

RELAZIONE TECNICA IMPIANTI TECNOLOGICI

PREMESSA

Gli interventi descritti nella presente relazione sono destinati alla manutenzione straordinaria degli impianti tecnologici a servizio del Campo sportivo di Via delle Aie, con specifico riferimento agli impianti di irrigazione e agli impianti di illuminazione dei campi di gioco.

Gli impianti in oggetto presentano allo stato attuale situazioni di guasto e difetto di funzionamento, oltre ad una configurazione non ottimale degli impianti idraulici conseguente a interventi di riparazione e sostituzione dei componenti susseguitisi nel tempo, ma non perfettamente coordinati.

I lavori previsti si distinguono nelle seguenti fasi:

- ristrutturazione completa degli impianti della centrale idrica, compresi sia gli impianti elettrici di alimentazione e di controllo, sia gli impianti idraulici per l'alimentazione dei servizi civili e dell'impianto di irrigazione;
- interventi di manutenzione straordinaria degli impianti di illuminazione dei campi sportivi, segnatamente destinati al completo ripristino del funzionamento delle torri faro del campo in erba;
- realizzazione del nuovo impianto di irrigazione della fascia in erba perimetrale alle piste di atletica;
- manutenzione straordinaria degli irrigatori esistenti nel campo in erba.

Ciò premesso, la configurazione degli impianti tecnologici, illustrata nelle tavole di progetto, sarà descritta nella presente relazione.

Nel seguito si darà descrizione, per ciascuna categoria di impianto, della consistenza e della configurazione degli stessi, dei riferimenti normativi e dei criteri di dimensionamento in progetto.

RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ELETTRICI

Impianto elettrico

Come premesso, l'impianto elettrico è destinato all'alimentazione dei servizi civili e dei componenti dell'impianto di irrigazione interni alla centrale idrica.

L'impianto elettrico sarà di nuova installazione, da realizzare previo completo smantellamento e rimozione degli impianti elettrici esistenti, al fine di ottenere un nuovo impianto, coordinato con i servizi da alimentare, realizzato a regola d'arte e certificato secondo le normative vigenti.

Si prevede la realizzazione di un nuovo quadro elettrico generale della centrale, con posa esterna, cablato all'interno di carpenteria tipo stradale in vetroresina, e contenente le apparecchiature per l'alimentazione delle linee destinate a:

- illuminazione e prese a spina del locale centrale idrica;
- alimentazione delle linee esistenti in uscita dal locale e destinate agli spogliatoi e ai proiettori per l'illuminazione del campo in terra, identificati con le lettere A-B-C-D;
- alimentazione dei gruppi di pressurizzazione idrica destinati agli impianti di irrigazione e alle utenze sanitarie degli spogliatoi;
- alimentazione a tensione normale e a tensione ridotta delle centraline di controllo degli impianti di irrigazione.

Gli interventi sugli impianti elettrici si completano, quindi, con la manutenzione straordinaria di alcuni componenti degli impianti di illuminazione esistenti, quali:

- manutenzione della corona mobile della torre faro n. 1, attualmente inclinata e con difetto di ancoraggio alla testa di sollevamento;
- manutenzione del cablaggio della torre faro n. 2, interessato da un guasto che causa lo spegnimento di un gruppo di lampade, compreso il ripristino dei componenti di proiettori e cablaggi che dovessero risultare eventualmente difettosi;
- manutenzione delle restanti torri faro;
- ricerca ed eliminazione del guasto sulla linea elettrica che alimenta le torri faro;
- ripristino del conduttore di protezione PE sulla stessa linea;
- sostituzione di un proiettore guasto per il campo di calcetto.

L'impianto elettrico del locale centrale idrica è previsto con posa in vista a parete o a soffitto, entro tubi contenitori rigidi in materiale termoplastico e cassette di derivazione in resina complete di coperchio; le condutture dovranno avere grado di protezione almeno IP 44.

L'impianto avrà alimentazione direttamente in bassa tensione collegato alla linea elettrica in ingresso esistente.

I dati di alimentazione sono pertanto i seguenti:

- Tensione trifase con neutro 400/230 V a 50 Hz, in configurazione TT.
- Corrente massima di cortocircuito trifase stimata a favore della sicurezza in $I_{cc3F} = 10$ kA.

Con riferimento alle caratteristiche dell'utenza, risulta una potenza installata di circa **18 kW** per gli impianti della centrale idrica, mentre per l'alimentazione degli impianti elettrici degli spogliatoi e dell'illuminazione del campo di calcetto sono state considerate apparecchiature di protezione con le caratteristiche di quelle già presenti nel quadro elettrico esistente.

Riferimenti normativi

Gli impianti saranno realizzati nel rispetto della Legge n. 186 del 1968, e del **D.M. 22 gennaio 2008 n. 37** "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 23, lettera a) della legge n. 248 del 02/12/2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici" (entrato in vigore nel mese di marzo 2008, abrogando la legge 46/90 e relativo regolamento di attuazione D.P.R. 447/91).

L'impianto è stato previsto in ottemperanza delle seguenti leggi e norme:

- CEI 11-1 - Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
- CEI 11-17 - Impianti di produzione, trasporto, distribuzione energia elettrica. Linee in cavo
- CEI 64-8 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua (sesta edizione 2007);
- Legge 791 del 18\10\77 - Attuazione della direttiva del Consiglio delle Comunità Europee (n. 73\23\CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione.
- EN 61439-1 (17-113) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 1: Regole generali;
- CEI EN 60439-1
- EN 61439-2 (17-114) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 2: Quadri di potenza;
- CEI 20-19 - Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
- CEI 20-20 - Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
- CEI 23-32 – Sistemi di canali in materiale plastico isolante e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi.
- CEI 23-80/81/82/83 Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche.
- CEI 23-31 – Sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi.
- D.P.R. 547 del 15\4\55 - Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro.
- D.Lgs. 9/04/08 n. 81 – Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007 n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
- UNI EN 12464-1 per l'illuminazione normale e di emergenza;
- ISPESL/ENPI/ANCC
- USL/VV.F.
- CEI/IEC
- CNR-UNI.

Protezione delle condutture

Il coordinamento tra conduttori e gli interruttori posti a loro protezione è stato eseguito in modo da rispondere alle seguenti relazioni:

protezione dal sovraccarico (CEI 64-8 art. 433):

$$I_b < I_n < I_z \quad I_f < 1,45 \cdot I_z$$

I_b = corrente di impiego del circuito;

I_n = corrente nominale dell'interruttore;

I_z = portata del conduttore in regime permanente;

I_f = corrente di funzionamento dell'interruttore

protezione dal cortocircuito (CEI 64-8 art. 434):

$$(I^2 \cdot t) \leq K^2 \cdot S^2$$

$(I^2 \cdot t)$ = integrale di Joule per la durata del corto circuito;

S = sezione del conduttore in mm²

K = coefficiente dipendente dal tipo di conduttore (CEI 64-8 art. 434.3.2)

tale da limitare la sovratemperatura del conduttore, rispetto al servizio normale, al di sotto del limite ammissibile secondo la formula:

Il potere di interruzione dell'interruttore dovrà essere maggiore della corrente di corto circuito massima presunta sul punto di installazione

Protezione contatti indiretti

La protezione contro i contatti indiretti realizzata con l'interruzione automatica del circuito è stata coordinata con la resistenza dell'impianto di terra, nella configurazione di un sistema di I categoria tipo TT, adottando dispositivi di interruzione differenziale ad alta sensibilità, atti a soddisfare la condizione:

$$R_a \leq \frac{50}{I_d}$$

dove : I_d = corrente di intervento del dispositivo di protezione differenziale (A)

R_a = resistenza totale dell'impianto di terra (Ohm)

(CEI 64-8 art. 413.1.4.2)

Protezione contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti si intende realizzata con l'isolamento delle parti attive del circuito; con l'utilizzazione di componenti elettrici costruiti in fabbrica rispondenti alle specifiche norme e dotati, ove previsto, del contrassegno dell'Istituto Italiano per il Marchio di Qualità; con l'utilizzazione di involucri e barriere (CEI 64-8 sez. 412). In riferimento alla particolare destinazione d'uso dell'attività, le condutture devono avere il grado di protezione minimo IP4X o IPXXD (CEI 64-8 sez. 751).

Relativamente ai circuiti terminali, l'adozione di interruttori magnetotermici differenziali con corrente di intervento differenziale non superiore a 30mA, costituisce misura addizionale di protezione dai contatti diretti (CEI 64-8 art. 412.5.1).

Conduttore di protezione

La sezione del conduttore di protezione PE è stata dimensionata in modo che sia comunque superiore al valore minimo imposto dalle norme secondo la formula seguente:

$$S_p \geq \sqrt{(I^2 t / K^2)}$$

dove: I = valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore per un guasto di impedenza trascurabile

t = tempo di interruzione del dispositivo di protezione

K = coefficiente dipendente dal tipo di conduttore

Per i circuiti terminali, la sezione del conduttore di protezione PE sarà dimensionata, in proporzione al relativo conduttore di fase del medesimo circuito, in modo che sia rispettata la seguente tabella CEI 64-8 punto 543.1.2:

$S \leq 16 \text{ mm}^2$	$S_{PE} = S$
$16 < S < 35 \text{ mm}^2$	$S_{PE} = 16 \text{ mm}^2$
$S > 35 \text{ mm}^2$	$S_{PE} = S/2 \text{ mm}^2$
S	sezione conduttore di fase:
S_{PE}	sezione conduttore di protezione

Di seguito si producono le tabelle del dimensionamento elettrico relativo ai nuovi impianti della centrale idrica, rappresentati nello specifico elaborato grafico.

Progetto : Comune di Decimomannu

Tensione di esercizio [V] : 400/230

Sistema di distribuzione : TT

Corrente di corto circuito presunta trifase [kA] : 10,0

Corrente di corto circuito presunta fase-neutro [kA] : 6,0

Contributo motori alla corrente di corto circuito :
Partenza 1 = Si

Somma delle potenze dei motori [kW] :
Partenza 1 = 13,00

Coefficiente di contemporaneità motori :
Partenza 1 = 0,70

QUADRO N° 1 - Quadro elettrico pressurizzazione idrica

Protezione di Backup : No

Sezione minima di fase [mm²] : 1,5

Metodo per dimensionamento dei conduttori di Neutro e Protezione : 1/2 Fase

Metodo per scelta della corrente nominale degli interruttori : In = Ib

Corrente nominale minima degli apparecchi[A] : 6

Collegamento in morsettiera : Si

Norma di riferimento per potere di interruzione dei Btdin : CEI EN 60898

Potere d'interruzione degli interruttori : Icn/Icu

Simb. N°	Descrizione linea	Fasi linea	Codice Articolo	Modulo differenziale	Potere di interruzione [kA]
1	Interruttore generale	L1 L2 L3 N	T7134BA/160		25,0
2	Generale settore spogliatoi e proiettori	L1 L2 L3 N	F84H/100		10,0
3	Linea nuovi spogliatoi	L1 N	F82/32	G23/32AC	6,0
4	Proiettori A-B	L1 L2 L3 N	F84H/63	G44/63AC	10,0
5	Parziale proiettori A-B	L1 L2 L3 N	F84H/32	G44/32AC/2	10,0
6	Proiettori C-D	L1 L2 L3 N	F84H/63	G44/63AC	10,0
7	Parziale proiettori C-D	L1 L2 L3 N	F84H/32	G44/32AC/2	10,0
8	Riserva	L1 L2 L3 N	F84H/32	G44/32AC/2	10,0
9	Generale settore pressurizzazione idrica	L1 L2 L3 N	F84H/50		10,0
10	Gruppo di pressurizzazione	L1 L2 L3 N	F84H/32	G43/32AC/2	10,0
11	Gruppo autoclave spogliatoi	L2 N	F82/16	G23/32AC	6,0
12	Luce e prese locale pressurizzazione	L3 N	G8813/16AC		6,0
13	Centraline irrigazione	L2 N	G8813/10AC		6,0
14	Servizi ausiliari	L2 N	G8813/10AC		6,0
15	Servizi a tensione ridotta	L2 N	G8813/10AC		6,0
16	Trasformatore di sicurezza	L2 N	F90/12/24		
17	Riserva	L1 L2 L3 N	F84H/16	G43/32AC/2	10,0

Simb. N°	Corrente nominale In [A]	Corrente regolata Ir [A]	Corrente regolata di neutro [A]	Intervento magnetico di fase [A]	Intervento magnetico di neutro [A]	Ritardo magnetico [s]	Corrente differenz. [A]	Selettività [KA]
1	160	1 • In = 160	100	10 • In = 1 600	1 000			4,0
2	100	1 • In = 100	100	9 • In = 900	900			
3	32	1 • In = 32	32	9 • In = 288	288		0,03	
4	63	1 • In = 63	63	9 • In = 567	567		0,30	
5	32	1 • In = 32	32	9 • In = 288	288		0,30	
6	63	1 • In = 63	63	9 • In = 567	567		0,30	5,5
7	32	1 • In = 32	32	9 • In = 288	288		0,30	
8	32	1 • In = 32	32	9 • In = 288	288		0,30	
9	50	1 • In = 50	50	9 • In = 450	450			
10	32	1 • In = 32	32	9 • In = 288	288		0,03	
11	16	1 • In = 16	16	9 • In = 144	144		0,03	
12	16	1 • In = 16	16	9 • In = 144	144		0,03	
13	10	1 • In = 10	10	9 • In = 90	90		0,03	
14	10	1 • In = 10	10	9 • In = 90	90		0,03	
15	10	1 • In = 10	10	9 • In = 90	90		0,03	
16	6	1 • In = 6						
17	16	1 • In = 16	16	9 • In = 144	144		0,03	

Simb. N°	Potenza totale	Ku	Kc	Potenza effettiva	Corrente di impiego [A]	CosØ linea	Corrente fase L1 [A]	Corrente fase L2 [A]	Corrente fase L3 [A]
1	83,801 kW	0,74	0,80	49,777 kW	85,56	0,88 R	85,56	80,15	79,07
2	66,001 kW	1,00	0,70	46,201 kW	87,73	0,90 R	87,73	67,44	67,44
3	6,001 kW	1,00	1,00	6,001 kW	28,99	0,90 R	28,99		
4	20,000 kW	1,00	1,00	20,000 kW	32,11	0,90 R	32,11	32,11	32,11
5	10,000 kW	1,00	1,00	10,000 kW	16,06	0,90 R	16,06	16,06	16,06
6	20,000 kW	1,00	1,00	20,000 kW	32,11	0,90 R	32,11	32,11	32,11
7	10,000 kW	1,00	1,00	10,000 kW	16,06	0,90 R	16,06	16,06	16,06
8	0,000 kW	1,00	1,00	0,000 kW		0,90 R	0,00	0,00	0,00
9	17,800 kW	1,00	0,90	16,020 kW	32,97	0,83 R	19,51	32,97	31,55
10	12,000 kW	1,00	1,00	12,000 kW	21,68	0,80 R	21,68	21,68	21,68
11	1,000 kW	1,00	1,00	1,000 kW	5,43	0,80 R		5,43	
12	2,800 kW	1,00	1,00	2,800 kW	13,53	0,90 R			13,53
13	1,000 kW	1,00	1,00	1,000 kW	4,83	0,90 R		4,83	
14	1,000 kW	1,00	1,00	1,000 kW	4,83	0,90 R		4,83	
15	0,000 kW	1,00	1,00	0,000 kW		0,00 R		0,00	
16	0,000 kW	1,00	1,00	0,000 kW		0,90 R		0,00	
17	0,000 kW	1,00	1,00	0,000 kW		0,90 R	0,00	0,00	0,00

Simb. N°	Corrente Neutro [A]	CosØ fase L1	CosØ fase L2	CosØ fase L3	Moduli DIN	Accessori Contatto ausiliario	Accessori Contatto scattato relé	Accessori Sganciatori
1	5,35	0,88 R	0,88 R	0,88 R	7,0			
2	20,29	0,90 R	0,90 R	0,90 R	6,0			
3	28,99	0,90 R			4,0			
4	0,00	0,90 R	0,90 R	0,90 R	8,0			
5	0,00	0,90 R	0,90 R	0,90 R	6,0			
6	0,00	0,90 R	0,90 R	0,90 R	8,0			
7	0,00	0,90 R	0,90 R	0,90 R	6,0			
8	0,00	0,00 R	0,00 R	0,00 R	6,0			
9	13,66	0,80 R	0,83 R	0,84 R	4,0			
10	0,00	0,80 R	0,80 R	0,80 R	6,0			
11	5,43		0,80 R		4,0			
12	13,53			0,90 R	2,0			
13	4,83		0,90 R		2,0			
14	4,83		0,90 R		2,0			
15	0,00		0,00 R		2,0			
16	0,00		0,00 R		2,0			
17	0,00	0,00 R	0,00 R	0,00 R	6,0			

Simb. N°	Accessori Motore/Maniglie	Potenza diss. apparecchio [W]	lcc max inizio linea [kA]	lcc max fondo linea [kA]	lcc F-N min fondo linea [kA]	lcc F-PE min fondo linea [kA]	Sezione fase linea [mm²]
1		46,08	9,999	9,891	5,923		50
2		30,00	9,891	9,751	5,822		
3		8,32	5,822	1,105	1,105		16
4		23,01	9,751	1,399	0,709		16
5		15,30	9,751	0,914	0,461		10
6		23,01	9,751	1,399	0,709		16
7		15,30	9,751	0,914	0,461		10
8		15,30	9,751	7,929	4,528		4
9		13,50	9,891	9,658	5,754		
10		15,30	9,658	1,678	0,853		4
11		3,52	5,754	3,662	3,662		2,5
12		3,40	5,754	0,587	0,587		4
13		3,00	5,754	0,346	0,346		1,5
14		3,00	5,754	0,346	0,346		1,5
15		3,00	5,754	4,374	4,374		
16		0,50	4,374	0,337	0,337		1,5
17		6,00	9,658	5,783	3,144		1,5

Simb. N°	Sezione neutro linea [mm²]	Sezione PE linea [mm²]	Portata fase linea [A]	Portata neutro linea [A]
1	25	25	175	117
2				
3	16	16	76	76
4	16	16	75	75
5	10	10	59	59
6	16	16	75	75
7	10	10	59	59
8	4	4	37	37
9				
10	4	4	37	37
11	2,5	2,5	30	30
12	4	4	40	40
13	1,5	1,5	22	22
14	1,5	1,5	22	22
15				
16	1,5	1,5	22	22
17	1,5	1,5	20	20

Simb. N°	Posa cavi	Sigla cavo	Tipo cavo	Isolante
1	In tubo in aria	FG70R	Unip. con guaina	EPR
2				
3	In tubo interrato	FG70R	Multipolare	EPR
4	In tubi interrati a contatto (1 cavo per tubo)	FG70R	Unip. con guaina	EPR
5	In tubi interrati a contatto (1 cavo per tubo)	FG70R	Unip. con guaina	EPR
6	In tubi interrati a contatto (1 cavo per tubo)	FG70R	Unip. con guaina	EPR
7	In tubi interrati a contatto (1 cavo per tubo)	FG70R	Unip. con guaina	EPR
8	In tubo in aria	FG70R	Unip. con guaina	EPR
9				
10	In tubo in aria	FG70R	Unip. con guaina	EPR
11	In tubo in aria	FG70R	Multipolare	EPR
12	In tubo in aria	FG70R	Multipolare	EPR
13	In tubo in aria	FG70R	Multipolare	EPR
14	In tubo in aria	FG70R	Multipolare	EPR
15				
16	In tubo in aria	FG70R	Multipolare	EPR
17	In tubo in aria	FG70R	Unip. con guaina	EPR

Simb. N°	N° circ. raggr.	Lunghezza linea [m]	C.d.T. linea [%]	C.d.T. totale [%]	Lunghezza cablaggio [m]	Sezione cablaggio fase [mm²]	Sezione cablaggio neutro [mm²]	Potenza diss. cablaggio [W]	Codice morsetto
1	1	0,0	0,00 %	0,02 %	1,00	70	70	24,81	037166
2				0,02 %	1,00	50	50	14,04	
3	2	60,0	2,08 %	2,10 %	1,00	10	10	4,51	037164
4	2	100,0	1,94 %	1,96 %	1,00	25	25	10,46	037165
5	2	100,0	1,52 %	1,53 %	1,00	10	10	6,76	037164
6	2	100,0	1,94 %	1,96 %	1,00	25	25	10,46	037165
7	2	100,0	1,52 %	1,53 %	1,00	10	10	6,76	037164
8	1	1,0	0,00 %	0,02 %	1,00	10	10	6,76	037164
9				0,02 %	1,00	25	25	6,59	
10	1	20,0	0,92 %	0,94 %	1,00	10	10	6,76	037164
11	1	1,0	0,04 %	0,05 %	1,00	4	4	2,88	037162
12	1	30,0	1,93 %	1,95 %	1,00	6	6	1,91	037163
13	1	20,0	1,18 %	1,20 %	1,00	2,5	2,5	1,81	037161
14	1	20,0	1,18 %	1,20 %	1,00	2,5	2,5	1,81	037161
15				0,02 %	1,00	2,5	2,5	1,81	
16	1	20,0	0,00 %	0,02 %	1,00	2,5	2,5	0,65	037161
17	1	1,0	0,00 %	0,02 %	1,00	4	4	4,32	037162

RELAZIONE TECNICA IMPIANTI IDRAULICI DI CENTRALE E IRRIGAZIONE

Come per l'impianto elettrico, anche in questo caso si prevede il completo rifacimento a nuovo degli impianti idrici di centrale, da realizzare previo completo smantellamento e rimozione degli impianti esistenti.

Questi ultimi, infatti, oltre a un certo disordine nei circuiti idraulici, presentano le apparecchiature di pressurizzazione in condizioni di scarsa affidabilità ed evidente elevato grado di usura.

In particolare, l'alimentazione dell'impianto di irrigazione è attualmente affidata ad una sola elettropompa multistadio funzionante in parallelo ad un più vecchio gruppo di pressurizzazione con due pompe orizzontali che non sembra fornire sufficienti garanzie di affidabilità. L'alimentazione dei servizi sanitari degli spogliatoi è affidata ad una elettropompa orizzontale, anch'essa non in perfette condizioni di funzionamento.

I gruppi di pompaggio esistenti saranno, quindi, sostituiti con nuove componenti aventi le seguenti caratteristiche:

Per l'impianto di irrigazione

Gruppo di pressurizzazione preassemblato, completamente automatico a velocità variabile con controllo inverter su ogni elettropompa, con n. 2 elettropompe verticali multistadio, prestazioni idrauliche del gruppo portata 5-22 m³/h con prevalenza 140-70 m.c.a., avente controllo con regolazione del valore di pressione costante, scambio ciclico delle pompe e protezione contro la marcia a secco, completo di quadro di comando, sensori di pressione, collettori di aspirazione e di mandata, valvole di intercettazione e di ritegno, vasi di espansione a membrana. Il gruppo è dotato di due elettropompe, ciascuna avente caratteristiche tali da garantire autonomamente in caso di guasto il servizio di irrigazione degli impianti esistenti; mentre le caratteristiche di portata e prevalenza complessive sono state scelte al fine di soddisfare il nuovo circuito di irrigazione a servizio della fascia erbosa perimetrale alle piste di atletica. **Il controllo completamente automatico della velocità delle pompe, con regolazione per funzionamento a pressione costante, garantisce la massima efficienza e durata nel tempo del gruppo e sensibile contenimento del consumo di energia elettrica rispetto alla configurazione attuale.**

Per i servizi sanitari degli spogliatoi

Gruppo di pressurizzazione integrato completamente automatico, composto da una elettropompa monofase a velocità variabile con dispositivo elettronico per il controllo a pressione costante, portata 40-120 l/min con prevalenza 49,9-21,2 m.c.a., motore monofase da 1,10 kW, completamente preassemblato, completo di vaso di espansione a membrana da 8 litri, manometro.

Per l'alimentazione dei servizi sanitari è stato, inoltre, previsto un serbatoio di riserva idrica indipendente rispetto alla vasca interrata, della capacità di 1500 litri.

I nuovi circuiti idraulici di centrale, come illustrati nella tavola di progetto allegata, sono previsti all'interno del locale in tubo di acciaio zincato senza saldatura tipo Mannesmann, con giunzioni a vite e manicotto, a norma UNI 8863. Le tubazioni esterne interrate sono, invece, previste in tubo di polietilene ad alta densità PEad PN 16, a norma UNI EN 12201. I collegamenti tra le tubazioni in acciaio e le tubazioni in polietilene saranno realizzati mediante l'interposizione di giunto di transizione.

Il rifacimento degli impianti di centrale prevede anche la completa sostituzione delle centrali di controllo degli impianti di irrigazione e dei relativi accessori. In particolare, sarà sostituita la centrale di controllo degli impianti di irrigazione esistenti; la nuova centrale sarà caratterizzata anche da un maggior numero di stazioni programmabili e sarà completa del kit per il comando delle valvole idrauliche. L'intervento dovrà prevedere le modifiche e integrazioni necessarie al collegamento ai circuiti esistenti, compresi tutti gli accessori idraulici e gli organi in campo quali, sonde, sensori di pressione, apparecchi di misura e controllo.

Una nuova centrale di controllo sarà, invece, prevista per l'impianto di irrigazione della fascia erbosa perimetrale alle piste di atletica.

Impianto di irrigazione della fascia erbosa

L'impianto sarà realizzato mediante irrigatori dinamici con ugello ad arco variabile con getto a 180° e raggio di copertura di circa 2,4 m. Gli irrigatori daranno disposti su entrambi i lati della fascia in posizione alternata (quinconce) a distanza di circa 3,0 m (6,0 m per quelli sullo stesso lato) in modo da coprire l'intera superficie della fascia erbosa con la minima sovrapposizione.

Lo sviluppo della fascia erbosa sarà diviso in due settori di lunghezza sostanzialmente simile, ciascuno dei quali sarà alimentato da una propria linea uscente dalla centrale idrica e singolarmente intercettata da elettrovalvola per la programmazione oraria dalla centrale di controllo.

Lo sviluppo del circuito idraulico e la disposizione degli irrigatori sono illustrati nella tavola di progetto allegata, mentre nel seguito si produce la relazione di calcolo del circuito.

Riferimenti normativi

UNI 9182 - Edilizia - Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.

UNI 9338 -Tubi di materie plastiche per condotte di fluidi caldi sotto pressione. Tubi di polietilene reticolato (PE-X). Tipi, dimensioni e requisiti;

UNI 9349 -Tubi di polietilene reticolato (PE-X) per condotte di fluidi caldi sotto pressione. Metodi di prova.

UNI 7611 - Tubi di polietilene ad alta densità per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e requisiti;

UNI 7612 - Raccordi di polietilene ad alta densità per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e requisiti;

UNI 7613 - Tubi di polietilene ad alta densità per condotte di scarico interrate. Tipi, dimensioni e requisiti;

UNI 7615 - Tubi di polietilene ad alta densità. Metodi di prova;

UNI 7616 - Raccordi di polietilene ad alta densità per condotte di fluidi in pressione. Metodi di prova.

UNI 8318 - Tubi di polipropilene (PP) per condotte di fluidi in pressione. Tipi, dimensioni e requisiti;

UNI 8321 - Tubi di polipropilene (PP). Metodi di prova.

Dimensionamento della nuova rete di irrigazione

Ugelli erogatori	tipo ad arco variabile angolo del getto 180° raggio di copertura 2,4 m portata nominale 2,7 l/min con pressione di 2,4 bar fattore $K \geq 1,74$
Tubazioni	PEad PN 16 UNI EN 12201
Alimentazione	da gruppo di pressurizzazione in centrale pressione disponibile 7 bar
Lunghezza settore	max 235 m (settore lato sx)
Interasse irrigatori	3,0 m
Numero irrigatori	74 erogatori (settore lato sx)
Portata teorica di progetto	200 l/min

Per il calcolo di dimensionamento della rete sono state utilizzate le unità di misura del sistema metrico internazionale (S.I.).

Il procedimento è illustrato nella tabella allegata, nella quale sono esposti i dati del calcolo per ciascun nodo e tronco della rete.

L'identificazione dei nodi e dei tronchi della rete fa riferimento allo schema allegato nella tavola di progetto.

Sull'ultima riga, corrispondente al punto di alimentazione della rete a valle dell'elettrovalvola in centrale, si leggono:

- la portata reale di progetto per collettore = **211,1 l/min** (pari a 12,67 m³/h)
- la pressione richiesta = **3,45 bar**

Nel calcolo della portata erogata dagli ugelli erogatori, con esclusione dell'ultimo, si è considerata applicata la pressione normale (Pn), al netto della pressione dinamica (Pv).

Le correzioni di portata sono risultate sempre modeste (complessivamente contenute entro il 5% della portata teorica), in quanto la velocità dell'acqua nelle tubazioni risultata sempre inferiore al limite previsto dalla norma che consente di trascurare l'influenza della pressione dinamica.

Legenda simboli

Per la migliore lettura della tabella allegata, si riporta nel seguito la legenda dei simboli e delle formule adottati per l'esposizione dei dati di calcolo.

nodo o tronco =	i numeri 1,2,...n, identificano i singoli ugelli nebulizzatori o gli altri nodi della rete; le lettere a,b,...f, identificano i tronchi della rete
portata nodo =	portata spillata dall'ugello o derivata dal nodo
portata totale =	portata nel tronco della rete
perdite localizzate T =	derivazione a T
C =	curva

V =	valvola
Lunghezza totale =	somma della lunghezza effettiva del tronco e della lunghezza equivalente per perdite localizzate
Perdite distribuite =	calcolate con la formula di Hazen e Williams per tubazioni in pead, coefficiente $C = 150$
Pressione totale P_t =	$P_e + P_f$ (con eccezione dell'ultimo ugello al quale è applicata la pressione nominale)
Dislivello P_e =	differenza di quota tra nodo iniziale e nodo finale del tronco
Perdite nel tronco P_f =	prodotto della lunghezza totale per le perdite distribuite
Pressione dinamica P_v =	determinata con riferimento alla portata e al diametro del tronco a monte della derivazione
Pressione normale P_n =	$P_t - P_v$, pressione applicata all'ugello o alla derivazione
Fattore K =	$Q/P_t^{0,5}$, dove Q e P_t sono rispettivamente la portata e la pressione totale nel tronco a monte della derivazione
Verifica portata =	$k \cdot P_n^{0,5}$, dove P_n è la pressione normale applicata alla lancia o alla derivazione
Verifica velocità =	nelle ultime tre colonne della tabella è riportata la verifica della condizione $v \leq 2,7 \cdot P_t^{0,5}$, richiesta per potere trascurare gli effetti della pressione dinamica P_v . Ai fini dell'applicazione della formula, i valori di velocità e pressione già calcolati sono trasformati nelle unità di misura del sistema anglosassone (U.S.)

Tabella di calcolo dimensionamento rete irrigazione fascia erbosa perimetrale

Impianto con irrigatori dinamici e ugelli ad arco variabile

Tubazioni in polietilene alta densità Pead PN 16

Ugelli con getto raggio 2,4 m, portata 2,7 l/min con pressione 2,4 bar all'irrigatore, angolo getto 180°

TUBAZIONE			PORTATA E PERDITE							PRESSIONI				VERIFICA PORTATA				VERIFICA VELOCITA'		
Nodo o Tronco	diametro	Diametro interno	portata nodo [l/1]	portata totale[l/1]	velocità [m/s]	perdite localizzate	l equivalente [m]	l tronco [m]	l totale [m]	perdite distribuite [bar/m]	pressione totale [bar]	dislivello Pe [bar]	perdite nel tronco Pf [bar]	pressione Pv [bar]	pressione Pn [bar]	fattore K	verifica portata [l/1]	velocità [ft/s]	pressione totale Pt [psi]	verifica v < 2,7xPv ^{0,5}
1	17	13	2,70	2,7	0,339	1T	1,50	1,20	2,70	0,001	2,400	0,000	0,004		2,400	1,74	2,700	1,1	34,8	SI
a	75	61,4	0,00	2,7	0,015		0,00	3,00	3,00	0,000	2,404	0,000	0,000					0,0	34,9	SI
2	17	13	2,70	5,4	0,340	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,404	0,000	0,006					1,1	34,9	SI
b	75	61,4	0,00	5,4	0,030		0,00	3,00	3,00	0,000	2,409	0,000	0,000	0,000	2,409	1,74	2,703	0,1	34,9	SI
3	17	13	2,71	8,1	0,340	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,409	0,000	0,006					1,1	34,9	SI
c	75	61,4	0,00	8,1	0,046		0,00	3,00	3,00	0,000	2,415	0,000	0,000	0,000	2,415	1,74	2,706	0,1	35,0	SI
4	17	13	2,71	10,8	0,340	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,415	0,000	0,006					1,1	35,0	SI
d	75	61,4	0,00	10,8	0,061		0,00	3,00	3,00	0,000	2,420	0,000	0,000	0,000	2,420	1,74	2,709	0,2	35,1	SI
5	17	13	2,71	13,5	0,341	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,420	0,000	0,006					1,1	35,1	SI
e	75	61,4	0,00	13,5	0,076		0,00	3,00	3,00	0,000	2,426	0,000	0,000	0,000	2,426	1,74	2,712	0,2	35,2	SI
6	17	13	2,72	16,2	0,341	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,426	0,000	0,006					1,1	35,2	SI
f	75	61,4	0,00	16,2	0,091		0,00	3,00	3,00	0,000	2,431	0,000	0,000	0,000	2,431	1,74	2,716	0,3	35,3	SI
7	17	13	2,72	19,0	0,342	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,432	0,000	0,006					1,1	35,3	SI
g	75	61,4	0,00	19,0	0,107		0,00	3,00	3,00	0,000	2,437	0,000	0,000	0,000	2,437	1,74	2,719	0,4	35,3	SI
8	17	13	2,72	21,7	0,342	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,437	0,000	0,006					1,1	35,3	SI
h	75	61,4	0,00	21,7	0,122		0,00	3,00	3,00	0,000	2,443	0,000	0,000	0,000	2,443	1,74	2,722	0,4	35,4	SI
9	17	13	2,73	24,4	0,342	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,443	0,000	0,006					1,1	35,4	SI
i	75	61,4	0,00	24,4	0,137		0,00	3,00	3,00	0,000	2,448	0,000	0,000	0,000	2,448	1,74	2,725	0,5	35,5	SI
10	17	13	2,73	27,1	0,343	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,449	0,000	0,006					1,1	35,5	SI
j	75	61,4	0,00	27,1	0,153		0,00	3,00	3,00	0,000	2,454	0,000	0,000	0,000	2,454	1,74	2,728	0,5	35,6	SI
11	17	13	2,73	29,9	0,343	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,455	0,000	0,006					1,1	35,6	SI
k	75	61,4	0,00	29,9	0,168		0,00	3,00	3,00	0,000	2,460	0,000	0,000	0,000	2,460	1,74	2,732	0,6	35,7	SI
12	17	13	2,74	32,6	0,344	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,460	0,000	0,006					1,1	35,7	SI
l	75	61,4	0,00	32,6	0,184		0,00	3,00	3,00	0,000	2,466	0,000	0,000	0,000	2,466	1,74	2,735	0,6	35,8	SI
13	17	13	2,74	35,3	0,344	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,466	0,000	0,006					1,1	35,8	SI
m	75	61,4	0,00	35,3	0,199		0,00	3,00	3,00	0,000	2,472	0,000	0,000	0,000	2,472	1,74	2,738	0,7	35,8	SI
14	17	13	2,74	38,1	0,344	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,472	0,000	0,006					1,1	35,8	SI

TUBAZIONE			PORTATA E PERDITE							PRESSIONI				VERIFICA PORTATA				VERIFICA VELOCITA'		
Nodo o Tronco	diametro	Diametro interno	portata nodo [l/1]	portata totale[l/1]	velocità [m/s]	perdite localizzate	l equivalente [m]	l tronco [m]	l totale [m]	perdite distribuite [bar/m]	pressione totale Pt [bar]	dislivello Pe [bar]	perdite nel tronco Pf [bar]	pressione dinamica Pv [bar]	pressione normale Pn [bar]	fattore K	verifica portata [l/1]	velocità [ft/s]	pressione totale Pt [psi]	verifica v < 2,7xP _{tot} ^{0,5}
n	75	61,4	0,00	38,1	0,214		0,00	3,00	3,00	0,000	2,478	0,000	0,000	0,000	2,478	1,74	2,741	0,7	35,9	SI
15	17	13	2,75	40,8	0,345	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,478	0,000	0,006					1,1	35,9	SI
o	75	61,4	0,00	40,8	0,230		0,00	3,00	3,00	0,000	2,484	0,000	0,000	0,000	2,484	1,74	2,745	0,8	36,0	SI
16	17	13	2,75	43,6	0,345	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,485	0,000	0,006					1,1	36,0	SI
p	75	61,4	0,00	43,6	0,245		0,00	3,00	3,00	0,000	2,490	0,000	0,001	0,000	2,490	1,74	2,748	0,8	36,1	SI
17	17	13	2,75	46,3	0,346	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,491	0,000	0,006					1,1	36,1	SI
q	75	61,4	0,00	46,3	0,261		0,00	8,70	8,70	0,000	2,496	0,000	0,002	0,000	2,496	1,74	2,752	0,9	36,2	SI
18	17	13	2,76	49,1	0,346	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,498	0,000	0,006					1,1	36,2	SI
r	75	61,4	0,00	49,1	0,276		0,00	3,00	3,00	0,000	2,504	0,000	0,001	0,000	2,504	1,74	2,756	0,9	36,3	SI
19	17	13	2,76	51,8	0,347	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,505	0,000	0,006					1,1	36,3	SI
s	75	61,4	0,00	51,8	0,292		0,00	3,00	3,00	0,000	2,510	0,000	0,001	0,000	2,510	1,74	2,759	1,0	36,4	SI
20	17	13	2,76	54,6	0,347	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,511	0,000	0,006					1,1	36,4	SI
t	75	61,4	0,00	54,6	0,308		0,00	3,00	3,00	0,000	2,517	0,000	0,001	0,000	2,517	1,74	2,763	1,0	36,5	SI
21	17	13	2,77	57,4	0,347	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,518	0,000	0,006					1,1	36,5	SI
u	75	61,4	0,00	57,4	0,323		0,00	3,00	3,00	0,000	2,523	0,000	0,001	0,000	2,523	1,74	2,766	1,1	36,6	SI
22	17	13	2,77	60,1	0,348	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,524	0,000	0,006					1,1	36,6	SI
w	75	61,4	0,00	60,1	0,339		0,00	3,00	3,00	0,000	2,530	0,000	0,001	0,000	2,530	1,74	2,770	1,1	36,7	SI
23	17	13	2,77	62,9	0,348	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,531	0,000	0,006					1,1	36,7	SI
x	75	61,4	0,00	62,9	0,354		0,00	3,00	3,00	0,000	2,537	0,000	0,001	0,000	2,537	1,74	2,774	1,2	36,8	SI
24	17	13	2,78	65,7	0,349	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,538	0,000	0,006					1,1	36,8	SI
y	75	61,4	0,00	65,7	0,370		0,00	3,00	3,00	0,000	2,544	0,000	0,001	0,000	2,544	1,74	2,778	1,2	36,9	SI
25	17	13	2,78	68,5	0,349	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,545	0,000	0,006					1,1	36,9	SI
z	75	61,4	0,00	68,5	0,386		0,00	3,00	3,00	0,000	2,551	0,000	0,001	0,000	2,551	1,74	2,781	1,3	37,0	SI
26	17	13	2,79	71,3	0,350	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,552	0,000	0,006					1,1	37,0	SI
a1	75	61,4	0,00	71,3	0,401		0,00	3,00	3,00	0,000	2,558	0,000	0,001	0,000	2,558	1,74	2,785	1,3	37,1	SI
27	17	13	2,79	74,1	0,350	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,559	0,000	0,006					1,1	37,1	SI
b1	75	61,4	0,00	74,1	0,417		0,00	3,00	3,00	0,000	2,565	0,000	0,001	0,000	2,565	1,74	2,789	1,4	37,2	SI
28	17	13	2,79	76,8	0,351	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,566	0,000	0,006					1,2	37,2	SI
c1	75	61,4	0,00	76,8	0,433		0,00	3,00	3,00	0,001	2,572	0,000	0,002	0,000	2,572	1,74	2,793	1,4	37,3	SI
29	17	13	2,80	79,6	0,351	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,574	0,000	0,006					1,2	37,3	SI
d1	75	61,4	0,00	79,6	0,449		0,00	3,00	3,00	0,001	2,580	0,000	0,002	0,000	2,580	1,74	2,797	1,5	37,4	SI
30	17	13	2,80	82,4	0,352	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,581	0,000	0,006					1,2	37,4	SI
e1	75	61,4	0,00	82,4	0,464		0,00	3,00	3,00	0,001	2,587	0,000	0,002	0,000	2,587	1,74	2,801	1,5	37,5	SI
31	17	13	2,81	85,2	0,352	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,589	0,000	0,006					1,2	37,5	SI

TUBAZIONE			PORTATA E PERDITE							PRESSIONI				VERIFICA PORTATA				VERIFICA VELOCITA'		
Nodo o Tronco	diametro	Diametro interno	portata nodo [l/1]	portata totale[l/1]	velocità [m/s]	perdite localizzate	l equivalente [m]	l tronco [m]	l totale [m]	perdite distribuite [bar/m]	pressione totale [bar]	dislivello Pe [bar]	perdite nel tronco [bar]	pressione dinamica Pv [bar]	pressione normale Pn [bar]	fattore K	verifica portata [l/1]	velocità [ft/s]	pressione totale [psi]	verifica v < 2,7xP _{nt} 0,5
f1	75	61,4	0,00	85,2	0,480		0,00	3,00	3,00	0,001	2,595	0,000	0,002	0,000	2,595	1,74	2,805	1,6	37,6	SI
32	17	13	2,81	88,1	0,353	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,597	0,000	0,006					1,2	37,7	SI
g1	75	61,4	0,00	88,1	0,496		0,00	3,00	3,00	0,001	2,603	0,000	0,002	0,000	2,603	1,74	2,810	1,6	37,7	SI
33	17	13	2,81	90,9	0,354	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,605	0,000	0,006					1,2	37,8	SI
h1	75	61,4	0,00	90,9	0,512		0,00	3,00	3,00	0,001	2,611	0,000	0,002	0,000	2,611	1,74	2,814	1,7	37,9	SI
34	17	13	2,82	93,7	0,354	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,613	0,000	0,006					1,2	37,9	SI
i1	75	61,4	0,00	93,7	0,528	2C	3,60	10,30	13,90	0,001	2,619	0,000	0,010	0,000	2,619	1,74	2,818	1,7	38,0	SI
35	17	13	2,83	96,5	0,355	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,629	0,000	0,006					1,2	38,1	SI
j1	75	61,4	0,00	96,5	0,544		0,00	3,00	3,00	0,001	2,635	0,000	0,002	0,000	2,635	1,74	2,827	1,8	38,2	SI
36	17	13	2,83	99,3	0,356	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,637	0,000	0,006					1,2	38,2	SI
k1	75	61,4	0,00	99,3	0,560		0,00	3,00	3,00	0,001	2,643	0,000	0,003	0,000	2,643	1,74	2,831	1,8	38,3	SI
37	17	13	2,84	102,2	0,356	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,646	0,000	0,006					1,2	38,4	SI
l1	75	61,4	0,00	102,2	0,575		0,00	3,00	3,00	0,001	2,652	0,000	0,003	0,000	2,652	1,74	2,836	1,9	38,5	SI
38	17	13	2,84	105,0	0,357	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,655	0,000	0,006					1,2	38,5	SI
m1	75	61,4	0,00	105,0	0,591		0,00	3,00	3,00	0,001	2,661	0,000	0,003	0,000	2,661	1,74	2,841	1,9	38,6	SI
39	17	13	2,85	107,9	0,357	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,663	0,000	0,006					1,2	38,6	SI
n1	75	61,4	0,00	107,9	0,607		0,00	3,00	3,00	0,001	2,669	0,000	0,003	0,001	2,668	1,74	2,845	2,0	38,7	SI
40	17	13	2,85	110,7	0,358	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,672	0,000	0,006					1,2	38,7	SI
o1	75	61,4	0,00	110,7	0,624		0,00	3,00	3,00	0,001	2,678	0,000	0,003	0,001	2,677	1,74	2,850	2,0	38,8	SI
41	17	13	2,85	113,6	0,359	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,681	0,000	0,006					1,2	38,9	SI
p1	75	61,4	0,00	113,6	0,640		0,00	3,00	3,00	0,001	2,688	0,000	0,003	0,001	2,687	1,74	2,854	2,1	39,0	SI
42	17	13	2,86	116,4	0,359	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,691	0,000	0,006					1,2	39,0	SI
q1	75	61,4	0,00	116,4	0,656		0,00	3,00	3,00	0,001	2,697	0,000	0,003	0,001	2,696	1,74	2,859	2,1	39,1	SI
43	17	13	2,86	119,3	0,360	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,700	0,000	0,006					1,2	39,2	SI
r1	75	61,4	0,00	119,3	0,672		0,00	3,00	3,00	0,001	2,706	0,000	0,004	0,001	2,705	1,74	2,864	2,2	39,2	SI
44	17	13	2,87	122,2	0,360	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,710	0,000	0,006					1,2	39,3	SI
s1	75	61,4	0,00	122,2	0,688		0,00	3,00	3,00	0,001	2,716	0,000	0,004	0,001	2,715	1,74	2,869	2,3	39,4	SI
45	17	13	2,88	125,0	0,361	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,720	0,000	0,006					1,2	39,4	SI
t1	75	61,4	0,00	125,0	0,704		0,00	3,00	3,00	0,001	2,726	0,000	0,004	0,001	2,725	1,74	2,875	2,3	39,5	SI
46	17	13	2,88	127,9	0,362	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,730	0,000	0,006					1,2	39,6	SI
u1	75	61,4	0,00	127,9	0,720		0,00	3,00	3,00	0,001	2,736	0,000	0,004	0,001	2,734	1,74	2,880	2,4	39,7	SI
47	17	13	2,89	130,8	0,362	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,740	0,000	0,006					1,2	39,7	SI
w1	75	61,4	0,00	130,8	0,737		0,00	3,00	3,00	0,001	2,746	0,000	0,004	0,001	2,745	1,74	2,885	2,4	39,8	SI
48	17	13	2,89	133,7	0,363	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,750	0,000	0,006					1,2	39,9	SI

TUBAZIONE			PORTATA E PERDITE							PRESSIONI				VERIFICA PORTATA				VERIFICA VELOCITA'		
Nodo o Tronco	diametro	Diametro interno	portata nodo [l/s]	portata totale[l/s]	velocità [m/s]	perdite localizzate	l equivalente [m]	l tronco [m]	l totale [m]	perdite distribuite [bar/m]	pressione totale [bar]	dislivello Pe [bar]	perdite nel tronco [bar]	pressione dinamica Pv [bar]	pressione normale Pn [bar]	fattore K	verifica portata [l/s]	velocità [ft/s]	pressione totale [psi]	verifica v < 2,7xPv0,5
x1	75	61,4	0,00	133,7	0,753		0,00	3,00	3,00	0,001	2,756	0,000	0,004	0,001	2,755	1,74	2,891	2,5	40,0	SI
49	17	13	2,90	136,6	0,364	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,761	0,000	0,006					1,2	40,0	SI
y1	75	61,4	0,00	136,6	0,769		0,00	3,00	3,00	0,002	2,767	0,000	0,005	0,002	2,766	1,74	2,896	2,5	40,1	SI
50	17	13	2,90	139,5	0,365	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,772	0,000	0,006					1,2	40,2	SI
z1	75	61,4	0,00	139,5	0,786		0,00	3,00	3,00	0,002	2,778	0,000	0,005	0,002	2,776	1,74	2,902	2,6	40,3	SI
51	17	13	2,91	142,4	0,365	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,783	0,000	0,006					1,2	40,3	SI
a2	75	61,4	0,00	142,4	0,802		0,00	3,00	3,00	0,002	2,789	0,000	0,005	0,002	2,787	1,74	2,908	2,6	40,4	SI
52	17	13	2,91	145,3	0,366	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,794	0,000	0,006					1,2	40,5	SI
b2	75	61,4	0,00	145,3	0,818		0,00	3,00	3,00	0,002	2,800	0,000	0,005	0,002	2,798	1,74	2,913	2,7	40,6	SI
53	17	13	2,92	148,2	0,367	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,805	0,000	0,006					1,2	40,7	SI
c2	75	61,4	0,00	148,2	0,835		0,00	3,00	3,00	0,002	2,811	0,000	0,005	0,002	2,810	1,74	2,919	2,7	40,8	SI
54	17	13	2,93	151,2	0,367	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,817	0,000	0,006					1,2	40,8	SI
d2	75	61,4	0,00	151,2	0,851		0,00	3,00	3,00	0,002	2,823	0,000	0,005	0,002	2,821	1,74	2,925	2,8	40,9	SI
55	17	13	2,93	154,1	0,368	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,829	0,000	0,006					1,2	41,0	SI
e2	75	61,4	0,00	154,1	0,868		0,00	3,00	3,00	0,002	2,835	0,000	0,006	0,002	2,833	1,74	2,931	2,8	41,1	SI
56	17	13	2,94	157,0	0,369	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,841	0,000	0,006					1,2	41,2	SI
f2	75	61,4	0,00	157,0	0,884		0,00	3,00	3,00	0,002	2,847	0,000	0,006	0,002	2,845	1,74	2,937	2,9	41,3	SI
57	17	13	2,94	160,0	0,370	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,853	0,000	0,006					1,2	41,4	SI
g2	75	61,4	0,00	160,0	0,901		0,00	3,00	3,00	0,002	2,859	0,000	0,006	0,002	2,857	1,74	2,944	3,0	41,5	SI
58	17	13	2,95	162,9	0,371	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,865	0,000	0,006					1,2	41,5	SI
h2	75	61,4	0,00	162,9	0,918		0,00	3,00	3,00	0,002	2,872	0,000	0,006	0,002	2,870	1,74	2,950	3,0	41,6	SI
59	17	13	2,96	165,9	0,371	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,878	0,000	0,006					1,2	41,7	SI
i2	75	61,4	0,00	165,9	0,934		0,00	3,00	3,00	0,002	2,885	0,000	0,006	0,002	2,882	1,74	2,957	3,1	41,8	SI
60	17	13	2,96	168,8	0,372	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,891	0,000	0,007					1,2	41,9	SI
j2	75	61,4	0,00	168,8	0,951		0,00	3,00	3,00	0,002	2,898	0,000	0,007	0,002	2,895	1,74	2,963	3,1	42,0	SI
61	17	13	2,97	171,8	0,373	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,904	0,000	0,007					1,2	42,1	SI
k2	75	61,4	0,00	171,8	0,968		0,00	3,00	3,00	0,002	2,911	0,000	0,007	0,002	2,908	1,74	2,970	3,2	42,2	SI
62	17	13	2,98	174,8	0,374	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,918	0,000	0,007					1,2	42,3	SI
l2	75	61,4	0,00	174,8	0,984		0,00	3,00	3,00	0,002	2,924	0,000	0,007	0,002	2,922	1,74	2,977	3,2	42,4	SI
63	17	13	2,98	177,8	0,375	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,931	0,000	0,007					1,2	42,5	SI
m2	75	61,4	0,00	177,8	1,001		0,00	3,00	3,00	0,002	2,938	0,000	0,007	0,003	2,935	1,74	2,984	3,3	42,6	SI
64	17	13	2,99	180,8	0,376	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,945	0,000	0,007					1,2	42,7	SI
n2	75	61,4	0,00	180,8	1,018		0,00	3,00	3,00	0,003	2,952	0,000	0,008	0,003	2,949	1,74	2,991	3,3	42,8	SI
65	17	13	3,00	183,8	0,377	1T	1,50	1,20	2,70	0,002	2,960	0,000	0,007					1,2	42,9	SI

[illegible]