C16-idr.estrem	300,00	286,00	890	PEAD	180	PN10	158,60	0,020	14	0,709	0,00306	2,73	5,05	30,00	24,95	324,95	idrante estremo
COMIZIO 21 (Rete Alta dal nodo N2 Ramo Ovest)																		
Quota Piez.Idrodinam m. s.		329,23		Quota Idrostatica m. s.l.m.		330,00												
C21		253,00												0,77				
B	C21-B	258,00	253,00	460	PEAD	180	PN16	147,20	0,020	14	0,823	0,00440	2,02	2,79	72,00	69,21	327,21	
D	B-D	265,00	258,00	183	PEAD	180	PN16	147,20	0,020	14	0,823	0,00440	0,80	3,60	65,00	61,40	326,40	
C	C21-C	270,00	253,00	1726	PEAD	180	PN16	147,20	0,020	14	0,823	0,00440	7,59	11,19	60,00	48,81	318,81	
E	B-E	260,00	258,00	360	PEAD	180	PN16	147,20	0,020	14	0,823	0,00440	1,58	12,77	70,00	57,23	317,23	
H	C-H	285,00	270,00	382	PEAD	225	PN10	198,20	0,020	14	0,454	0,00104	0,40	13,17	45,00	31,83	316,83	PSR mis.125 realizzato
J	H-J	280,00	285,00	132	PEAD	225	PN10	198,20	0,020	14	0,454	0,00104	0,14	13,31	50,00	36,69	316,69	PSR mis.125 realizzato
L	H-L	290,00	280,00	110	PEAD	225	PN10	198,20	0,020	14	0,454	0,00104	0,11	13,42	40,00	26,58	316,58	PSR mis.125 realizzato
COMIZIO 23 (Rete Alta dal nodo N2 Ramo Ovest)																		
Quota Piez.Idrodinam m. s.		328,30		Quota Idrostatica m. s.l.m.		330,00												
C23		254,00												1,70				
C23	C23-idr.estrem	305,00	254,00	1200	PEAD	180	PN10	158,60	0,020	14	0,709	0,00306	3,67	5,37	25,00	19,63	324,63	
COMIZIO 25 (Rete Alta dal nodo N2 Ramo Ovest)																		
Quota Piez.Idrodinam m. s.		328,10		Quota Idrostatica m. s.l.m.		330,00												
C25		292,00												1,90				
C25	C25-idr.estrem	310,00	292,00	1200	PEAD	180	PN10	158,60	0,020	14	0,709	0,00306	3,67	5,57	20,00	14,43	324,43	
COMIZIO 26 (Rete Alta dal nodo N2 Ramo Ovest)																		
Quota Piez.Idrodinam m. s.		328,10		Quota Idrostatica m. s.l.m.		330,00												
C26		292,00												1,90				
C26	C26-idr.estrem	298,00	292,00	565	PEAD	180	PN10	158,60	0,020	14	0,709	0,00306	1,73	3,63	32,00	28,37	326,37	
COMIZIO 30 (Rete Alta dal nodo N2 Ramo Ovest)																		
Quota Piez.Idrodinam m. s.		0,00		Quota Idrostatica m. s.l.m.		330,00												
C30		266,00												0,13				
C30	C30-idr.estrem	266,00	266,00	5	PEAD	180	PN10	158,60	0,020	14	0,709	0,00306	0,02	0,15	64,00	63,85	329,85	

9. ALLEGATO "VERIFICA DELL'INTERA RETE MEDIA CON APPRESAMENTO SU CANALE ENEL A QUOTA 305,00 m.s.l.m. "																		
Nodo	Tratto	Quota nodo	Quota di monte	Lungh. tratto	Materiale	D.N.	Classe	D.I.	Scabrezza	Portata	Velocità	Perdite di carico unitarie	Perdite di carico	Perdite di carico progressive	Carico idrostatico al nodo	Carico idrodinamico al nodo	Quota piezometrica	Not e
		m. s.l.m.	m. s.l.m.	m.		mm.		mm.	mm.	lt/sec.	mm.	m./m.	m.		m.	m.	m.	
CONDOTTA ADDUTTRICE RETE MEDIA (DAL "NODO 5" AL NODO N1)																		
Quota Idrodinam. m. s.l.m.		305,00			Quota Idrostatica m. s.l.m.			305,00										
N5		305,00																
N4	N5-N4	290,00	305,00	398	P.R.F.V.	800	PN10	781,00	0,020	364	0,760	0,00051	0,20	0,20	15,00	14,80	304,80	NODO N4
N2	N4-N2	270,00	290,00	700	P.R.F.V.	800	PN10	781,00	0,020	364	0,760	0,00051	0,36	0,56	35,00	34,44	304,44	Deriv.C10/C13-Ramo Est-Ret.B
N1	N2-N1	253,00	270,00	260	P.R.F.V.	600	PN10	585,40	0,020	308	1,145	0,00154	0,40	0,96	52,00	51,04	304,04	Deriv.Ramo Ovest e Sud
CONDOTTA ADDUTTRICE RETE MEDIA - RAMO OVEST - DAL NODO N1 AL COMIZIO 1																		
Quota Idrodinam. m. s.l.m.		304,04			Quota Idrostatica m. s.l.m.			305,00										
N1		253,00												0,96				
C4/7	N1-C4/7	272,00	253,00	644	P.R.F.V.	500	PN10	487,80	0,020	140	0,750	0,00087	0,56	1,53	33,00	31,47	303,47	Deriv.C.4 e C7
C5	C4/7-C5	280,00	272,00	902	P.R.F.V.	400	PN10	390,20	0,020	84	0,703	0,00102	0,92	2,44	25,00	22,56	302,56	Deriv.C.5
C1/3	C5-C1/3	287,00	280,00	752,67	P.R.F.V.	300	PN10	292,40	0,020	56	0,834	0,00197	1,48	3,92	18,00	14,08	301,08	Deriv. C1 e C3
CONDOTTA ADDUTTRICE RETE MEDIA - RAMO SUD - DAL NODO N1 AL COMIZIO 28																		
Quota Idrodinam. m. s.l.m.		304,04			Quota Idrostatica m. s.l.m.			305,00										
N1		253,00												0,96				
C6	N1-C6	253,00	253,00	850	P.R.F.V.	400	PN10	390,20	0,020	168	1,406	0,00364	3,09	4,05	52,00	47,95	300,95	Deriv.C.6
C22	C6-C22	249,00	253,00	1010	P.R.F.V.	400	PN10	390,20	0,020	140	1,171	0,00259	2,62	6,67	56,00	49,33	298,33	Deriv.C.22
C24	C22-C24	254,00	249,00	1015	P.R.F.V.	300	PN10	292,40	0,020	112	1,669	0,00705	7,15	13,83	51,00	37,17	291,17	Deriv.C.24
C27/29	C22/24-C27/29	265,00	254,00	1981	P.R.F.V.	300	PN10	292,40	0,020	56	0,834	0,00197	3,89	17,72	40,00	22,28	287,28	Deriv.C.27/29
C28	C27/29-C28	237,00	265,00	500	P.R.F.V.	300	PN10	292,40	0,020	28	0,417	0,00056	0,28	18,00	68,00	50,00	287,00	Deriv.C.28
COMIZIO 10 (Rete MEDIA dal nodo N2 Ramo Ovest)																		
Quota Idrodinam m. s.l.m.		304,44			Quota Idrostatica m. s.l.m.			305,00										
N2		270,00												0,56				
C10	C10-idr.estrem	274,00	270,00	1150	PEAD	180	PN10	158,60	0,020	14	0,709	0,00306	3,52	4,08	31,00	26,92	300,92	idrante estremo
COMIZIO 13 (Rete MEDIA dal nodo N2 Ramo Ovest)																		
Quota Idrodinam m. s.l.m.		304,44			Quota Idrostatica m. s.l.m.			305,00										
N2		270,00												0,56				
C13	C13-idr.estrem	274,00	270,00	1150	PEAD	160	PN10	130,80	0,020	14	1,042	0,00781	8,98	9,54	31,00	21,46	295,46	idrante estremo
COMIZIO 4 (Rete MEDIA dal nodo N1 Ramo Ovest)																		
Quota Idrodinam m. s.l.m.		303,47			Quota Idrostatica m. s.l.m.			305,00										
C4		272,00												1,53				
C4	C4-idr.estrem	285,00	272,00	1013	PEAD	160	PN10	130,80	0,020	14	1,042	0,00781	7,91	9,44	20,00	10,56	295,56	idrante estremo
COMIZIO 7 (Rete MEDIA dal nodo N1 Ramo Ovest)																		
Quota Idrodinam m. s.l.m.		303,47			Quota Idrostatica m. s.l.m.			305,00										
C7		272,00												1,53				
B	C7-B	273,92	272,00	167,1	PEAD	180	PN10	158,60	0,020	14	0,709	0,00306	0,51	2,04	31,08	29,04	302,96	
E	B-E	257,46	273,92	751	PEAD	180	PN10	158,60	0,020	14	0,709	0,00306	2,30	4,34	47,54	43,20	300,66	

Nodo	Tratto	Quota nodo	Quota di monte	Lungh. tratto	Materiale	D.N.	Classe	D.I.	Scabrezza	Portata	Velocità	Perdite di carico unitarie	Perdite di carico	Perdite di carico progressive	Carico idrostatico al nodo	Carico idrodinamico al nodo	Quota piezometrica	Note
		m. s.l.m.	m. s.l.m.	m.		mm.		mm.	mm.	lt/sec.		m./m.	m.		m.	m.	m.	
COMIZIO 3 (Rete MEDIA dal nodo N1 Ramo Ovest)																		
Quota Idrodinam m. s.l.m.		301,08		Quota Idrostatica m. s.l.m.		305,00												
C3		287,00												3,92				
C3	C3-idr.estrem	287,00	287,00	1100	PEAD	180	PN10	158,60	0,020	14	0,709	0,00306	3,37	7,29	18,00	10,71	297,71	idrante più lontano
COMIZIO 1 (Rete Media Ramo Ovest - dalla Presa ENEL di quota 310,00 m. s.l.m.)																		
Quota Piez.Idrodinamica m. s.		310,00		Quota Idrostatica m. s.l.m.		310,00												
C1-C3		273,66												3,92				
B	A-B	285,00	273,66	603,93	PEAD	250	PN10	204,40	0,020	14	0,427	0,00090	0,54	4,46	25,00	20,54	305,54	
C	B-C	290,00	285,00	2444,28	PEAD	250	PN10	204,40	0,020	14	0,427	0,00090	2,20	6,66	20,00	13,34	303,34	idrante estremo
COMIZIO 7 (Rete Media dal Nodo N1 Ramo Ovest)																		
Quota Piez.Idrodinamica m. s.		303,47		Quota Idrostatica m. s.l.m.		305,00												
C7		275,00												1,53				
B	C7-B	273,92	275,00	167,1	PEAD	180	PN10	158,60	0,020	14	0,709	0,00306	0,51	2,04	31,08	29,04	302,96	
E	B-E	257,46	273,92	751	PEAD	180	PN10	158,60	0,020	14	0,709	0,00306	2,30	4,34	47,54	43,20	300,66	
COMIZIO 5 (Rete Media dal Nodo N1 Ramo Ovest)																		
Quota Piez.Idrodinamica m. s.		302,56		Quota Idrostatica m. s.l.m.		305,00												
C5		283,94												2,44				
B	C5-B	285,00	283,94	42,85	PEAD	225	PN10	198,20	0,020	14	0,454	0,00104	0,04	2,49	20,00	17,51	302,51	PSR mis.125
E	B-E	264,31	285,00	382,36	PEAD	180	PN10	158,60	0,020	14	0,709	0,00306	1,17	3,66	40,69	37,03	301,34	
COMIZIO 6 (Rete Media dal Nodo 1 Ramo Sud)																		
Quota Piez.Idrodinamica m. s.		300,95		Quota Idrostatica m. s.l.m.		305,00												
C6		255,00												4,05				
B	C6-B	258,00	255,00	386	PEAD	180	PN10	158,60	0,020	14	0,709	0,00306	1,18	5,23	47,00	41,77	299,77	
E	B-E	258,00	258,00	864	PEAD	180	PN10	158,60	0,020	14	0,709	0,00306	2,65	7,88	47,00	39,12	297,12	
C	B-C	270,00	258,00	1294	PEAD	180	PN10	158,60	0,020	14	0,709	0,00306	3,96	11,84	35,00	23,16	293,16	
G	C-G	280,00	270,00	697	PEAD	225	PN10	198,20	0,020	14	0,454	0,00104	0,73	12,57	25,00	12,43	292,43	PSR mis.125
COMIZIO 22(Rete Media dal Nodo 1 Ramo Sud)																		
Quota Piez.Idrodinamica m. s.		298,33		Quota Idrostatica m. s.l.m.		305,00												
C22		249,00												6,67				
	C22-idr.estremo	250,00	249,00	740	PEAD	180	PN10	158,60	0,020	14	0,709	0,00306	2,27	8,94	55,00	46,06	296,06	
COMIZIO 24(Rete Media dal Nodo 1 Ramo Sud)																		
Quota Piez.Idrodinamica m. s.		291,17		Quota Idrostatica m. s.l.m.		305,00												
C24		254,00												13,83				
	C24-idr.estremo	245,00	254,00	1300	PEAD	180	PN10	158,60	0,020	14	0,709	0,00306	3,98	17,81	60,00	42,19	287,19	

Nodo	Tratto	Quota nodo	Quota di monte	Lungh. tratto	Materiale	D.N.	Classe	D.I.	Scabrezza	Portata	Velocità	Perdite di carico unitarie	Perdite di carico	Perdite di carico progressive	Carico idrostatico al nodo	Carico idrodinamico al nodo	Quota piezometrica	Note
		m. s.l.m.	m. s.l.m.	m.		mm.		mm.	mm.	lt/sec.		m./m.	m.		m.	m.	m.	
COMIZIO 27(Rete Media dal Nodo 1 Ramo Sud)																		
Quota Piez.Idrodinamica m. s.		287,28				Quota Idrostatica m. s.l.m.					305,00							
C27		266,00												17,72				
	C27-idr.estremo	270,00	266,00	1300	PEAD	180	PN10	158,60	0,020	14	0,709	0,00306	3,98	21,70	35,00	13,30	283,30	
COMIZIO 29(Rete Media dal Nodo 1 Ramo Sud)																		
Quota Piez.Idrodinamica m. s.		287,28				Quota Idrostatica m. s.l.m.					305,00							
C29		266,00												17,72				
	C29-idr.estremo	270,00	266,00	1730	PEAD	180	PN10	158,60	0,020	14	0,709	0,00306	5,30	23,02	35,00	11,98	281,98	
COMIZIO 28(Rete Media dal Nodo 1 Ramo Sud)																		
Quota Piez.Idrodinamica m. s.		287,00				Quota Idrostatica m. s.l.m.					305,00							
C28		237,00												18,00				
	C28-idr.estremo	240,00	237,00	100	PEAD	180	PN10	158,60	0,020	14	0,709	0,00306	0,31	18,31	65,00	46,69	286,69	