

ENTE ACQUE UMBRE-TOSCANE

AREZZO

SISTEMA MONTEDOGLIO IN TERRITORIO TOSCANO ED UMBRO

PROGETTO ATTUATIVO PER IL COMPLETAMENTO E
L'OTTIMIZZAZIONE TRAMITE POTENZIAMENTO E RECUPERO
DI EFFICIENZA DELLE RETI IDRICHE INFRASTRUTTURALI
DI ACCUMULO E ADDUZIONE

III° STRALCIO - I° SUB STRALCIO

PROGETTO ESECUTIVO

4				
3				
2				
1	040219	REVISIONE N.1		
0	150517	PRIMA EMISSIONE		

REV.	DATA	DESCRIZIONE	RED.	VER.
------	------	-------------	------	------

TITOLO ELABORATO: A.2

RELAZIONE IDRAULICA

PROGETTO N°

ELABORATO

A	T	R	0	2	
			0	0	0

SCALA:

SOSTITUISCE ELAB.

PROGETTISTA

Ing. Thomas CERBINI

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Andrea CANALI

COLLABORATORI

Arch. Andrea CARDELLI

Ing. Francesco VITAGLIANI

Ing. Nicoletta VITALE

Geom. Marco ORLANDO

Geom. Leonardo TAVANTI

Geom. Fabio GRAZI

Geom. Lisa MORETTI

**ENTE ACQUE UMBRE-TOSCANE
AREZZO**

**PROGETTO ATTUATIVO PER IL COMPLETAMENTO E L'OTTIMIZZAZIONE
TRAMITE POTENZIAMENTO E RECUPERO DI EFFICIENZA DELLE RETI IDRICHE
INFRASTRUTTURALI DI ACCUMULO E ADDUZIONE DEL SISTEMA
MONTEDOGLIO IN TERRITORIO TOSCANO E UMBRO
PROGETTO ESECUTIVO**

RELAZIONE DI CALCOLO IDRAULICO

INTRODUZIONE

Nella presente relazione sono state affrontate le più importanti problematiche di carattere idraulico relative al sistema occidentale Montedoglio a partire dal manufatto di disconnessione idraulica del Fondaccio, nonché più nello specifico, quelle concernenti il presente intervento.

In particolare nella stessa vengono riportati i criteri di dimensionamento delle condotte, i calcoli di verifica effettuati, il computo delle perdite di carico distribuite e localizzate, le verifiche relative al funzionamento degli sfiati (sia nella fase di svuotamento che di riempimento delle condotte) e degli sfioratori di superficie delle vasche.

I problemi che fondamentalmente possono interessare le reti di condotte sono di due tipi, di progetto e di verifica: il primo riguarda il dimensionamento e cioè l'individuazione dei diametri che occorre assegnare ai diversi tratti della rete in modo che essa possa svolgere un servizio prefissato; il secondo invece riguarda la verifica del funzionamento di una rete esistente e consiste essenzialmente nella determinazione delle portate che percorrono i singoli tronchi della rete.

Nel progetto definitivo sono stati affrontati entrambi i problemi; quelli di dimensionamento e quelli di verifica, di cui si riferisce nella relazione idraulica allegata al suddetto progetto: i dati ed i risultati ottenuti, nonché le caratteristiche del moto nei singoli tronchi elementari

sono stati propedeutici allo studio sul moto vario in corrispondenza di particolari manovre, i cui risultati sono stati riportati nell'apposita relazione, anch'essa allegata al suddetto progetto definitivo.

Nel presente progetto esecutivo si è elaborata la verifica della rete relativa tenendo conto anche dei previsti approvvigionamenti a scopo idropotabile indicati nella programmazione dell'Autorità d'Ambito e delle portate al servizio dei distretti irrigui ad oggi realizzati, in fase di realizzazione o previsti secondo le indicazioni dei competenti uffici delle Province interessate.

La suddetta verifica è stata condotta in analogia con la simulazione riportata nel progetto definitivo, assegnando ai nodi di domanda per uso irriguo un diagramma temporale della richiesta che prevede spillamenti pari a 1,5 volte la portata massima di competenza nel giorno di massimo consumo per 16 ore su 24 (il dimensionamento è cioè determinato dalla Q_{24} nel giorno di massimo consumo), mentre ai nodi di derivazione per altri usi, è stato assegnato un diagramma temporale della richiesta che prevede spillamenti continui 24 ore su 24.

Tali portate sono state aggiornate alle effettive necessità verificate con i progetti e gli studi propedeutici alla distribuzione della risorsa idrica ai fini irrigui e con quelle indicate dall'Autorità d'Ambito negli atti di programmazione per quanto riguarda l'utilizzo idropotabile. Le suddette portate con i relativi risultati in termini di quote piezometriche sono riportate nelle tabelle allegate.

In modo particolare nelle elaborazioni, come di seguito riportato, è stato ipotizzato di utilizzare i volumi della vasca 10+11 per soddisfare, in anticipazione, fino al 30% dei fabbisogni irrigui dei distretti 9, 10+11, 12+13 e 14+15, mentre la vasca 9 è stata pensata per alimentare il distretto 7+8 in corrispondenza del Nodo T.

Diram. 22-23 - ($Q_{irr} = 0,950 \text{ mc/s}$ $Q_{pot} = 0,135 \text{ mc/s}$) - $Q_{tot} = 1,085 \text{ mc/s}$

Diram. 9 - ($Q_{irr} 7+8 = 0,548 \text{ mc/s}$ $Q_{irr} = 0,115 \text{ mc/s}$) $Q_{tot} = 0,663 \text{ mc/s}$

Collegamento Vasca9 – nodo T - ($Q 16 \text{ h}$) $Q_{irr} = 0,663 \times 1,5 = \underline{0,995 \text{ mc/s}}$

Diram. 10+11 - ($Q_{irr} = 0,594 \text{ mc/s}$ $Q_{pot} = 0,088 \text{ mc/s}$) - $Q_{tot} = 0,682 \text{ mc/s}$

Distribuzione 10+11 = $0,682 \times 1,5 = 1,023 \text{ mc/s}$

IL DIMENSIONAMENTO DELLE CONDOTTE

Si riportano brevemente i criteri esposti in fase di progetto definitivo relativi al dimensionamento delle condotte.

a) definiti i tracciati delle condotte sulla base dei posizionamenti delle vasche e dei vincoli presenti nel territorio, raffronto tra differenti configurazioni in grado di garantire, con il minimo carico, l'apporto idrico alle vasche nella condizione più gravosa ipotizzabile per il sistema (portate massime nel giorno di massimo consumo (definite anche nei termini espressi nell'introduzione)).

b) contenimento delle velocità in rete in ragione delle sollecitazioni che in essa potrebbero generarsi in condizioni di moto vario a seguito di manovre degli organi di sezionamento.

c) scelta della configurazione (in termini di diametri delle tubazioni) economicamente più vantaggiosa risultante dai computi di stima effettuati per ogni configurazione, sulla base di prezzi parametrici.

d) scelta dell'acciaio S355JR rivestito internamente da resina epossidica. Riferimento ad un valore di scabrezza assoluta pari a 0,3 mm per la determinazione delle perdite di carico.

e) utilizzo della formula di Colebrook con l'indice di scabrezza sopra riportato in considerazione dell'impiego di grosse tubazioni che comporta l'instaurarsi di un regime idraulico non assolutamente turbolento (condizioni di moto tipiche del regime transitorio e quindi tali da non poter essere sufficientemente rappresentate con le formule empiriche usualmente utilizzate)

LE VERIFICHE DELLE CONDOTTE

Le verifiche delle condotte, relativamente al progetto esecutivo in oggetto ed allo schema idraulico considerato cui si rimanda per ogni dettaglio (v. Elab. A2.1), sono state condotte considerando condizioni di moto permanente mediante il software EPANET, sviluppato dall'Agenzia di Protezione Ambientale degli Stati Uniti d'America (U.S. Environmental Protection Agency) e dalla stessa distribuito e reso di pubblico dominio.

Detto software costituisce il modulo internazionale standard di studio del comportamento idraulico delle reti idriche in pressione e con il suo utilizzo è stato costruito il modello informatizzato per lo studio del moto permanente del Sistema Montedoglio, costituito dal complesso delle opere che si dipartono dal manufatto del Fondaccio, disconnessione idraulica tra il tratto a pelo libero a monte ed il tratto in pressione a valle, fino a tutte le opere ricadenti nell'area umbro-senese.

Il software EPANET, consente di schematizzare una rete in pressione costituita da condotte, nodi idraulici, apparecchiature di sezionamento e regolazione, impianti di sollevamento, serbatoi, vasche di accumulo e di riserva, e realizzare simulazioni di moto permanente estese al lungo periodo.

Esso è in grado di fornire, su formato tabellare e grafico, informazioni sulle portate in rete, le pressioni ai nodi, i livelli idrici nei serbatoi, ed in generale su tutte le grandezze idrauliche (velocità, perdite di carico localizzate e continue, ecc.), ad intervalli discreti durante un periodo di simulazione prefissato.

Il complesso degli elementi che costituisce una rete d'acquedotto, viene rappresentato in EPANET mediante oggetti suddivisi in tre distinte classi: i punti nodali (*nodes*), le connessioni (*links*), e le modalità di funzionamento (*operational*s).

I punti nodali sono i punti della rete che schematizzano i nodi idraulici propriamente detti e i serbatoi; essi sono di tre tipologie:

- nodi di giunzione (*junctions*), punti di congiunzione delle varie connessioni che hanno la proprietà di determinare ingressi o fuoriuscite di portate dal sistema;

- serbatoi (*reservoirs*), punti nodali che rappresentano una infinita risorsa esterna di alimentazione della rete; vengono utilizzati per rappresentare laghi, fiumi, sorgenti o anche punti di connessione con altri sistemi e hanno la proprietà di avere un carico idraulico indipendente dalle vicende che si determinano all'interno della rete. Detto carico idraulico deve essere determinato in sede di definizione delle proprietà del serbatoio assegnando per esso un valore immutabile o un andamento nel tempo preventivamente stabilito; il manufatto del Fondaccio è stato simulato proprio come *reservoir*.
- vasche di accumulo e compenso (*tanks*), sono punti nodali aventi capacità di accumulo; i volumi invasati e i livelli idrici possono essere soggetti a variazioni durante il corso delle simulazioni. Per essi vengono fissati, la quota del fondo, il volume massimo invasabile e il livello di minimo e massimo invaso. Il programma non consente di prendere in considerazione una fuoriuscita di portata se la vasca ha raggiunto il suo minimo invaso e ulteriori apporti idrici se la vasca ha raggiunto il livello di massimo invaso.

Le connessioni sono oggetti che schematizzano il comportamento delle tubazioni e delle valvole; essi sono di due tipologie:

- tubazioni (*pipes*): connessioni che permettono di convogliare le portate da un punto nodale avente carico idraulico maggiore ad un altro a carico minore; EPANET considera le tubazioni sempre piene simulando così il comportamento delle sole condotte in pressione.

Per la definizione di tali oggetti è necessario assegnare loro il diametro, la lunghezza e la scabrezza. Per quanto riguarda le perdite di carico lungo le tubazioni è stata utilizzata la formula di Hazen-Williams, con coefficiente di rugosità C pari a 150, essendo le condotte tutte in acciaio.

È possibile inoltre assegnare una variabile (Status) in grado di simulare la presenza di una valvola di non ritorno o di un organo di sezionamento;

- valvole (*valves*): hanno la funzione di controllo della portata (FCV) o di sostegno della pressione (PSV) in un punto della rete. La valvola di controllo della portata determina il passaggio di una portata prefissata in sede di settaggio della stessa; il programma evidenzia quando nel corso della simulazione la valvola è completamente aperta e non riesce a imporre nel ramo a valle la portata prefissata. La valvola di sostegno della pressione viene utilizzata per mantenere nel nodo di monte una pressione uguale o maggiore ad un valore prefissato; nel corso di una generica simulazione, essa può trovarsi in condizione di apertura parziale (*active*) se il nodo di valle ha una pressione minore della pressione di settaggio, apertura totale (*open*) se il nodo di valle ha una pressione superiore alla pressione di settaggio o chiusura totale (*closed*) se la pressione di monte è inferiore alla pressione di settaggio.

Le modalità di funzionamento sono oggetti che vengono utilizzati per simulare il comportamento di particolari punti nodali o connessioni; esse possono essere di due tipi:

- curve (*curves*): consentono di associare ad un oggetto una legge di variazione predefinita fra due grandezze caratteristiche; ciò consente ad esempio per una vasca di accumulo di definirne la curva dei volumi o per una valvola la curva delle perdite di carico;
- diagrammi temporali (*time patterns*): consentono di assegnare per un punto nodale una legge di variazione temporale predefinita della grandezza caratteristica (portata per un nodo di giunzione, carico idraulico per un serbatoio, ecc.); la costruzione di un diagramma temporale viene effettuata imponendo per intervalli discreti dei moltiplicatori del valore base della grandezza, detti intervalli vengono stabiliti come frazioni della durata complessiva di una generica simulazione;

Per quanto riguardale le perdite di carico concentrate come noto, per le lunghe condotte di adduzione, tutte le perdite localizzate dovute a deviazioni plano-altimetriche dei tracciati, a restringimenti della sezione, e alla presenza di organi di regolazione, possono ritenersi trascurabili rispetto alle perdite continue, in ragione della loro configurazione (limitato numero di organi di regolazione) e delle caratteristiche del moto che in dette tubazioni si viene a determinare (contenute velocità in condotta).

La relativamente modesta velocità dell'acqua ha così reso lecito, in analogia con quanto fatto in sede di progetto definitivo, trascurare l'altezza cinetica rispetto ai dislivelli piezometrici e considerare coincidenti fra loro linea dei carichi totali e piezometrica.

Nelle tabelle allegate alla presente, sono riassunti gli elementi caratteristici idraulici e geometrici delle tubazioni previste per le linee di adduzione principali, per le diramazioni secondarie, e per le condotte di derivazione dalle vasche, nonché i risultati della verifica idraulica effettuata considerando la distribuzione di portate e la configurazione della rete già riportate nei paragrafi precedenti (portate ai rami e quote piezometriche ai nodi)

Dall'esame delle quote piezometriche nelle sezioni di interesse, può desumersi che la rete così come progettata è in grado di assicurare sia il convogliamento delle portate alle singole vasche (esistenti o da realizzare con il presente stralcio), sia la distribuzione dei volumi accumulati nelle vasche stesse con idonee pressioni nei relativi punti di distribuzione.

VERIFICHE DI FUNZIONAMENTO DEGLI SFIATI

Nel presente paragrafo si riportano alcune fra le numerose verifiche effettuate, in sede di progetto definitivo, allo scopo di valutare il corretto funzionamento degli sfiati, sia nella condizione di svuotamento che di riempimento della condotta. Pur se non presenti in questo stralcio sono comunque sono strettamente correlati al funzionamento idraulico del sistema e ne condizionano, essendo stati individuati in funzione del loro posizionamento più sfavorevole, il buon regime.

Per ciascuna tipologia di sfiato (DN 50, DN 80 e DN 100) è stata considerata la condizione di esercizio più sfavorevole.

Verifica di funzionamento dello sfiato DN 50 in fase di svuotamento della condotta.

La condizione più sfavorevole è stata riscontrata per l'apparecchiatura di sfiato ubicata nella camera di manovra della vasca 12+13.

Lo scarico di pertinenza è ubicato lungo il ramo alla progressiva 383,00 m.

Quota sfiato = 316,70 m s.l.m.

Quota scarico = 250,48 m s.l.m.
66,22 m

Lunghezza [m]	Scabrezza [mm]	Diametro [mm]	Cadente [m/km]	Perd. carico [m]	Portata [mc/s]
2051,24	0,3	800	0,4	0,75	0,292
30,00	0,3	150	2182,2	65,47	0,292

Dal diagramma degli sfiati DN 50 con una depressione di 2,5 m entrano 0,33 mc/s d'aria.

Verifica di funzionamento dello sfiato DN 50 in fase di riempimento della condotta.

La condizione più sfavorevole si è riscontrata per l'apparecchiatura di sfiato ubicata nella camera di manovra della vasca 25.

Il riempimento della condotta DN 800 può essere effettuato con la massima portata pari a 0.864 mc/s, dato che lo sfiato DN 50 permette con la pressione di 20 m la fuoriuscita di 0.92 mc/s di aria.

Verifica di funzionamento dello sfiato DN 80 in fase di svuotamento della condotta.

La condizione più sfavorevole si è riscontrata per l'apparecchiatura di sfiato ubicata lungo

l'adduttore alla progressiva 12.761, 24 m.

Lo scarico di pertinenza è ubicato alla progressiva 10.806,39 m.

Quota sfiato = 312,67 m s.l.m.

Quota scarico = 247,66 m s.l.m.

65,01 m

Lunghezza [m]	Scabrezza [mm]	Diametro [mm]	Cadente [m/km]	Perd. carico [m]	Portata [mc/s]
1954,85	0,3	1000	0,1	0,21	0,291
30,00	0,3	150	2160	64,80	0,291

Dal diagramma degli sfiati DN 80 con una depressione di 2,5 m entrano 0,83 mc/s d'aria.

Verifica di funzionamento dello sfiato DN 80 in fase di riempimento della condotta.

La condizione più sfavorevole si è riscontrata per l'apparecchiatura di sfiato ubicata alla progressiva 13748,57.

Il riempimento del ramo della condotta DN 1000 può essere effettuato attraverso il by-pass DN 300 posto nel nodo di diramazione 60, con la massima portata pari a 1.2 mc/s, dato che lo sfiato DN 80 permette con la pressione di 10 m la fuoriuscita di 2.1 mc/s di aria.

Verifica di funzionamento dello sfiato DN 100 in fase di svuotamento della condotta.

La condizione più sfavorevole si è riscontrata per l'apparecchiatura di sfiato ubicata lungo l'adduttore alla progressiva 1.657,86 m.

Lo scarico di pertinenza è ubicato alla progressiva 4.354,16 m.

Quota sfiato = 316,89 m s.l.m.

Quota scarico = 248,68 m s.l.m.

68,21 m

Lunghezza [m]	Scabrezza [mm]	Diametro [mm]	Cadente [m/km]	Perd. carico [m]	Portata [mc/s]
2.696,30	0,3	1300	0,127	0,34	0,635
30,00	0,3	200	2.262	67,87	0,635

Dal diagramma degli sfiati DN 100 con una depressione di 1 m entrano 0,85 mc/s d'aria.

Verifica di funzionamento dello sfiato DN 100 in fase di riempimento della condotta.

La condizione più sfavorevole si è riscontrata per l'apparecchiatura di sfiato ubicata nel ramo alla progressiva 861,77 m.

Il riempimento del ramo dell'adduttore costituito da n°2 condotte DN 2400, può essere effettuato singolarmente attraverso i by-pass DN 300 posti nel nodo di diramazione 9, con la massima portata pari a 1.7 mc/s, dato che lo sfiato DN 100 permette con la pressione di 30 m la fuoriuscita di 6 mc/s di aria.

A favore di sicurezza tutti gli sfiati messi in opera in questo stralcio avranno DN 150.

VERIFICHE DI FUNZIONAMENTO DEGLI SFIATI

Nel presente paragrafo si riportano le verifiche effettuate in sede di progetto definitivo degli scarichi di superficie delle vasche.

Lo scarico di superficie di tutte le vasche è realizzato mediante una soglia sfiorante, collegata al canale dello scarico di fondo tramite una condotta verticale DN 500.

Detta soglia è costituita da mezzo tubo in acciaio AISI 304 DN 1200 sagomato a quarto di sfera nella parte iniziale per attenuare la turbolenza, per migliorare l'efficienza dello sfioro e aumentare la lunghezza di sfioro.

Lo scarico di superficie è stato verificato assimilando il comportamento della soglia ad uno stramazzo in parete sottile con coefficiente di efflusso pari all'80% del valore di quello Bazin.

La verifica è stata effettuata considerando la maggiore portata che si adduce alle vasche. Detta portata è quella in arrivo alla vasca 25, pari a 864 l/s. Tale portata viene smaltita con un carico sulla soglia di 14 cm, e allontanata tramite la condotta verticale DN 500 senza essere rigurgitata.

ALLEGATI

(tabelle di output relative ai nodi della rete – rif. Allegato A2.1)

Network Table - Nodes				
Node ID	Elevation	Q	Head	Pressure
	m s.l.m.	l/s	m s.l.m.	m
Junc 2	322,00	0,00	340,37	18,37
Junc 3	260,30	0,00	339,79	79,49
Junc 4	268,92	0,00	339,58	70,66
Junc 6	251,00	0,00	338,21	87,21
Junc 7	249,57	0,00	337,83	88,26
Junc 8	249,23	0,00	337,64	88,41
Junc 9	245,50	0,00	337,51	92,01
Junc 10	249,50	0,00	336,90	87,40
Junc 11	264,00	0,00	335,92	71,92
Junc 12	263,00	0,00	334,77	71,77
Junc 13	308,00	0,00	333,88	25,88
Junc 14	313,00	172,00	333,45	20,45
Junc 15	291,00	0,00	332,99	41,99
Junc 16	306,00	360,00	332,14	26,14
Junc 17	256,50	0,00	331,57	75,07
Junc 18	247,00	0,00	331,38	84,38
Junc 19	247,00	0,00	331,29	84,29
Junc 23	263,00	0,00	339,48	76,48
Junc 24	267,00	0,00	339,19	72,19
Junc 25	267,00	0,00	339,51	72,51
Junc 26	318,00	0,00	333,31	15,31
Junc 27	256,00	0,00	338,77	82,77
Junc 28	317,00	0,00	332,97	15,97
Junc 29	256,00	0,00	338,89	82,89
Junc 30	240,00	0,00	336,63	96,63
Junc 31	240,00	0,00	336,52	96,52
Junc 32	298,00	0,00	332,08	34,08
Junc 33	312,00	450,00	329,64	17,64
Junc 34	300,45	635,00	331,87	31,42
Junc 35	295,00	306,00	332,27	37,27
Junc 5	310,00	505,00	331,30	21,30
Junc 20	272,00	0,00	335,36	63,36
Junc 21	272,00	40,00	334,81	62,81
Junc 22	257,00	453,00	331,28	74,28

Junc 36	296,00	654,00	329,94	33,94
Junc 37	307,90	682,00	333,05	25,15
Junc 38	248,00	0,00	334,32	86,32
Junc 39	325,00	663,00	336,79	11,79
Junc 40	248,00	0,00	337,37	89,37
Junc 41	294,85	0,00	335,67	40,82
Junc 42	295,00	370,00	335,59	40,59
Junc 43	314,00	0,00	334,37	20,37
Junc 44	313,00	520,00	333,24	20,24
Junc 45	291,00	0,00	333,01	42,01
Junc 46	303,00	410,00	332,60	29,60
Junc 47	290,52	0,00	332,58	42,06
Junc 48	305,00	350,00	321,23	16,23
Junc 50	248,00	0,00	329,27	81,27
Junc 51	249,57	0,00	328,29	78,72
Junc 52	251,00	995,00	326,12	75,12
Junc 53	249,57	0,00	328,29	78,72
Junc 55	249,50	0,00	312,21	62,71
Junc 56	248,00	0,00	309,57	61,57
Junc 57	245,50	0,00	307,43	61,93
Junc 58	245,50	307,00	307,43	61,93
Junc 59	249,57	267,00	307,23	57,66
Junc 60	249,50	206,00	306,09	56,59
Junc 62	264,00	243,00	304,84	40,84
Resvr 1	340,50	-6570,00	340,50	0,00
Resvr 49	330,00	-995,00	330,00	0,00
Resvr 54	312,90	-1023,00	312,90	0,00

(tabelle di output relative alle tubazioni della rete – rif. Allegato A2.1)

Network Table - Links				
Link ID	Length	Diameter	Flow	Velocity
	m	mm	l/s	m/s
Pipe 1	996,00	3200,00	6570,00	0,82
Pipe 2	4624,00	2400,00	3285,00	0,73
Pipe 3	1851,88	3000,00	5485,00	0,78
Pipe 7	4624,00	2400,00	3285,00	0,73
Pipe 8	2230,00	2400,00	3925,58	0,87
Pipe 9	2230,00	2400,00	1559,42	0,34
Pipe 10	350,00	2000,00	1559,42	0,50
Pipe 13	2200,00	2400,00	3925,58	0,87
Pipe 14	1483,00	2400,00	3262,58	0,72
Pipe 15	8024,00	1600,00	1559,42	0,78
Pipe 16	786,00	2200,00	3077,51	0,81
Pipe 17	5624,00	2200,00	2395,51	0,63
Pipe 18	5723,00	2000,00	2395,51	0,76
Pipe 19	6150,00	1800,00	1902,51	0,75
Pipe 20	6930,00	1800,00	1552,51	0,61
Pipe 21	980,00	2000,00	3925,58	1,25
Pipe 22	3154,00	2400,00	3925,58	0,87
Pipe 23	2618,00	1200,00	714,51	0,63
Pipe 24	620,00	1000,00	714,51	0,91
Pipe 25	2622,00	1000,00	714,51	0,91
Pipe 26	3588,00	1000,00	209,51	0,27
Pipe 27	2590,00	1100,00	209,51	0,22
Pipe 28	770,80	1000,00	1085,00	1,38
Pipe 29	3110,00	1100,00	1085,00	1,14
Pipe 30	93,50	1000,00	1085,00	1,38
Pipe 31	6109,50	1100,00	1085,00	1,14
Pipe 32	3621,00	800,00	450,00	0,90
Pipe 33	85,50	700,00	635,00	1,65
Pipe 34	2162,00	1300,00	838,00	0,63
Pipe 35	2393,00	1200,00	666,00	0,59
Pipe 36	1130,00	700,00	306,00	0,80
Pipe 37	1911,00	800,00	360,00	0,72
Pipe 5	2098,00	1000,00	493,00	0,63
Pipe 6	360,00	700,00	493,00	1,28

Pipe 11	2700,00	700,00	453,00	1,18
Pipe 12	524,00	700,00	654,00	1,70
Pipe 38	222,00	500,00	682,00	3,47
Pipe 39	875,00	800,00	682,00	1,36
Pipe 40	82,00	600,00	663,00	2,34
Pipe 41	743,00	900,00	663,00	1,04
Pipe 42	330,00	800,00	505,00	1,00
Pipe 4	6981,00	1600,00	1744,49	0,87
Pipe 43	91,00	700,00	370,00	0,96
Pipe 44	3725,00	1400,00	1374,49	0,89
Pipe 45	1284,00	800,00	520,00	1,03
Pipe 46	4444,00	1200,00	854,49	0,76
Pipe 47	378,00	700,00	410,00	1,07
Pipe 48	7780,00	1000,00	444,49	0,57
Pipe 49	2707,00	700,00	350,00	0,91
Pipe 50	2723,00	500,00	350,00	1,78
Pipe 51	743,00	1000,00	995,00	1,27
Pipe 52	82,00	600,00	-995,00	2,52
Pipe 54	0,10	600,00	995,00	2,52
Pipe 55	2204,48	1000,00	995,00	1,27
Pipe 56	663,00	1000,00	1023,00	1,30
Pipe 57	211,26	600,00	1023,00	2,62
Pipe 58	171,56	600,00	1023,00	2,62
Pipe 59	0,10	600,00	1023,00	2,62
Pipe 60	2296,00	1000,00	267,00	0,34
Pipe 61	0,10	1000,00	0,00	0,00
Pipe 62	5920,00	1000,00	449,00	0,57
Pipe 63	5830,00	800,00	243,00	0,48

(i tubi n. 54, 59 e 61 sono condotte fittizie introdotte per esigenze di modellazione)