

Indice

Indice.....	1
1. Introduzione	2
2. Descrizione intervento	2
3. Impianto di condizionamento ambienti.....	2
3.1. Descrizione impianto.....	2
3.2. Dimensionamento.....	2
3.2.1. Calcolo dispersioni.....	2
3.2.2. Dimensionamento dei corpi scaldanti	3
3.2.3. Dimensionamento tubazioni	9
3.2.4. Isolamento delle tubazioni di distribuzione	12
3.2.5. Dimensionamento collettori.....	12
4- Impianto idrico-sanitario	13
4.1. Descrizione impianto.....	13
5- Impianto elettrico.....	13
5.1. Descrizione generale:	13
5.2. Calcolo delle potenze installate dell'impianto di illuminazione e <i>FM</i>	14
5.3. Quadri elettrici.....	14
5.4. Calcolo illuminotecnico	16
5.5. Cavi elettrici	16
5.6. Impianti telefonico, trasmissione dati e speciali	36
5.7. Impianto di terra	36

1. Introduzione

L'intervento riguarda la fornitura e posa degli impianti tecnologici meccanici al servizio del piano primo dell'edificio comunale sito Via Dante n°25 nel comune di S.Giorgio C.se. L'edificio è formato da tre piani fuori terra ed un piano interrato. Al piano terreno i lavori programmati sono stati ultimati, oggetto del presente completamento è l'esecuzione degli impianti: termico, idrico sanitario ed elettrico del piano primo.

2. Descrizione intervento

Gli impianti in progetto si intendono realizzati secondo la migliore tecnica impiantistica, per essere consegnati all'Utente eseguiti secondo la "regola d'arte", così come prescritto dalla legge 46/90 come modificata dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

3. Impianto di condizionamento ambienti

3.1. *Descrizione impianto*

L'impianto di condizionamento sarà alimentato dalla caldaia esistente della potenzialità di circa 265 kW . La stessa caldaia servirà anche per alimentare gli altri piani e le strutture annesse al Comune. (biblioteca, ambulatorio medico ...)

Per quanto riguarda la circolazione del fluido sarà oggetto dei presenti lavori la realizzazione del tratto a partire dalla colonna montante predisposta per l'allaccio al piano primo del collettore di zona.

La distribuzione interna del fluido sarà fatta cercando di sfruttare il più possibile le tubazioni esistenti, anche in virtù del fatto che il corridoio presenta una pavimentazione di pregio che non si intende demolire, laddove non fosse possibile si integrerà con idonee tubazioni in multistrato o in rame opportunamente isolate.

I terminali dell'impianto saranno ventilconvettori negli uffici e radiatori nei locali servizi igienici. L'impianto dovrà essere predisposto per funzionare anche in modalità di refrigerazione per il periodo estivo.

3.2. *Dimensionamento*

3.2.1. *Calcolo dispersioni*

Il calcolo delle dispersioni per ogni singolo locale è stato effettuato con l'ausilio di un programma di calcolo. Da questo dato si sono dimensionati i singoli corpi scaldanti. I valori ottenuti sono riportati negli elaborati allegati. Una volta ottenuta la potenzialità di ogni singolo corpo scaldante si è proceduto andando ad individuare la portata richiesta e quindi il diametro delle tubazioni di collegamento. Il valore complessivo delle dispersioni per i locali oggetto di intervento sono di circa 20 kW.

3.2.2. Dimensionamento dei corpi scaldanti

DIMENSIONAMENTO	
Circuito di mandata	
MASSIMA VELOCITÀ PER IL PERCORSO PIÙ SFAVORITO [m/s]:	1
MASSIMO DP [Pa/m]:	100
MASSIMA VELOCITÀ PER L'EQUILIBRATURA [m/s]:	2
MASSIMO DP [Pa/m]:	400

L' asterisco (*) indica il tronco estremo del percorso più sfavorito della rete.

TRONCO N.	TUBO CODICE	DIAMETRO CODICE	VELOCITÀ [m/s]	PORTATA [l/s]	LUNGH. [m]	DH [m]	DP DISTRIB. [kPa]	DP LOCALIZ. [kPa]	DP TOTALI [kPa]	DP PROGRES. [kPa]	SQUILIB. [kPa]	TERMIN. CODICE
1	1	DN 32	0.1	0.14	28.35	3.57	3.6	0.8	4.4	4.4	0	
2	1	DN 32	0.1	0.13	0.15	-0.04	0	0	0	4.5	0	
20	1	DN 10	0.1	0.01	11.59	-0.03	0.1	0.2	0.3	4.7	3.3	Fan - 19
19	1	DN 10	0.1	0.01	4.5	-0.03	0	0.2	0.3	4.7	3.3	Fan - 21
18	1	DN 10	0.1	0.01	7.88	-0.03	0.1	0.2	0.3	4.8	3.3	Fan - 22
17	1	DN 10	0.1	0.01	21.15	-0.03	0.1	0.2	0.3	4.8	3.3	Fan - 18
16	1	DN 10	0.1	0.01	17.74	-0.03	0.1	0.2	0.3	4.8	3.3	Fan - 20
15	1	DN 10	0.1	0.01	7.75	0.02	0.1	0.2	0.2	4.7	1.4	Fan - 3
14	1	DN 10	0.1	0.01	8.17	0.02	0.1	0.2	0.2	4.7	1.4	Fan - 13
13	1	DN 10	0.1	0.01	11.78	0.02	0.1	0.2	0.2	4.7	1.3	Fan - 12
12	1	DN 10	0	0.01	17.36	0.02	0.1	0.1	0.2	4.7	1.3	Fan - 6
8	1	DN 10	0.1	0.01	16.38	-0.18	0.1	0.2	0.3	4.7	0.9	Fan - 1
7	1	DN 10	0.1	0.01	13.5	0.02	0.1	0.2	0.3	4.8	0.9	Fan - 4
6	1	DN 10	0.1	0.01	14.36	0.02	0.1	0.2	0.3	4.7	0.8	Fan - 7
5	1	DN 10	0.1	0.01	22.27	0.02	0.3	0.4	0.6	5.1	0.6	Fan - 5
4	1	DN 10	0.1	0.01	11.31	0.02	0.1	0.2	0.3	4.8	0	Fan - 14
3*	1	DN 10	0.1	0.01	12.74	0.02	0.1	0.2	0.3	4.8	0	Fan - 8
9	2	16	0.1	0.02	13.4	0	0.5	0.1	0.7	5.1	0	
11	2	16	0.1	0.01	2.07	0.35	0	0.1	0.1	5.2	1	Rad - 16
10	2	16	0.1	0.01	3.34	0.35	0	0.1	0.1	5.2	1	Rad - 15

PRINCIPALI RISULTATI DI CALCOLO	
PORTATA TOTALE [l/s]:	0.14
PORTATA TOTALE [kg/s]:	0.1
DP TOTALE (PERCORSO SFAVORITO + DP TERMINALE) [kPa]:	10.46
DP TOTALE (PERCORSO SFAVORITO + DP TERMINALE) [kPa]:	10.46

PERDITE LOCALIZZATE

Circuito di mandata								
TRONCO N	TIPO	DIAMETRO	VELOCITÀ [m/s]	ASHRAE X	ASHRAE Y	COEFF K	P.DINAM [Pa]	PERDITA [kPa]
1	Adattatore	DN 10	1	90.000	8.100	0.787	496.1	0.4
	Curva	DN 10	1	1.000	37.000	1.240	496.1	0
	Curva	DN 32	0.1	1.000	37.000	1.240	5	0
	Adattatore	DN 20	0.4	90.000	2.830	0.141	79.4	0
	Curva	DN 20	0.4	1.000	22.000	1.620	79.4	0.1
	Curva	DN 20	0.4	1.000	22.000	1.620	79.4	0.1
	Curva	DN 20	0.4	1.000	22.000	1.620	79.4	0.1
	Adattatore	DN 32	0.4	90.000	2.830	0.453	79.4	0
	Curva	DN 32	0.1	1.000	37.000	1.240	5	0
	Curva	DN 32	0.1	1.000	37.000	1.240	5	0
	Derivazione	DN 32	0.1	4.000	37.000	0.900	5	0
	Curva	DN 32	0.1	1.000	37.000	1.240	5	0
20	Adattatore	DN 32	0.2	90.000	1.750	0.120	19.8	0
	C – 1	DN 10	0.1				5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Adattatore	DN 10	0.1	90.000	1.710	0.320	5	0
	Fan – 19	DN 10	0				0	0.2
	C – 1	DN 10	0.1				5	0
19	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Adattatore	DN 10	0.1	90.000	1.710	0.320	5	0
	Fan – 21	DN 10	0				0	0.2
	C – 1	DN 10	0.1				5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
18	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Adattatore	DN 10	0.1	90.000	1.710	0.320	5	0
	Fan – 22	DN 10	0				0	0.2
	C – 1	DN 10	0.1				5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
17	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Adattatore	DN 10	0.1	90.000	1.710	0.320	5	0

[illegible]

	Adattatore	DN 10	0.1	90.000	1.710	0.320	5	0
	Fan - 1	DN 10	0				0	0.1
7	C - 1	DN 10	0.1				5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Adattatore	DN 10	0.1	90.000	1.710	0.320	5	0
	Fan - 4	DN 10	0				0	0.2
6	C - 1	DN 10	0.1				5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Adattatore	DN 10	0.1	90.000	1.710	0.320	5	0
	Fan - 7	DN 10	0				0	0.2
5	C - 1	DN 10	0.1				5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Adattatore	DN 10	0.1	90.000	1.710	0.320	5	0
	Fan - 5	DN 10	0.1				5	0.3
4	C - 1	DN 10	0.1				5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Adattatore	DN 10	0.1	90.000	1.710	0.320	5	0
	Fan - 14	DN 10	0				0	0.2
3	C - 1	DN 10	0.1				5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Curva	DN 10	0.1	1.000	13.000	2.260	5	0
	Adattatore	DN 10	0.1	90.000	1.710	0.320	5	0
	Fan - 8	DN 10	0				0	0.2
9	Derivazione	16	0.1	5.000	37.000	1.640	5	0
	Curva	16	0.1	1.000	12.000	2.340	5	0
	Curva	16	0.1	1.000	12.000	2.340	5	0

	Curva	16	0.1	1.000	12.000	2.340	5	0
	Curva	16	0.1	1.000	12.000	2.340	5	0
	Curva	16	0.1	1.000	12.000	2.340	5	0
	Adattatore	16	0.1	90.000	2.780	0.444	5	0
11	C – 2	16	0.1				5	0
	Curva	16	0.1	1.000	12.000	2.340	5	0
	Curva	16	0.1	1.000	12.000	2.340	5	0
	Curva	16	0.1	1.000	12.000	2.340	5	0
	Curva	16	0.1	1.000	12.000	2.340	5	0
	Curva	16	0.1	1.000	12.000	2.340	5	0
	Curva	16	0.1	1.000	12.000	2.340	5	0
	Adattatore	16	0.1	90.000	1.360	0.320	5	0
	Rad – 16	16	0.1				5	0.1
10	C – 2	16	0.1				5	0
	Curva	16	0.1	1.000	12.000	2.340	5	0
	Curva	16	0.1	1.000	12.000	2.340	5	0
	Curva	16	0.1	1.000	12.000	2.340	5	0
	Curva	16	0.1	1.000	12.000	2.340	5	0
	Adattatore	16	0.1	90.000	1.360	0.320	5	0
	Rad – 15	16	0.1				5	0.1

ventilo – ELENCO DEI TERMINALI

TERMIN. CODICE	TRONCO N.		DIAMETRO CODICE	PORTATA [l/s]	POTENZA [W]	PERDITE [kPa]	SBILANCIO [kPa]
	IN	OUT					
Rad - 15	10		DN 10	0.01	325.3	0	0.95
Rad - 16	11		DN 10	0.01	325.3	0	0.97
Fan - 5	5		1/2"	0.05	949.6	2.04	0.62
Fan - 6	12		1/2"	0.05	976.4	2.4	1.32
Fan - 8	3		1/2"	0.07	1073.5	4.54	0
Fan - 12	13		1/2"	0.02	659.2	0.67	1.32
Fan - 13	14		1/2"	0.02	659.2	0.67	1.36
Fan - 18	17		1/2"	0.02	649.3	0.65	3.27
Fan - 19	20		1/2"	0.03	787.3	0.94	3.32
Fan - 21	19		1/2"	0.07	1073.5	4.54	3.31
Fan - 22	18		1/2"	0.07	1073.5	4.54	3.28
Fan - 7	6		1/2"	0.03	787.3	0.94	0.84
Fan - 14	4		1/2"	0.07	1073.5	4.54	0.03
Fan - 1	8		1/2"	0.02	649.3	0.65	0.94
Fan - 3	15		1/2"	0.04	860	1.26	1.36
Fan - 4	7		1/2"	0.03	717.6	0.79	0.88
Fan - 20	16		1/2"	0.03	717.6	0.79	3.25
C - 2	9		DN 25	0.02	0	0	0
C - 1	2		DN 25	0.13	0	0	0

TOTALE FANCOILS INSTALLATI

DATI GENERALI					ESTATE								INVERNO					
					TOTALE		SENSIBILE		PORTATA		DP	DT	TOTALE		PORTATA		DP	DT
COD. AMB.	COD. FANCOIL	TAGLIA	V.	Q.A [%]	RICH. [W]	RESA [W]	RICH. [W]	RESA [W]	NOM. [l/s]	EFF. [l/s]	[kPa]	[°C]	RICH. [W]	RESA [W]	NOM. [l/s]	EFF. [l/s]	[kPa]	[°C]
(A-U1)- 5	Fan - 5	FCX 17	M	0	949.6	949.6	768.4	769.4	0.05	0	2.04	4.5	1311.8	1311.8	0.01	0	0.36	24.7
(A-U1)- 6	Fan - 6	FCX 17	M	0	976.4	976.4	894.3	781.5	0.05	0	2.4	4.3	666.2	666.2	0.01	0	0.18	24.7
(A-U1)- 9	Fan - 8	FCX 17	M	0	1073.5	1073.5	947	825.3	0.07	0	4.54	3.4	972.6	972.6	0.01	0	0.27	24.7
(A-U1)- 2	Fan - 12	FCX 17	M	0	659.2	659.2	545.5	656.5	0.02	0	0.67	6.7	777.7	777.7	0.01	0	0.21	24.7
(A-U1)- 2	Fan - 13	FCX 17	M	0	659.2	659.2	545.5	656.5	0.02	0	0.67	6.7	777.7	777.7	0.01	0	0.21	24.7
(A-U1)- 1	Fan - 18	FCX 17	M	0	639	649.3	566	649.3	0.02	0	0.65	6.8	756.6	756.6	0.01	0	0.21	24.7
(A-U1)- 8	Fan - 19	FCX 17	M	0	787.3	787.3	711.3	703.2	0.03	0	0.94	5.7	802.9	802.9	0.01	0	0.22	24.7
(A-U1)- 9	Fan - 21	FCX 17	M	0	1073.5	1073.5	947	825.3	0.07	0	4.54	3.4	972.6	972.6	0.01	0	0.27	24.7
(A-U1)- 9	Fan - 22	FCX 17	M	0	1073.5	1073.5	947	825.3	0.07	0	4.54	3.4	972.6	972.6	0.01	0	0.27	24.7
(A-U1)- 8	Fan - 7	FCX 17	M	0	787.3	787.3	711.3	703.2	0.03	0	0.94	5.7	802.9	802.9	0.01	0	0.22	24.7
(A-U1)- 9	Fan - 14	FCX 17	M	0	1073.5	1073.5	947	825.3	0.07	0	4.54	3.4	972.6	972.6	0.01	0	0.27	24.7
(A-U1)- 1	Fan - 1	FCX 17	M	0	639	649.3	566	649.3	0.02	0	0.65	6.8	756.6	756.6	0.01	0	0.21	24.7
(A-U1)- 3	Fan - 3	FCX 17	M	0	860	860	671.3	731.4	0.04	0	1.26	5.2	824	824	0.01	0	0.23	24.7
(A-U1)- 4	Fan - 4	FCX 17	M	0	717.6	717.6	586.5	677.3	0.03	0	0.79	6.2	847.3	847.3	0.01	0	0.23	24.7
(A-U1)- 4	Fan - 20	FCX 17	M	0	717.6	717.6	586.5	677.3	0.03	0	0.79	6.2	847.3	847.3	0.01	0	0.23	24.7

TOTALE RADIATORI INSTALLATI

1. Capacita' : Contenuto totale acqua [l] : 7.2

2. Caratteristiche Tecniche Dei Corpi Scaldanti Utilizzati

RADIATORI		ELEMENTI	
[N.]		[N.]	
2		4	
TOTALE ELEMENTI [N.] :		Totale Resa nominale [W] :	
8		832	

3.2.3. Dimensionamento tubazioni

DA COLLETTORE A CORPO SCALDANTE

Per la rete di distribuzione interna si riporta di seguito una tabella contenente le caratteristiche delle tubazioni dato il loro diametro. Attraverso i dati ivi contenuti e assicurandosi che le velocità all'interno delle tubazioni siano quelle indicate nella Tabella 2 sono stati dimensionati i tratti di tubazione. I diametri ottenuti sono riportati negli elaborati grafici.

Tabella 1: Perdite di carico continue tubi multistrato. Temperatura dell'acqua 80°C

r = perdite di carico continue, mm c.a./m				G = portate, l/h				v = velocità, m/s						
r	Oe	14	16	20	26	32	40	50	63	75	90	110	Oe	r
	OI	10	11,5	15	20	26	33	42	51	60	73	90	OI	
2	G	27	39	80	176	358	684	1.317	2.230	3.467	5.904	10.421	G	2
	v	0,09	0,10	0,13	0,16	0,19	0,22	0,26	0,30	0,34	0,39	0,46	v	
4	G	40	58	120	261	532	1.017	1.957	3.314	5.152	8.773	15.485	G	4
	v	0,14	0,16	0,19	0,23	0,28	0,33	0,39	0,45	0,51	0,58	0,68	v	
6	G	50	73	151	329	671	1.282	2.467	4.178	6.495	11.060	19.523	G	6
	v	0,18	0,20	0,24	0,29	0,35	0,42	0,49	0,57	0,64	0,73	0,85	v	
8	G	59	86	178	388	791	1.511	2.908	4.925	7.656	13.036	23.011	G	8
	v	0,21	0,23	0,28	0,34	0,41	0,49	0,58	0,67	0,75	0,87	1,00	v	
10	G	67	98	202	441	899	1.716	3.303	5.595	8.697	14.809	26.141	G	10
	v	0,24	0,26	0,32	0,39	0,47	0,56	0,66	0,76	0,85	0,98	1,14	v	
12	G	75	109	224	489	997	1.905	3.666	6.209	9.652	16.435	29.011	G	12
	v	0,26	0,29	0,35	0,43	0,52	0,62	0,73	0,84	0,95	1,09	1,27	v	
14	G	81	119	245	534	1.089	2.080	4.003	6.781	10.540	17.949	31.682	G	14
	v	0,29	0,32	0,38	0,47	0,57	0,68	0,80	0,92	1,04	1,19	1,38	v	
16	G	88	128	264	577	1.176	2.245	4.321	7.318	11.376	19.372	34.195	G	16
	v	0,31	0,34	0,42	0,51	0,62	0,73	0,87	1,00	1,12	1,29	1,49	v	
18	G	94	137	283	617	1.257	2.402	4.621	7.828	12.168	20.721	36.575	G	18
	v	0,33	0,37	0,44	0,55	0,66	0,78	0,93	1,06	1,20	1,38	1,60	v	
20	G	100	146	300	655	1.335	2.551	4.908	8.314	12.923	22.007	38.845	G	20
	v	0,35	0,39	0,47	0,58	0,70	0,83	0,98	1,13	1,27	1,46	1,70	v	
22	G	105	154	317	692	1.410	2.693	5.183	8.779	13.647	23.238	41.019	G	22
	v	0,37	0,41	0,50	0,61	0,74	0,87	1,04	1,19	1,34	1,54	1,79	v	
24	G	111	162	333	727	1.482	2.831	5.447	9.227	14.342	24.423	43.110	G	24
	v	0,39	0,43	0,52	0,64	0,78	0,92	1,09	1,25	1,41	1,62	1,88	v	
26	G	116	169	349	761	1.551	2.963	5.702	9.658	15.014	25.566	45.128	G	26
	v	0,41	0,45	0,55	0,67	0,81	0,96	1,14	1,31	1,47	1,70	1,97	v	
28	G	121	177	364	794	1.618	3.091	5.949	10.076	15.663	26.672	47.080	G	28
	v	0,43	0,47	0,57	0,70	0,85	1,00	1,19	1,37	1,54	1,77	2,06	v	
30	G	126	184	378	826	1.684	3.216	6.188	10.481	16.293	27.744	48.973	G	30
	v	0,45	0,49	0,59	0,73	0,88	1,04	1,24	1,43	1,60	1,84	2,14	v	
35	G	137	201	413	902	1.839	3.512	6.758	11.447	17.793	30.299	53.483	G	35
	v	0,49	0,54	0,65	0,80	0,96	1,14	1,35	1,56	1,75	2,01	2,34	v	
40	G	148	217	446	974	1.984	3.790	7.294	12.354	19.204	32.702	57.723	G	40
	v	0,52	0,58	0,70	0,86	1,04	1,23	1,46	1,68	1,89	2,17	2,52	v	
45	G	159	232	477	1.041	2.123	4.054	7.801	13.214	20.541	34.978	61.742	G	45
	v	0,56	0,62	0,75	0,92	1,11	1,32	1,56	1,80	2,02	2,32	2,70	v	
50	G	169	246	507	1.106	2.254	4.306	8.285	14.034	21.816	37.149	65.573	G	50
	v	0,60	0,66	0,80	0,98	1,18	1,40	1,66	1,91	2,14	2,47	2,86	v	
60	G	187	273	562	1.227	2.502	4.778	9.195	15.575	24.211	41.228	72.774	G	60
	v	0,66	0,73	0,88	1,09	1,31	1,55	1,84	2,12	2,38	2,74	3,18	v	
70	G	204	298	614	1.340	2.732	5.218	10.042	17.009	26.440	45.024	79.475	G	70
	v	0,72	0,80	0,97	1,19	1,43	1,69	2,01	2,31	2,60	2,99	3,47	v	
80	G	220	322	663	1.447	2.949	5.632	10.838	18.358	28.537	48.594	85.776	G	80
	v	0,78	0,86	1,04	1,28	1,54	1,83	2,17	2,50	2,80	3,23	3,75	v	
90	G	236	345	709	1.547	3.154	6.024	11.593	19.636	30.524	51.978	91.748	G	90
	v	0,83	0,92	1,11	1,37	1,65	1,96	2,32	2,67	3,00	3,45	4,01	v	
100	G	250	366	753	1.643	3.350	6.398	12.312	20.855	32.418	55.203	97.442	G	100
	v	0,89	0,98	1,18	1,45	1,75	2,08	2,47	2,84	3,18	3,66	4,25	v	

Se = superficie esterna, m²/m	Sl = sezione interna, mm²	V = contenuto acqua, l/m
-------------------------------	---------------------------	--------------------------

Se = superficie esterna, m²/m

Si = sezione interna, mm²

V = contenuto acqua, l/m

Tabella 2: Velocità (m/s) consigliate per reti ad acqua calda

	tubazioni principali	tubazioni secondarie	derivazioni ai corpi scaldanti
tubi in acciaio	1,5 ÷ 2,5	0,5 ÷ 1,5	0,2 ÷ 0,7
tubi in rame	0,9 ÷ 1,2	0,5 ÷ 0,9	0,2 ÷ 0,5
tubi in mat. plastico	1,5 ÷ 2,5	0,5 ÷ 1,5	0,2 ÷ 0,7

Tabella 3: Perdite di carico continue per tubazioni in acciaio con $T_{acqua}=80^{\circ}\text{C}$

D	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	6"
Di	12,7	16,3	21,7	27,4	36,1	42	53,1	68,7	80,6	104,9	128,8	154,2
r	G v.											
2	49 0,11	95 0,13	205 0,15	383 0,18	802 0,22	1.204 0,24	2.256 0,28	4.498 0,34	6.901 0,38	13.979 0,45	24.228 0,52	39.241 0,58
4	74 0,16	138 0,18	297 0,22	555 0,26	1.162 0,32	1.744 0,35	3.268 0,41	6.516 0,49	9.997 0,54	20.252 0,65	35.099 0,75	56.848 0,85
6	88 0,19	172 0,23	369 0,28	690 0,32	1.444 0,39	2.166 0,43	4.059 0,51	8.094 0,61	12.417 0,68	25.156 0,81	43.597 0,93	70.612 1,05
8	103 0,22	200 0,27	431 0,32	804 0,38	1.684 0,46	2.526 0,51	4.735 0,59	9.440 0,71	14.483 0,79	29.339 0,94	50.847 1,08	82.355 1,22
10	115 0,25	225 0,30	485 0,36	906 0,43	1.897 0,51	2.846 0,57	5.335 0,67	10.636 0,80	16.318 0,89	33.058 1,06	57.292 1,22	92.793 1,38
12	127 0,28	248 0,33	535 0,40	999 0,47	2.091 0,57	3.138 0,63	5.881 0,74	11.726 0,88	17.989 0,98	36.443 1,17	63.159 1,35	102.296 1,52
14	138 0,30	270 0,36	581 0,44	1.085 0,51	2.271 0,62	3.407 0,68	6.386 0,80	12.733 0,95	19.535 1,06	39.574 1,27	68.586 1,46	111.086 1,65
16	149 0,33	290 0,39	624 0,47	1.165 0,55	2.439 0,66	3.659 0,73	6.859 0,86	13.676 1,02	20.981 1,14	42.504 1,37	73.662 1,57	119.308 1,77
18	158 0,35	309 0,41	664 0,50	1.241 0,58	2.598 0,71	3.897 0,78	7.305 0,92	14.565 1,09	22.345 1,22	45.267 1,45	78.451 1,67	127.065 1,89
20	167 0,37	327 0,43	703 0,53	1.313 0,62	2.748 0,75	4.123 0,83	7.728 0,97	15.409 1,15	23.640 1,29	47.891 1,54	82.998 1,77	134.429 2,00
22	176 0,39	344 0,46	740 0,56	1.382 0,65	2.892 0,78	4.339 0,87	8.132 1,02	16.215 1,22	24.876 1,35	50.395 1,62	87.338 1,86	141.459 2,10
24	184 0,40	360 0,48	775 0,58	1.447 0,68	3.030 0,82	4.545 0,91	8.520 1,07	16.987 1,27	26.061 1,42	52.795 1,70	91.498 1,95	148.196 2,20
26	193 0,42	376 0,50	809 0,61	1.511 0,71	3.162 0,86	4.744 0,95	8.892 1,12	17.730 1,33	27.201 1,48	55.104 1,77	95.500 2,04	154.677 2,30
28	200 0,44	391 0,52	841 0,63	1.572 0,74	3.290 0,89	4.936 0,99	9.252 1,16	18.447 1,38	28.300 1,54	57.332 1,84	99.360 2,12	160.930 2,39
30	208 0,46	406 0,54	873 0,66	1.631 0,77	3.414 0,93	5.121 1,03	9.599 1,20	19.140 1,43	29.364 1,60	59.486 1,91	103.095 2,20	166.978 2,48
35	226 0,49	440 0,59	948 0,71	1.771 0,83	3.707 1,01	5.561 1,12	10.424 1,31	20.784 1,56	31.887 1,74	64.598 2,08	111.953 2,39	181.326 2,70
40	242 0,53	473 0,63	1.018 0,76	1.902 0,90	3.982 1,08	5.973 1,20	11.196 1,40	22.323 1,67	34.247 1,86	69.379 2,23	120.240 2,56	194.748 2,90
45	258 0,57	504 0,67	1.084 0,81	2.026 0,95	4.241 1,15	6.361 1,28	11.924 1,50	23.774 1,78	36.474 1,99	73.890 2,37	128.057 2,73	207.408 3,09
50	273 0,60	533 0,71	1.147 0,86	2.143 1,01	4.486 1,22	6.730 1,35	12.615 1,58	25.152 1,88	38.588 2,10	78.172 2,51	135.479 2,89	219.430 3,26
60	301 0,66	588 0,78	1.265 0,95	2.363 1,11	4.946 1,34	7.419 1,49	13.907 1,74	27.728 2,08	42.539 2,32	86.178 2,77	149.353 3,18	241.902 3,60
70	327 0,72	638 0,85	1.373 1,03	2.566 1,21	5.371 1,46	8.057 1,62	15.102 1,89	30.111 2,26	46.195 2,51	93.583 3,01	162.187 3,46	262.687 3,91
80	351 0,77	685 0,91	1.475 1,11	2.755 1,30	5.768 1,57	8.653 1,73	16.219 2,03	32.339 2,42	49.614 2,70	100.509 3,23	174.191 3,71	
90	374 0,82	730 0,97	1.571 1,18	2.935 1,38	6.143 1,67	9.216 1,85	17.274 2,17	34.442 2,58	52.840 2,88	107.044 3,44	185.516 3,96	
100	396 0,87	772 1,03	1.662 1,25	3.105 1,46	6.499 1,76	9.750 1,95	18.275 2,29	36.438 2,73	55.902 3,04	113.248 3,64		
150	491 1,08	959 1,28	2.065 1,55	3.856 1,82	8.073 2,19	12.111 2,43	22.700 2,85	45.261 3,39	69.438 3,78			
200	573 1,26	1.119 1,49	2.408 1,81	4.498 2,12	9.416 2,56	14.125 2,83	26.475 3,32	52.788 3,96				

r = resistenza, mm c.a./m

G = portata, l/h

v = velocità, m/s

3.2.4. Isolamento delle tubazioni di distribuzione

L'isolamento delle tubazioni serve a limitare le dispersioni termiche del fluido in esse contenuto, e di conseguenza consente di:

- evitare superfici esterne troppo calde in grado di provocare scottature;
- contenere i costi di gestione degli impianti;
- impedire i fenomeni di condensa che si verificano quando la temperatura della superficie esterna delle tubazioni è inferiore alla temperatura di rugiada dell'aria.

Per tanto è necessario che le tubazioni vengano isolate correttamente con un materiale isolante che possieda le seguenti caratteristiche:

- basso coefficiente di conducibilità;
- comportamento al fuoco conforme alle norme di sicurezza (in ogni caso è bene che il materiale isolante non propaghi la fiamma, non abbia postcombustione e non liberi gas tossici);
- inorganicità (il materiale non deve essere attaccabile dall'umidità e dalle muffe);
- non aggressività chimica (il materiale isolante non deve innescare, o facilitare, fenomeni corrosivi);
- basso calore specifico (si devono evitare tempi lunghi per la messa a regime dell'impianto);
- durata (il materiale isolante deve mantenere costante nel tempo tutte le sue caratteristiche principali);
- facilità di posa in opera.

Si utilizzeranno materiali isolanti a base di gomma sintetica, di schiume poliuretatiche o di lana minerale. Per la posa in opera si raccomanda che l'isolamento termico si sviluppi in modo continuo, anche in corrispondenza di pezzi speciali (curve, derivazioni a T, ecc...), supporti e ancoraggi. Le guide, gli appoggi e i sostegni delle tubazioni vanno realizzati in modo che i movimenti, dovuti alle dilatazioni termiche, non siano causa di schiacciamenti o strappi del materiale isolante. Dove sono installate apparecchiature che possono richiedere interventi di manutenzione (elettropompe, scambiatori a piastre, ecc...) è bene che l'isolamento termico sia facilmente rimovibile e ripristinabile.

3.2.5. Dimensionamento collettori

COLLETTORI DI ZONA

Sono i collettori "interni" che collegano la rete principale di distribuzione ai vari terminali di utilizzo: in questo caso i ventilconvettori.

I collettori di zona saranno in ottone, complanari e nei diametri che variano da 3/4" fino a 1 1/2".

4- Impianto idrico-sanitario

4.1. Descrizione impianto

Essendo il bagno al piano primo di recente realizzazione e per tanto in buono stato l'amministrazione ha deciso di provvedere, con il seguente appalto, alla sola sostituzione dei sanitari esistenti in modo da rendere il locale servizi igienici al piano primo adatto anche ai disabili.

5- Impianto elettrico

5.1. Descrizione generale:

La fornitura di e.e. dall'ente erogatore sarà in bassa tensione, trifase con neutro, alla tensione di 400 V. La massima caduta di tensione ammissibile su ogni linea dei circuiti terminali sarà del 3%.

. E' stato in oltre adottato un grado di protezione minimo di apparecchiature e componenti pari ad IP2X. Per i locali adibiti a servizi igienici è stata prevista l'applicazione dei criteri di installazione dei componenti elettrici destinati a "locali contenenti bagni o docce".

La protezione contro i contatti indiretti è realizzata mediante l'interruzione automatica dell'alimentazione, ottenuta mediante l'installazione di interruttori automatici magnetotermici dotati di relè differenziale ad alta sensibilità, 0.03 A, a protezione dei circuiti terminali.

Per le condutture dell'impianto luci (L), forza motrice (FM) e telefono e dati (TD) sarà utilizzato del tubo corrugato da incasso con diametro opportuno.

L'illuminamento medio da garantire all'interno del locale è 300 lux. L'illuminazione di emergenza sarà realizzata con corpi illuminanti tipo SA/SE (con batteria tampone) che garantiscano un minimo di 5 lux vicino alle uscite di emergenza e di 2 lux per le vie di esodo. E' previsto un possibile impianto futuro di climatizzazione di potenzialità circa 60 kW. Per le utenze FM saranno previsti sia circuiti ordinari, sia circuiti privilegiati (terminali dati, apparati di telecomunicazione, centralina allarme etc.). A tal fine sarà previsto un gruppo di continuità avente le seguenti caratteristiche:

Potenza nominale:	4,5kW
Fattore di potenza in ingresso:	≥ 0.9
Ingresso rete	230V
Uscita	230V
Autonomia	20 min

Sarà previsto un adeguato sistema di terra dimensionato secondo la norma CEI 64-12. Il collegamento a terra del sistema e delle masse verrà realizzato con cavo di colore giallo-verde con la stessa sezione di fase. Il collettore sarà realizzato attraverso barra in rame su cui si attesteranno i conduttori di protezione ed i conduttori equipotenziali: detto collettore sarà ubicato

in prossimità del quadro elettrico generale in apposito contenitore con coperchio trasparente. Dal collettore partirà il conduttore di terra fino alla barra in rame principale dei locali comunali.

5.2 Calcolo delle potenze installate dell'impianto di illuminazione e FM

Per quanto riguarda l'impianto di illuminazione al piano primo è suddiviso in tre circuiti: ordinaria uffici, ordinaria corridoio e servizi ed emergenza.

Si procederà nel progetto stabilendo il numero di apparecchi destinati all'illuminazione dei vari ambienti attraverso il calcolo al paragrafo 4, assumendo quale tipologia del corpo illuminante quella riportata nel layout architettonico.

L'impianto per l'illuminazione di emergenza sarà realizzato con apparecchi autonomi utilizzando appositi gruppi di soccorso a batteria ubicati al loro interno. Le lampade utilizzate possono essere sia di tipo SE, lampade accese solo in emergenza, sia di tipo SA, lampade sempre accese e impiegate per indicare l'uscita di sicurezza e dotate dell'apposito pittogramma.

5.3 Quadri elettrici

Viene previsto un unico quadro elettrico installato al piano primo da cui gestire tutte le utenze dei tre piani.

La potenza calcolata complessiva è di circa a 27 kW, inizialmente si utilizzerà il contratto di fornitura esistente, nel caso in cui non dovesse esser sufficiente si richiederà solo in un secondo momento l'ampliamento al gestore.

L'interruttore generale di tipo modulare conforme alla norma CEI EN 60917-2 avrà le seguenti caratteristiche.

Tensione:	400V
Potere d'interruzione	32 kA
Corrente nominale	32 A
Corrente differenziale	0.3 A

Maniglia per la manovra di tipo lucchettabile.

E' previsto un quadro del tipo "ad armadio metallico autoportante", adatto per il montaggio a parete, con struttura monoblocco. La lamiera che compone la struttura dei quadri è di spessore pari a 20/10 di mm. Gli armadi sono accessoriabili con telai e piastre già predisposte per il montaggio degli apparecchi. La disposizione delle apparecchiature e degli strumenti deve essere adeguata alla necessità di esercizio e di manutenzione ordinaria e straordinaria. Il dimensionamento del quadro è stato realizzato tenendo conto:

della dissipazione di calore dalle apparecchiature – ha quindi volume sufficiente al loro smaltimento;

di comodo e facile accesso alle apparecchiature – in particolare a quelle parti di più frequente ispezione;

di futuri ampliamenti – il dimensionamento della carpenteria viene maggiorato del 25%, utilizzando una carpenteria metallica con un numero massimo di 110 moduli;

Le morsettiere devono riportare le indicazioni necessarie per contraddistinguere il circuito ed il servizio a cui ciascun conduttore appartiene.

I quadri elettrici forniti dovranno essere muniti di una targa indelebile ed inamovibile identificante i dati richiesti dalla norma CEI EN 60439-1 (anno di costruzione, nome del costruttore, numero identificativo, tensione nominale, corrente nominale, natura della corrente, frequenza, grado di protezione).

I vari moduli sono tutti apribile attraverso apposito attrezzo ad eccezione della portella contenente le barre di rame su cui è stata posta una bobina di sgancio che toglie tensione al sezionatore generale. Le apparecchiature di manovra e protezione sono poste sul fronte del quadro ad un' altezza compresa tra 200 e 2000 mm: la loro funzione è rilevabile da targhette inamovibili ed indelebili , le cui diciture sono ricavabili dalla schema quadri forniti. Per l'ingresso e l'uscita dei cavi e per tutte le apparecchiature che possono rimanere in tensione anche a sportello aperto sono da prevedersi protezioni in materiale isolante. I quadri forniti sono muniti di dichiarazione di conformità e di certificato di collaudo.

Considerato per ogni utenza il carico da alimentare, viene determinato il valore della corrente d'impiego I_b assorbita dalla singola linea e, una volta nota, verrà scelto l'interruttore di corrente nominale I_n superiore in modo da rispettare la norma 64-8 sez. 4 par. 433.2 recante il "Coordinamento tra conduttori e dispositivi di protezione", ove viene indicato che contro i sovraccarichi le caratteristiche di funzionamento del dispositivo di protezione dei cavi devono rispondere alle seguenti condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1.45 \times I_z$$

Dove I_z è la corrente sopportabile in regime permanente in un determinato cavo senza superare un determinato valore di temperatura ed I_f è la corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione che provoca il suo intervento entro un tempo convenzionale. La corrente nominale dell'interruttore di protezione I_n prescelto per i circuiti di illuminazione è pari a 10 A pur essendo il valore effettivo derivante dai calcoli molto inferiore. Viene effettuata questa scelta per rendere l'impianto più flessibile. Per quanto riguarda gli interruttori che alimentano le linee FM, la I_n è pari a 16 A.

I calcoli per determinare la sezione dei cavi di ogni linea e la conseguente scelta degli interruttori è riportata nella tabella di cui al paragrafo 5.

5.4 Calcolo illuminotecnico

Il numero dei corpi illuminanti è stato calcolato attraverso la seguente formula:

$$P=0.1 \times K_i \times S \times E$$

Dove:

P è la potenza totale degli apparecchi illuminanti installati;

S, espressa in metri quadri è la superficie del locale da illuminare;

E, espressa in lux è l'illuminamento medio da ottenere in esercizio;

K_i è il coefficiente indicante la potenza, in Watt, che deve avere un determinato tipo di lampada con una specifica efficienza luminosa per conseguire un illuminamento medio di 10 lux su una superficie di 1 metro quadro. Per le lampade alogene ad illuminazione diretta vale 1.3. Per le lampade tubolari fluorescenti ad illuminazione diretta vale 0.28. Segue tabella riportante i valori K_i per i diversi tipi di lampada

Modello di lampada	Efficienza luminosa [lm/W]	Illuminazione	Coefficiente K _i
Illuminazione di sicurezza	18	Diretta	1.5
Incandescenza	15	Diretta	1.7
		Indiretta	2.8
Fluorescente lineare	90	Diretta	0.28
		Indiretta	0.45
Fluorescente compatta	65	Diretta	0.40
		Indiretta	0.70
Alogenuri metallici	75	Diretta	0.33
		Indiretta	0.55
Alogena	18	Diretta	1.3
		Indiretta	2
Sodio alta pressione	18	Diretta	0.55
		Indiretta	1

5.5 Cavi elettrici

La determinazione della sezione dei conduttori di ogni linea è stata eseguita utilizzando un apposito software che tiene conto:

- della temperatura del luogo di posa del cavo;
- del tipo di materiale isolante del cavo;
- del n° di circuiti posati;
- del tipo di cavidotto o canalina utilizzati per la posa del cavo;

Dopo aver determinato per ogni linea la sezione del conduttore di fase, viene effettuata la verifica della sua caduta percentuale rispetto al 3% attraverso le formule:

$$\Delta U = K \times I_b \times L \times (r \times \cos\theta + x \times \sin\theta)$$

$$\Delta U\% = \Delta U / V_n = 3\%$$

Dove V_n è la tensione nominale del cavo.

Una volta eseguito il dimensionamento dei cavi elettrici e la scelta della tipologia di posa ed isolamento degli stessi si procede alla determinazione per ciascuna linea del dispositivo di manovra e protezione (sezionatore, interruttore magnetotermico, interruttore magnetotermico differenziale) in modo da verificare le seguenti condizioni imposte dalla norma CEI 64.8/4:

Protezione contro i Corto Circuiti (paragrafo 434.3)

$I_{ccMax} \leq P.d.i.$

$I^2 t \leq K^2 S^2$

Dove:

I_{ccMax} = Corrente di corto circuito massima

P.d.i. = potere di interruzione apparecchiatura di protezione

$I^2 t$ = integrale di Joule della corrente di corto circuito presunta (valore letto sulle curve delle apparecchiature di protezione)

K = coefficiente della conduttanza utilizzata

115 per cavi isolati in PVC

135 per cavi isolati in gomma naturale e butilica

143 per cavi isolati in gomma etilenpropilenica e polietilene reticolato

S = sezioni della conduttanza

Protezione contro i contatti indiretti (paragrafi 413.1.3.3 / 413.1.4.2 / 413.1.5.3 / 413.1.5.5 / 413.1.5.6)

Per sistemi TT

Se è soddisfatta la condizione:

$R_e \times I_{dn} \leq 50$

Dove

R_e = è la somma delle resistenze del dispersore e del conduttore in ohm

I_{dn} = è la corrente che provoca l'intervento automatico del dispositivo di protezione, in ampere

Per sistemi TN

Se è soddisfatta la condizione:

$Z_s \times I_{dn} \leq U_0$

Dove

U_0 = tensione nominale in c.a., valore efficace tra fase e terra, in Volt

Z_s = impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo e di protezione tra punto di guasto e la sorgente

I_{dn} = valore in ampere della corrente di intervento in 5 sec o secondo le tabelle CEI 64.8/4-

41A e/o 48A del dispositivo di protezione

Per sistemi IT

Se è soddisfatta la condizione:

$$R_t \times I_d \leq 50$$

Dove

R_t = resistenza del dispersore al quale sono collegate le masse, in ohm

I_d = corrente di guasto nel caso di primo guasto di impedenza trascurabile tra un conduttore di fase ed una massa, in ampere. Il valore di I_d tiene conto delle correnti di dispersione verso terra e dell'impedenza totale di messa a terra dell'impianto

Una volta manifestatosi un primo guasto, le condizioni di interruzione dell'alimentazione nel caso di un secondo guasto sono:

1. quando le masse sono messe a terra per gruppi od individualmente, le condizioni sono date nell'art. 413.1.4 Norma CEI 64.8/4 come per i sistemi TT

2. quando le masse sono interconnesse collettivamente da un conduttore di protezione, si applicano

le prescrizioni relative al sistema TN ed in particolare:

$$Z_s \leq \frac{U}{2 \times I_a} \quad \text{quando il neutro non è distribuito}$$

$$Z'_s \leq \frac{U_0}{2 \times I_a} \quad \text{quando il neutro è distribuito}$$

dove	U_0	=	è la tensione nominale in c.a., valore efficace, tra fase e neutro
	U	=	è la tensione nominale in c.a., valore efficace, tra fase e fase
	Z_s	=	è l'impedenza dell'anello di guasto costituito dal conduttore di fase e dal conduttore di protezione del circuito
	Z'_s	=	è l'impedenza del circuito di guasto costituito dal conduttore di neutro e dal conduttore di protezione del circuito
	I_a	=	è la corrente che interrompe il circuito entro il tempo specificato dalle tabelle CEI 64.8/4 – 41B e/o 48A, od entro 5 s per tutti gli altri circuiti, quando questo tempo è permesso

Energia specifica passante

$$I^2 t \leq K^2 S^2$$

dove	$I^2 t$	=	valore dell'energia specifica passante letto sulla curva $I^2 t$ della protezione in corrispondenza delle correnti di corto circuito
	$K^2 S^2$	=	Energia specifica passante sopportata dalla conduttura
	K	=	coefficiente del tipo di cavo (115,135,143)
	S	=	sezione della conduttura

Caduta di tensione

$$\Delta V = K_x I_b L (R_l \cos \varphi + X_l \sin \varphi)$$

dove	I_b	=	corrente di impiego I_b o corrente di taratura I_n espressa in A
	R_l	=	resistenza (alla T_R) della linea in W/km
	X_l	=	reattanza della linea in W/km
	K	=	2 per linee monofasi - 1,73 per linee trifasi
	L	=	lunghezza della linea

Temperatura a regime del conduttore

Il conduttore attraversato da corrente dissipa energia che si traduce in un aumento della temperatura del cavo. La temperatura viene calcolata come di seguito indicato:

$$T_R = T_Z \times n^2 - T_A (n^2 - 1)$$

dove	T_R	=	è la temperatura a regime espressa in °C
	T_Z	=	è la temperatura massima di esercizio relativa alla portata espressa in °C
	T_A	=	è la temperatura ambiente espressa in °C
	n	=	è il rapporto tra la corrente d'impiego I_b e la portata I_z del cavo, ricavata dalla tabella delle portate adottata dall'utente (Unel 35024/70, IEC 364-5-523, CEI - Unel 35024/1)

Lunghezza max protetta per guasto a terra

$$I_{cc \text{ min a fondo linea}} > I_{int}$$

dove	$I_{cc \text{ min}}$	=	corrente di corto circuito minima tra fase e protezione calcolata a fondo linea considerando la sommatoria delle impedenze di protezione a monte del tratto in esame.
	I_{int}	=	corrente di corto circuito necessaria per provocare l'intervento della protezione entro 5 secondi o nei tempi previsti dalle tabelle CEI 64.8/4 - 41A, 41B e 48A . (valore rilevato dalla curva I^2t della protezione) o, infine, il valore di intervento differenziale.

Lunghezza max

Lunghezza massima determinata oltre che dalla lunghezza massima per guasto a terra, anche dalla corrente di corto circuito a fondo linea (se richiesta la verifica) e dalla caduta di tensione a fondo linea.

Calcolo della potenza del gruppo di rifasamento

Il calcolo della potenza reattiva del gruppo di rifasamento fatto in automatico dal programma, tramite l'apposito pulsante **Rifasamento**, viene eseguito utilizzando la formula:

$$Q_c = P * (tg\varphi_i - tg\varphi_f)$$

dove	Q_c	=	è la potenza reattiva della batteria di rifasamento.
	P	=	è la potenza attiva assorbita dall'impianto da rifasare.
	$tg\varphi_i$	=	è la tangente dello sfasamento di partenza da recuperare.
	$Tg\varphi_f$	=	è la tangente dello sfasamento a cui si vuole arrivare.

Formule di calcolo e verifica utilizzate dal programma

Correnti di cortocircuito

$$I_{cc} = \frac{U_n * C}{K * Z_{cc}}$$

dove	per I _{cc} trifase:	Un	=	tensione concatenata
		C	=	fattore di tensione
		K	=	$\sqrt{3}$
		Z _{cc}	=	$\sqrt{\sum R_{fase}^2 + \sum X_{fase}^2}$
	per I _{cc} fase-fase:	Un	=	tensione concatenata
		C	=	fattore di tensione
		K	=	2
		Z _{cc}	=	$\sqrt{\sum R_{fase}^2 + \sum X_{fase}^2}$
	per I _{cc} fase-neutro:	Un	=	tensione concatenata
		C	=	fattore di tensione
		K	=	$\sqrt{3}$
		Z _{cc}	=	$\sqrt{(\sum R_{fase} + \sum R_{neutro})^2 + (\sum X_{fase} + \sum X_{neutro})^2}$
	per I _{cc} fase-protezione:	Un	=	tensione concatenata
		C	=	fattore di tensione
		K	=	$\sqrt{3}$
		Z _{cc}	=	$\sqrt{(\sum R_{fase} + \sum R_{protez.})^2 + (\sum X_{fase} + \sum X_{protez.})^2}$

Il fattore di tensione e la resistenza dei cavi assumono valori differenti a seconda della corrente di cortocircuito calcolata. I valori assegnati sono riportati nella tabella seguente:

Tabella 1

	I _{CC} MAX	I _{CC} MIN
C	1	0.95
R	R _{20°C}	$R = \left 1 + 0.004 \frac{1}{\theta_e} (\theta_e - 20^\circ C) \right R_{20^\circ C}$ (Norma CEI 11.28 Pag. 11 formula (7))

dove la R_{20°C} è la resistenza del cavo a 20 °C e θ_e è la temperatura impostata dall'utente nella impostazione dei parametri per il calcolo.

Il valore della R_{20°C} viene riportato nella tabella "Resistenze e Reattanze" riportata di seguito.

Lettura tabelle riepilogative di verifica

Dati relativi alla linea

sigla	=	identificativo alfanumerico introdotto nello schema
sezione	=	formazione e sezione della conduttura es.: 4X50+PE16 per cavo di neutro = cavo di fase es.: 2Fj+1Nh+PEg per cavo di neutro diverso dal cavo di fase o con cavi fase (F), neutro(N), protezione (PE) in parallelo (1F, 2F, 3F ecc.). (la lettera minuscola indica la sezione ed è riportata di seguito nelle tabelle)
lunghezza	=	lunghezza della conduttura

Secondo Tabelle UNEL 35024/70

modalità di posa	=	stringa codificata di quattro elementi (es.115/01-01/30/1) Tipo isolante (115 = PVC, 135 = Gomma G2, 143 = EPR) Colonne portate/modo (vedere tabella nella pagina successiva) Temperatura di esercizio Coefficiente correttivo di portata
------------------	---	---

Secondo Rapporto CENELEC RO 64-001 1991

modalità di posa	=	stringa codificata di quattro elementi es.115/A2__2/30/1 Tipo isolante (115 = PVC, 143 = EPR) Rif. metodo d'installazione _Rif. tipo di posa secondo CEI 64-8 (vedere tabelle dei paragrafi 4.2.2 e 4.2.3) Temperatura di esercizio Coefficiente correttivo di portata
------------------	---	--

Secondo Tabelle UNEL 35024/1

modalità di posa	=	stringa codificata di quattro elementi es.115/1U__2/30/1 Tipo isolante (115 = PVC, 143 = EPR) Rif. metodo d'installazione _Rif. tipo di posa secondo CEI 64-8 Temperatura di esercizio Coefficiente correttivo di portata
------------------	---	---

Dati relativi alla protezione (letti da archivio apparecchiature)

tipo e curva	=	Stringa di testo del tipo di apparecchiatura
numero dei poli	=	Poli dell'apparecchiatura
corrente nominale (In)	=	Corrente di taratura della protezione
potere di interruzione (P.d.I.)	=	Potere di interruzione della apparecchiatura
corrente differenziale (Id)	=	Corrente differenziale della protezione
corrente di intervento	=	Corrente di intervento della protezione

Parametri elettrici

$I^2t \leq K^2S^2$ (valori calcolati o letti sull'archivio apparecchiature)

Icc max a fondo linea	=	Corrente di corto circuito massima a fine linea
Igt fase/protezione a fondo linea	=	Corrente di corto circuito minima a fondo linea
I ² t inizio linea	=	Energia specifica passante massima ad inizio linea
I ² t fondo linea	=	Energia specifica passante massima a fondo linea
K ² S ²	=	Energia specifica passante sopportata dalla conduttura
Ib	=	Corrente nominale del carico
In	=	Corrente di taratura della protezione
Iz	=	Portata della conduttura
If	=	Corrente di funzionamento della protezione
Caduta di Tensione con Ib	=	Caduta di tensione con la corrente del carico
Caduta di Tensione con In	=	Caduta di tensione con la corrente di taratura
Lunghezza max protetta per g.t.	=	Lunghezza massima della conduttura per avere un valore di corto circuito tra fase e protezione tale da garantire l'apertura automatica dell'organo di protezione entro i 5 secondi, o secondo la tabella CEI 64.8/4 - 41A
Lunghezza max	=	Lunghezza massima della conduttura per avere un valore di corto circuito tra fase e protezione tale da garantire l'apertura automatica dell'organo di protezione entro i 5 secondi, o secondo la tabella CEI 64.8/4 - 41A, per avere un corto circuito Trifase / Fase - Fase / Fase - Neutro superiore alla corrente di intervento della protezione (se richiesta la verifica), per avere una caduta di tensione inferiore al valore massimo impostato.

Dati relativi ai cavi secondo le tabelle CEI UNEL 35024/1 e 35026/1

Le tabelle seguenti riportano la corrispondenza esistente tra le tipologie di posa della norma CEI 64-8 tabella 52 C e le tabelle di portata dei cavi della norma UNEL 35024/1. Le tabelle sono caratterizzate da tre colonne. Il contenuto delle colonne è il seguente:

Tipo posa: riferimento numerico della posa secondo la Tabella 52C.

Descrizione : descrizione della posa secondo la Tabella 52C della norma CEI 64-8/5.

Metodo di installazione: è la tipologia di posa prevista dalla norma UNEL 35024/1 in corrispondenza della quale è possibile ricavare la portata del cavo. Il metodo viene indicato con il riferimento della tabella delle portate e un numero progressivo. Il numero progressivo rappresenta la posizione della metodologia di posa prevista nella tabella.

Tabella 2 - Tabelle di corrispondenza tra il tipo di posa secondo la norma CEI 64-8 e i metodi di installazione della norma CEI UNEL 35024/1

Tipo di posa	UNIPOLARI	
	Descrizione	Metodod'installazione
1	senza guaina in tubi circolari entro muri isolanti	1U
3	senza guaina in tubi circolari su o distanziati da pareti	2U
4	senza guaina in tubi non circolari su pareti	2U
5	senza guaina in tubi annegati nella muratura	2U
11	con o senza armatura su o distanziati da pareti	4U
11A	con o senza armatura fissati su soffitti	
11B	con o senza armatura distanziati da soffitti	
12	con o senza armatura su passerelle non perforate	4U
13	con o senza armatura su passerelle perforate	5U
14	con o senza armatura su mensole distanziati dalle pareti	5U
14	con guaina a contatto fra loro su mensola	5U, 6U, 7U
15	con o senza armatura fissati da collari	5U, 6U, 7U
16	con o senza armatura su passerelle a traversini	5U, 6U, 7U
17	con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde	5U
18	conduttori nudi o cavi senza guaina su isolatori	3U
21	con guaina in cavità di strutture	4U
22	senza guaina in tubi in cavità di strutture	2U
22A	con guaina in tubi in cavità di strutture	
23	senza guaina in tubi non circolari in cavità di strutture	2U
24	senza guaina in tubi non circolari annegati nella muratura	2U
24A	con guaina in tubi non circolari annegati nella muratura	
25	con guaina in controsoffitti o pavimenti sopraelevati	4U
31	con guaina in canali orizzontali su pareti	2U
32	con guaina in canali verticali su pareti	2U
33	senza guaina in canali incassati nel pavimento	2U
34	senza guaina in canali sospesi	2U
34A	con guaina in canali sospesi	
41	senza guaina in tubi in cunicoli chiusi orizzontali o verticali	2U
42	senza guaina in tubi in cunicoli ventilati in pavimento	2U
43	con guaina in cunicoli aperti o ventilati	4U
51	con guaina entro pareti termicamente isolanti	1U
52	con guaina in muratura senza protezione meccanica	4U
53	con guaina in muratura con protezione meccanica	4U
61	con guaina in tubi o cunicoli interrati	
62	con guaina interrati senza protezione meccanica	
63	con guaina interrati con protezione meccanica	
71	senza guaina in elementi scanalati	1U

72	senza guaina in canali provvisti di separatori	2U
73	senza/con guaina posati in stipiti di porte	1U
74	senza/con guaina posati in stipiti di finestre	1U

Tabella 3 - Tabelle di corrispondenza tra il tipo di posa secondo la norma CEI 64-8 e i metodi di installazione dellanorma CEI UNEL 35024/1

Tipo di posa	MULTIPOLARI	
	Descrizione	Metodo d'installazione
2	in tubi circolari entro muri isolanti	1M
3A	in tubi circolari su o distanziati da pareti	2M
4A	in tubi non circolari su pareti	2M
5A	in tubi annegati nella muratura	2M
11	con o senza armatura su o distanziati da pareti	4M
11A	con o senza armatura fissati su soffitti	4M
11B	con o senza armatura distanziati da soffitti	
12	con o senza armatura su passerelle non perforate	
13	con o senza armatura su passerelle perforate	3M
14	con o senza armatura su mensole distanziati da pareti	3M
15	con o senza armatura fissati da collari	3M
16	con o senza armatura su passerelle a traversini	3M
17	con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde	3M
21	in cavità di strutture	2M
22A	in tubi in cavità di strutture	2M
24A	in tubi non circolari annegati in muratura	
25	in controsoffitti o pavimenti sopraelevati	2M
31	in canali orizzontali su pareti	2M
32	in canali verticali su pareti	2M
33A	in canali incassati nel pavimento	2M
34A	in canali sospesi	2M
43	in cunicoli aperti o ventilati	2M
51	entro pareti termicamente isolanti	1M
52	in muratura senza protezione meccanica	4M
53	in muratura con protezione meccanica	4M
61	in tubi o cunicoli interrati	
62	interrati senza protezione meccanica	
63	interrati con protezione meccanica	
73	posati in stipiti di porte	1M
74	posati in stipiti di finestre	1M
81	immersi in acqua	

Di seguito vengono riportate le portate dei cavi con conduttori di rame. La norma non prende in considerazione i seguenti tipi di posa: cavi interrati o posati in acqua, cavi posti all'interno di apparecchi elettrici o quadri e cavi per rotabili o aeromobili.

Cavi unipolari con o senza guaina																								
Metodo di installazione		Isolante	n° conduttori attivi		Sezione nominale mm ²																			
				1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630	
1U				-	14,5	19,5	26	34	46	61	80	99	119	151	182	210	240	273	320	-	-	-	-	
		PVC	2	-	13,5	18	24	31	42	56	73	89	108	136	164	188	216	245	286	-	-	-	-	
		EPR	2	-	19	26	35	45	61	81	106	131	158	200	241	178	318	362	424	-	-	-	-	
2U			3	-	17	23	31	40	54	73	95	117	141	179	216	249	285	324	380	-	-	-	-	
		PVC	2	13,5	17,5	24	32	41	57	76	101	125	151	192	232	269	309	353	415	-	-	-	-	
			3	12	15,5	21	28	36	50	68	89	110	134	171	207	239	275	314	369	-	-	-	-	
		EPR	2	17	23	31	42	54	75	100	133	164	198	253	306	354	402	472	555	-	-	-	-	
			3	15	20	28	37	48	66	88	117	144	175	222	269	312	355	417	490	-	-	-	-	
3U		PVC	2	-	19,5	26	35	46	63	85	112	138	168	213	258	299	344	392	461	-	-	-	-	
			3	-	15,5	21	28	36	57	76	101	125	151	192	232	269	309	353	415	-	-	-	-	
		EPR	2	-	24	33	45	58	80	107	142	175	212	270	327	-	-	-	-	-	-	-	-	
4U			3	-	20	28	37	48	71	96	127	157	190	242	293	-	-	-	-	-	-	-	-	
		PVC	3	-	19,5	26	35	46	63	85	110	137	167	216	264	308	356	409	485	561	656	749	855	
		EPR	3	-	24	33	45	58	80	107	135	169	207	268	328	383	444	510	607	703	823	946	1088	
5U		PVC	2	-	22	30	40	52	71	96	131	162	196	251	304	352	406	463	546	629	754	868	1005	
			3	-	19,5	26	35	46	63	85	114	143	174	225	275	321	372	427	507	587	689	789	905	
		EPR	2	-	27	37	50	64	88	119	161	200	242	310	377	437	504	575	679	783	940	1083	1254	
6U			3	-	24	33	45	58	80	107	141	176	216	279	342	400	464	533	634	736	868	998	1151	
		PVC	2	-	-	-	-	-	-	-	146	181	219	281	341	396	456	521	615	709	852	982	1138	
			3	-	-	-	-	-	-	-	146	181	219	281	341	396	456	521	615	709	852	982	1138	
7U		EPR	2	-	-	-	-	-	-	-	182	226	275	353	430	500	577	661	781	902	1085	1253	1454	
			3	-	-	-	-	-	-	-	182	226	275	353	430	500	577	661	781	902	1085	1253	1454	
		PVC	2	-	-	-	-	-	-	-	130	162	197	254	311	362	419	480	569	659	795	920	1070	
			3	-	-	-	-	-	-	-	130	162	197	254	311	362	419	480	569	659	795	920	1070	
		EPR	2	-	-	-	-	-	-	-	161	201	246	318	389	454	527	605	719	833	1008	1169	1362	
			3	-	-	-	-	-	-	-	161	201	246	318	389	454	527	605	719	833	1008	1169	1362	

Tabella 4 - Tabella delle portate alla temperatura di 30 °C dei cavi unipolari con o senza guaina relative alla tabella della norma CEI-UNEL 35024/1

Di seguito vengono riportate le portate dei cavi con conduttori di rame. La norma non prende in considerazione i seguenti tipi di posa: cavi interrati o posati in acqua, cavi posti all'interno di apparecchi elettrici o quadri e cavi per rotabili o aeromobili.

Cavi multipolari																						
Metodo di installazione			Sezione nominale mm ²																			
Isolante	n° conduttori attivi		1	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630
1M		PVC	2	-	14	18.5	25	32	43	57	75	92	110	139	167	192	219	248	291	334	-	-
			3	-	13	17.5	23	29	39	52	68	83	99	125	150	172	196	223	261	298	-	-
		EPR	2	-	18.5	25	33	42	57	76	99	121	145	183	220	253	290	329	386	442	-	-
2M			3	-	16.5	22	30	38	51	68	89	109	130	164	197	227	259	295	346	396	-	-
		PVC	2	13.5	16.5	23	30	38	52	69	90	111	133	168	201	232	258	294	344	394	-	-
			3	12	15	20	27	34	46	62	80	99	118	149	179	206	225	255	297	339	-	-
3M		EPR	2	17	22	30	40	51	69	91	119	146	175	221	265	305	334	384	459	532	-	-
			3	15	19.5	26	35	44	60	80	105	128	154	194	233	268	300	340	398	455	-	-
		PVC	2	15	22	30	40	51	70	94	119	148	180	232	282	328	379	434	514	593	-	-
4M			3	13.6	18.5	25	34	43	60	80	101	126	153	196	238	276	319	364	430	497	-	-
		EPR	2	19	26	36	49	63	86	115	149	185	225	289	352	410	473	542	641	741	-	-
			3	17	23	32	42	54	75	100	127	158	190	246	298	346	399	456	538	621	-	-
		PVC	3	15	19.5	27	36	46	63	85	112	138	168	213	258	299	344	392	461	530	-	-
			3	13.5	17.5	24	32	41	57	76	96	119	144	184	223	259	299	341	403	464	-	-
		EPR	2	19	24	33	45	58	80	107	138	171	209	269	328	382	441	506	599	693	-	-
			3	17	22	30	40	52	71	96	119	147	179	229	278	322	371	424	500	576	-	-

Tabella 5 - Tabella delle portate alla temperatura di 30 °C dei cavi multipolari relative alla tabella della norma CEI-UNEL 35024/1

Tabella 6 - Tabella dei coefficienti di temperatura (K1) relativa alle pose in aria libera secondo la tabella CEI Unel 35024/1

Di seguito viene riportata la tabella contenente i coefficienti moltiplicativi che permettono di ricavare la portata dei cavi nel caso in cui la temperatura di posa sia diversa da 30°C, per le pose in aria libera.

La portata in tal caso è data da: $I_T = I_{30^\circ} * K$

dove I_T = è la portata del cavo alla temperatura considerata
 I_{30° = è la portata del cavo alla temperatura di 30°C
 K = è il coefficiente moltiplicativo riportato nella tabella e corrispondente alla temperatura di posa considerata.

Temperatura	PVC	EPR
10	1.22	1.15
15	1.17	1.12
20	1.12	1.08
25	1.06	1.04
30	1.00	1.00
35	0.94	0.96
40	0.87	0.91
45	0.79	0.87
50	0.71	0.82
55	0.61	0.76
60	0.50	0.71
65	-	0.65
70	-	0.58
75	-	0.50
80	-	0.41

Tabella 7 - Tabella dei coefficienti di correzione per temperature di posa (K_I) relative ai cavi interrati secondo la tabella UNEL 35026/1

Di seguito viene riportata la tabella contenente i coefficienti moltiplicativi che permettono di ricavare la portata dei cavi nel caso in cui la temperatura di posa sia diversa da 20°C, per le pose interrate.

La portata in tal caso è data da: $I_T = I_{20^\circ} * K$

dove I_T = è la portata del cavo alla temperatura considerata
 I_{20° = è la portata del cavo alla temperatura di 20°C
 K = è il coefficiente moltiplicativo riportato nella tabella e corrispondente alla temperatura di posa considerata.

Temperatura	PVC	EPR
10	1.10	1.07
15	1.05	1.04
20	1.00	1.00
25	0.95	0.96
30	0.89	0.93
35	0.84	0.89
40	0.77	0.85
45	0.71	0.80
50	0.63	0.76
55	0.55	0.71
60	0.45	0.65
65	-	0.60
70	-	0.53
75	-	0.46
80	-	0.38

Tabella 8 - Colori distintivi dei conduttori (CEI 64-8/5 Art. 524.1)

Blu chiaro	Riservato al Neutro
Giallo - Verde	Riservato esclusivamente ai conduttori di terra , di protezione di collegamenti equipotenziali . I conduttori usati congiuntamente come neutro e conduttore di protezione (PEN), quando sono isolati, devono essere contrassegnati secondo uno dei metodi seguenti: Giallo/verde su tutta la loro lunghezza con, in aggiunta, fascette blu chiaro alle estremità; Blu chiaro su tutta la loro lunghezza con, in aggiunta, fascette giallo/verde alle estremità.
Marrone, Nero, Grigio	Consigliati per i conduttori di Fase .

Tabella 9 - Sezioni minime dei conduttori (CEI 64-8/5 Art. 514)

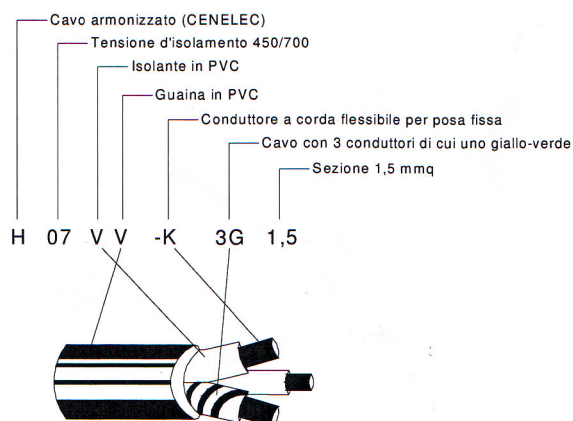
0,5 mm ²	Circuiti di segnalazione e circuiti ausiliari di comando. Se questi circuiti sono elettronici è ammessa anche la sezione di 0,1 mm² .
0,75 mm ²	Conduttore mobile con cavi flessibili (con e senza

	guaina).
1,5 mm ²	Circuiti di potenza.

Tabella 10 - Sigle di designazione dei cavi (CEI 20-27 e CENELEC HD 361)

Caratteristiche		
Riferim. normativi	Norma armonizzata..... <i>H</i>	<i>A</i>
	Tipo nazionale autorizzato..... <i>A</i>	
	Tipo nazionale..... <i>N</i>	
Tensione nominale	300/300 V..... <i>03</i>	
	300/500 V..... <i>05</i>	
	450/750 V..... <i>07</i>	
	0,6/1 kV..... <i>1</i>	
Isolante	PVC..... <i>V</i>	
	Gomma naturale e/o sintetica..... <i>R</i>	
	Gomma siliconica..... <i>S</i>	
	Gomma etilenpropilenica..... <i>B</i>	
	Gomma Butilica..... <i>B3</i>	
	Polietilene..... <i>E</i>	
	Polietilene reticolato..... <i>X</i>	
Guaina (eventualmente)	PVC..... <i>V</i>	<i>B</i>
	Gomma naturale e/o sintetica..... <i>R</i>	
	Policloroprene..... <i>N</i>	
	Treccia di fibra di vetro..... <i>J</i>	
	Treccia Tessile..... <i>T</i>	
Particolari costruttivi (eventuali)	Cavo piatto, anime divisibili..... <i>H</i>	
	Cavo piatto, anime non divisibili..... <i>H2</i>	
	Cavo rotondo (nessun simbolo)	
Conduttore	A filo unico rigido..... <i>U</i>	
	A corda rigida..... <i>R</i>	
	A corda flessibile per posa fissa..... <i>K</i>	
	A corda flessibile per posa mobile... <i>F</i>	
	A corda flessibilissima..... <i>H</i>	
Numero di anime.....		<i>C</i>
Senza conduttore di protezione..... <i>X</i>		
Con conduttore di protezione..... <i>G</i>		
Sezione del conduttore.....		

Esempio di Designazione di un cavo



Dati relativi ai cavi secondo le tabelle IEC 364-5-523-1983

Tabella 11 - Tabella delle portate in funzione del tipo di posa secondo la norma CEI 64-8 e i metodi di installazione della norma IEC 364-5-523

Stralcio da IEC 364-5-523-1983 e da rapporto CENELEC RO 64-001 1991																	
Metodo di installazione	Isolante	n° conduttori attivi	Sezione nominale mm ²														
			1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
A	PVC	2	14.5	19.5	26	34	46	61	80	99	119	151	182	210	240	273	320
		3	13.5	18	24	31	42	56	73	89	108	136	164	188	216	245	286
	XPLE EPR	2	19	26	35	45	61	81	106	131	158	200	241	278	318	362	424
		3	17	23	31	40	54	73	95	117	141	179	216	249	285	324	380
A ₂	PVC	2	14	18.5	25	32	43	57	75	92	110	139	167	192	219	248	291
		3	13	17.5	23	29	39	52	68	83	99	125	150	172	196	223	261
	XPLE EPR	2	18.5	25	33	42	57	76	99	121	145	183	220	253	290	329	386
		3	16.5	22	30	38	51	68	89	109	130	164	197	227	259	295	346
B	PVC	2	17.5	24	32	41	57	76	101	125	151	192	232	269	-	-	-
		3	15.5	21	28	36	50	68	89	110	134	171	207	239	-	-	-
	XPLE EPR	2	23	31	42	54	75	100	133	164	198	253	306	354	-	-	-
		3	20	28	37	48	66	86	117	144	175	222	269	312	-	-	-
B ₂	PVC	2	16.5	23	30	38	52	69	90	111	135	168	201	232	-	-	-
		3	15	20	27	34	46	62	80	99	118	149	176	206	-	-	-
	XPLE EPR	2	22	30	40	51	69	91	119	146	175	221	265	305	-	-	-
		3	19.5	26	35	44	60	80	105	128	154	194	233	268	-	-	-
C	PVC	2	19.5	27	36	46	63	85	112	138	168	213	258	299	344	392	461
		3	17.5	24	32	41	57	76	96	119	144	184	223	259	299	341	403
	XPLE EPR	2	24	35	45	58	80	107	138	171	209	269	328	382	441	506	599
		3	22	30	40	52	71	96	119	147	179	229	278	322	371	424	500
D	PVC	2	22	29	38	47	63	81	104	125	148	183	216	246	278	312	360
		3	18	24	31	39	52	67	86	103	122	151	179	203	230	257	297
	XPLE EPR	2	26	34	44	56	73	95	121	146	173	213	252	287	324	363	419
		3	22	29	37	46	61	79	101	122	144	178	211	240	271	304	351
E	PVC	2	22	30	40	51	70	94	119	148	180	232	282	328	379	434	514
		3	18.5	25	34	43	60	80	101	126	153	196	238	276	319	364	430
	XPLE EPR	2	26	36	49	63	86	115	149	185	225	289	352	410	473	542	641
		3	23	32	42	54	75	100	127	158	192	246	298	346	399	456	538
F	PVC	2	-	-	-	-	-	-	131	162	196	251	304	352	406	463	546
		3 ⁽¹⁾	-	-	-	-	-	-	110	137	167	216	264	308	356	409	485
	XPLE EPR	2	-	-	-	-	-	-	161	200	242	310	377	437	504	575	679
		3 ⁽¹⁾	-	-	-	-	-	-	135	169	207	268	328	383	444	510	607
G	PVC	3 ⁽²⁾	-	-	-	-	-	-	130	162	197	254	311	362	419	480	569
	XPLE/EPR	3 ⁽²⁾	-	-	-	-	-	-	161	201	246	318	389	454	527	605	719

Note: (1) - Disposti a trefolo

(2) - Distanziati di almeno 1 diametro e disposti verticalmente

Tabella 12 - Tabella di corrispondenza tra il tipo di posa dei cavi unipolari secondo la norma CEI 64-8 e i metodi di installazione della norma IEC 364-5-523

Il metodo di installazione permette di stabilire la portata del cavo utilizzato per la conduzione dell'energia.

UNIPOLARI		
<i>Tipo di posa</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Metodo d'installazione</i>
1	senza guaina in tubi circolari entro muri isolanti	A
3	senza guaina in tubi circolari su o distanziati da pareti	B
4	senza guaina in tubi non circolari su pareti	B
5	senza guaina in tubi annegati nella muratura	A
11	con o senza armatura su o distanziati da pareti	C
11A	con o senza armatura fissati su soffitti	C
11B	con o senza armatura distanziati da soffitti	C
12	con o senza armatura su passerelle non perforate	C
13	con o senza armatura su passerelle perforate	E
14	con o senza armatura su mensole distanziati dalle pareti	E
14	con guaina a contatto fra loro su mensole	F
15	con o senza armatura fissati da collari	E
16	con o senza armatura su passerelle a traversini	E
17	con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde	E
18	conduttori nudi o cavi senza guaina su isolatori	G
21	con guaina in cavità di strutture	B2
22	senza guaina in tubi in cavità di strutture	B2
22A	con guaina in tubi in cavità di strutture	B2
23	senza guaina in tubi non circolari in cavità di strutture	B2
24	senza guaina in tubi non circolari annegati nella muratura	B2
24A	con guaina in tubi non circolari annegati nella muratura	B2
25	con guaina in controsoffitti o pavimenti sopraelevati	B2
31	con guaina in canali orizzontali su pareti	B
32	con guaina in canali verticali su pareti	B2
33	senza guaina in canali incassati nel pavimento	B
34	senza guaina in canali sospesi	B
34A	con guaina in canali sospesi	B2
41	senza guaina in tubi in cunicoli chiusi orizzontali o verticali	B2
42	senza guaina in tubi in cunicoli ventilati in pavimento	B
43	con guaina in cunicoli aperti o ventilati	B
51	con guaina entro pareti termicamente isolanti	A
52	con guaina in muratura senza protezione meccanica	C
53	con guaina in muratura con protezione meccanica	C
61	con guaina in tubi o cunicoli interrati	D
62	con guaina interrati senza protezione meccanica	D
63	con guaina interrati con protezione meccanica	D
71	senza guaina in elementi scanalati	A
72	senza guaina in canali provvisti di separatori	B
73	senza/con guaina posati in stipiti di porte	A
74	senza/con guaina posati in stipiti di finestre	A

Tabella 13 - Tabella di corrispondenza tra il tipo di posa dei cavi multipolari secondo la norma CEI 64-8 e i metodi di installazione della norma IEC 364-5-523

Il metodo di installazione permette di stabilire la portata del cavo utilizzato per la conduzione dell'energia.

<i>Tipo di posa</i>	MULTIPOLARI	
	<i>Descrizione</i>	<i>Metodo d'installazione</i>
2	in tubi circolari entro muri isolanti	A2
3A	in tubi circolari su o distanziati da pareti	B2
4A	in tubi non circolari su pareti	B2
5A	in tubi annegati nella muratura	A2
11	con o senza armatura su o distanziati da pareti	C
11A	con o senza armatura fissati su soffitti	C
11B	con o senza armatura distanziati da soffitti	C
12	con o senza armatura su passerelle non perforate	C
13	con o senza armatura su passerelle perforate	E
14	con o senza armatura su mensole distanziati da pareti	E
15	con o senza armatura fissati da collari	E
16	con o senza armatura su passerelle a traversini	E
17	con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde	E
21	in cavità di strutture	B2
22A	in tubi in cavità di strutture	B2
24A	in tubi non circolari annegati in muratura	B2
25	in controsoffitti o pavimenti sopraelevati	B2
31	in canali orizzontali su pareti	B
32	in canali verticali su pareti	B2
33A	in canali incassati nel pavimento	B2
34A	in canali sospesi	B2
43	in cunicoli aperti o ventilati	B
51	entro pareti termicamente isolanti	A
52	in muratura senza protezione meccanica	C
53	in muratura con protezione meccanica	C
61	in tubi o cunicoli interrati	D
62	interrati senza protezione meccanica	D
63	interrati con protezione meccanica	D
73	posati in stipiti di porte	A
74	posati in stipiti di finestre	A
81	immersi in acqua	A

Dati relativi ai cavi secondo le tabelle CEI UNEL 35024/70

Tabella 14 - Tabella riepilogativa di tipo, posa e portata dei conduttori della tabella UNEL 35024/70 (a 30°C)

modo →	01		02		03		04		05			06		07			
tipo conduttore	multipolari		unipolari		unipolari non distanziati						multipolari distanziati			unipolari distanziati			
			con o senza guaina		senza guaina		con guaina		senza guaina					con guaina			
tipo posa	entro tubi o sotto modanature				su passerelle		su passerelle a parete su fune portante			su passerelle a parete			su passerella		su passerella su isolatori		
portata ↓	protezione conduttori: PVC o Gomma G																
	↓ numero di conduttori																
01	4																
02		3		4						4							
03	4		2		3		4				3						
04		3		4		2		3		4		2					
05			2		3		4		2		3			2-3-4			
06						2		3				2		2-3-4			
07									2					2-3-4			
08													2-3-4				
Protezione conduttori: Gomma G2 o Gomma G5 o EPR																	
		01		02		03		04		05		06		07		08	
SEZIONE ↓		PORTATE ↓															
a	1	10.5		12		13.5		15		17		19		21		23	
b	1.5	14		12.5		17.5		19.5		22		24		27		29	
c	2.5	19		21		24		26		30		33		37		40	
d	4	25		28		32		35		40		45		50		55	
e	6	32		36		41		46		52		58		64		70	
f	10	44		50		57		63		71		80		88		97	
g	16	59		68		76		85		96		107		119		130	
h	25	75		89		101		112		127		142		157		172	
i	35	97		111		125		138		157		175		194		213	
j	50	-		134		151		168		190		212		235		257	
k	70	-		171		192		213		242		270		299		327	
l	95	-		207		232		258		293		327		362		396	
m	120	-		239		269		299		339		379		419		458	
n	150	-		275		309		344		390		435		481		527	
o	185	-		314		353		392		444		496		549		602	
p	240	-		369		415		461		522		584		645		707	

Tabella 15 - Tabella delle resistenze e delle reattanze dei cavi elettrici secondo la tabella UNEL 35023-70 (a 20°C)

Sezione mm ²	Cavi unipolari		Cavi Multipolari	
	R _{20 °C}	X	R _{20 °C}	X
	mΩ/m	mΩ/m	mΩ/m	mΩ/m
1	17.82	0.176	18.14	0.125
1.5	11.93	0.168	12.17	0.118
2.5	7.18	0.155	7.32	0.109
4	4.49	0.143	4.58	0.101
6	2.99	0.135	3.04	0.0955
10	1.80	0.119	1.83	0.0861
16	1.137	0.112	1.15	0.0817
25	0.717	0.106	0.731	0.0813
35	0.517	0.101	0.527	0.0783
50	0.381	0.101	0.389	0.0779
70	0.264	0.0965	0.269	0.0751
95	0.190	0.0975	0.194	0.0762
120	0.152	0.0939	0.154	0.0740
150	0.123	0.0928	0.126	0.0745
185	0.0992	0.0908	0.100	0.0742
240	0.0760	0.0902	0.0779	0.0752
300	0.0614	0.0895	0.0629	0.0750
400	0.0489	0.0876	0.0504	0.0742
500	0.0400	0.0867	0.0413	0.0744
630	0.0324	0.0865	0.0336	0.0749

N.B.: Le resistenze e le reattanze per i cavi multipolari sono utilizzate per l'eventuale cavo di collegamento tra il trasformatore e il quadro generale di bassa tensione.

Il cavo di collegamento tra il trasformatore e il quadro generale di bassa tensione è possibile inserirlo nei dati di ingresso del quadro generale, però è possibile gestirlo in maniera più efficace creando un quadro fittizio in cui viene identificato solo il collegamento.

Tabella 16 - Tabella dei coefficienti di temperatura (K1) relativa alla tabella Unel 35024/70

Di seguito viene riportata la tabella contenente i coefficienti moltiplicativi che permettono di ricavare la portata dei cavi nel caso in cui la temperatura di posa sia diversa da 30°C.

La portata in tal caso è data da: $I_T = I_{30^\circ} * K$

dove I_T = è la portata del cavo alla temperatura considerata
 I_{30° = è la portata del cavo alla temperatura di 30°C
 K = è il coefficiente moltiplicativo riportato nella tabella e corrispondente alla temperatura di posa considerata.

temperatura	PVC	Gomma (G2)	EPR
15	1.17	1.22	1.13
20	1.12	1.15	1.09
25	1.06	1.06	1.04
30	1.00	1.00	1.00
35	0.94	0.91	0.95
40	0.87	0.82	0.90
45	0.79	0.71	0.85
50	0.71	0.58	0.80

Il progetto verrà concluso con la redazione dello schema unifilare del quadro elettrico allegato alla presente relazione.

5.6 Impianti telefonico, trasmissione dati e speciali

Il progetto dell'impianto elettrico sarà completato dai cavidotti destinati alle apparecchiature terminali degli impianti telefonici, di trasmissione dati e degli impianti speciali (TVCC, allarme, etc...): detti cavidotti saranno distinti nei percorsi da quelli esclusivamente elettrici attraverso opportuna scelta di colori dei tubi passacavo.

5.7 Impianto di terra

Verrà misurato il valore attuale dell'impianto di terra e verrà adeguato e/o sostituito laddove necessario. Il cavo giallo-verde sarà collegato ad apposito collettore di terra . Accanto al quadro generale, in apposita cassetta con coperchio trasparente, verrà posto il collettore di terra per il collegamento dei vari conduttori di protezione ed equipotenziali. Le dimensioni dei componenti sono le seguenti:

barra di rame 300x50 mm sezione 3x10 mm, conduttori di protezione della stessa sezione del conduttore di fase fino a 16 A e cavo da 25 mmq al collettore generale di terra; una volta realizzato l'impianto di messa a terra saranno effettuate le misure della resistenza del dispersore e delle protezioni della singole masse, verificando che $R_e \times I_{dn}$ dell'interruttore differenziale di ogni linea sia minore di 50V

ALLEGATO 1: SCHEMA QUADRO ELETTRICO

[illegible]



GEWISS SPA - MATERIALE ELETTRICO
24069 Cenate Sotto - Bergamo - Italia

Progetto:
Municipio S.Giorgio

Disegnato:

Coordinato:

N° di Disegno:

Tensione di esercizio:
400 / 230 [V]

Quadro:
1 -

Back Up:

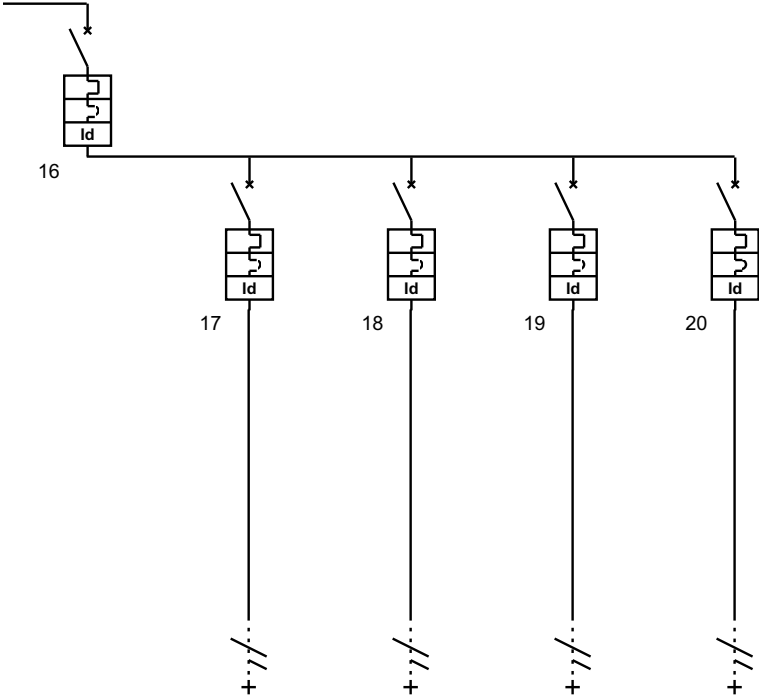
No

Potere di Interruzione (PI):
 I_{cn} / I_{cu}

PI degli apparecchi modulari:
CEI EN 60898

Icc massima ai morsetti di entrata:
4,341 kA

Data: 20/05/2011

Pagina: 2[illegible]