

**MINISTERO
DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITÀ SOSTENIBILI
STRUTTURA TECNICA DI MISSIONE**




COMUNE DI TORINO



**METROPOLITANA AUTOMATICA DI TORINO
LINEA 2 – TRATTA POLITECNICO – REBAUDENGO**

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA
Lotto Generale: Politecnico - Rebaudengo**

PROGETTO DEFINITIVO		 INFRASTRUTTURE per la mobilità INFRA TRASPORTI S.r.l.													
DIRETTORE PROGETTAZIONE Responsabile integrazione discipline specialistiche	IL PROGETTISTA														
Ing. R. Crova Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 60385	Ing. F. Azzarone Ordine degli Ingegneri della Provincia di Torino n. 12287J	ELABORATI GENERALI CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO – PARTE B.6 – DEPOSITO/OFFICINA – IMPIANTI NON CONNESSI AL SISTEMA IMPIANTI MECCANICI: DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI, SPECIFICHE TECNICHE E PRESCRIZIONI													
		ELABORATO								REV.		SCALA		DATA	
BIM MANAGER Geom. L. D'Accardi		MT	L2	T1	A0	D	ZOO	GEN	Z	002.6	0	1	-	27/10/2023	

AGGIORNAMENTI

Fg. 1 di 1

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	VISTO
0	EMISSIONE	28/07/23	Vari	FAZ	FAZ	RCR
1	EMISSIONE FINALE A SEGUITO DI VERIFICA PREVENTIVA	27/10/23	Vari	FAZ	FAZ	RCR
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-

<table border="1"> <tr> <td>LOTTO 0</td> <td>CARTELLA</td> <td>1.1</td> <td>16</td> <td>MTL2T1A0D</td> <td>ZOOGENZ002.6</td> </tr> </table>						LOTTO 0	CARTELLA	1.1	16	MTL2T1A0D	ZOOGENZ002.6	STAZIONE APPALTANTE DIRETTORE DI DIVISIONE INFRASTRUTTURE E MOBILITÀ Ing. R. Bertasio RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. A. Strozziro						
LOTTO 0	CARTELLA	1.1	16	MTL2T1A0D	ZOOGENZ002.6													

DA

MINISTERO
DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITÀ SOSTENIBILI
STRUTTURA TECNICA DI MISSIONE
COMUNE DI TORINO

METROPOLITANA AUTOMATICA DI TORINO
LINEA 2 – TRATTA POLITECNICO – REBAUDENGO

PROGETTAZIONE DEFINITIVA
METROPOLITANA DI TORINO TRATTA 1
POLITECNICO – REBAUDENGO

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE B.6 – DEPOSITO/OFFICINA IMPIANTI
NON CONNESSI AL SISTEMA – IMPIANTI MECCANICI:
DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI, SPECIFICHE TECNICHE E PRESCRIZIONI

REV.	REDAZIONE		VERIFICA		APPROVAZIONE		DATA
	NOME	FIRMA	NOME	FIRMA	NOME	FIRMA	
0	Vari		Ing. F. Azzarone		Ing. R. Crova		28/07/2023
1	Vari		Ing. F. Azzarone		Ing. R. Crova		27/10/2023

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- INDICE

1.	PREMESSA	1
1.1	Inquadramento Generale.....	2
1.2	Caratteristiche generali dell'infrastruttura civile.....	4
1.2.1	Stazioni	4
1.2.2	Pozzi di intertratta.....	6
1.2.3	Manufatti di bivio	7
1.2.4	Manufatti di fine tratta.....	8
1.2.5	Denominazioni ed abbreviazioni utilizzate	8
1.3	Deposito officina Rebaudengo.....	9
1.3.1	Deposito officina - Livello -2:.....	9
1.3.2	Deposito officina - Livello -1:.....	10
1.3.3	Edificio uffici - Livello 0:.....	11
1.3.4	Edificio uffici - Livello 1:.....	11
1.3.5	Edificio uffici - Livello 2:.....	12
1.3.6	Edificio uffici – Livello copertura:	12
1.3.7	Cabina elettrica – Livello 0 esterno:	12
1.4	Inquadramento generale progettazione impiantistica	13
1.4.1	Progettazione Impianti Tecnologici non di Sistema Deposito	13
1.4.2	Concetto di Smart Building e Building Automation and Control System .	14
1.5	Campo di applicazione.....	16
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	20
2.1	Introduzione.....	20
2.2	Norme e decreti di carattere generale.....	21
2.3	Principali decreti e sistemi di normativa di rilevanza impiantistica	22
2.4	Normative di riferimento sistemi di supporto per impianti	23
2.4.1	Sistemi di supporto per impianti	23
2.4.2	Sistemi di ancoraggio:	24
2.4.3	Compartimentazioni al fuoco per impianti e giunti lineari:	24
2.5	Normative di riferimento progettazione antincendio	24
2.5.1	Leggi e Decreti Generali di Prevenzione Incendi.....	24
2.5.2	Rivelazione incendi.....	25
2.5.3	Estinzione incendi	25
2.6	Normative di riferimento impianti ventilazione, termici e climatizzazione	28
2.6.1	Disposizioni e verifica applicazione Linee Guida contro la legionellosi ...	31
2.7	Ambiente e atmosfera	31
2.8	Acustica	33
2.9	Impianti Idrico-sanitari	34
2.10	Ventilazione Antincendio.....	34
2.11	Vibrazioni.....	35
2.12	Impianti elettrici	36
2.12.1	Campi Elettromagnetici.....	39
2.12.2	Impianti speciali.....	39
3.	INTERFACCE IMPIANTISTICHE	41
3.1	Interfacce impianti di sistema	41
3.2	Interfacce impianti non di sistema	42
3.2.1	Interfaccia utenze acquedotto SMAT	42
3.2.2	Interfaccia utenze fognatura SMAT	43

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

3.2.3	Interfaccia ASL T01	43
3.3	Interfaccia e Studio di Impatto Ambientale	44
3.3.1	Interfaccia acustica	44
4.	COORDINAMENTO, VERIFICHE E PROVE	46
4.1	Oggetto del capitolato impianti meccanici e limiti di fornitura.....	46
4.1.1	Coordinamenti con le opere edili o di altra natura	47
4.2	Coordinamento e sorveglianza dei lavori	47
4.3	Scelta ed approvazione dei materiali da parte della D.L.	48
4.4	Ultimazione dei lavori	51
4.5	Consegna provvisoria degli impianti.....	51
4.6	Consegna definitiva degli impianti. Garanzia degli impianti	52
4.7	Oneri compresi nell'appalto.....	52
5.	VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI	56
5.1	Impianti di ventilazione di emergenza.....	56
5.2	Impianti di ventilazione ordinaria.....	57
5.3	Impianti termici e di condizionamento (HVAC).....	58
5.4	Impianti geotermici da strutture energetiche.....	60
5.5	Impianti idrico antincendio	62
5.5.1	Impianto idranti e spegnimento automatico sprinkler	62
5.5.2	Impianto di spegnimento Water Mist	63
5.5.3	Impianto di spegnimento a gas inerti.....	63
5.6	Impianto aria compressa:.....	64
5.7	Impianti idrico sanitari, adduzione acque di lavaggio e irrigazione:.....	64
5.8	Impianti di aggotamento e scarico in pressione e drenaggio acque a gravità....	65
6.	PROVE DI COLLAUDO DEFINITIVO	66
6.1	Impianti di ventilazione di emergenza:.....	67
6.2	Impianti di ventilazione ordinaria:	69
6.3	Impianti termici e di condizionamento (HVAC):.....	71
6.4	Impianti geotermici da strutture energetiche:.....	72
6.5	Impianti idrici antincendio:	73
6.5.1	Impianto idranti e spegnimento automatico sprinkler	74
6.5.2	Impianto di spegnimento Water Mist	74
6.5.3	Impianto di spegnimento a gas inerti.....	75
6.6	Impianto ad aria compressa.....	75
6.7	Impianti idrico sanitari, lavaggio e irrigazione:.....	76
6.8	Impianti di scarico e rilancio acque nere	77
7.	IMPIANTI DI VENTILAZIONE DI EMERGENZA:	78
7.1	Canali dell'aria in calcio silicato	78
7.2	Serrande di sovrappressione.....	78
7.3	Serrande di intercettazione adatte a resistere alle pressioni dei ventilatori di emergenza	79
7.4	Serrande motorizzate per il controllo dei fumi.....	80
7.5	Servomotori per serrande controllo fumi	81
7.6	Serrande di non ritorno	82
7.7	Misuratori di portata aria	82
7.7.1	Trasmettitore multifunzione	82
7.8	Ventilatori di estrazione/immissione aria di emergenza.....	84

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

7.8.1	Documentazione	86
7.9	Ventilatori di estrazione fumi locale tecnici	87
7.9.1	Estrattori di tipo assiale	87
7.9.2	Estrattori di tipo centrifugo	87
7.9.3	Documentazione	88
7.9.4	Dati prestazionali estrattori di fumo	88
8.	IMPIANTI DI VENTILAZIONE ORDINARIA:	89
8.1	Canali dell'aria in lamiera zincata.....	89
8.1.1	Condotti a sezione rettangolare.....	89
8.1.2	Condotti a sezione circolare	90
8.1.3	Modalità di posa in opera	90
8.2	Canali in lamiera zincata con materassino antifuoco.....	91
8.3	Serrande tagliafuoco	91
8.4	Serrande di taratura ed intercettazione aria	92
8.4.1	Valvole autoregolanti per canali d'aria.....	92
8.4.2	Modalità di posa in opera	93
8.5	Servomotori per serrande.....	93
8.6	Bocchette, diffusori e griglie	94
8.6.1	Valvole di aspirazione aria.....	95
8.6.2	Criteri di scelta.....	95
8.6.3	Modalità di posa in opera	95
8.7	Unità di trattamento aria	95
8.7.1	Isolamento	96
8.7.2	Filtrazione	96
8.7.3	Batterie.....	96
8.7.4	Ventilatore.....	97
8.7.5	Conformità	98
8.7.6	Dati prestazionali	99
8.7.7	Modalità di posa in opera	99
8.8	Isolamento dei canali	99
8.8.1	Attestazione di non pericolosità dei materiali	100
8.8.2	Modalità di posa in opera	100
9.	IMPIANTI TERMICI E DI CONDIZIONAMENTO (HVAC):.....	100
9.1	Tubi in ferro Mannesmann nero	100
9.1.1	Modalità di posa in opera	100
9.1.2	Prova idraulica	101
9.1.3	Norme per le saldature	101
9.1.4	Collegamenti flangiati	102
9.1.5	Collegamenti con giunti	102
9.2	Tubi in ferro Mannesmann zincato.....	102
9.2.1	Modalità di posa in opera	102
9.2.2	Prova idraulica	103
9.2.3	Collegamenti flangiati	103
9.3	Tubazioni in acciaio inossidabile.....	103
9.3.1	Modalità di posa in opera	103
9.3.2	Prova idraulica	104
9.4	Tubazioni multistrato metallo plastiche	105
9.4.1	Caratteristiche della tubazione.....	105

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

9.4.2	Modalità di posa in opera	106
9.4.3	Prova idraulica	106
9.5	Linee di fluido frigorigeno per sistema VRF.....	106
9.5.1	Dati dimensionali	107
9.5.2	Caratteristiche tecniche tubo.....	107
9.5.3	Collaudo.....	107
9.5.4	Carica del refrigerante.....	107
9.5.5	Modalità di messa in opera	108
9.6	Staffaggio impianti.....	108
9.6.1	Modalità di posa in opera	108
9.7	Isolamento delle tubazioni	109
9.7.1	Attestazione di non pericolosità dei materiali	109
9.7.2	Isolamento tubazioni nude in rame.....	110
9.7.3	Modalità di posa in opera.....	110
9.8	Organi di intercettazione	110
9.8.1	Detentori per corpi scaldanti	111
9.8.2	Valvole di ritegno in ghisa	111
9.8.3	Modalità di posa in opera.....	111
9.9	Pompe.....	111
9.9.1	Pompe ad asse orizzontale.....	112
9.9.2	Pompe ad asse verticale	112
9.9.3	Modalità di posa in opera	112
9.10	Pompa di calore aria/acqua	112
9.10.1	Struttura	113
9.10.2	Antivibranti di base a molla	113
9.10.3	Compressore	113
9.10.4	Scambiatore esterno	113
9.10.5	Ventilatori.....	113
9.10.6	Griglie di protezione batterie a pacco alettato	113
9.10.7	Scambiatore interno	113
9.10.8	Circuito frigorifero	114
9.10.9	Valvole di espansione elettroniche	114
9.10.10	Recupero energetico parziale	114
9.10.11	Configurazione acustica supersilenziata.....	115
9.10.12	Dispositivo per la riduzione dei consumi dei ventilatori della sezione esterna	115
9.10.13	Quadro elettrico.....	115
9.10.14	Monitore di fase multifunzione.....	116
9.10.15	Modulo di comunicazione seriale per supervisore modbus.....	116
9.10.16	Contatti puliti per stato compressori.....	116
9.10.17	Ventilazione quadro elettrico	116
9.10.18	Doppio set point	116
9.10.19	Collaudo.....	116
9.10.20	Dati di funzionamento nominali	117
9.11	Pompa di calore acqua/acqua	117
9.11.1	Struttura	117
9.11.2	Pannellatura	117
9.11.3	Antivibranti di base a molla	117

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

9.11.4	Compressore	117
9.11.5	Scambiatore esterno	117
9.11.6	Scambiatore interno	118
9.11.7	Circuito frigorifero	118
9.11.8	Valvole di espansione elettroniche	118
9.11.9	Circuito idraulico	118
9.11.10	Recupero energetico parziale	119
9.11.11	Configurazione acustica supersilenziata.....	119
9.11.12	Quadro elettrico.....	119
9.11.13	Monitore di fase multifunzione.....	120
9.11.14	Modulo di comunicazione seriale per supervisore modbus.....	120
9.11.15	Contatti puliti per stato compressori.....	120
9.11.16	Ventilazione quadro elettrico	120
9.11.17	Doppio set point	120
9.11.18	Collaudo.....	120
9.11.19	Dati di funzionamento nominali	121
9.12	Condizionatore tipo split-system per solo raffreddamento.....	121
9.13	Unità esterna impianto VRF	122
9.13.1	Modalità di messa in opera	124
9.14	Unità interna VRF tipo canalizzabile ad alta prevalenza.....	124
9.14.1	Modalità di messa in opera	125
9.14.2	Caratteristiche prestazionali	125
9.15	Regolazione automatica	126
9.15.1	Quadri.....	126
9.15.2	Regolatori e logiche di controllo.....	127
9.15.3	Valvole.....	127
9.15.4	Valvole a farfalla	128
9.15.5	Sonde e interruttori automatici a sensore	128
9.15.6	Modalità di posa in opera.....	129
9.15.7	Oneri particolari dell'Impresa	129
10.	IMPIANTI GEOTERMICI DA STRUTTURE ENERGETICHE:.....	130
10.1	Scambiatore a piastre	130
10.1.1	Modalità di posa in opera.....	130
11.	IMPIANTI IDRICI ANTINCENDIO:.....	131
11.1	Gruppo di pompaggio antincendio	131
11.1.1	Funzionamento	131
11.1.2	Gruppo pompa/motore	131
11.1.3	Colonna di mandata	131
11.1.4	Collettore di mandata	132
11.1.5	Kit pompa pilota (Jockey)	132
11.1.6	Kit aspirazione (sottobattente)	132
11.1.7	Flussimetro.....	133
11.1.8	Quadro Elettrico.....	133
11.1.9	Dati prestazionali	133
11.2	Gruppo di pompaggio water mist	133
11.2.1	Pompa ad alta pressione.....	134
11.2.2	Dati prestazionali	134
11.3	Cavo scaldante autoregolante	134

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

11.3.1	Cavo	134
11.3.2	Termostato.....	135
11.3.3	Modalità di messa in opera	135
12.	IMPIANTI IDRICO SANITARI, ADDUZIONE ACQUE E SCARICO:	136
12.1	Dati di base.....	136
12.2	Tubazioni in materiale termoplastico.....	136
12.2.1	Modalità di posa in opera	137
12.3	Trattamento chimico dell'acqua.....	138
12.3.1	Prodotti chimici	138
12.3.2	Apparecchiature.....	139
12.3.3	Modalità di posa in opera	139
12.3.4	Oneri particolari dell'Impresa	139
12.4	Pompe di rilancio acque nere	140
12.4.1	Riferimenti normativi	140
12.4.2	Caratteristiche tecniche	140
13.	IMPIANTI DI AGGOTTAMENTO IN PRESSIONE E DRENAGGIO ACQUE A GRAVITÀ	141
13.1	Descrizione architettura del sistema	141
13.2	Pompe di rilancio portata di aggottamento.....	142
13.2.1	Riferimenti normativi	142
13.2.2	Caratteristiche tecniche	142
13.3	Pompe con funzione trituratrice	143
13.3.1	Riferimenti normativi	143
13.3.2	Caratteristiche tecniche	143
13.4	Tubazioni in acciaio zincato e tubazioni in materiale plastico.....	144
13.5	Valvole	145
13.6	Regolatori di livello	145
13.6.1	Caratteristiche tecniche	145
14.	IMPIANTI MECCANICI INDUSTRIALI	146
14.1	COMPRESSORI D'ARIA	146
14.1.1	Funzionamento	146
14.1.2	Compressori	146
14.1.3	Circuito dell'aria	146
14.1.4	Sistema di azionamento e circuito olio.....	147
14.1.5	Controllo e monitoraggio	147
14.1.6	Dati prestazionali	147
15.	SOSTEGNI E SUPPORTI.....	148
15.1	IMPIANTI TERMICI E IDRAULICI.....	148
15.1.1	Riferimenti normativi	148
15.1.2	Documentazione	148
15.2	Caratteristiche costruttive.....	148
15.3	Sistema di fissaggio	149
15.4	Criteri di posizionamento ed installazione.....	150
15.5	Collaudi e Certificazioni	151
15.6	SISTEMA DI SUPPORTO SISMO-RESISTENTE PER IMPIANTI DI VENTILAZIONE	151
15.6.1	Riferimenti normativi	151
15.6.2	Documentazione	151
15.7	Caratteristiche costruttive.....	151

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

15.8	Sistema di fissaggio	152
15.9	Criteri di posizionamento ed installazione.....	152
15.10	Collaudi e Certificazioni	153
15.11	SISTEMA DI SUPPORTO SISMO-RESISTENTE PER IMPIANTI ANTINCENDIO..	154
15.11.1	Riferimenti normativi	154
15.11.2	Documentazione	154
15.12	Caratteristiche costruttive.....	154
15.13	Sistema di fissaggio	155
15.14	Criteri di posizionamento ed installazione.....	155
15.15	Collaudi e Certificazioni	156
15.16	SISTEMA DI SUPPORTO SISMO-RESISTENTE PER IMPIANTI SPRINKLER	157
15.16.1	Riferimenti normativi	157
15.16.2	Documentazione	157
15.17	Caratteristiche costruttive.....	157
15.18	Sistema di fissaggio	158
15.19	Criteri di posizionamento ed installazione.....	159
15.20	Collaudi e Certificazioni	160

1. PREMESSA

Il presente capitolato speciale d'appalto contiene la descrizione degli impianti e la specificazione delle prescrizioni tecniche e delle prestazioni degli impianti a servizio del deposito officina Rebaudengo. Nella prima parte tutti gli elementi necessari per una compiuta definizione tecnica ed economica dell'oggetto dell'appalto, anche a integrazione degli aspetti non pienamente deducibili dagli elaborati grafici del progetto definitivo; nella seconda parte le modalità di esecuzione e le norme di misurazione di ogni lavorazione, i requisiti di accettazione di materiali e componenti, le specifiche di prestazione e le modalità di prove nonché, ove necessario, in relazione alle caratteristiche dell'intervento, l'ordine da tenersi nello svolgimento di specifiche lavorazioni; là dove il progetto prevede l'impiego di componenti e parti di impianto fabbricate presso fornitori esterni specializzati, ne sono precisate le caratteristiche principali, descrittive e prestazionali, la documentazione da presentare in ordine all'omologazione e all'esito di prove di laboratorio nonché le modalità di approvazione da parte del direttore dei lavori, sentito il progettista, per assicurarne la rispondenza alle scelte progettuali.

L'appalto è soggetto all'esatta osservanza di tutte le condizioni stabilite nel presente documento così come tutte le altre sezioni costituenti il Capitolato Speciale d'Appalto.

L'Appaltatore è tenuto alla piena e diretta osservanza di tutte le norme vigenti derivanti sia da leggi che da decreti, circolari e regolamenti con particolare riguardo ai regolamenti edilizi, d'igiene, di polizia urbana, di tutte le tipologie di sottoservizi, alle norme sulla circolazione stradale, a quelle sulla sicurezza ed igiene del lavoro vigenti al momento dell'esecuzione delle opere (sia per quanto riguarda il personale dell'Appaltatore stesso, che di eventuali subappaltatori, cottimisti e lavoratori autonomi), alle disposizioni impartite dalle AUSL, alle norme CEI, UNI, CNR.

Dovranno inoltre essere osservate le disposizioni di cui al d.lgs. 81/2008, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro, di segnaletica di sicurezza sul posto di lavoro, nonché le disposizioni di cui al d.P.C.M. 1 marzo 1991 riguardanti i "limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno", alla L 447/95 (Legge quadro sull'inquinamento acustico) e relativi decreti attuativi, al d.m 37/2008 (Regolamento concernente attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici), al d.lgs. 152/2006 (Norme in materia ambientale) e alle altre norme vigenti in materia.

Qualora gli atti contrattuali prevedessero delle soluzioni alternative, resta espressamente stabilito che la scelta spetterà, di norma e salvo diversa specifica, alla Direzione dei lavori.

L'appaltatore dovrà comunque rispettare i minimi inderogabili fissati dal presente Capitolato avendo gli stessi, per esplicita statuizione, carattere di prevalenza rispetto alle diverse o minori prescrizioni riportate negli altri atti contrattuali.

1.1 Inquadramento Generale

La realizzazione dell'intera linea 2, che include la tratta centrale da Anselmetti a Rebaudengo ed i prolungamenti Nord e Sud, avverrà per lotti successivi sulla base della disponibilità dei finanziamenti. In virtù del finanziamento complessivo assegnato, per ottimizzare i tempi di realizzazione dell'opera, l'Amministrazione intende appaltare l'intera tratta Rebaudengo – Politecnico.

La prima tratta funzionale della Linea 2 della Metropolitana di Torino, inclusa tra le stazioni Rebaudengo e Politecnico, si colloca interamente nel territorio comunale di Torino, presenta una lunghezza di circa 9,7 km, e, procedendo da nord verso sud, si sviluppa a partire dalla stazione di corrispondenza con la stazione F.S. Rebaudengo-Fossata, *prosegue lungo la ex trincea ferroviaria posta tra via Gottardo e via Sempione dove sono ubicate tre stazioni Giulio Cesare, S. Giovanni Bosco e Corelli*. Da quest'ultima, il tracciato passa lungo via Bologna, al fine di servire meglio gli insediamenti dell'area interessata esistenti e futuri con le fermate intermedie Cimarosa-Tabacchi, Bologna e Novara. Dopo la fermata Novara, il tracciato si allontana dall'asse di Via Bologna mediante una curva in direzione sud-est e si immette sotto l'asse di Corso Verona fino alla Stazione Verona ubicata in Largo Verona. Dopo la fermata Verona, sotto attraversato il fiume Dora e Corso Regina Margherita, la linea entra nel centro storico della città con le fermate Mole/Giardini Reali e Carlo Alberto, portandosi poi in corrispondenza di via Lagrange, sino ad arrivare alla stazione Porta Nuova, posta lungo via Nizza, che sarà una fermata di corrispondenza sia con la linea F.S. che con la Linea 1 della metropolitana di Torino. Dalla fermata Porta Nuova il tracciato prosegue lungo l'allineamento di via Pastrengo, per poi curvare in direzione sud per portarsi su corso Duca degli Abruzzi fino alla fermata Politecnico.

La prima tratta funzionale è costituita dalle seguenti opere:

- 13 stazioni sotterranee
- 13 pozzi intertratta aventi funzione di ventilazione
- 1 pozzo di ventilazione ad inizio tratta incluso nel manufatto del deposito/officina Rebaudengo
- 1 uscita di emergenza ed accesso dei soccorsi
- 2 pozzi terminali provvisori, di cui uno a fine tratta funzionale per l'estrazione della TBM, posto all'estremità del tronchino in retrostazione Politecnico e l'altro alla fine della galleria a foro cieco realizzata con metodo tradizionale.
- La galleria di linea è costituita da:
 - ✓ la galleria naturale a foro cieco realizzata con scavo tradizionale per una lunghezza complessiva di 570m circa, che va dal manufatto di retrostazione Rebaudengo alla Stazione Rebaudengo e da quest'ultima al pozzo terminale PT2 ubicato alla fine dello scavo a foro cieco e costituisce l'inizio della galleria artificiale;
 - ✓ la galleria artificiale in Cut&Cover ad uno o due livelli, per una lunghezza complessiva di circa 2.390m che collega il pozzo PT2 e le stazioni Giulio Cesare, San Giovanni Bosco, Corelli, Cimarosa/Tabacchi, Bologna fino al manufatto in retrostazione Bologna che include anche il pozzo Novara;
 - ✓ la galleria naturale realizzata in scavo meccanizzato mediante una TBM (Tunnel Borin Machine) avente diametro di 10,00m, che andrà dal Pozzo Novara fino al tronchino in retrostazione Politecnico per una lunghezza complessiva di circa 5.175m;
- il manufatto in retrostazione Rebaudengo, avente la funzione di deposito-officina, per la manutenzione ordinaria programmata sui treni, oltre che il parcheggio di 7 treni in stalli predisposti e complessivamente di 10 treni a fine servizio;
- la predisposizione per la realizzazione del manufatto di bivio nella diramazione nord verso San Mauro Torinese.

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici



Figura 1. Corografia della linea 2

1.2 Caratteristiche generali dell'infrastruttura civile

L'infrastruttura relativa alla metropolitana è caratterizzata dal Deposito-Officina realizzato con edificio fuori terra (Palazzina uffici - posto di controllo), aree officine e area treni su due livelli interrati, dalla galleria, dai pozzi di ventilazione e accesso, dai pozzi con solo accesso di emergenza, dai manufatti di bivio, manovra e parcheggio e dalle stazioni da 1 a 4 livelli rispondenti a varie caratteristiche tipologiche e speciali.

La linea è prevista in sotterraneo per la circolazione di convogli su doppia via di corsa.

La galleria si distingue nelle seguenti tipologie fondamentali:

- galleria artificiale in cut&cover con opere di sostegno laterali;
- galleria naturale scavata a foro cieco, con metodo tradizionale o meccanizzato, che interessa l'intero sviluppo delle tratte salvo le eventuali diverse soluzioni eventualmente implementate a seguito delle prescrizioni del Ministero dei Trasporti.

Lungo la linea sono realizzati i manufatti a servizio dell'infrastruttura come pozzi di ventilazione, accessi VV.F. ed uscite di sicurezza, deviatori.

Queste strutture sotterranee quali stazioni, pozzi, gallerie artificiali o altre strutture (manufatto di bivio, uscite di sicurezza, etc.) caratterizzate da coperture ridotte saranno realizzate secondo la metodologia costruttiva denominata CUT & COVER (C&C) che risulta essere tipica per questo tipo di strutture anche in ambiente urbano.

Tra le opere sotterranee rientrano le gallerie a foro cieco realizzate con metodo tradizionale, con scavo a piena sezione o a sezione parzializzata per la realizzazione delle gallerie di linea e delle stazioni in caverna, per i tronchini di collegamento tra manufatti isolati (i.e. pozzi intertratta aventi funzione di ventilazione e/o uscita di emergenza), nonché le nicchie per alloggiamento di dotazioni impiantistiche che sono oggetto della prestazione.

Fanno parte dell'infrastruttura stazioni interrate con atrio fuori terra con copertura metallica vetrata per le quali sarà necessario lo sviluppo della progettazione integrata.

1.2.1 Stazioni

Sono presenti diverse tipologie di stazione, sia di tipo superficiale che profondo. La profondità del piano di rotolamento, e di conseguenza anche delle stazioni, è stata determinata in base alla minima copertura della galleria in rapporto al suo diametro o dimensione (per la scatolare), assumendo un valore di ricoprimento in media pari a circa una volta il diametro della galleria stessa.

Sono assunti valori della lunghezza delle banchine e della larghezza delle stazioni compatibili con le diverse tipologie di materiale rotabile per metropolitane automatiche di caratteristiche adeguate allo svolgimento dell'esercizio sulla linea in oggetto.

Tutte le stazioni sono caratterizzate da un atrio unico (di tipo aperto verso il piano banchina o architettonicamente separato), una o due linee di controllo (stazioni di corrispondenza con altra infrastruttura) e, per le stazioni con atrio interrato, almeno due accessi di collegamento con il livello stradale.

Ogni accesso è dotato di una scala fissa e di una scala mobile (tranne alcuni casi particolari); in almeno uno dei due è stato previsto un ascensore di collegamento dalla superficie al piano atrio.

In tutte le stazioni sono stati previsti uno o due ascensori per singola via per il collegamento atrio/banchina, utilizzabili sia in condizioni di ordinario esercizio sia in condizioni di emergenza (in relazione alla linea in oggetto) tranne ove diversamente specificato.

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6
 Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

Su ogni banchina si innestano almeno due possibili percorsi di sfollamento, possibilmente contrapposti rispetto alla lunghezza della banchina stessa e dimensionati secondo quanto prescritto dal D.M. 21/10/2015. In condizioni di normale esercizio, ad ogni percorso è associato un flusso passeggeri specializzato (entrata o uscita).

Le stazioni seguono le seguenti tipologie primarie:

- Stazioni tipologiche a 1 livello interrato (S1L)
- Stazione speciale di corrispondenza a 2 livelli interrati (S2L)
- Stazione tipologica a 2 livelli interrati (S2L)
- Stazione speciale a 2 livelli a banchine sovrapposte
- Stazioni tipologiche con gallerie di banchina a 4 livelli interrati (S4G)
- Stazione tipologica a 3 livelli interrati (S3L)
- Stazione speciale a 4 livelli interrati
- Stazioni speciale a 4 livelli interrati di corrispondenza
- Stazione tipologica a 4 livelli interrati (S4L)

Di seguito si riporta il riepilogo della tipologia funzionale di ogni stazione secondo l'elenco sopra enunciato:

Tabella 1. Tabella riassuntiva delle tipologie di stazione

N.	STAZIONI	TIPOLOGIA	LIVELLI INTERRATI
TRATTA CENTRALE			
1	REBAUDENGO	Stazione speciale 2 livelli interrati di corrispondenza F.S.	2
2	GIULIO CESARE	Stazione tipo 1 livello interrato e atrio fuori terra (S1L)	1
3	SAN GIOVANNI BOSCO	Stazione tipo 1 livello interrato e atrio fuori terra (S1L)	1
4	CORELLI	Stazione tipo 1 livello interrato e atrio fuori terra (S1L)	1
5	CIMAROSA/TABACCHI	Stazione speciale 2 livelli interrati a banchine sovrapposte	3
6	BOLOGNA	Stazione tipo 2 livelli interrati (S2L)	2
7	NOVARA	Stazione tipo a 4 livelli interrati con gallerie di banchina (S4G)	4
8	VERONA	Stazione tipo 3 livelli interrati (S3L)	3

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6
 Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

9	MOLE/GIARDINI REALI	Stazione tipo a 4 livelli interrati con gallerie di banchina (S4G)	4
10	CARLO ALBERTO	Stazione speciale a 4 livelli interrati (S4L speciale per il solo livello atrio)	4
11	PORTA NUOVA	Stazione speciale a 4 livelli interrati di corrispondenza F.S./Linea 1	4
12	PASTRENGO	Stazione tipo a 4 livelli interrati con gallerie di banchina (S4G)	4
13	POLITECNICO	Stazione tipo a 4 livelli interrati (S4L)	4

1.2.2 Pozzi di intertratta

Nel rispetto delle disposizioni del D.M. 21/10/2015 e delle indicazioni contenute nella progettazione definitiva di riferimento sono presenti, lungo il tracciato della linea, i pozzi situati nelle intertratte tra le fermate, destinati a svolgere le funzioni di ventilazione, aggottamento, accesso per i Vigili del Fuoco e/o eventuale uscita di emergenza.

I pozzi di intertratta e ventilazione hanno le seguenti caratteristiche riferite a tipologie e ubicazioni:

- Presso infrastruttura Deposito Rebaudengo
- Su GA, in linea, dotati di doppia griglia di ventilazione
- Su manufatto nord, in linea, doppia griglia di ventilazione
- Su manufatto nord, doppio livello, griglia unica di ventilazione
- Su gall. TBM, doppio livello, doppia griglia di ventilazione
- Su gall. TBM, doppio livello, griglia unica di ventilazione
- Su gall. TBM, uscita emergenza
- Su gall. TBM, triplo livello, griglia unica di ventilazione

Di seguito si riporta il riepilogo della tipologia funzionale di ogni pozzo secondo l'elenco sopra enunciato:

Tabella 2. Tabella riassuntiva delle tipologie Pozzi e Manufatti

POZZI E MANUFATTI		CARATTERISTICHE
TRATTA CENTRALE		
1	POZZO REBAUDENGO	Presso Deposito Rebaudengo Liv. -1
2	POZZO GIULIO CESARE	In linea con GA, doppia griglia
3	POZZO SAN GIOVANNI BOSCO	In linea con GA, doppia griglia
4	POZZO CORELLI	In linea con GA, doppia griglia
5	POZZO CIMAROSA/TABACCHI	Su manufatto nord, doppio livello, griglia unica
6	POZZO BOLOGNA	In linea su manufatto nord, doppia griglia
7	RETROSTAZIONE BOLOGNA	Su Manufatto Nord tra SBO e PNO
8	POZZO NOVARA	Su Retrostazione SBO, doppio livello, griglia unica
9	POZZO VERONA	Su gall. TBM, doppio livello, doppia griglia
10	POZZO MOLE/GIARDINI REALI	Su gall. TBM, doppio livello, griglia unica
11	POZZO EMERGENZA MOLE	Su gall. TBM, uscita emergenza
11	CARLO ALBERTO	Su gall. TBM, triplo livello, griglia unica
12	PORTA NUOVA	Su gall. TBM, doppio livello, griglia unica
13	PASTRENGO	Su gall. TBM, doppio livello, griglia unica
14	POLITECNICO	Su gall. TBM, doppio livello, doppia griglia
15	RETROSTAZIONE POLITECNICO	Su Galleria TBM

1.2.3 Manufatti di bivio

Nell'ambito delle possibili diramazioni della linea verso il prolungamento nord è presente il manufatto di bivio. Il manufatto di bivio è caratterizzato dalle seguenti configurazioni:

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- dalla sovrapposizione dei due binari che concorrono tra loro per poi sfioccare entrambi dando origine a quattro diverse vie, che tornano ad essere parallele a coppie per indirizzarsi ognuna nella propria direzione;
- dalla caratteristica configurazione a "salto di montone", in cui la tratta principale continua diritta, ma entrambi i binari si biforcano, dando origine a due nuove vie.

1.2.4 Manufatti di fine tratta

I manufatti di fine tratta sono posti in corrispondenza dei capolinea e sono dotati delle necessarie aste di manovra per consentire:

- l'inversione dei treni che, arrivati al capolinea, devono riprendere servizio nel verso opposto;
- il ricovero dei treni, utile per accelerare la ripresa del servizio dopo l'intervallo notturno o dopo le ore di morbida dell'esercizio.

1.2.5 Denominazioni ed abbreviazioni utilizzate

Le denominazioni e le codifiche e abbreviazioni delle Stazioni e Pozzi sono quelle descritte nella tabella seguente:

Tabella 3. Denominazioni ed abbreviazioni Stazioni e Pozzi

N.	STAZIONI	CODIFICA	POZZI	CODIFICA
1	REBAUDENGO	SRB	REBAUDENGO	PRB
2	GIULIO CESARE	SGC	GIULIO CESARE	PGC
3	SAN GIOVANNI BOSCO	SGB	SAN GIOVANNI BOSCO	PGB
4	CORELLI	SCO	CORELLI	PCO
5	CIMAROSA/TABACCHI	SCI	CIMAROSA/TABACCHI	PCI
6	BOLOGNA	SBO	BOLOGNA	PBO
7	NOVARA	SNO	NOVARA	PNO
8	VERONA	SVE	VERONA	PVE
9	MOLE/GIARDINI REALI	SMO	MOLE/GIARDINI REALI	PMO
10	CARLO ALBERTO	SCA	EMERGENZA MOLE	EMO
11	PORTA NUOVA	SPN	CARLO ALBERTO	PCA
12	PASTRENGO	SPA	PORTA NUOVA	PPN

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

13	POLITECNICO	SPO	PASTRENGO	PPA
14	-	-	POLITECNICO	PPO

1.3 Deposito officina Rebaudengo

Il deposito officina Rebaudengo è ubicato all'estremità nord della Linea. Presenta uno sviluppo longitudinale complessivo di circa 270 m ed è costituito da due livelli interrati, che di fatto si estendono per tutto lo sviluppo dell'opera, e da un edificio fuori terra di 3 piani.

La larghezza della sezione trasversale tipologica del deposito è variabile da 30.0 a 80.0 m, con un allargamento a forma triangolare in corrispondenza dell'estremità nord.

Il livello -2 è progettato per consentire il ricovero dei treni e per la manutenzione. In questo livello si trova un corpo di collegamento verticale, con scala e ascensori, che mette in collegamento i due piani interrati e i tre piani fuori terra.

Il livello -1 è dedicato ai locali di manutenzione e agli impianti, dislocandosi su un'area il cui assetto è organizzato con un corridoio longitudinale, di larghezza variabile, ed uno slargo organizzato intorno al cavedio circolare posto nell'area triangolare del lotto.

Infine, il volume esterno che ospita gli uffici e i locali di controllo e gestione del sistema e del deposito, si trova lungo il fronte ovest del lotto, lungo corso Venezia in prossimità dell'ingresso carraio compreso tra gli assi 24 e 33.

È costituito da tre piani fuori terra, con copertura piana, e di superficie lorda per piano di circa 800 m² (17.60x45m) per un totale di circa 2400 m² totali.

A servizio dell'edificio sono previsti una cabina elettrica sulla porzione sud e due aree adibite a parcheggio: una sul lato sud per 20 posti auto (di cui 2 posti dedicati alle persone con disabilità), uno sul fronte nord con 28 posti auto e 5 stalli riservati ai mezzi per il carico/scarico di materiali

1.3.1 Deposito officina - Livello -2:

A questo piano è previsto per l'alloggiamento e il ricovero del materiale rotabile. Ha altezza di 7.60 metri. Il piano è progettato per consentire, nella porzione di fabbricato compresa tra l'asse 2 e l'asse 33, il ricovero in 6 binari di 9 treni, della lunghezza massima di circa 60 metri, e di 3 treni per la manutenzione di lunghezza massima 30 metri. In questa si trova un corpo di collegamento verticale, con scala e ascensore, che mette in collegamento i due piani interrati e i tre piani fuori terra.

Nell'area triangolare del perimetro costruito, compresa tra gli assi longitudinali C e F sono previsti due binari dedicati alla manutenzione leggera con adeguato Carroponte, tornio in fossa, un'area in fossa di circa 700 m² (65x10.65m) e profondità pari a 1,7 m; un altro binario, sul lato est del perimetro, è invece stato riservato al lavaggio dei treni. Al piano, nella stessa area, possiamo inoltre trovare le officine per le opere civili, la linea aerea, elettrotecnica e segnalamento, una zona ristoro/pausa, e dei locali igienici, oltre a due scale di collegamento tra i piani e di uscita di sicurezza fino al piano terra con un ascensore e un montacarichi.

A questo piano sono distribuiti:

- area parcheggio treni,
- area manutenzione leggera,
- locale di pausa/ristoro,

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- servizi igienici uomini/donne,
- officina elettrotecnica,
- aree a disposizione (ricarica muletti, segnalamento, TE, OO.CC.),
- area officina treni,
- area lavaggio treni,
- locale aggotamento,
- vasche aggotamento linea,
- corpi scala, ascensori e montacarico.

1.3.2 Deposito officina - Livello -1:

Il livello -1 dedicato ai locali di manutenzione e agli impianti su un'area di circa 8.700 m² e altezza di circa 4.58 metri. L'assetto distributivo è organizzato con un corridoio longitudinale, di larghezza variabile tra i 5.70 m, i 9.00 m e i 5.46 m circa e lunghezza di 237 m circa, e uno slargo organizzato intorno al cavedio circolare posto nell'area triangolare del lotto.

A questo piano sono distribuiti:

- cavedio circolare vetrato e pozzo di luce verso 2° piano interrato,
- locale ad uso ufficio,
- locale di pausa/ristoro,
- spogliatoi uomini/donne,
- locale U.T.A.,
- centrale ventilazione di emergenza,
- locale primo soccorso,
- servizi igienici,
- locale di ricarica muletti,
- area di calaggio apparecchiature,
- locali magazzino linea,
- locali magazzino treni,
- Pozzo di ventilazione (PRB)
 - › locale trasformatore 1
 - › locale trasformatore 2
 - › locale quadri
 - › locale ventilatori
- locale SSE,
- sala quadri,
- cabina di trasformazione MT/BT,
- locale quadro media tensione,

- locale quadro Safety,
- centrale ventilazione di emergenza,
- magazzino scorte,
- locale UTA,
- officina elettromeccanica,
- officina armamento,
- officina accessori interni treni,
- officina saldatura,
- officina sistemi idraulici e pneumatici,
- cabina lavaggio ricambi,
- officina batterie,
- locale apparati,
- locali tecnici e impianti UTA,
- locale a disposizione,
- vasca di accumulo e locale pompe antincendio,
- cavedi di ventilazione (
- corpi scala e ascensori

1.3.3 Edificio uffici - Livello 0:

Al piano terra, che ha una superficie di circa 800 m² e un'altezza utile di 4.50 m, sono stati previsti i seguenti ambienti:

- Accoglienza/segreteria e guardiana;
- 2 locali di back office;
- Sala d'aspetto;
- Infermeria;
- Stanza estintori;
- Locale refettorio con locale riscaldamento cibi;
- Locale UPS, gruppi continuità,
- Locale quadri;
- Servizi igienici (donna/uomo);
- Gruppo scale e ascensori;
- Cavedi tecnici.

1.3.4 Edificio uffici - Livello 1:

Al piano primo, che ha una superficie di circa 800 m² e un'altezza utile di 3.00 m, sono stati previsti i seguenti ambienti:

- Sei locali uffici di diverse metrature comprese tra i 40 e i 100 m2;
- Un ufficio dirigente,
- Sala riunioni;
- Sala server e impianti;
- Archivio;
- Servizi igienici (donne/uomini);
- Gruppo scale e ascensori;
- Cavedi tecnici.

1.3.5 Edificio uffici - Livello 2:

Al piano secondo, che ha una superficie di circa 800 m2 e un'altezza utile di 3.00 m, sono stati previsti i seguenti ambienti:

- Centro di controllo PCC;
- Sala server e impianti,
- Sala di crisi;
- Sala riunioni;
- Locale security;
- Servizi igienici (uomini/donne);
- Gruppo scale e ascensori;
- Cavedi tecnici.

1.3.6 Edificio uffici – Livello copertura:

Al piano copertura, raggiungibile con il corpo scala/ascensori, si trovano le U.T.A. e la zona dove sono collocate le unità esterne relative agli impianti di condizionamento, oltre ai pannelli fotovoltaici

1.3.7 Cabina elettrica – Livello 0 esterno:

Sulla porzione sud del lotto è prevista la realizzazione di un edificio ad un piano fuori terra, di forma compatta, destinata ad accogliere i gruppi elettrogeni di emergenza della linea, i due locali dei trasformatori BT/MT, un locale quadri MT, e un locale di servizio.

L'edificio è costituito da 5 locali adiacenti che ospitano i generatori a gasolio, separati gli uni dagli altri, accessibili e aerati verso il fronte ovest mediante portoni permeabili all'aria. Sul lato opposto, fronte est, si trovano gli spazi tecnici e accessori al servizio e di connessione con le reti di alimentazione verso il deposito. Nell'area adiacente non pavimentata sul lato nord si trovano i due serbatoi interrati del combustibile.

L'area tecnica e l'edificio sono raggiungibili dalla strada interna che la collega dall'accesso ubicato a fianco della palazzina uffici; la posizione individuata per il manufatto è dovuta alla necessità di allontanarla quanto più possibile dagli altri manufatti, interrati e fuori terra, e dalle aree adibite a

parcheggio e all'area tecnica a servizio delle botole di calaggio, al montacarichi e ai collegamenti verticali (scale di sicurezza e ascensori).

1.4 Inquadramento generale progettazione impiantistica

La progettazione degli impianti non di sistema della Linea 2 della Metropolitana di Torino è basata su un criterio di armonizzazione delle "best practices" internazionali riferite al contesto delle metro moderne, con particolare riferimento all'innovazione e all'eco-compatibilità. Gli scenari di attuazione del progetto dovranno essere comunque basati sui requisiti normativi applicabili e propedeutici alla corretta progettazione del contesto impiantistico, con l'essenziale riferimento al D.M. 21/01/2015 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane". Il contesto impiantistico dovrà essere armonizzato a quello funzionale, civile ed architettonico al fine di inserire i contenuti impiantistici nell'ambito delle predisposizioni e delle finiture in modo organico. La carta dell'architettura dovrà inoltre essere considerata un'interfaccia privilegiata al fine assecondare la selezione delle tipologie, dell'utilizzo degli spazi così come della luce all'interno delle stazioni.

1.4.1 Progettazione Impianti Tecnologici non di Sistema Deposito

Le dotazioni impiantistiche non di sistema presi in esame sono i seguenti sistemi primari inerenti alle aree interne ed esterne:

- Impianti di ventilazione di emergenza antincendio (smoke ventilation)
- Impianti di ventilazione ordinaria (immissione, estrazione)
- Impianti termici e di condizionamento (HVAC)
- Dispositivi e precauzioni atti alla prevenzione della Legionella
- Impianti Geotermici (da Geostrutture Energetiche)
- Interpretazione e ingegnerizzazione delle Analisi fluidodinamiche e modellazione fumi SES/CFD ed esodo.
- Analisi energetiche di edificio (ex-Legge10) ove richiesto.
- Impianti idrici antincendio (norma EN)
- Impianti antincendio (gas ove presente)
- Impianti meccanici industriali (aria compressa, lavaggio treni predispos.)
- Impianti meccanici (altri), idrico sanitari, adduzione acque, scarichi, irrigazione
- Impianti di aggettamento in pressione e drenaggio acque a gravità
- Impianti elettrici e forza motrice (e generazione di emergenza)
- Impianti di messa a terra e protezione correnti vaganti
- Impianti di protezione scariche atmosferiche
- Impianti di illuminazione
- Impianti fotovoltaici
- Impianti di rivelazione incendi (differenti tipologie a seconda della parte d'opera)

- Impianti Evac
- Impianti speciali e correnti deboli (altri)
- Impianti di sollevamento (ascensori)
- Impianti di supervisione e controllo (Scada e Bms)
- Interfaccia e predisposizione impianti opere di sistema (correnti forti, telecomunicazione, dati, segnalamento, telecomando, porte di banchina, Scada etc.)

1.4.2 Concetto di Smart Building e Building Automation and Control System

Con l'emanazione del D.M. 26/06/2015 – "Criteri generali e requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici", funzionale alla piena attuazione della direttiva 2010/31/UE (testo consolidato nel 2018), è richiesta la realizzazione di un "livello minimo di automazione per il controllo, la regolazione e la gestione delle tecnologie dell'edificio e degli impianti termici (BACS), corrispondente alla classe B, come definita nella tabella 1 della norma UNI EN 15232" al fine di ottimizzare l'uso dell'energia negli edifici, nel Deposito/Officina della Linea 2 della Metropolitana Automatica di Torino, sarà previsto un sistema di management a servizio dei vari impianti.

La normativa non si riferisce semplicemente a delle prescrizioni su come realizzare gli impianti di automazione edifici, ma fornisce un metodo per la stima dell'impatto dei sistemi di automazione sulle prestazioni energetiche degli edifici.

La progettazione degli impianti della Linea 2 della Metropolitana, in termini di "Smart Building" nell'ottica della UNI EN 15232, si baserà sulla valutazione della domanda energetica e dei consumi elettrici in termini di "best practices", massimizzando la richiesta di rendimento elettrico degli apparati e, per quanto possibile, utilizzando sistemi elettro-meccanici alimentati ad energia rinnovabile; è dunque previsto lo studio di sistemi di efficienza energetica attiva, che hanno la funzione di massimizzare l'efficienza energetica degli impianti tecnici delle stazioni in relazione alle condizioni ambientali esterne e ai differenti profili di utilizzo e occupazione degli ambienti.

Più nello specifico, i processi verranno gestiti da un sistema computerizzato, che controlla e monitora le apparecchiature meccaniche ed elettriche come la ventilazione, l'illuminazione, l'alimentazione, i sistemi antincendio e di sicurezza. Grazie ad esso, tutte le funzioni tecnologiche dell'area di manutenzione potranno essere gestite in maniera integrata: videosorveglianza, controllo accessi, rivelazione incendi, consumi energetici, fotovoltaico, HVAC e macchine operatrici.

L'obiettivo è quello di realizzare sistemi BACS e TBM "ad alte prestazioni energetiche", tali da garantire elevate prestazioni energetiche all'impianto; più in generale, i dispositivi di controllo del Deposito dovranno essere in grado di gestire gli impianti elettrici e di climatizzazione (HVAC) tenendo conto di diversi fattori (valori prestabiliti basati sulla rilevazione dell'occupazione, sulla qualità dell'aria, ecc.) e di includere funzioni aggiuntive integrate per le relazioni multidisciplinari tra HVAC ed i vari servizi dell'edificio (consumi carichi elettrici, illuminazione, ecc.).

Tabella 4. Tabella riassuntiva delle azioni BMS

IMPIANTO	AZIONI
----------	--------

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

Luci	<ul style="list-style-type: none"> Misura dell'illuminamento sui piani di lavoro sia negli uffici che nelle officine; Controllo del flusso luminoso dei corpi illuminanti in funzione dell'illuminamento sul piano di lavoro tenendo conto della luce naturale entrante nei vari ambienti;
Forza Motrice	<ul style="list-style-type: none"> Gestione della priorità nell'alimentazione delle varie utenze; Gestione della contemporaneità dei carichi più gravosi riducendo il dimensionamento delle linee di alimentazione dorsali;
Attrezzature meccaniche	<ul style="list-style-type: none"> Diagnostica in tempo reale dello stato delle apparecchiature; Gestione del piano di manutenzione; Allarme in caso di guasto o malfunzionamento;
Impianto elettrico	<ul style="list-style-type: none"> Misura e storico dei principali parametri elettrici in tutte le aree dell'impianto, in particolare: corrente, tensione, sfasamento, potenza attiva e reattiva, disturbi, etc.; Selettività di intervento delle protezioni mediante comunicazione tra i vari relè in campo; Sicurezza elettrica mediante interfaccia con i sistemi di rivelazione incendi e/o TVCC; Diagnostica dei componenti; Prove sui componenti e gestione del piano di manutenzione;
Fotovoltaico	<ul style="list-style-type: none"> Misura dell'energia prodotta e di altri parametri in varie sezioni dell'impianto (sia lato DC che AC); Allarme in caso di guasto di componenti (o segnalazione anche per il semplice sporcamento di un modulo che determini una riduzione delle prestazioni dello stesso); Gestione dell'energia a seconda delle esigenze dell'impianto (priorità all'utilizzo in loco dell'energia prodotta rispetto all'immissione in rete); Gestione del piano di manutenzione dei componenti; Controllo di parametri quali disturbi elettromagnetici o sporcamento della rete con armoniche di ordine superiore al primo;
HVAC	<ul style="list-style-type: none"> Controllo della temperatura e dell'umidità dell'aria; Termoregolazione mediante sistemi di controllo della velocità dei ventilatori o delle valvole servocomandate sul circuito del fluido termovettore; Controllo presenze per gestire il condizionamento dei locali;
Safety	<ul style="list-style-type: none"> Interfacciamento con gli altri sistemi; Diagnostica dei componenti; Piano di manutenzione; Remotizzazione dei segnali;

Security

- Interfacciamento con gli altri sistemi;
- Diagnostica dei componenti;
- Piano di manutenzione;
- Remotizzazione delle immagini in un posto centrale;

Tale sistema sarà connesso con le apparecchiature facenti parte dei sistemi sopra indicati mediante i principali protocolli di comunicazione (LAN, Modbus RTU, RS485, TCP/IP, SNMP, etc.) e potrà essere connesso alla rete aziendale e gestito e/o riprogrammato secondo le esigenze del cliente.

1.5 Campo di applicazione

La presente Sezione di Capitolato è relativa alle specifiche tecniche e prestazionali da seguire durante la fase progettazione esecutiva e di costruzione dell'opera riguardanti gli impianti meccanici a servizio delle opere civili della Deposito officina Rebaudengo:

Nello specifico gli impianti meccanici oggetto del presente capitolato sono di seguito riportati:

- impianti di ventilazione di emergenza;
- impianti di ventilazione e condizionamento;
- impianti idrici-antincendio;
- impianti meccanici industriali;
- impianto idrico-sanitario e scarichi.

Gli impianti di ventilazione di emergenza si suddividono in:

- ventilazione principale di emergenza a servizio delle Deposito/Officina

Gli impianti di ventilazione e condizionamento si dividono in:

- ventilazione ordinaria;
- impianto ad aerotermi;
- impianto a ventilconvettori;
- impianto a radiatori;
- impianto a espansione diretta;
- unità di trattamento aria.

Negli impianti antincendio sono compresi:

- impianti antincendio a idranti e nspi;
- impianti antincendio automatici a sprinkler;
- Impianto antincendio water mist;
- Impianto antincendio a gas.

Negli impianti industriali sono compresi:

- Impianto ad aria compressa;

Negli impianti idrici sono compresi:

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6
Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- impianti idrico-sanitari;
- impianto di lavaggio e irrigazione
- impianti di scarico e rilancio acque nere.
- Impianti di aggotamento

Il sistema di ventilazione di emergenza del Deposito/officina è a servizio dei piani interrati -1 e -2. L'obiettivo del sistema di emergenza SEFFC è quello di mantenere a pavimento uno strato di aria libera da fumo al di sopra del quale galleggia lo strato di fumo e gas caldi che verranno convogliati all'esterno attraverso l'utilizzo di ventilatori meccanici.

All'interno del Deposito/Officina è presente anche il pozzo Rebaudengo che provvede all'evacuazione dei fumi della galleria (anche per il settore al livello -2 incluso all'interno dell'area Deposito ubicato tra la galleria naturale e relativa intertratta, l'Officina e la zona di manutenzione leggera) in analogia agli altri pozzi di ventilazione della linea pertanto è trattato nel capitolato specifico degli impianti di linea.

Nella situazione di esercizio normale la ventilazione provvede a mantenere condizioni di buona vivibilità in un ambiente normalmente inquinato da polveri e residui connessi alla marcia del treno. La ventilazione secondaria riguarda altresì i locali a disposizione di banchina quali i servizi igienici dotati di sistemi di ventilazione ed estrazione dedicati.

Si colloca nella categoria di condizionamento il sistema di climatizzazione che sarà legato ai seguenti fattori primari:

- condizioni termo-igrometriche esterne;
- aria di rinnovo e immissione aria esterna;
- gestione dinamica delle condizioni ambientali interne del contesto Deposito verificate sulla base delle caratteristiche di affollamento (turnazioni personale) registrate nell'unità di tempo prescelta;
- gestione delle condizioni di temperatura ambientale di esercizio delle apparecchiature elettriche sottese ai servizi del Deposito-Officina
- eco-compatibilità delle scelte progettuali, disponibilità potenza geotermica.

Si colloca nella categoria di condizionamento dei locali tecnici il sistema di raffreddamento dell'ambiente nei locali tecnologici, dove le apparecchiature elettriche forniscono un rilascio termico di notevole entità, tale da rendere necessario il suo smaltimento all'esterno mediante sistemi di refrigerazione, oltreché dalla estrazione connessa alla ventilazione principale.

Per i livelli interrati, in cui è presente anche l'impianto di emergenza di evacuazione fumi, la progettazione degli impianti di ventilazione in condizioni di esercizio normale, quindi del sistema di condizionamento, è legata fortemente al contesto della ventilazione in condizioni di emergenza, in quanto sono tra essi condivise le modalità di distribuzione delle portate di aria in immissione o estrazione, al fine di creare un sistema comune di utilizzo dei canali, ad elevata caratteristica di resistenza, idonei e certificati anche per lo smaltimento dei fumi.

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6
Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

I locali interrati saranno protetti mediante impianti fissi di spegnimento idranti UNI 45 ad azionamento manuale e impianti fissi di spegnimento ad azionamento automatico del tipo sprinkler con caratteristiche idrauliche differenziate in relazione alla classe di pericolosità dell'area protetta, in corrispondenza dell'accesso alle aree di deposito treni sarà installato un impianto a lama d'acqua. Alcuni locali tecnici ubicati ai piani interrati saranno serviti, in relazione alle loro peculiarità, con impianti di estinzione a water mist.

La riserva idrica antincendio è comune a tutti i sistemi di spegnimento ad acqua e dimensionata a capacità parziale con la necessaria integrazione di rinalzo da parte dell'acquedotto.

Il fabbricato fuori terra sarà dotato di impianto fisso di estinzione costituito da idranti a cassetta naspi DN 25 per la protezione interna e idranti soprassuolo UNI 70 per la protezione esterna; I locali tecnici destinati ad ospitare i server e la sala di controllo ubicati nella palazzina uffici saranno serviti, in relazione alle loro peculiarità, con impianti di estinzione a gas inerte, in funzione di particolari rischi d'incendio per la presenza di apparecchiature e/o impianti elettrici.

In particolare, tale impianto e proteggerà i seguenti locali della palazzina uffici:

- locale quadri e locale UPS/gruppo di continuità al piano terra
- sala server e impianti al piano primo
- sala server e impianti e centro controllo PPC al piano secondo

Le bombole dell'agente estinguente a gas inerte saranno installate preferibilmente in copertura edificio e adeguatamente protette. Le suddette bombole si scaricheranno totalmente in caso di incendio nei volumi da proteggere previa attivazione dei sistemi di allarme e/o avvisamento della scarica in corso.

L'impianto industriale di produzione e distribuzione di aria compressa prevede la produzione di aria compressa all'interno di un locale dedicato e la distribuzione prevalentemente tramite tubazioni disposte a soffitto.

La generazione avviene tramite tre compressori uguali, ciascuno della portata di circa 1/2 del fabbisogno massimo richiesto e di serbatoi polmone al fine di stabilizzare la pressione in funzione della portata d'aria richiesta. In tal modo, la domanda viene coperta da due soli compressori, mentre il terzo rimane di riserva.

La distribuzione avviene tramite una rete plurimagliata suddivisa in anelli chiusi concatenati.

Esistono sostanzialmente due reti, una per il piano al livello -1, l'altra per il piano al livello -2, collegate tra loro in due punti, mediante tubazioni verticali in cavedio.

I terminali di emissione sono disposti a parete, a un'altezza di 1 metro dalla quota del pavimento, oppure sotto i binari. Ogni presa sarà equipaggiata con: manometri, valvole di intercettazione, valvola di scarico, filtro, riduttore di pressione, attacco rapido per flessibile.

L'impianto idrico sanitario si compone dei punti di adduzione e scarico in corrispondenza dei bagni e spogliatoi presenti per i nuovi edifici del deposito.

L'impianto di lavaggio del materiale rotabile è costituito da punti di adduzione idrica e scarico in corrispondenza del piano -2 al fine di permetterne una periodica manutenzione e pulizia dei treni. I

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6
Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

requisiti relativi all'impianto di adduzione e di scarico in vasca dello specifico apparato appartenente alle dotazioni relative alle opere di Sistema per il Deposito-Officina, dovrà essere dettagliato nella seguente fase di progetto unitamente alla selezione del materiale rotabile per il quale verrà indicato.

Il sistema di lavaggio del materiale rotabile dovrà prevedere un impianto di trattamento delle acque usate che raccoglierà e tratterà gli scarichi del sistema di pulizia dei treni in modo che l'impianto possa provvedere, oltre alla depurazione, anche a un parziale riciclo delle acque trattate. Queste ultime verranno così riutilizzate nelle fasi di prelavaggio e lavaggio. L'impianto di trattamento delle acque costituirà parte integrante del sistema di lavaggio del materiale rotabile.

All'interno del lotto sono presenti delle aree verdi a irrigare per una estensione totale al piano strada di poco inferiore a 4.000 m². L'acqua necessaria all'irrigazione verrà stoccata nella vasca di "seconda pioggia", ubicata dove indicato nelle tavole di progetto.

Nel caso in cui la vasca non contenesse acqua sufficiente al funzionamento giornaliero dell'impianto, essa verrà integrata con acqua dell'acquedotto urbano. L'acqua verrà prelevata (in regime notturno) dalla rete di adduzione idrosanitaria che raggiunge a soffitto il blocco servizi al livello -2; il carico verrà comandato tramite un'elettrovalvola.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

2.1 Introduzione

Gli impianti dovranno essere realizzati in ogni loro parte e nel loro insieme in conformità alle norme, prescrizioni, regolamentazioni e raccomandazioni emanate dagli Enti, agenti in campo nazionale e locale, preposti dalla Legge al controllo ed alla sorveglianza della regolarità della loro esecuzione.

Gli impianti dovranno essere eseguiti in conformità al Decreto 380/01 Capo V, al Decreto n. 37 del 22 gennaio 2008 (regolamento di attuazione della legge nr. 248 del 2/12/2005 art. 14) e successivi emendamenti; si evidenzia che le norme UNI e CEI sono considerate norme di buona tecnica.

Inoltre, dovranno essere rispettate le prescrizioni degli Enti preposti al controllo degli impianti nella zona di competenza, ed in particolare:

- Ispettorato del lavoro;
- ASL;
- Vigili del fuoco (approvazione Comando Provinciale dei VVF Protocollo nr: 45061 - del 16/11/2022 - COM-TO - Comando Prov. VVF TORINO CITTA' DI TORINO - METROPOLITANA AUTOMATICA LINEA 2 sita/o in LINEA 2 REBAUDENGO - POLITECNICO sn, 10100 Torino - Comunicazione di approvazione ex art. 3 del D.P.R. n. 151/2011).
- ISPESL;
- ANSFISA
- leggi, decreti e regolamenti governativi, prefettizi, comunali e di ogni autorità riconosciuta nonché disposizioni che indirettamente o direttamente avessero attinenza con l'appalto in oggetto, siano esse in vigore all'atto dell'appalto o siano emanate nel corso di esso.

Inoltre, si dovrà considerare che l'esercizio della Linea 2 della Metropolitana nel contesto del Deposito rientra tra le attività soggette alle verifiche ed ai controlli di prevenzione incendi-attività:

53.4.C	Officine riparazione materiale rotabile e aeromobili, supef. > 2000mq
49.3.C	Gruppi elettrogeni e/o di cogenerazione con motori di potenza > 700 kW
75.6.C	Depositi di mezzi rotabili al chiuso, con superficie superiore a 1000 mq
3.2.B	Depositi di gas infiammabili compressi in recipienti (capacità da 0,75 a 10mc)

L'appaltatore, infine, ha l'obbligo di realizzare le opere in conformità a leggi, norme, regolamenti vigenti ed ulteriori disposizioni delle autorità anche se non espressamente sopra descritte.

Tutte le eventuali modifiche o aggiunte che dovessero essere apportate agli impianti per ottemperare alle prescrizioni degli enti preposti o comunque per rendere gli impianti stessi assolutamente conformi alle normative o rendere gli impianti completi e funzionanti in ogni loro parte saranno completamente a carico dell' Appaltatore Integrato che al riguardo non potrà avanzare alcuna pretesa di indennizzo o di maggior compenso, ma anzi dovrà provvedere ad eseguirle con la massima sollecitudine anche se nel frattempo fosse stato emesso il certificato di ultimazione dei lavori.

È altresì a carico della ditta l'espletamento di tutte le pratiche con Enti territoriali per il controllo e verifica degli impianti a termini di normativa di tutte le pratiche relative e denunce, verifiche e collaudi necessari per la normale messa in esercizio dei vari impianti.

2.2 Norme e decreti di carattere generale

La progettazione definitiva è strutturata facendo riferimento alle seguenti Leggi, decreti, norme nazionali e internazionali:

- D.lgs. n. 50 del 18/04/2016 e s.m.i.: Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture.
- D.P.R. n. 207 del 5/10/2010: Regolamento di attuazione nelle parti ancora in vigore.
- D.M. n. 560 del 01/12/2017 (come modificato dal D.M. MIMS 2 agosto 2021, n. 312 e del d.lgs. n. 36/2023 art. 43): Modalità e i tempi di progressiva introduzione, da parte delle stazioni appaltanti, delle amministrazioni concedenti e degli operatori economici, dell'obbligatorietà dei metodi e degli strumenti elettronici specifici, quali quelli di modellazione per l'edilizia e le infrastrutture, nelle fasi di progettazione, costruzione e gestione delle opere e relative verifiche.
- D.M. 312/2021: Modifiche al decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 1° dicembre 2017, n. 560
- UNI EN ISO 16739:2016 - Industry Foundation Classes (IFC) per la condivisione dei dati nell'industria delle costruzioni e del facility management
- UNI EN ISO 19650:2019 parte 1 e 2
- UNI 11337:2017-2018 - Edilizia e opere di Ingegneria Civile: Gestione digitale dei processi informativi:
 - Parte 1 – Descrizione dei modelli, elaborati e oggetti informativi per prodotto e processi
 - Parte 4 – Evoluzione e sviluppo informativo di modelli, elaborati e oggetti
 - Parte 5 – Flussi informativi nei processi digitalizzati
 - Parte 6 – Redazione del capitolato informativo
 - Parte 7 - Requisiti di conoscenza, abilità e competenza delle figure coinvolte nella gestione e nella modellazione informativa.

Norme di Riferimento per la Sicurezza Informatica:

- ISO/IEC 27000:2016 - Information technology - Security techniques - Information security management systems - Overview and vocabulary;
- ISO/IEC 27001:2013 - Information technology - Security techniques - Information security management systems – Requirements;
- ISO/IEC 27002:2013 - Information technology – Security techniques – Code of practice for information security controls. The latest version of the code of practice for information security controls;
- ISO/IEC 27003:2017 - Information technology – Security techniques – Information security management system implementation guidance;
- ISO/IEC 27004:2016 - Information technology – Security techniques – Information security management – Monitoring, measurement, analysis and evaluation;
- ISO/IEC 27005:2018 - Information technology - Security techniques – Information security risk Management;
- ISO/IEC 27006:2015 - Information technology – Security techniques – Requirements for bodies providing audit and certification of information security management systems;
- ISO/IEC 27007:2017 - Information technology - Security techniques - Guidelines for information security management systems auditing;
- ISO/IEC TR 27008:2011 - Information technology - Security techniques – Guidelines for auditors on information security controls.

Norme di Riferimento per la tutela dei dati personali (privacy):

ISO/IEC 29100:2011 - Information technology - Security techniques – Privacy framework1

2.3 Principali decreti e sistemi di normativa di rilevanza impiantistica

- Decreto Ministero dell'Interno 21 ottobre 2015 recante "Approvazione della regola tecnica di
- Norme UNI EN – UNI ISO – UNI EN ISO.
- Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).
- prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane".
- Decreto del Ministero dell'Interno 3 agosto 2015 - Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139.
- Decreto del Ministero dell'Interno 15 settembre 2005 - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per i vani degli impianti di sollevamento ubicati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi.
- Decreto Legislativo 27 gennaio 2010, n. 17 "Attuazione della direttiva 2006/42/CE, relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE relativa agli ascensori".
- Eurocodici.
- Norme UNI (Ente Nazionale Italiano di Unificazione).

- Norme ISO (International Organization for Standardization).
- Norme CNR (Consiglio Nazionale Ricerche).
- Norme UNIFER.
- Normative, Linee Guida e prescrizioni Ispettorato del Lavoro, ISPESL e ASL.

2.4 Normative di riferimento sistemi di supporto per impianti

Come integrazione e specificazione di quanto descritto nella documentazione a base di gara, ai fini della redazione del Progetto Definitivo si elencano di seguito i principali riferimenti normativi nazionali ed europei relativi i sistemi di supporto da applicare per l'installazione degli impianti in generale. Le indicazioni contenute nelle normative sono pertanto valide per tutte le installazioni impiantistiche:

2.4.1 Sistemi di supporto per impianti

- DM 17/01/2018 "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni" e relativa circolare applicativa n° 7 del 21/01/19 "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni".
- Eurocodice 1-Azioni sulle strutture:
 - UNI EN 1991-1-2:2004 Parte 1-2: Azioni in generale - Azioni sulle strutture esposte al fuoco.
- Eurocodice 2-Progettazione delle strutture di calcestruzzo:
 - UNI EN 1992-1-1:2015 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
 - UNI EN 1992-1-2:2019 Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.
- Eurocodice 3-Progettazione delle strutture di acciaio:
 - UNI EN 1993-1-1:2022 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
 - UNI EN 1993-1-2:2005 Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio;
 - UNI EN 1993-1-3:2007 Parte 1-3: Regole generali - Regole supplementari per l'impiego dei profilati e delle lamiere sottili piegati a freddo;
 - UNI EN 1993-1-8:2005 Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti;
 - UNI EN 1993-1-9:2005 Parte 1-9: Fatica.
- Eurocodice 8-Progettazione delle strutture per la resistenza sismica
 - UNI EN 1998-1:2013 Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici;
 - UNI EN 1998-4:2006 Parte 4: Silos, serbatoi e condotte.

- Eurocodice 9 Progettazione delle strutture di alluminio:
 - UNI EN 1999-1-1:2014 Parte 1-1: Regole strutturali generali;
 - UNI EN 1999-1-2:2007 Parte 1-2: Progettazione strutturale contro l'incendio;
 - UNI EN 1999-1-3:2011 Parte 1-3: Strutture sottoposte a fatica;
 - UNI EN 1999-1-4:2011 Parte 1-4: Lamiere sottili piegate a freddo.

2.4.2 Sistemi di ancoraggio:

- DM 17/01/2018 "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni" e relativa circolare applicativa n° 7 del 21/01/19 "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni".
- Eurocodice 2-Progettazione delle strutture di calcestruzzo:
 - UNI EN 1992-4:2018 Parte 4: "Progettazione degli attacchi per utilizzo nel calcestruzzo".

2.4.3 Compartimentazioni al fuoco per impianti e giunti lineari:

- DM 17/01/2018 "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni" e relativa circolare applicativa n° 7 del 21/01/19 "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni".
- D.M. 03.08.2015 "Codice di Prevenzione Incendi";
- D.M. 16.02.2007 Sezione A.4.5 (Classificazione resistenza al fuoco) / Allegato B.8;
- D.P.R. n°151 01.08.2011 "Nuovo regolamento di prevenzione incendi";
- EN13501-2 2016 "Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione";
- EN1366-3 2022 "Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi";
- EN1366-4 2021 "Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi".

2.5 Normative di riferimento progettazione antincendio

2.5.1 Leggi e Decreti Generali di Prevenzione Incendi

- DECRETO 21/10/2015 Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane.
- DECRETO 3 agosto 2015 Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139.
- DECRETO del Ministero dell'interno del 20/12/2012 "Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro gli incendi installate nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi".
- D.P.R. n°151 del 01/08/2011 Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122.

- D.M. 30/11/1983 Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi
- Decreto 7 gennaio 2005 Ministero dell'Interno. Norme tecniche e procedurali per la classificazione ed omologazione di estintori portatili di incendio.
- D. M. del 10 marzo 1998 Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro.
- D.Lgs. 106/17 Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE.
- D.M. n. 37 del 22 gennaio 2008 "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici";

2.5.2 Rivelazione incendi

- UNI EN 54: 2006/2021 - Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio.
- UNI 9795: 2021 – fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Progettazione, installazione ed esercizio.
- UNI 11224: Controllo iniziale e manutenzione dei sistemi di rivelazione incendi.

2.5.3 Estinzione incendi

LEGGI E DECRETI (principali riferimenti)

- Decreto 18/10/2019: Modifiche all'allegato 1 al decreto del Ministero dell'Interno 3 Agosto 2015 recante "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'art. 15 del D.Lgs. 8/3/2006 n. 139";
- Decreto 15/05/2020: "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, per le attività di autorimesse";
- Decreto Ministeriale 12 Aprile 2019: Modifiche al decreto 3 agosto recante "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'art. 15 del D.Lgs. 8/3/2006 n. 139";
- Legge, 1 marzo 1968, nr. 186;
- D.M.I. 20/12/12 Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l'incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi.
- Decreto legislativo 9 aprile 2008 n.81 recante: "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3/08/2007 n.123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
- D.P.R. 01/08/2011 n.151 "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'art. 49, comma 4-quater, del decreto-legge 317572010 n.78 convertito, con modificazioni, dalla legge 30/7/2010 n.122;
- Decreto 07/08/2012 recante: "Disposizioni relative alle modalità di presentazione delle istanze concernenti i procedimenti di prevenzione incendi e della documentazione da allegare, ai sensi dell'art. 2, comma 7 del DPR 151/11";
- DM. 22 Gennaio 2008 n. 37

PRINCIPALI NORMATIVE UNI-EN:

- UNI 10779:2021 Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti - Progettazione, installazione ed esercizio.
- UNI 11292:2019 Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianti antincendio - Caratteristiche costruttive e funzionali.
- UNI EN12845:2020 Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler Progettazione, installazione e manutenzione.
- UNI 14384-2006 Idranti antincendio a colonna soprasuolo.
- UNI EN 14339-2006 Idranti antincendio sottosuolo
- UNI EN 14972-1:2021 Installazioni fisse antincendio - Sistemi ad acqua nebulizzata - Parte 1: Progettazione, installazione, controllo e manutenzione.
- UNI EN 13565-1:2019 Sistemi fissi di lotta contro l'incendio - Sistemi a schiuma - Parte 1: Requisiti e metodi di prova per i componenti.
- UNI EN 13565-2:2021 Sistemi fissi di lotta contro l'incendio - Sistemi a schiuma - Parte 2: Progettazione, costruzione e manutenzione.
- UNI EN 1452-2010b Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di acqua – Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U).
- UNI EN 804-2020 Apparecchiature per estinzione incendi - Raccordi per tubazioni flessibili.
- UNI EN 671- 1 Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni - Naspi antincendio con tubazioni semirigide.
- UNI EN 671- 2-2012 Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni - Idranti a muro con tubazioni flessibili.
- UNI EN 671- 3 Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni – Manutenzione dei naspi antincendio con tubazioni semirigide ed idranti a muro con tubazioni flessibili.
- UNI EN 694-2014 Tubazioni semirigide per sistemi fissi antincendio.
- UNI EN 10224-2006 Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di acqua e di altri liquidi acquosi – Condizioni tecniche di fornitura.
- UNI EN 10255-2007 Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura Condizioni tecniche di fornitura
- UNI EN 12201 2012-2013 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua – Polietilene (PE)
- UNI EN 14540-2014 Tubazioni antincendio – Tubazioni appiattibili impermeabili per impianti fissi.
- EN 2-2005 Classificazione dei fuochi
- UNI EN 3-7 2008 Estintori d'incendio portatili - Parte 7: Caratteristiche, requisiti di prestazione e metodi di prova
- UNI EN 1866-1 2008: Estintori carrellati d'incendio - Caratteristiche, requisiti di prestazione e metodi di prova
- UNI EN 9994-2013 Apparecchiature per estinzione incendi - Estintori di incendio - Parte 1: Controllo iniziale e manutenzione
- UNI 810 Apparecchiature per estinzione incendi - Attacchi a vite.

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- UNI 814 Apparecchiature per estinzione incendi - Chiavi per la manovra dei raccordi, attacchi e tappi per tubazioni flessibili.
- UNI 7421 Apparecchiature per estinzione incendi - Tappi per valvole e raccordi per tubazioni flessibili.
- UNI 7422 Apparecchiature per estinzione incendi – Sistemi di fissaggio per tubazioni appiattibili prementi.
- UNI EN ISO 15493 Sistemi di tubazione plastica per applicazioni industriali (ABS, PVC-U e PVC-C). Specifiche per i componenti e il sistema. Serie metrica.
- UNI EN ISO 15494 Sistemi di tubazione plastica per applicazioni industriali (PB, PE e PP). Specifiche per i componenti e il sistema. Serie metrica.
- UNI EN ISO 14692 Industrie del petrolio e del gas naturale – Tubazioni in plastica vetro-rinforzata.
- UNI 11443 Sistemi fissi antincendio - Sistemi di tubazioni - Valvole di intercettazione antincendio
- UNI CEN/TS 14816:2009 "Installazioni fisse antincendio - Sistemi spray ad acqua - Progettazione, installazione e manutenzione";
- UNI EN 12259-2:2006 Installazioni fisse antincendio - Componenti per sistemi a sprinkler e a spruzzo d'acqua - Parte 2;
- Linee guida linee di indirizzo per la riduzione della vulnerabilità sismica degli impianti antincendio, dicembre 2011
- UNI EN 15004-1 "Sistemi ad estinguenti gassosi – Parte 1: progettazione, installazione, manutenzione";
- - UNI EN 15004-10 "Sistemi ad estinguenti gassosi – Parte 10: proprietà fisiche e progettazione dei sistemi a estinguenti gassosi per l'agente estinguente IG 541", una miscela composta dal 52% di Azoto, dal 40% di Argon e dall'8% di Anidride Carbonica (CO₂).

PRINCIPALI NORMATIVE NFPA (SOLO RIFERIMENTO):

- NFPA 13:2013(NPFA 13:2022) Standard for the Installation of Sprinkler Systems.
- NFPA 14:2013 (NPFA 14:2019) Standard for the Installation of Standpipes and Hose Systems.
- NFPA 15:2012 (NPFA 15:2022) Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection.
- NFPA 20:2013 (NPFA 20:2022) Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection.
- NFPA 22:2013 (NPFA 22:2023) Standard for Water Tanks for Private Fire Protection.
- NFPA 25:2014 (NPFA 25:2023) Standard for the Inspection, Testing, and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems.
- NFPA 72:2016 (NPFA 72:2022) National Fire Alarm and Signaling Code.
- NFPA 90A: 2018 (NPFA 90A:2021) Standard for the Installation of Air-Conditioning and Ventilating Systems.
- NFPA 92:2018 (NPFA 92:2021) Standard for Smoke Control Systems.
- NFPA 101: 2018 (NPFA 101:2021) Life Safety Code.
- NFPA 130:2017 (NPFA 130:2023) Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems.

- NFPA 204: 2018 (NPFA 204:2021) Standard for Smoke and Heat Venting.
- NFPA 750:2015 (NPFA 750: 2023) Standard on Water Mist Fire Protection Systems.

2.6 Normative di riferimento impianti ventilazione, termici e climatizzazione

LEGGI E DECRETI (principali riferimenti)

- Legge n. 10/91 "Norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia".
- D.Lgs. n. 192/05 "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia".
- D.Lgs. n. 311/06 "Disposizioni correttive ed integrative al Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia".
- Decreto Del Presidente Della Repubblica 2 aprile 2009, n. 59 Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.
- DECRETO LEGISLATIVO 3/03/2011, n. 28 Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE.
- Decreto interministeriale 26 giugno 2015 - Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici.
- DGR n. 46-11968 4/08/2009 Regione Piemonte e s.m.i. - Aggiornamento del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria [...]
- D.M. 1° dicembre 1975 - D.lgs. n. 26/16 - D.M.01/12/04 n°329 Attrezzature in pressione
- Linee Guida per la prevenzione ed il controllo della legionellosi, Ministero della Salute e disposizioni Regione Piemonte in materia (in riferimento anche agli impianti Idrico Sanitari).
- Regione Piemonte n.109 del 04.03.2008 Raccomandazioni per la sorveglianza, la prevenzione e il controllo delle polmoniti da Legionella - Campo di applicazione: strutture sanitarie pubbliche e private.

PRINCIPALI NORMATIVE

- UNI 10339:1995 - Impianti aeraulici a fini di benessere - Generalità, classificazione e requisiti - Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.
- UNI 10349: 2016 (1-2-3) - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici.
- UNI 10375:2011 - Metodo di calcolo della temperatura interna estiva degli ambienti.
- UNI EN 5801: Ventilatori – Verifica delle prestazioni che utilizzano vie aeree standardizzate
- UNI EN ISO 7730: 2006 - Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale.
- UNI EN 12097 - Ventilazione degli edifici - Rete delle condotte - Requisiti relativi ai componenti atti a facilitare la manutenzione delle reti delle condotte.

- UNI/TS 11300-1/6: 2010-2019 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.
- UNI EN 12237:2004 - Ventilazione degli edifici - Reti delle condotte - Resistenza e tenuta delle condotte circolari di lamiera metallica.
- UNI EN 1507:2008 - Ventilazione degli edifici - Condotte rettangolari di lamiera metallica - Requisiti di resistenza e di tenuta.
- UNI EN 16798-1:2019 - Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 1: Parametri di ingresso dell'ambiente interno per la progettazione e la valutazione della prestazione energetica degli edifici in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica - Modulo M1-6.
- UNI CEN/TR 16798-2:2020 Prestazioni energetiche degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 2: Interpretazione dei requisiti della norma EN 16798-1 - Parametri di input ambientale interno per la progettazione e la valutazione delle prestazioni energetiche degli edifici in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica (Modulo M1-6).
- UNI EN 16798-3:2018 Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 3: Per gli edifici non residenziali - Requisiti prestazionali per i sistemi di ventilazione e di condizionamento degli ambienti (Moduli M5-1, M5-4).
- UNI CEN/TR 16798-4:2018 Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 4: Interpretazione dei requisiti nella EN 16798-3 - per gli edifici non residenziali - Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e condizionamento degli ambienti (Moduli M5-1, M5-4).
- UNI EN 16798-5-1:2018 Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 5-1: Metodi di calcolo per i requisiti energetici dei sistemi di ventilazione (Moduli M5-6, M5-8, M6-5, M6-8, M7-5, M7-8) - Metodo 1: Distribuzione e generazione.
- UNI CEN/TR 16798-6:2018 - Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 6: Interpretazione dei requisiti nella EN 16798-5-1 e nella EN 16798-5-2 - Metodi di calcolo per i requisiti energetici dei sistemi di ventilazione e condizionamento dell'aria (Moduli M5-6, M5-8, M6-5, M6-8, M7-5, M7-8).
- UNI EN 16798-7:2018 Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 7: Metodi di calcolo per la determinazione delle portate d'aria negli edifici compresa l'infiltrazione (Moduli M5-5).
- UNI CEN/TR 16798-8:2018 Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 8: Interpretazione dei requisiti nella EN 16798-7 - Metodi di calcolo per la determinazione delle portate d'aria negli edifici incluse le infiltrazioni (Modulo M5-5).
- UNI EN 16798-9:2018 Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 9: Metodi di calcolo per il fabbisogno energetico dei sistemi di raffreddamento (Moduli M4-1, M4-4, M4-9) – Generalità.
- UNI CEN/TR 16798-10:2018 Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 10: Interpretazione dei requisiti nella EN 16798-9 - Metodi di calcolo per i requisiti energetici dei sistemi di raffrescamento (Moduli M4-1, M4-4, M4-9) – Generalità.
- UNI EN 16798-17:2018 Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 17: Linee guida per l'ispezione degli impianti di ventilazione e condizionamento dell'aria (Modulo M4-11, M5-11, M6-11, M7-11).

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- EN 13141-7: Ventilazione per gli edifici - Verifica delle prestazioni di componenti per gli edifici residenziali - Parte 7: Test delle prestazioni delle unità di ventilazione meccanica canalizzata e di estrazione (compreso il recupero di calore);
- UNI EN 13141-8 : Ventilazione per gli edifici - Prove di prestazione di componenti/prodotti per la ventilazione residenziale - Parte 8: Prove di prestazione di unità di ventilazione meccanica non canalizzate e di scarico (compreso il recupero del calore);
- UNI EN 13142: Ventilazione per gli edifici - Componenti/prodotti per la ventilazione residenziale - Caratteristiche prestazionali richieste e facoltative
- UNI EN 12831-1:2018 Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo del carico termico di progetto - Parte 1: Carico termico per il riscaldamento degli ambienti, Modulo M3-3.
- UNI EN ISO 52017-1:2018 Prestazione energetica degli edifici - Carichi termici sensibili e latenti e temperature interne - Parte 1: Procedure generali di calcolo.
- UNI EN ISO 52016-1:2018 - Prestazione energetica degli edifici - Fabbisogni energetici per riscaldamento e raffrescamento, temperature interne e carichi termici sensibili e latenti - Parte 1: Procedure di calcolo.
- UNI EN ISO 13788:2013 - Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e la condensazione interstiziale - Metodi di calcolo.
- UNI EN ISO 14683:2018 - Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica - Metodi semplificati e valori di riferimento.
- UNI EN ISO 6946:2018 - Componenti ed elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodi di calcolo.
- UNI EN ISO 10211:2018 - Ponti termici in edilizia - Flussi termici e temperature superficiali - Calcoli dettagliati.
- UNI EN ISO 16890-1:2017 Filtri d'aria per ventilazione generale - Parte 1: Specifiche tecniche, requisiti e sistema di classificazione dell'efficienza basato sul particolato (ePM).
- UNI EN 1861:2000 - Impianti di refrigerazione e pompe di calore - Diagrammi di flusso del sistema e diagrammi delle tubazioni e della strumentazione - Disposizione e simboli.
- UNI EN 12102-2:2019 - Condizionatori d'aria, refrigeratori di liquido, pompe di calore, raffreddatori di processo e deumidificatori con compressori azionati elettricamente - Determinazione del livello di potenza sonora - Parte 2: Scaldacqua a pompa di calore.
- UNI EN 14511 1-4: Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti e refrigeratori per cicli di processo con compressore elettrico.
- UNI EN 16147:2017 Pompe di calore con compressore elettrico - Prove, valutazione delle prestazioni e requisiti per la marcatura delle apparecchiature per acqua calda sanitaria.
- UNI EN 12309-1:2015 - Apparecchi per il riscaldamento e/o raffrescamento ad assorbimento e adsorbimento, funzionanti a gas, con portata termica nominale non maggiore di 70 kW - Parte 1: Termini e definizioni.
- UNI EN 12309-2:2015 - Apparecchi per il riscaldamento e/o raffrescamento ad assorbimento e adsorbimento, funzionanti a gas, con portata termica nominale non maggiore di 70 kW - Parte 2: Sicurezza.

- UNI EN 12599:2012 - Ventilazione per edifici - Procedure di prova e metodi di misurazione per la presa in consegna di impianti di ventilazione e di condizionamento dell'aria.
- UNI EN 378-1:2021 - Sistemi di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali - Parte 1: Requisiti di base, definizioni, criteri di classificazione e selezione.
- UNI EN 378-2:2017 - Sistemi di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali - Parte 2: Progettazione, costruzione, prova, marcatura e documentazione.
- UNI EN 11466:2012 Sistemi geotermici a pompa di calore - Requisiti per il dimensionamento e la progettazione
- UNI EN 11467:2012 Sistemi geotermici a pompa di calore - Requisiti per l'installazione
- UNI EN 11468:2012 Sistemi geotermici a pompa di calore - Requisiti ambientali
- UNI EN 805 :2002 Approvvigionamento di acqua – requisiti per sistemi e componenti all'esterno di edifici
- UNI EN 1610-2015 Costruzione e Collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura
- UNI EN 11149-2019 Elementi di progettazione e tecniche per la posa in opera e collaudo di sistemi di tubazione di polietilene per il trasporto di liquidi in pressione

2.6.1 Disposizioni e verifica applicazione Linee Guida contro la legionellosi

Nella successiva fase di progetto, dovrà essere completato lo studio dedicato al controllo ed alla prevenzione della proliferazione della legionellosi negli impianti di condizionamento e sanitari di Deposito, riportando nel dettaglio le azioni preventive e le verifiche in termini di gestione ordinaria degli impianti che dovranno essere poste in essere al fine di evitare qualsiasi rischio di proliferazione. Pertanto, per quanto concerne la parte aeraulica dovrà essere particolarmente curato l'aspetto della pulizia dei canali predisponendo idonee aperture per l'accesso dei sistemi di pulizia (anche robotizzati) con particolare attenzione agli elementi come serrande, silenziatori a canale (se esistenti), connessioni con terminali e particolarità del circuito.

Per quanto concerne gli apparati, particolare attenzione dovrà essere posta alla sezione di umidificazione delle UTA, alla pulizia delle batterie di scambio termico delle unità di trattamento aria, ai filtri, alle prese d'aria esterna e allo scarico dell'acqua di condensa.

Inoltre, si richiede la verifica delle pompe di calore refrigerazione/riscaldamento (pompe di calore aria/acqua reversibili) e alle relative parti di impianto.

2.7 Ambiente e atmosfera

Da applicare per la sola parte di competenza impiantistica

LEGGI E DECRETI (principali riferimenti)

- Decisione 2004/470/CE del 29/04/2004 e s.m.i. (2004/470/CE R01) - Decisione della Commissione sugli orientamenti per un metodo di riferimento provvisorio per il campionamento e la misurazione delle PM_{2,5}.
- Direttiva 2008/50/CE e s.m.i.- Qualità aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa;
- D.P.R. 203/88 e s.m.i. - Attuazione Direttive n. 80/779, 82/884, 84/360, 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria relativamente a specifici agenti inquinanti e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali ai sensi dell'art. 15 della Legge 16/4/87 n. 183.

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- D.Lgs. 17 marzo 1995, n. 230 e s.m.i. – Attuazione delle direttive Euratom 80/836, 84/467, 89/618, 90/641 e 92/3 in materia di radiazioni ionizzanti;
- D.M. 25 agosto 2000 - Aggiornamento dei metodi di campionamento, analisi e valutazione degli inquinanti, ai sensi del Decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203;
- L. 23 Marzo 2001, n. 93 e s.m.i. – Disposizioni in campo ambientale;
- D.Lgs. 21/5/2004 n. 171 - Attuazione della direttiva 2001/81/Ce relativa ai limiti nazionali di emissione di alcuni inquinanti atmosferici;
- D.Lgs. 9 Aprile 2008, n. 81 – Attuazione dell'art. 1 della L. 3 Agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- D.Lgs. 26 Giugno 2008, n. 120 – Modifiche ed integrazioni al D.Lgs. 3 Agosto 2007, n. 152 – Attuazione della Dir. 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli IPA nell'aria ambiente;
- D.Lgs. 29 Giugno 2010, n. 128 – Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale;
- D.Lgs. 13 Agosto 2010, n. 155 e s.m.i. – Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.
- Legge 12 Agosto 2016, n. 170 - Delega al Governo per il recepimento delle direttive europee e l'attuazione di altri atti dell'Unione europea - Legge di delegazione europea 2015.
- L.R. 7/4/2000 n. 43 - Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Prima attuazione del piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria;
- D.G.R. n. 27-614 del 31/07/2000 - Raccomandazioni per la popolazione esposta ad episodi acuti di inquinamento da Ozono;
- L.R. 18 Febbraio 2010, n.5 – Norme sulla protezione dai rischi da esposizione a radiazioni ionizzanti;
- D.G.R. 27 luglio 2011, n. 70-2479 Attuazione della Legge Regionale 7 aprile 2000 n. 43. Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Aggiornamento dello Stralcio di Piano 5.1 del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria;
- D.G.R. 30 maggio 2016, n. 29-3386 - Attuazione della legge regionale 7 aprile 2000 n. 43. Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Armonizzazione del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria con gli aggiornamenti del quadro normativo comunitario e nazionale.
- D.G.R. 5 giugno 2017, n. 13-5132 - Decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155 e legge regionale 7 aprile 2000, n. 43. Adozione della Proposta di Piano Regionale di Qualità dell'Aria e approvazione del Rapporto Ambientale ai sensi dell'articolo 13 del decreto legislativo 152/2016.
- D.G.R. n. 42-5805 del 20 ottobre 2017.
- D.G.R. 9 agosto 2019, n. 8-199.
- Direttive e notifiche ASL TO nel contesto specifico.
- Direttive e notifiche ARPA nel contesto specifico.

2.8 Acustica

Da applicare per la sola parte di competenza impiantistica

LEGGI E DECRETI (principali riferimenti)

- DPCM 1/3/1991 - Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno
- L. 26/10/1995, n. 447 - Legge quadro sull'inquinamento acustico
- DM 11/12/1996: Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo ubicati nelle zone diverse da quelle esclusivamente industriali o le cui attività producono i propri effetti in zone diverse da quelle esclusivamente industriali (G.U. n. 52 del 4/3/97).
- DPCM 14/11/1997 - Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore
- DM 16/3/1998 - Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico
- DPR 18/11/1998, n. 459 - Regolamento recante norme di esecuzione dell'Art. 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario
- L. 09/12/98 n. 426 – Nuovi interventi in campo ambientale
- DM 29/11/2000 - Criteri per la predisposizione da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore
- L. 31/7/02, n. 179 – Disposizioni in materia ambientale
- D.Lgs. 4/9/2002, n. 262: Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto. (GU n. 273 del 21-11-2002- Suppl. Ordinario n.214)
- Decreto 24/7/2006 – Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del mare – Modifiche dell'allegato I - Parte b, del D.Lgs. 4/9/2002, n. 262, relativo all'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate al funzionamento all'esterno. (GU n. 182 del 7/8/2006)
- DPR 30/3/2004, n. 142 - Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447
- Circolare 6/9/2004: Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio – Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali. (GU n. 217 del 15-9-2004)
- D.Lgs. 19/8/2005, n. 194 – Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale. (GU n. 222 del 23-9-2005)
- D.Lgs. 9/4/08, n. 81 – Attuazione dell'art. 1 della L. 3/8/07, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
- D.Lgs. 27/1/10, n. 17 – Attuazione della direttiva 2006/42/CE, relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE relativa agli ascensori
- D.Lgs. 17/2/2017, n. 42 - Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161.
- Legge Regionale 20/10/2000, n.52

- D.G.R. 27 giugno 2012 n. 24-4049: Disposizioni per il rilascio da parte delle Amministrazioni comunali delle autorizzazioni in deroga ai valori limite per le attività temporanee, ai sensi dell'articolo 3, comma 3, lettera b) della l.r. 25 ottobre 2000, n. 52.
- D.G.R. 2/2/2004, n. 9-11616 (BURP n. 5 del 5/2/2004, SO n.2): L.R. n. 52/2000, art. 3, comma 3, lettera c). Criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico.

PRINCIPALI NORMATIVE

- UNI 8199:2016 Acustica in edilizia - Collaudo acustico di impianti a servizio di unità immobiliari - Linee guida contrattuali e modalità di misurazione all'interno degli ambienti serviti.
- UNI EN ISO 3746:2011 - Acustica - Determinazione dei livelli di potenza sonora e dei livelli di energia sonora delle sorgenti di rumore mediante misurazione della pressione sonora - Metodo di controllo con una superficie avvolgente su un piano riflettente.

2.9 Impianti Idrico-sanitari

- D.M. n. 443/90 per il trattamento delle acque destinate ai consumi civili.
- D.Lgs. N° 152 del 11/05/99 e successive modifiche ed integrazioni, contenenti norme per la tutela delle acque dall'inquinamento.
- UNI 9182: 2014 Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Criteri di progettazione, collaudo e gestione.
- Norma UNI EN 12056-1/5 2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici.
- UNI EN ISO 9906: 2012 Pompe rotodinamiche - Prove di prestazioni idrauliche e criteri di accettazione - Livelli 1, 2 e 3 (ex Metodi di prova e condizioni di accettazione pompe secondo norma UNI-ISO 2548-C);
- UNI EN 806 1-5: 2008 - Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano - Parte 1-5.
- UNI EN 752:2017 - Connessioni di scarico e collettori di fognatura all'esterno degli edifici - Gestione del sistema di fognatura.
- UNI EN 1333:2007 Flange e loro giunzioni - Componenti di reti di tubazioni - Definizione e selezione del PN.

2.10 Ventilazione Antincendio

- UNI EN 12101-1/8:2006-2022: Sistemi per il controllo di fumo e calore.
- UNI EN 12101-3:2015 Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 3: Specifiche per gli evacuatori forzati di fumo e calore
- UNI EN 12101-7:2011 Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 7: Condotte per il controllo dei fumi
- UNI EN 12101-8:2011 Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 8: Serrande per il controllo dei fumi
- UNI EN 15650:2010 Ventilazione degli edifici - Serrande tagliafuoco

- UNI EN 13501-4:2016: Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione - Parte 4: Classificazione in base ai risultati delle prove di resistenza al fuoco dei componenti dei sistemi di controllo del fumo
- UNI UNIFER 8686-1/7:1985 Metropolitane. Locali di servizio nelle stazioni.
- UNI 9494-1: 2017 Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 1: Progettazione e installazione dei Sistemi di Evacuazione Naturale di Fumo e Calore (SENFEC).
- UNI 9494-2: 2017 Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 2: Progettazione e installazione dei Sistemi di Evacuazione Forzata di Fumo e Calore (SEFFEC).
- UNI 9494-3: 2014 Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 3: Controllo iniziale e manutenzione dei sistemi di evacuazione di fumo e calore
- UNI 1366-1: 2020 Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi - Parte 1: Condotte di ventilazione
- UNI EN 1366-8:2005 Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi - Parte 8: Condotte di estrazione fumo.
- UNI EN 1366-9:2008 Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi - Parte 9: Condotte di estrazione del fumo per singolo comparto.
- UNI EN ISO 1461:2022- Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova.
- UNI EN ISO 12944 1-8:2017-2019 Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Parte 1-8 (riferibile anche agli altri contesti impiantistici inerenti la protezione dalla corrosione).
- UNI EN 15423:2008 - Ventilazione degli edifici - Misure antincendio per i sistemi di distribuzione dell'aria negli edifici.
- ASHRAE codes
- SEDH: Subway Environmental Design Handbook, Volume I, Principles and Applications

2.11 Vibrazioni

Da applicare per la sola parte di competenza impiantistica

- ANSI S3.29 - "Guide to the evaluation of human exposure to vibration in buildings" (American National Standard) – Acoustical Society of America, New York – 1983;
- BS 6472 - "Evaluation of human exposure to vibration in buildings (1 to 80 Hz)"- British Standards Institution – 1984;
- DIN 4150 - "Structural Vibration I Buildings" – 1986;
- ISO 2631/1 Stima dell'esposizione degli individui a vibrazioni globali del corpo - Parte 1: Specifiche generali;
- ISO 2631/2 Stima dell'esposizione degli individui a vibrazioni globali del corpo -Parte 2: Vibrazioni continue ed impulsive negli edifici (da 1 a 80 Hz);
- UNI EN ISO 8041-1:2017 Risposta degli esseri umani alle vibrazioni - Strumenti di misurazione - Parte 1: Strumenti per la misura di vibrazioni per uso generale

- UNI EN ISO 8041-2:2021 Risposta degli esseri umani alle vibrazioni - Strumenti di misurazione - Parte 2: Strumenti per la misura dell'esposizione personale alle vibrazioni
- UNI 9614 (2017) Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo; Norma internazionale ISO 4866 (prima edizione 1990) Vibrazioni meccaniche ed impulsi - Vibrazioni degli edifici - Guida per la misura delle vibrazioni e valutazione dei loro effetti sugli edifici.
- UNI 9916 (2014) Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici.
- UNI ISO 10816-3:2018 - Vibrazioni meccaniche - Valutazione delle vibrazioni delle macchine mediante misurazioni sulle parti non rotanti - Parte 3: Macchine industriali con potenza nominale maggiore di 15 kW e velocità di rotazione nominale compresa tra 120 giri/min e 15 000 giri/min, quando misurate in opera.

2.12 Impianti elettrici

LEGGI E DECRETI (principali riferimenti)

Le seguenti norme riguardanti gli impianti elettrici e speciali sono da intendersi come supporto alla progettazione degli impianti meccanici. Per dettagli specifici riguardanti gli impianti elettrici fare riferimento alla sezione di capitolato specifica.

- Legge 1/03/1968 - N° 168, pubblicata sulla G.U. N° 77 del 23 Marzo 1968:
 - "Art. 1 - Tutti i materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettronici devono essere realizzati e costruiti a regola d'arte";
 - "Art. 2 - I materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici realizzati secondo le norme del Comitato Elettrotecnico Italiano si considerano costruiti a regola d'arte".
- Legge n.46 del 5/3/90 "Norme per la sicurezza degli impianti" (articoli non abrogati dal D.M. n°37 del 2008).
- Decreto del ministero dello sviluppo economico 22 gennaio 2008, n. 37 "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici".
- D.M. 11 giugno 1992 - Approvazione dei modelli dei certificati di riconoscimento dei requisiti tecnico-professionali delle imprese e del responsabile tecnico ai fini della sicurezza degli impianti.
- D.P.R. n°462 del 22/10/2001 - Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.
- Prescrizioni della Società erogatrice dell'energia elettrica competente per la zona.
- Le leggi, circolari e prescrizioni del Ministero dell'Interno, del Ministero delle Poste e Telecomunicazioni e di Enti locali come il Comando dei Vigili del Fuoco.
- Le prescrizioni delle Autorità comunali e/o regionali.

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- Le norme e tabelle UNI e UNEL per i materiali già unificati, le apparecchiature e gli impianti ed i loro componenti, i criteri di progetto, le modalità di esecuzione e collaudo.
- Le prescrizioni dell'Istituto Italiano per il Marchio di Qualità per i materiali e le apparecchiature ammesse all'ottenimento del Marchio.
- Ogni altra prescrizione, regolamentazione e raccomandazione emanate da qualsiasi Ente preposto ed applicabili agli impianti elettrici ed alle loro parti componenti.
- D.Lgs. 106/17 Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE.
- DECRETO LEGISLATIVO 19 maggio 2016, n. 86 Attuazione della direttiva 2014/35/UE concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla messa a disposizione sul mercato del materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione.
- Regolamento UE n. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio (c.d. "regolamento CPR")

PRINCIPALI NORMATIVE

- Norma CEI 64-8 edizione 2021 (e successive varianti) "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";
- Norma CEI EN 61936-1 Norma CEI 99-2 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a Parte 1: Prescrizioni comuni".
- Norma CEI 99-3 "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.".
- Norma CEI 64-12 Anno 2019 "Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario";
- CEI 81-29 Linee guida per l'applicazione delle Norme CEI EN 62305
- CEI EN IEC 62858 "Densità di fulminazione. Reti di localizzazione fulmini (LLS) - Principi generali" - Maggio 2020.
- CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1) "Protezione contro i fulmini. Principi generali".
- CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) "Protezione contro i fulmini. Valutazione del rischio".
- CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3) "Protezione contro i fulmini. Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone".
- CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4) "Protezione contro i fulmini. Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture".
- CEI 81-27 "Guida d'applicazione all'utilizzo di limitatori di sovratensioni all'arrivo della linea di alimentazione degli impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione".
- CEI 81-29 "Linee guida per l'applicazione delle Norme CEI EN 62305"
- IEC EN 60034-30-1 Rotating electrical machines - Part 30-1: Efficiency classes of line operated AC motors (IE code).
- UNI EN 12464/2 – Anno 2014 - "Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 2: Posti di lavoro in esterno".

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- UNI EN 12464/1 Anno 2021 - "Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni".
- UNI UNIFER 8097 - Anno 2004 - "Metropolitane - Illuminazione delle metropolitane in sotterranea ed in superficie".
- UNI EN 1838 - Anno 2013 – "Applicazione dell'illuminotecnica - Illuminazione di emergenza".
- UNI EN ISO 52120-1:2022 Prestazione energetica degli edifici - Contributo dell'automazione, del controllo e della gestione tecnica degli edifici - Parte 1: Quadro generale e procedure
- UNI 8686-7 - Anno 1987 – "Metropolitane. Locali di servizio nelle stazioni. Locali di servizio per il pubblico.
- EN 50575 (CPR UE305/11) "Power, control and communication cables - Cables for general applications in construction works subject to reaction to fire requirements.
- CCEI EN 61058-1 2019 Interruttori per apparecchi Parte 1 Prescrizioni generali
- CEI 11-17 – Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;
- CEI 11-37 - Guida all'esecuzione degli impianti di terra di stabilimenti industriali per sistemi di I, II e III categoria – Riferimento come guida;
- CEI EN 61439 (CEI 17-113) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 1: Regole generali;
- CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di potenza;
- CEI EN 61439-3 (CEI 17-116) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO)
- CEI 20-13 - Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;
- CEI 20-22 - Prova dei cavi non propaganti l'incendio;
- CEI 20-40 - Allegato nazionale alla Norma CEI EN 50565-1 Cavi elettrici - Guida all'uso dei cavi con tensione nominale non superiore a 450/750 V (U0/U);
- CEI 20-67 - Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV;
- CEI-UNEL 35024/1 - Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;
- CEI-UNEL 35026 - Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata;
- CEI 23-51 - Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare;
- CEI EN 60598 – Apparecchi di illuminazione.
- UNI EN 13032-1 Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione - Parte 1: Misurazione e formato di file
- UNI EN 13032-2 - Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione - Parte 2: Presentazione dei dati per posti di lavoro in interno e in esterno.
- UNI EN 12665 - Luce e illuminazione - Termini fondamentali e criteri per i requisiti illuminotecnici;

- Rapporto tecnico CIE 97 - Maintenance of Indoor Electric Lighting System

2.12.1 Campi Elettromagnetici

- Direttiva 2013/35/UE. "• Protezione dei lavoratori dalle esposizioni ai CEM (campi elettromagnetici)".
- Direttiva 2008/46/CE. Modifica la direttiva 2000/40/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici).
- Legge Quadro 36/01 e s.a.i. sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.

2.12.2 Impianti speciali

LEGGI E DECRETI (principali riferimenti)

- Direttiva 1999/05/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio "On radio equipment and telecommunications terminal equipment and the mutual recognition of their conformity"
- Nuova direttiva RED 2014/53 UE (direttiva Radio Equipment Directive) 2014/53/UE, che sostituisce la direttiva R&TTE (Radio and telecommunications Terminal Equipment)1995/5/CE
- Circolare n. GM/123709/4517DL/CR del Ministero delle Comunicazioni "Istruzioni in ordine alla direttiva 1999/05/CE riguardante le apparecchiature radio e le apparecchiature terminali di telecomunicazioni e il reciproco riconoscimento della loro conformità"
- DM 381/1998 "Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana"
- Legge quadro 36/2001 sulla protezione delle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici
- DPCM 08/07/2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100kHz e 300GHz"
- Legge della Regione Piemonte 19/2004 "Nuova disciplina regionale sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici"
- Legge n.186 del 1/3/1968 "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici"
- Le leggi, circolari e prescrizioni del Ministero dell'Interno, del Ministero delle Poste e Telecomunicazioni e di Enti locali come il Comando dei Vigili del Fuoco.
- Le prescrizioni delle Autorità comunali e/o regionali.
- Le norme e tabelle UNI e UNEL per i materiali già unificati, le apparecchiature e gli impianti ed i loro componenti, i criteri di progetto, le modalità di esecuzione e collaudo.
- Le prescrizioni dell'Istituto Italiano per il Marchio di Qualità per i materiali e le apparecchiature ammesse all'ottenimento del Marchio.

- Ogni altra prescrizione, regolamentazione e raccomandazione emanate da qualsiasi Ente preposto ed applicabili agli impianti elettrici ed alle loro parti componenti.
- D.Lgs. 106/17 Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE.
- Legge n° 447 del 26/10/95 "Legge quadro sull' inquinamento acustico"

PRINCIPALI NORMATIVE

- CEI 11-27/1 "Sicurezza nei lavori di impiantistica elettrica e di manutenzione"
- CEI 111 "Esposizione umana ai campi elettromagnetici ad alta frequenza"
- CEI 211-7 "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10kHz – 300GHz, con riferimento all'esposizione umana"
- CEI EN 50173 "Tecnologia dell'informazione – Sistemi di cablaggio strutturato"
- CEI EN 55022 "Apparecchi (CEI 110-5;Ab) per la tecnologia dell'informazione – Caratteristiche di radiodisturbo – Limiti e metodi di misura" e variante
- CEI EN 62368-1: (CEI 108-17) "Apparecchiature per la tecnologia dell'informazione – Sicurezza"
- CEI EN 50121 "Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Compatibilità elettromagnetica"
- Standard ETSI/CENELEC sulla compatibilità elettromagnetica
- Standard CENELEC sulla sicurezza delle apparecchiature per la tecnologia dell'informazione
- UNI ISO 7240-19 2010 "Sistemi fissi di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Parte 19: Progettazione, installazione, messa in servizio, manutenzione ed esercizio dei sistemi di allarme vocale per scopi d'emergenza"
- UNI CEN/TS 54-32 2015 "Sistemi di rivelazione e di segnalazione di incendio - Parte 32: Pianificazione, progettazione, installazione, messa in servizio, esercizio e manutenzione dei sistemi di allarme vocale"
- CEI EN 50849:2019-02 "Sistemi di allarme sonoro per applicazioni di emergenza".
- UNI EN 54-4 2007 "Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio - Parte 4: Apparecchiatura di alimentazione"
- UNI EN 54-16 2008 "Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio - Parte 16: Apparecchiatura di controllo e segnalazione per i sistemi di allarme vocale"
- UNI EN 54-24 2008 "Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio - Parte 24: Componenti di sistemi di allarme vocale – Altoparlanti"

NOTA:

SONO CONSIDERATI ACQUISITI TUTTI GLI EVENTUALI AGGIORNAMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI INTERCORSI O CHE SARANNO ATTIVI NEL CONTESTO DELLA PROGETTAZIONE DOPO LA EMISSIONE DEL PRESENTE DOCUMENTO.

3. INTERFACCE IMPIANTISTICHE

3.1 Interfacce impianti di sistema

Il presente progetto è stato redatto secondo la struttura dell'incarico ricevuto dal Comune di Torino che non prevede, nella fase di progettazione definitiva, la selezione del Materiale Rotabile e del Sistema nella sua generalità. Pertanto, sulla base del mandato ricevuto, il Progettista ha riscontrato in termini di interfacce i temi derivanti dal PFTE e dalle Indagini di Mercato operate dal Comune sia nel 2019 che nel 2021. Tra le tematiche più importanti sono stati considerati gli spazi funzionali derivati dall'involuppo dei requisiti di sistema ad oggi noti:

- Livello -2: piano di rotolamento di accesso al Deposito, area ricovero treni e manutenzione leggera, area officina,
- livello -1: locali di manutenzione, officine e aree impianti
- Edificio esterno: locali di controllo e gestione del sistema (PCC, server e aree di competenza di sistema)

L'attività "Linea Metropolitana" rientra nella fattispecie Aerostazioni, stazioni ferroviarie, stazioni marittime con superficie accessibile al pubblico superiore a 5000 m². e corrisponde al n°78/1C dell'allegato del DPR 151/11. L'attività è normata con il DM 21/10/2015, tuttavia nel caso specifico del deposito sono presenti altre attività tra cui la principale è individuata nella 75.6 C Depositi di mezzi rotabili al chiuso, con superficie superiore a 1000 m².

Il criterio legato alla potenza totale di incendio del materiale rotabile selezionato in base al D.M. 21/10/2015 (Allegato I – Capo I.1.5) è stato usato per determinare la portata di ventilazione di emergenza secondo gli scenari di incendio tipici del deposito come:

- Incendio nell'area a quattro binari (manutenzione leggera)
- Incendio nell'area a due binari (ricovero treni)
- Incendio nell'area di galleria di accesso al deposito
- Incendio nell'area officina/manutenzione
- Incendio nell'area di lavaggio

Tutti gli scenari assunti e i corrispondenti sistemi di ventilazione fumi e idrici antincendio selezionati nella fase attuale, richiedono obbligatoriamente all'Appaltatore un approfondimento tecnico e verifica di calcolo di tutti i sistemi meccanici (ed elettrici di conseguenza) interessati nella fase di progettazione esecutiva, una volta che andrà selezionato il Sistema e il Materiale Rotabile.

In sintesi, i principali temi progettuali che andranno rielaborati, aggiornati o confermati saranno i seguenti:

- Determinazione degli spazi funzionali richiesti dal materiale rotabile e dagli apparati di sistema nella galleria di accesso e in tutte le aree del Deposito.
- Modellazione CFD ed esodo dei lavoratori per tutte le aree specifiche di Deposito per i casi sopra elencati o eventualmente altri casi aggiuntivi che dovessero essere considerati necessari alla piena determinazione degli impianti. L'aggiornamento della modellazione dovrà

tenere conto delle caratteristiche specifiche effettive del materiale rotabile (potenza di incendio).

- Verifica della potenzialità di tutti i ventilatori di emergenza di Deposito con verifica integrativa delle capacità relative al Pozzo Rebaudengo (e relativi accessori, potenza elettrica etc.).
- Verifica, posizionamento e calcolo impianto sprinkler liv. -2, e relativi aggiornamenti necessari per riserva idrica, sistemi di pompaggio e distribuzione.
- Verifica, posizionamento e calcolo impianto lama d'acqua liv. -2, e relativi aggiornamenti necessari per riserva idrica, sistemi di pompaggio e distribuzione.
- Verifica, posizionamento e calcolo impianto sprinkler liv. -1, e relativi aggiornamenti necessari per riserva idrica, sistemi di pompaggio e distribuzione.
- Verifica e aggiornamento impianto antincendio water mist per i Locali elettrici, potenza degli apparati presenti.
- Verifica e aggiornamento potenze termiche e sistema di condizionamento dei locali tecnici di Deposito sia di sistema che non di sistema.
- Aggiornamento sistema Scada IGNS e BMS parte meccanica

Saranno parte integrante delle modifiche alla progettazione impiantistica meccanica (ed elettrica di conseguenza) tutte le integrazioni necessarie sia a sistemi primari, che secondari per l'adeguamento completo del progetto al materiale rotabile e al sistema selezionato in fase di gara.

3.2 Interfacce impianti non di sistema

3.2.1 Interfaccia utenze acquedotto SMAT

La fase di progettazione definitiva ha visto lo sviluppo di una collaborazione e un coordinamento con i vari enti cittadini che sovrintendono per competenza alle utenze idriche. A tal proposito con l'ente Smat si sono coordinate sia le utenze di adduzione idrico-sanitarie, sia le utenze legate al riempimento e rinalzo della vasca antincendio.

Nell'interfaccia progettuale sono state verificate con la Smat le compatibilità delle capacità richieste confermando le necessarie disponibilità presenti nelle adiacenze del Deposito con Comunicazione protocollo: DO/DDC/CTOR/90848 del 25/10/2023.

Il punto di connessione è stato stabilito presso la condotta DN 250 presente in Via Fossata che è ritenuta in grado di soddisfare il fabbisogno idrico sia per l'utenza sanitaria sia per l'utenza antincendio (per un totale contemporaneo idrico-sanitario e presa antincendio pari a 20 l/s) secondo quanto previsto nella Relazione Tecnica MTL2T1A1DIANDRBR002 e s.m.i e secondo allegati Smat.

La Smat richiede la disposizione di contro-tubo e pozzetti di ispezione ogni 25 m max tra il punto di adduzione acquedotto e l'arrivo all'interno dell'area di competenza del Deposito Officina, questo in modo da evidenziare e localizzare eventuali perdite.

Nella successiva fase di progettazione le portate finali previste dovranno essere confermate e sottoposte all'ente Smat per approvazione oltre alla conferma dell'ubicazione del punto di connessione.

3.2.2 Interfaccia utenze fognatura SMAT

La fase di progettazione definitiva ha visto lo sviluppo di una collaborazione e un coordinamento con i vari enti cittadini che sovrintendono per competenza alle utenze fognarie. A tal proposito con l'ente Smat si sono coordinate sia le utenze di scarico aggettamento che le acque nere.

Nell'interfaccia progettuale sono state verificate con la Smat le compatibilità delle capacità richieste confermando le necessarie disponibilità in recepimento presenti nelle adiacenze del lotto in cui sorge il deposito con Comunicazione protocollo: DO/DDC/CTOR/90848 del 25/10/2023.

Dovrà essere inoltre stabilita l'effettiva contemporaneità di utilizzo delle portate delle tre vasche di aggettamento (compreso lo scarico acque nere) nella condizione di massima portata di scarico.

Il punto di connessione è stato ipotizzato presso la condotta fognaria pubblica sita in via Fossata come specificato nella Relazione Tecnica MTL2T1A1DIISDRBR001 e s.m.i. o in via subordinata in attraversamento Corso Venezia secondo allegati Smat.

La realizzazione della connessione tra impianto relativo al deposito, percorrenza delle tubazioni fino al punto di recapito, e relativa camera sifonata sono a carico del presente progetto.

Nella successiva fase di progettazione le portate finali previste dovranno essere confermate e sottoposte all'ente Smat per approvazione oltre alla conferma dell'ubicazione del punto di connessione.

3.2.3 Interfaccia ASL T01

Il progetto definitivo del deposito/officina della Linea 2 è stato illustrato ai tecnici dell'ASL TO1 in una serie di incontri che si sono tenuti prima della Conferenza dei Servizi, nel corso della quale l'ASL TO1 non ha rilasciato alcun parere ufficiale.

Durante tali incontri, l'ASL TO1 ha esaminato la documentazione fornita da Infra.TO, senza ravvisare particolari criticità nell'impostazione progettuale.

Nel dettaglio, sono state analizzate le seguenti tematiche, sulle quali l'ASL TO1 ha fornito le segnalazioni / raccomandazioni nel seguito riportate:

- a) Area ristoro ubicata al livello -1; Infra.To ha avuto modo di chiarire che l'area di ristoro è un'area di pausa e distribuzione snack ma non vengono preparati alimenti. L'areazione è garantita con apposito impianto di trattamento aria.
- b) Piano terra – sala refezione: al piano terra è prevista la realizzazione di una sala per distribuzione di alimenti con servizio catering veicolato. A tal proposito, l'ASL segnala l'opportunità, se non previsto, di includere dei locali destinati a servizi igienico-sanitari e spogliatoi dedicati al personale addetto alla distribuzione dei pasti.
- c) Piano terra: l'ASL segnala di prevedere un locale infermeria dedicato agli uffici, possibilmente ubicato in prossimità dell'ingresso principale per agevolare le attività di trasbordo

dell'infortunato su autoambulanza. Infra.To conferma che tale locale è già presente al piano terra della palazzina esterna proprio nelle adiacenze dell'accesso.

- d) Sala di controllo e comando: Infra.TO informa che nella sala di controllo e comando vi opereranno più lavoratori in contemporanea; quindi, l'ASL esclude la problematica di lavoro in solitudine.
- e) Locali interrati – rischio radon: in corrispondenza dei locali interrati l'ASL segnala di condurre valutazioni ad hoc inerenti al rischio radon. In caso di conferma del potenziale rischio, sarà necessario adottare misure mitigative (installazione di apposito sistema di impermeabilizzazione, o in alternativa realizzazione di intercapedini e/o vespai, ecc...).
- f) L'ASL raccomanda di verificare se i montacarichi del deposito possono essere utilizzati come montalettighe; gli ascensori antincendio degli uffici, che potrebbero essere non idonei a tale servizio, hanno le seguenti dimensioni:
- Cabina: Larghezza 1100 mm x Profondità 2100 mm x Altezza 2200 mm;
 - Porta di cabina: Larghezza 900 mm x Altezza 2000 mm
- g) L'ASL raccomanda di verificare se l'accesso ai mezzi di soccorso è agevole. Qualora i montacarichi verranno utilizzati anche come montalettighe, sarà necessario agevolare l'avvicinamento delle autoambulanze alla porta montacarichi del piano terreno.

Per quanto concerne il profilo autorizzativo relativo agli ambienti interrati, si evidenzia che la richiesta di deroga ex art. 65 D. Lgs. 81/2008 potrà essere presentata esclusivamente dal Datore di Lavoro dell'azienda che utilizzerà i locali.

Nella fase di attivazione del deposito, sarà richiesto all'Appaltatore ed al suo Progettista di fornire tutta l'assistenza necessaria al Datore di Lavoro dell'azienda che utilizzerà i locali, al fine di predisporre la documentazione da allegare alla suddetta istanza.

3.3 Interfaccia e Studio di Impatto Ambientale

3.3.1 Interfaccia acustica

Il progetto definitivo della Linea 2 fa riferimento alla Relazione Acustica doc. nr. MTL2T1A0DAMBGENR005-0-1 che si richiama integralmente, dove sono presenti i riferimenti normativi applicati (di cui alcuni richiamati anche direttamente nel presente capitolato), oltre a:

- Legge quadro sull'inquinamento acustico nr. 477/95
- DPCM 14/11/1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"
- DPCM 16/3/1998 "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico"
- DGR 9-11616 che stabilisce i criteri per la redazione del progetto acustico nell'ambito territoriale della Regione Piemonte.
- Il regolamento Comunale per la tutela dell'inquinamento acustico

La Città di Torino ha approvato con la Deliberazione del Consiglio Comunale del 20 dicembre 2010 il Piano di Classificazione Acustica che suddivide il territorio in aree omogenee: le classi di zonizzazione acustica (Classi I-VI) con i relativi valori limite di emissione/immissione acustica.

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6
Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

Nell'ambito della Valutazione Previsionale dell'impatto acustico relativamente alla fase di esercizio è stata valutata la massima potenza sonora ammissibile per ogni sorgente al fine del rispetto dei limiti acustici ai ricettori. Le sorgenti acustiche considerate per lo scenario operativo di esercizio sono:

- Impianti di aerazione e condizionamento delle officine e del deposito Rebaudengo oltre che della palazzina uffici soprastante.
- Griglie di aerazione dei pozzi d'intertratta (con riferimento agli impianti di aerazione che saranno installati in locali sotterranei).
- Griglie di aerazione in corrispondenza delle stazioni interrate (con riferimento agli impianti di aerazione che saranno installati in locali sotterranei).
- Griglie di aerazione in corrispondenza delle stazioni fuori terra (con riferimento agli impianti di aerazione che saranno installati in locali interni agli edifici).
- Il tempo previsto di funzionamento degli impianti di pertinenza della linea è di 24/24 ore.

Il tempo previsto di funzionamento degli impianti di pertinenza della linea è di 24/24 ore. Lo studio acustico previsionale è pertanto orientato alla valutazione del normale regime di operatività degli impianti (no attività di emergenza) che risulteranno avere analoga emissione sonora sia in periodo diurno sia in periodo notturno.

In base ai risultati conseguenti la modellazione acustica andranno valutati tutti gli impianti emissivi presenti nelle stazioni sia fuori terra, che interrate e per i pozzi di ventilazione. L'Appaltatore dovrà considerare nella selezione degli apparati di ventilazione, condizionamento etc. tutte le misure di mitigazione e le necessità correlate alla corrispondenza della emissione sonora dell'impianto in esercizio normale affinché esso rientri nei limiti di legge in tutte le condizioni di esercizio normale.

4. COORDINAMENTO, VERIFICHE E PROVE

4.1 Oggetto del capitolato impianti meccanici e limiti di fornitura

Il presente Appalto ha per oggetto l'esecuzione delle seguenti opere impiantistiche:

- impianti di ventilazione di emergenza;
- impianti di ventilazione e condizionamento;
- impianti idrici-antincendio;
- impianti industriali;
- impianto idrico-sanitario e scarichi.

Gli impianti di ventilazione di emergenza si suddividono in:

- ventilazione principale di emergenza a servizio delle Deposito/Officina

Gli impianti di ventilazione e condizionamento si dividono in:

- ventilazione ordinaria;
- impianto ad aerotermi;
- impianto a ventilconvettori;
- impianto a radiatori;
- impianto a espansione diretta;
- unità di trattamento aria.

Negli impianti antincendio sono compresi:

- alimentazione degli impianti idrici dalla valvola di diramazione installata dall'Ente erogatore della rete idrica urbana ivi incluso il pozzetto di contenimento lato Deposito;
- idranti esterni UNI 70 (allacciati direttamente ad acquedotto Smat)
- impianti antincendio a idranti e naspì;
- impianti antincendio automatici a sprinkler;
- impianto antincendio water mist;
- Impianto antincendio a gas.

Negli impianti industriali sono compresi:

- Impianto ad aria compressa;

Negli impianti idrici sono compresi:

- impianti di adduzione idrica in Deposito (a partire dal contatore installato dall'Ente erogatore della rete idrica urbana ivi incluso il pozzetto di contenimento);
- impianti idrico-sanitari;
- Impianti di aggettamento;
- impianti di lavaggio e irrigazione;
- impianti di scarico e rilancio acque nere sino al collegamento con il pozzetto (questo incluso) connesso alla fognatura.

4.1.1 Coordinamenti con le opere edili o di altra natura

È fatto obbligo all'appaltatore di rendere note tempestivamente alla Direzione Lavori le esigenze dell'impresa Appaltatrice stessa per l'esecuzione delle opere di assistenza agli impianti meccanici come quelle di natura edile o elettrica, come pure gli impedimenti eventuali alla prosecuzione delle proprie opere o di quelle di altre ditte per problemi specifici, in modo che la stessa Direzione Lavori possa disporre di conseguenza il coordinamento dei lavori.

Qualora l'installatore a causa di dimenticanza o di errori iniziali, richieda ulteriori opere murarie, dopo aver già ottenuto l'approvazione della Direzione Lavori queste se approvate saranno eseguite a sue spese, come tutte le opere di ripristino dovute ad imperizia od errori.

Eventuali danni o maggiori costi dovuti a ritardi dell'esclusione delle opere murarie causati da una cattiva conduzione del cantiere da parte dell'installatore, saranno a questo addebitati.

L'Appaltatore prende atto che i lavori oggetto del presente Appalto potrebbero interferire con le lavorazioni di altre imprese: in conseguenza a ciò l'Appaltatore si impegna a condurre i propri lavori in armonia con le predette esigenze, senza arrecare intralcio ed evitando inutili e dispendiose contestazioni all'andamento generale dei propri lavori e delle altre imprese.

4.2 Coordinamento e sorveglianza dei lavori

È richiesta per tutta la durata dei lavori la presenza in cantiere di personale tecnico specializzato per competenza (ingegnere o di un perito industriale iscritto nel relativo albo professionale) per dirigere e sorvegliare i lavori relativi agli impianti oggetto del presente Capitolato. Sarà obbligo dell'Appaltatore coordinare e subordinare, a seconda delle disposizioni della Direzione Lavori, l'esecuzione delle opere alle esigenze di qualsiasi genere che dipendono dalla contemporanea effettuazione di tutte le altre opere affidate sia all'Appaltatore che ad altre ditte. Sarà obbligo dell'Appaltatore garantire la protezione, mediante coperture o fasciature, di tutte le parti degli impianti, degli apparecchi e di quant'altro non sia agevole togliere da dove sono installati, per difenderli dalle rotture, guasti, manomissioni ecc., in modo che all'ultimazione dei lavori il materiale venga consegnato come nuovo. L'appaltatore sarà responsabile di ogni danneggiamento, rottura, asportazione o altro che possa verificarsi fino all'approvazione del collaudo da parte della Direzione Lavori, non esclusa la possibilità per i danni derivanti alle tubazioni e ad ogni altro apparecchio dalle intemperie. L'appaltatore è obbligato a mantenere in efficienza l'impianto fino all'approvazione del collaudo da parte della Direzione Lavori, qualora l'impianto non venga sottoposto anticipatamente in regolare servizio. L'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese alla sostituzione delle tubazioni o canali e dei loro accessori, nonché di ogni apparecchiatura da chiunque e comunque danneggiati, rotti o asportati; l'Appaltatore dovrà altresì a sua cura e spese procedere all'esecuzione dei conseguenti ripristini, restando obbligato al risarcimento degli eventuali danni. Nel caso dell'esecuzione di riparazioni in garanzia, dovranno essere ripetute le verifiche, le prove preliminari e quelle di collaudo fino ad esito favorevole, che dovrà risultare da apposito verbale, e rinnovare la garanzia per i componenti sostituiti. L'Appaltatore dovrà a sua cura e spese provvedere alle riparazioni e sostituzioni necessarie, restando a suo carico ogni occorrente opera di ripristino, oltre al risarcimento di ogni eventuale danno

4.3 Scelta ed approvazione dei materiali dei materiali da parte della D.L.

La scelta delle marche, dei modelli delle apparecchiature e dei componenti da impiegare nell'esecuzione degli impianti in oggetto sarà fatta prima dell'emissione dell'ordine da parte dell'Appaltatore, previa approvazione scritta della D.L. La scelta sarà fatta sulla base dell'elenco delle marche proposto dall'Appaltatore stesso, che prevedrà per ogni apparecchiatura un numero di fornitori non inferiori a tre. Resta inteso che la scelta, di cui sarà steso regolare verbale di approvazione, è vincolante per l'Appaltatore, il quale non potrà sollevare alcuna pretesa o richiesta di maggior prezzo per le scelte effettuate. Tutti i materiali, le apparecchiature ed i componenti da impiegare nell'esecuzione degli impianti dopo il loro arrivo in cantiere dovranno essere approvati dalla D.L., che ne verificherà la rispondenza alle prescrizioni contrattuali. L'Appaltatore dovrà pure presentare all'approvazione della D.L. i sistemi di ancoraggio (sia sismici che ordinari), di sospensione ed il mensolame per il sostegno delle tubazioni, delle canalizzazioni e delle varie linee. L'approvazione da parte della D.L. nulla toglie alla responsabilità dell'Appaltatore sull'esecuzione dei lavori, sulla rispondenza delle opere eseguite alle norme contrattuali e sul buon funzionamento degli impianti. La D.L. ha la facoltà di rifiutare quei materiali o componenti o apparecchiature che, anche se già posti in opera, non abbiano ottenuto l'approvazione di cui sopra o non rispondano alle norme contrattuali. La D.L. potrà a suo insindacabile giudizio ordinare la sostituzione dei materiali non conformi a quanto sopra detto, restando inteso che tutte le spese per tale sostituzione sono a carico dell'Appaltatore. La scelta delle forniture avverrà tramite la presentazione alla D.L. di una scheda tecnica strutturata in un file tipo excel o word (modello tipo inserito di seguito) in modo da contenere le caratteristiche richieste dal capitolato, le norme e leggi di riferimento, i collaudi previsti unitamente alle corrispondenti caratteristiche del materiale proposto e la relativa rispondenza. La scheda dovrà essere corredata da un codice identificativo concordato con la D.L. rappresentativo della tipologia di impianto di appartenenza. Per tutti i materiali in fornitura l'Appaltatore dovrà provvedere a consegnare, a corredo della scheda tecnica, il campione reale del materiale descritto ad eccezione dei componenti per i quali la D.L. riterrà non necessario il campionamento. Per dispositivi o componenti non trasportabili o non fornibili come campione potrà essere deciso dalla D.L. un sopralluogo di verifica presso il sito di produzione, di immagazzinamento o di utilizzo segnalato dall'Appaltatore. I materiali e componenti consegnati in qualità di campione dovranno essere dotati di targhetta di riconoscimento nella quale dovranno essere menzionati: il nome del componente, la tipologia di impianto, la marca, il codice identificativo presente nella scheda tecnica. Tutte le schede tecniche approvate costituiranno parte integrante della documentazione as-built e dovranno essere presenti in quest'ambito sia in forma cartacea che elettronica. A puro titolo rappresentativo si mostra di seguito un esempio di scheda tecnica tipologica:

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

	SCHEDA APPROVAZIONE MATERIALE	n.	01 CF-CD
		data	
		rev.	0

Contratto:XXXX

CIG: XXXX

Lavori: XXXXX

Appaltatore: R.T.I. XXXXX. (Mandataria) - XXXX (Mandante)

Opera/impianto:

Cod. elenco prezzi:

Denominazione materiale:

Produttore:

Descrizione da progetto esecutivo (CSA, ecc.):

Descrizione materiale in fornitura:

Normativa di riferimento:

Accessori:

Note:

Luogo d'installazione:

Ditta fornitrice:

Appaltatore:

SI NO

Nominativo fornitore:

Ditta installatrice:

Appaltatore:

SI NO

Nominativo subappaltatore:

Campionatura:

SI NO

Verifiche e collaudi previsti in fabbrica/in opera:

Allegati:

N. Pagine

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Totale pagg. _____

ESITO DI ACCETTAZIONE MATERIALE (A CURA DL)

Accettazione:

SI NO

Note:

Rispetto Criteri Ambientali Minimi (paragrafo 2.4 allegato 2 D.M. Ambiente 11/01/2017):

SI NO

Note:

EVENTUALE ESITO DI PROVE E ACCETTAZIONE DOPO LA POSA IN OPERA (A CURA DL)

Accettazione:

SI NO

Note:

Luogo e data:

Luogo e data:

L'APPALTATORE

IL DIRETTORE DEI LAVORI

4.4 Ultimazione dei lavori

Tutti gli impianti oggetto del presente Appalto saranno sottoposti alle prove di verifica di cui al precedente articolo e, laddove richiesto dal Committente, a collaudi in corso d'opera, al fine di verificare che la qualità e quantità dei materiali forniti e le modalità di installazione ed esecuzione rispondano alle condizioni contrattuali. Se i risultati saranno positivi, sarà rilasciato il verbale di ultimazione dei lavori. Se durante il collaudo in corso d'opera dovessero risultare manchevolezze o deficienze, esse dovrebbero essere verbalizzate e sarà fissato un termine entro il quale l'Appaltatore dovrà provvedere alla loro eliminazione. Il verbale di ultimazione verrà in ogni caso rilasciato dopo l'eliminazione delle manchevolezze accertate durante il collaudo in corso d'opera e a seguito dell'ultimazione, con esito positivo, delle prove funzionali coordinate con il SISTEMISTA.

4.5 Consegna provvisoria degli impianti

La consegna provvisoria degli impianti al Committente avverrà contestualmente all'ultimazione dei lavori e a risultato favorevole delle prove e collaudi di cui al precedente articolo, subito dopo la fornitura, a parte dell'Appaltatore al Committente, di tutta la documentazione necessaria (nulla-osta degli enti preposti, disegni finali, norme di conduzione degli impianti stessi, ecc.). La consegna sarà comunque verbalizzata.

Qualora, per ritardi imputabili all'Appaltatore, la consegna dovesse subire ritardi, trascorsi due mesi dall'ultimazione dei lavori il Committente potrà imporre all'appaltatore di mettere in funzione gli impianti, rimanendone però esso Appaltatore unico responsabile, e con la conduzione e manutenzione totale (ordinaria e straordinari), esclusi i soli consumi di energia, a completo carico dell'Appaltatore stesso, fino a quando sarà possibile la consegna ufficiale.

Nulla, ed a nessun titolo, potrà essere richiesto dall'Appaltatore per tali prestazioni, anche se fossero necessarie in ore notturne e/o festive.

Si ribadisce che contestualmente all'ultimazione dei lavori, e comunque prima del collaudo provvisorio delle opere l'Appaltatore dovrà provvedere a quanto segue:

1. fornire al Committente tre serie di copie complete e supporto informatico dei disegni as-built ed aggiornati degli impianti così come realmente eseguiti, completi di piante e sezioni quotate, schemi, particolari ecc., così da poter in ogni momento ricostruire e verificare tutti gli impianti;
2. fornire al Committente, in triplice copia, una monografia sugli impianti eseguiti, con tutti i dati tecnici, dati di tarature, istruzioni per la messa in funzione dei vari impianti o apparecchiature e norme di manutenzione; alla fine della monografia, in apposita cartella, saranno contenuti i dépliant illustrativi e schede tecniche delle singole apparecchiature con le relative norme di installazione, messa in funzione, manutenzione e, per ogni macchina, un elenco dei pezzi di ricambio consigliati dal costruttore per un periodo di funzionamento di due anni;

3. una lista completa delle parti di ricambio, con la precisa indicazione di marche, tipo e riferimento ai disegni. Accanto ad ogni marca dovrà essere indicato il recapito per reperire velocemente le parti di ricambio.

Il Committente non prenderà in consegna gli impianti se prima l'Appaltatore non avrà ottemperato a quanto sopra (con le conseguenze di cui ai precedenti articoli).

4.6 Consegna definitiva degli impianti. Garanzia degli impianti

La consegna definitiva degli impianti sarà effettuata al momento dell'accettazione degli impianti da parte del Committente, ed in ogni caso dopo l'effettuazione del collaudo definitivo degli impianti stessi.

Tale collaudo, e quindi la consegna definitiva, avverranno comunque entro dodici mesi dalla consegna provvisoria.

L'Appaltatore ha l'obbligo di garantire tutti gli impianti, sia per la qualità dei materiali, sia per il montaggio, sia infine per il regolare funzionamento, per un periodo di quarantotto mesi, decorrente dalla data della consegna provvisoria degli impianti al Committente da parte dell'Appaltatore stesso. Pertanto, fino al termine di tale periodo, l'Appaltatore deve riparare tempestivamente, a sue spese, i guasti e le imperfezioni che si verificassero negli impianti per oggetto della non buona qualità dei materiali e per difetti di montaggio o funzionamento, escluse soltanto le riparazioni dei danni che, a giudizio del Committente, possano attribuirsi ad evidente imperizia o negligenza del personale del Committente stesso che ne fa uso.

Con la firma del contratto l'Appaltatore riconosce essere a proprio carico anche il risarcimento al Committente di tutti i danni, sia diretti che indiretti, che potessero essere causati da guasti o anomalie funzionali degli impianti fino alla fine del periodo di garanzia sopra definito.

Per quanto non contemplato nel presente capitolato si farà riferimento alle normative e/o consuetudini vigenti ed alle disposizioni del Codice Civile.

4.7 Oneri compresi nell'appalto

Per la realizzazione degli impianti si intendono incluse nelle prestazioni dell'Appaltatore tutte le opere indicate e descritte nella documentazione di riferimento ed in genere tutto quanto necessario per una perfetta esecuzione e funzionamento degli impianti, anche nelle parti eventualmente non descritte o mancanti sugli elaborati.

Il corrispettivo compensa tutti gli oneri, nessuno escluso, diretti e indiretti che l'appaltatore deve sostenere per eseguire gli impianti a perfetta regola d'arte ed in piena conformità con le prescrizioni contrattuali e di progetto nonché per consegnarle nei termini stabiliti, completi, ultimati e funzionanti, e per assolvere a tutti gli obblighi assunti relativi ai documenti richiamati, e comunque ad essi impliciti.

Sono, a titolo esemplificativo e non esaustivo, a carico dell'Appaltatore e compensati con il corrispettivo i seguenti oneri:

- tutti i trasporti da stabilimento di produzione a cantiere;

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- trasporto, scarico e posa in opera con mezzi speciali e mano d'opera specializzata di tutti i carichi speciali (vengono considerati tali quelli eccedenti i mezzi normalmente disponibili in cantiere);
- l'impianto, la recinzione, la rimozione di cantieri di competenza dell'Appaltatore ed il ripristino delle aree nello stato quo ante;
- la sorveglianza delle aree di lavoro di competenza dell'Appaltatore durante l'esecuzione dei montaggi, anche nei giorni festivi e nelle ore notturne, fino alla consegna provvisoria all' esercente;
- ogni onere o soggezione derivante dall'eventuale necessità di eseguire i lavori in presenza di altre lavorazioni di competenza di altri appaltatori, fermo restando che gli intralci all'esecuzione dei lavori dipendenti dalle soggezioni di cui sopra non possono essere invocati per richiesta di maggiori oneri o rimborsi di costi addizionali;
- gli allacciamenti elettrici, idrici, telefonici, fognari ecc., e gli impianti provvisori occorrenti per il funzionamento dei cantieri nonché tutti i consumi conseguenti; qualora gli allacciamenti siano effettuati direttamente dalla concessionaria, gli oneri di allaccio e consumo saranno addebitati all'Appaltatore in proporzione all'importo dei lavori ed al tempo di esecuzione;
- la predisposizione di campionature richieste dalla Concessionaria;
- tutti i provvedimenti necessari per la sicurezza delle persone e per la buona conservazione delle opere eseguite;
- l'assistenza alla Concessionaria nelle operazioni di misura delle forniture e dei montaggi;
- la custodia, la conservazione e l'immagazzinamento delle forniture acquisite fino alla consegna delle stesse al concedente e/o all' esercente;
- la custodia e la manutenzione delle opere fino alla consegna delle stesse al concedente e/o all' esercente;
- l'assistenza alle spese di collaudo e le spese per mano d'opera, mezzi, prove di laboratorio ecc., richieste dalla concessionaria e/o dai collaudatori, con esclusione solo del compenso ai collaudatori;
- tutte le modifiche necessarie a porre gli impianti in condizione di collaudabilità;
- studi, calcoli eventualmente necessari, oltre a quelli di progetto, a giudizio della Direzione Lavori, durante l'esecuzione dei lavori;
- lo sgombero dei materiali di risulta mediante la predisposizione in aree di stoccaggio e l'immediato trasporto dei materiali di risulta presso discariche autorizzate, nel rispetto delle vigenti normative per lo smaltimento dei rifiuti, nonché dell'allontanamento delle attrezzature a lavoro ultimato;
- la pulizia completa delle opere e delle aree ad esse pertinenti ad ultimazione avvenuta e prima dell'attivazione degli impianti oggetto del presente contratto e della consegna al conducente;
- la chiusura di passaggi attraverso le strutture necessari per la realizzazione degli impianti, nonché la posa delle tubazioni, canalette ecc. per la messa in opera e protezione dei cavi di collegamento degli impianti stessi;

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- gli oneri inerenti a ripetute variazioni della zona di lavoro per uniformarsi all'andamento generale dei lavori;
- la fornitura, in caso di future indisponibilità sul mercato, di componentistica, ed in particolare quella elettronica, dei disegni costruttivi della stessa;
- protezione dei propri impianti da deterioramenti di cantiere, dalle offese che potrebbero essere arrecate a causa delle lavorazioni contigue comprese quella della coloritura, verniciatura, riprese di intonaci ecc., in modo che a lavoro ultimato gli impianti siano consegnati come nuovi;
- l'onere per l'esercizio dei propri impianti, salvo eventuale ripartizione delle spese tra le varie imprese utilizzatrici direttamente o indirettamente, secondo modalità concordate;
- l'adozione durante l'esecuzione delle opere di tutte le cautele per il rispetto delle norme sull'inquinamento ambientale ed acustico, tenuto conto del contesto nel quale le stesse vengono eseguite;
- informazioni tecniche da parte del personale specializzato dell'Appaltatore mediante opportuni corsi di istruzione per il personale tecnico dell'esercente con modalità stabilite dalla Direzione Lavori, al fine di garantire la più ampia autonomia di intervento sugli impianti stessi da parte dell'esercente medesimo;
- l'assistenza gli impianti da parte di personale specializzato dell'Appaltatore fino ad assicurare il perfetto funzionamento, nonché il presenziamento durante il periodo di prove coordinate e di pre-esercizio;
- tutte le opere di assistenza muraria quali:
 - a) fissaggio di mensole, staffe, zanche ecc., quando non eseguibili con tasselli;
 - b) esecuzione di fori su strutture in calcestruzzo;
 - c) smontaggio e rimontaggio di controsoffitti per interventi e durante le prove funzionali;
 - d) fori da realizzare su murature di qualsiasi tipo o su strutture in acciaio per fissaggio di tappi ad espansione, bulloni, tasselli;
 - e) fissaggio di profilati metallici, tubazioni, canalizzazioni ed apparecchiature su pareti, soffitti o pavimenti mediante tasselli, bulloni, tappi ad espansione e simili;
 - f) saldature per fissaggi vari;
 - g) trabattelli sino a m 8 di altezza;
 - h) sigillatura, con materiali di adeguate caratteristiche di resistenza al fuoco, di tutti gli attraversamenti in muri, solai, ecc.
- la fornitura di zanche, tasselli e quant'altro necessario per murare gli staffaggi e/o ancoraggi di tubazioni, apparecchi ed apparecchiature;
- la fornitura di isolamenti e/o antivibranti per basamenti;
- la verniciatura protettiva delle tubazioni o qualsiasi altra opera metallica facente parte del progetto;
- la strumentazione da installare sulle linee, sulle apparecchiature e sui quadri elettrici;

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- il ripristino di eventuali isolamenti o verniciature danneggiate prima della consegna degli impianti;
- la riparazione e/o sostituzione di apparecchiature e materiali danneggiati prima della consegna degli impianti;
- l'assistenza tecnica durante l'esecuzione dei lavori;
- tutte le forniture ed opere accessorie di qualsiasi tipo necessarie per dare l'opera completa e funzionante;
- disegni as-built e manuali di uso e manutenzione;
- dichiarazione di conformità al Decreto 380/01 Capo V, al Decreto n. 37 del 22 gennaio 2008 (regolamento di attuazione della legge nr. 248 del 2/12/2005 art. 14) e successivi emendamenti;
- documenti e certificazioni agli Enti competenti per l'ottenimento delle relative autorizzazioni (VV.F., ASL, ISPESL, ecc.).

L'onere per le opere di assistenza muraria deve comprendere l'attrezzatura ed i materiali di consumo necessari, nonché la pulizia e l'allontanamento dal cantiere del materiale di risulta.

Il fabbricato in fase di progetto costruttivo sarà studiato con la predisposizione di fori e cavedi per il passaggio nelle strutture di canali e tubazioni: l'Appaltatore è tenuto a verificare tali forometrie nell'ambito del proprio progetto esecutivo e costruttivo.

5. VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI

A discrezione della D.L. possono essere eseguite in corso d'opera tutte le verifiche tecniche e prove ritenute opportune. Si intendono per verifiche e prove preliminari tutte quelle operazioni atte a rendere l'impianto perfettamente funzionante, compreso il bilanciamento delle distribuzioni dell'aria e relativa taratura, la taratura delle regolazioni idrauliche ecc. Le verifiche e le prove preliminari si devono in ogni caso effettuare durante l'esecuzione delle opere ed in modo che esse risultino completate prima della dichiarazione di ultimazione dei lavori. Tali verifiche e prove dovranno essere eseguite secondo un programma di dettaglio redatto dall'Appaltatore e dovranno svolgersi secondo le modalità di cui al relativo al presente Appalto.

Le verifiche e le prove preliminari di cui ai paragrafi seguenti possono essere eseguite dalla D.L. in contraddittorio con l'Appaltatore e di esse (procedura e risultati ottenuti) si deve compilare di volta in volta regolare verbale.

A discrezione della D.L. possono essere eseguite in corso d'opera tutte quelle verifiche tecniche e pratiche ritenute opportune.

Dette verifiche potranno comprendere oltre le parti in vista, anche quelle sepolte e nascoste e sarà dunque obbligo dell'Appaltatore scoprire quelle parti di lavoro che fossero indicate, senza diritto ad alcun compenso per i lavori di scoprimento e di conseguente ripristino.

Gli oneri derivanti dagli approvvigionamenti idrici o energetici necessari alle prove di verifica del presente capitolo sono da intendersi a carico dell'appaltatore.

5.1 Impianti di ventilazione di emergenza

Per gli impianti di ventilazione in condizioni di emergenza devono essere eseguite le seguenti prove:

- a) Verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura del materiale costituente gli impianti, quantitativamente e qualitativamente, corrisponda alle prescrizioni tecniche e contrattuali e che la posa in opera ed il montaggio di canalizzazioni, apparecchiature ed ogni altro componente dell'impianto sia corretto secondo quanto previsto dalla normativa in vigore. Per le canalizzazioni che corrono in cavedi chiusi le prove, secondo i requisiti richiesti dalla normativa, devono essere eseguite prima della chiusura;
- b) Verifica delle prestazioni dei ventilatori comprese vibrazioni, bilanciamenti ed emissioni sonore: le prove devono essere effettuate secondo i criteri esposti nella norma UNI EN 5801 e le altre norme di riferimento per ogni specifica tematica.
- c) Prova di tenuta dei canali prima dell'applicazione di qualsiasi finitura: la prova va effettuata secondo i criteri esposti nelle seguenti norme: UNI EN 14239, UNI EN 1507, man mano che si costruisce l'impianto alla pressione massima corrispondente e alla massima prevalenza del ventilatore in condizione di mandata. Sarà effettuata, inoltre, la verifica, dopo bilanciamento dei canali, tra la portata del ventilatore e la portata erogata dalle unità di distribuzione. La differenza tra la portata del ventilatore e la portata distribuita non deve superare il limite consentito dalla norma in relazione alla classe di

tenuta richiesta per il canale in verifica secondo le norme 12237, EN 1507 e UNI EN 16798-3.

5.2 Impianti di ventilazione ordinaria

Per gli impianti di ventilazione in esercizio normale si intendono interamente richiamate le prove già descritte al precedente paragrafo 5.1 a cui si aggiungono le prove relative alle emissioni sonore e, nello specifico, sarà effettuato il controllo dei livelli sonori massimi ammessi nelle zone di seguito riportate:

- nei locali o corridoi dove è previsto il passaggio di canali non dovrà verificarsi alcuna vibrazione per il passaggio dell'aria che produca rumore di fondo nelle zone di lavoro. Dovranno essere usati tutti gli accorgimenti necessari per eliminare gli inconvenienti, ed in particolare si dovrà tener conto dei seguenti punti:
 1. tutte le apparecchiature con parti in movimento devono essere dotate di giunti antivibranti per l'allacciamento alle apparecchiature
 2. ogni apparecchiatura deve appoggiare su basamento con opportuni antivibranti (molle) per impedire la trasmissione delle vibrazioni,
 3. l'installazione delle canalizzazioni di mandata, ripresa ed espulsione deve essere curata in modo da non superare i livelli di rumorosità previsti adottando dispositivi quali trappole acustiche o simili, che si rendessero necessari. Tali oneri vanno compresi nel prezzo delle canalizzazioni d'aria;
- a) sarà verificato il livello della potenza sonora emessa dall'impianto di ventilazione verso l'esterno, in corrispondenza di tutte le griglie per il passaggio dell'aria per il Deposito poste a livello 0 e alle altre fonti di emissione poste al livello +3 dell'edificio uffici, alla distanza di un metro nella direzione verticale ed orizzontale in ore notturne e presso il recettore più vicino. Per tale tematica fare riferimento agli elaborati specifici e le relazioni specialistiche di progetto.
- b) Dovranno essere garantiti i valori richiesti dalle Norme che regolano l'inquinamento acustico ed altre norme di riferimento al tipo di installazione:
 - D.P.C.M. 1/3/1991: Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitanti e nell'ambiente esterno,
 - Legge 26/10/1995 n° 447: Legge quadro sull'inquinamento acustico,
 - D.P.C.M. 14/11/1997: Determinazione di valori limite delle sorgenti sonore,
 - Norma UNI 8199-2016: Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione: valori contrattuali e modalità di misurazione,
 - D.M. Ambiente 16/3/1998: Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico,
 - D.M. 16/03/1998: Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico

- DMA 29/11/2000 Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore.
- DECRETO 23 novembre 2001: Modifiche dell'allegato 2 del decreto ministeriale 29 novembre 2000 - Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore
- DPR 142/2004: disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivato da traffico veicolare.
- CIRCOLARE 6 settembre 2004 - Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali.
- DECRETO LEGISLATIVO 19 agosto 2005, n. 194 - Ripubblicazione del testo del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 194, recante: «Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale», corredato delle relative note. (Decreto legislativo pubblicato nella Gazzetta Ufficiale - serie generale - n. 222 del 23 settembre 2005).

In merito al contesto acustico fare riferimento al par. 3.3.1 e alla corrispondente Progettazione Ambientale.

5.3 Impianti termici e di condizionamento (HVAC)

Per gli impianti termici e di condizionamento devono essere eseguite le seguenti prove:

- a) verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura del materiale costituente gli impianti quantitativamente e qualitativamente corrisponda alle prescrizioni contrattuali e che la posa in opera ed il montaggio di tubazioni, canalizzazioni, apparecchiature ed ogni altro componente dell'impianto sia corretto. Per le tubazioni/canalizzazioni che corrono in cavedi chiusi od in tracce le prove devono essere eseguite prima della chiusura;
- b) Verifica delle prestazioni dei ventilatori: la prova va effettuata secondo i criteri esposti nella norma UNI EN 5801.
- c) Condizioni di prova di condizionatori e pompe di calore, la prova va effettuata secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 378-2
- d) prova di tenuta dei canali prima dell'applicazione di qualsiasi finitura: la prova va effettuata secondo i criteri esposti nella UNI EN 12237 UNI EN 12599, UNI EN 14239 e UNI EN 1507, man mano che si esegue l'impianto alla pressione massima corrispondente alla massima prevalenza del ventilatore in condizione di mandata. Sarà effettuata, inoltre, la verifica, dopo bilanciamento dei canali, tra la portata del ventilatore e la portata erogata dalle unità di distribuzione. La differenza tra la portata del ventilatore e la portata distribuita non deve superare il limite consentito dalla norma in relazione alla classe di tenuta richiesta per il canale in verifica secondo le UNI EN 12237 e UNI EN 1507.

- e) prova di tenuta delle tubazioni prima dell'applicazione di qualsiasi finitura: la prova va effettuata secondo i criteri esposti nella UNI EN 805, UNI EN 806, man mano che si esegue l'impianto.
La prova dovrà essere svolta alla pressione massima corrispondente alla massima prevalenza della pompa di mandata. Sarà effettuata, inoltre, la verifica di bilanciamento delle portate di mandata e ritorno dei differenti rami dell'impianto.
- f) sarà effettuato il controllo dei livelli sonori massimi ammessi nelle zone di seguito riportate:
- nei locali o corridoi dove è previsto il passaggio di canali non dovrà verificarsi alcuna vibrazione per il passaggio dell'aria che produca rumore di fondo nelle zone di lavoro. Dovranno essere usati tutti gli accorgimenti necessari per eliminare gli inconvenienti, ed in particolare si dovrà tener conto dei seguenti punti:
 - tutte le apparecchiature con parti in movimento devono essere dotate di giunti antivibranti per l'allacciamento alle apparecchiature,
 - ogni apparecchiatura deve appoggiare su basamento con opportuni antivibranti (molle) per impedire la trasmissione delle vibrazioni,
 - l'installazione delle canalizzazioni di mandata, ripresa ed espulsione deve essere curata in modo da non superare i livelli di rumorosità previsti adottando dispositivi quali trappole acustiche o simili, che si rendessero necessari. Tali oneri vanno compresi nel prezzo delle canalizzazioni d'aria;
- g) sarà verificato il livello della potenza sonora emessa dall'impianto di ventilazione verso l'esterno, in corrispondenza della griglia stradale di passaggio dell'aria, alla distanza di un metro nella direzione verticale ed orizzontale in ore notturne e presso il recettore più vicino.
- h) Dovranno essere garantiti i valori richiesti dalle Norme che regolano l'inquinamento acustico ed altre norme di riferimento al tipo di installazione:
- D.P.C.M. 1/3/1991: Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitanti e nell'ambiente esterno,
 - Legge 26/10/1995 n° 447: Legge quadro sull'inquinamento acustico,
 - D.P.C.M. 14/11/1997: Determinazione di valori limite delle sorgenti sonore,
 - Norma UNI 8199: Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione: valori contrattuali e modalità di misurazione,
 - D.M. Ambiente 16/3/1998: Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico,
 - D.M. 16/03/1998: Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico
 - DMA 29/11/2000 Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore.
 - DECRETO 23 novembre 2001: Modifiche dell'allegato 2 del decreto ministeriale 29 novembre 2000 - Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore

- DPR 142/2004: disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivato da traffico veicolare.
- CIRCOLARE 6 settembre 2004 - Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali.
- DECRETO LEGISLATIVO 19 agosto 2005, n. 194 - Ripubblicazione del testo del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 194, recante: «Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale», corredato delle relative note. (Decreto legislativo pubblicato nella Gazzetta Ufficiale - serie generale - n. 222 del 23 settembre 2005).

In merito al contesto acustico fare riferimento al par. 3.3.1 e alla corrispondente Progettazione Ambientale.

5.4 Impianti geotermici da strutture energetiche

Per la parte dell'impianto geotermico relativo alle strutture (diaframmi e conci energetici) si faccia riferimento al capitolato MTL2T1A0DZOOGENZ002.2 ELABORATI GENERALI - CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE B.2 - OPERE CIVILI: DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI, SPECIFICHE TECNICHE E PRESCRIZIONI, sezione 13.

Per quanto concerne il contesto ricadente nell'impianto idronico presente in Deposito e nella frazione di galleria, si prevede, sulla base delle relazioni tecniche e degli elaborati di riferimento, la connessione alla sottocentrale Hvac dove avverrà lo scambio termico e la connessione verso gli impianti di trattamento aria.

L'Appaltatore riceverà i rapporti di verifica e collaudo dei sistemi di tubazioni presenti all'interno delle parti civili ed effettuerà tutte le connessioni alle tubazioni longitudinali e ai diaframmi che saranno attivati.

Sono compresi nella fornitura tutti materiali necessari alla realizzazione di tali connessioni in modo da rendere l'impianto completo e funzionale.

Per gli impianti geotermici e di condizionamento devono essere eseguite le seguenti prove:

- a) verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura del materiale costituente gli impianti quantitativamente e qualitativamente corrisponda alle prescrizioni contrattuali e che la posa in opera ed il montaggio di tubazioni, canalizzazioni, apparecchiature ed ogni altro componente dell'impianto sia corretto. Per le tubazioni/canalizzazioni che corrono in cavedi chiusi od in tracce le prove devono essere eseguite prima della chiusura;
- b) prova di tenuta delle tubazioni prima dell'applicazione di qualsiasi finitura: la prova va effettuata secondo i criteri esposti nelle norme UNI EN 805, UNI EN 806, UNI EN 11466 e UNI EN 11467 man mano che si esegue l'impianto alla pressione massima corrispondente alla massima prevalenza della pompa in condizione di mandata.

- sarà effettuata, inoltre, la verifica, dopo bilanciamento delle portate tra i vari rami dell'impianto per verificare la corretta circolazione del fluido;
- c) Verifica delle temperature di prelievo termico di progetto mediante lettura con adeguato strumento con classe di accuratezza non maggiore di 0.3 gradi centigradi sia lato stazione sia lato terreno;
- d) Verifica delle portate di prelievo termico di progetto mediante lettura con adeguato strumento con classe di accuratezza non maggiore di 0.3 gradi centigradi sia lato stazione sia lato terreno;
- e) verifica delle funzionalità dei dispositivi di controllo e sicurezza provvedendo a:
- settaggio della temperatura al valore di progetto sul dispositivo di regolazione della pompa di calore
 - verifica dell'intervento dei pressostati di minima
 - verifica dell'intervento dei termostati di sicurezza;
 - verifica puntuale dell'assorbimento elettrico della pompa lato stazione con prova effettuata alla massima portata prevista,
 - verifica puntuale dell'assorbimento elettrico della pompa lato generatore con prova effettuata alla massima portata prevista,
 - verifica dell'assorbimento elettrico del compressore.

5.5 Impianti idrico antincendio

Per gli impianti idrico antincendio vanno seguite le seguenti norme:

UNI EN 10779 (impianti a idranti)

UNI EN 14384 (idranti soprasuolo)

UNI EN 12845 (impianti spegnimento automatici sprinkler)

UNI EN 12259-2 (componenti sistemi sprinkler)

UNI 11292 (Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianti antincendio)

UNI 14972-1 (Impianti Water Mist)

UNI 11149 (prove tenuta tubazioni in PE per fluidi in pressione)

UNI 11137 (prova tenuta tubazioni in acciaio)

Si fa riferimento anche quanto richiamato dall'art. 4 del D.M. 20/12/2012, gli impianti devono essere realizzati e mantenuti, a regola d'arte, secondo quanto prescritto dalle specifiche regolamentazioni, dalle norme di buona tecnica e dalle istruzioni fornite dal fabbricante.

5.5.1 Impianto idranti e spegnimento automatico sprinkler

In particolare, andranno eseguite:

- a) verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura del materiale costituente gli impianti quantitativamente e qualitativamente corrisponda alle prescrizioni tecniche e contrattuali e che la posa in opera ed il montaggio di tubazioni, apparecchiature ed ogni altro componente dell'impianto sia corretto secondo quanto previsto dalla normativa in vigore. Per le tubazioni che corrono in cavedi chiusi od in tracce le prove devono essere eseguite prima della chiusura;
- b) esecuzione di prova idrostatica delle tubazioni ad una pressione di almeno 1,5 volte la pressione di esercizio dell'Impianto con un minimo di 1,5 MPa per 2 h. In caso di utilizzo di tubazioni in polietilene dovranno essere seguite le procedure previste dalla norma UNI 11149:2005 – Posa in opera e collaudo di sistemi di tubazioni di polietilene per il trasporto di liquidi in pressione – Parte 15. Collaudo in opera;
- c) prova di portata rete acqua, per accertare che l'impianto sia in grado di erogare la portata alla pressione stabilita quando sia funzionante un numero di erogazioni pari a quelle previste dai coefficienti di contemporaneità. Si devono seguire le seguenti modalità:
 - apertura di un numero di erogatori pari a quello stabilito dal coefficiente di contemporaneità, calcolato per il numero totale di apparecchi installati;
 - le utenze funzionanti devono essere distribuite a partire dalle colonne più sfavorite (scelte in rapporto alla distanza ed al numero di apparecchi serviti), in maniera tale che ciascun tronco del collettore orizzontale alimenti il numero di apparecchi previsto dalla contemporaneità. Nelle condizioni suddette si deve verificare che la portata alle utenze più sfavorite sia almeno quella prescritta, e che la portata totale misurata all'organo erogatore non sia inferiore alla portata prevista, in rapporto alle utenze funzionanti. La prova potrà essere ripetuta distribuendo le utenze in modo da verificare il corretto dimensionamento delle varie colonne montanti, sempre nelle condizioni di contemporaneità previste;

d) verifica della circolazione della rete acqua, per misurare il volume di acqua erogato.

5.5.2 Impianto di spegnimento Water Mist

Per gli impianti idrici devono essere seguiti i riferimenti relativi alle prove di cui alla UNI EN 14972-1, EN 12845, UNI 11292. In particolare, andranno eseguite:

- a) verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura del materiale costituente gli impianti quantitativamente e qualitativamente corrisponda alle prescrizioni contrattuali e che la posa in opera ed il montaggio di tubazioni, apparecchiature ed ogni altro componente dell'impianto sia corretto secondo quanto previsto dalla normativa in vigore. Per le tubazioni che corrono in cavedi chiusi od in tracce le prove devono essere eseguite prima della chiusura;
- b) esecuzione di prova idrostatica delle tubazioni ad una pressione di almeno 1,5 volte la pressione di esercizio dell'Impianto con un minimo di 1,5 MPa per 2 h;
- c) prova di portata rete acqua, per accertare che l'impianto sia in grado di erogare la portata alla pressione stabilita quando sia funzionante un numero di erogazioni pari a quelle previste dai coefficienti di contemporaneità. Si devono seguire le seguenti modalità:
 - apertura di un numero di utenze pari a quello stabilito dal coefficiente di contemporaneità, calcolato per il numero totale di apparecchi installati;
 - le utenze funzionanti devono essere distribuite a partire dalle colonne più sfavorite (scelte in rapporto alla distanza ed al numero di apparecchi serviti), in maniera tale che ciascun tronco del collettore orizzontale alimenti il numero di apparecchi previsto dalla contemporaneità. Nelle condizioni suddette si deve verificare che la portata alle utenze più sfavorite sia almeno quella prescritta, e che la portata totale misurata all'organo erogatore non sia inferiore alla portata prevista, in rapporto alle utenze funzionanti. La prova potrà essere ripetuta distribuendo le utenze in modo da verificare il corretto dimensionamento delle varie colonne montanti, sempre nelle condizioni di contemporaneità previste;
- d) verifica della circolazione della rete acqua, per misurare il volume di acqua erogato.

5.5.3 Impianto di spegnimento a gas inerti

Per gli impianti a gas inerti devono essere seguiti i riferimenti relativi alle prove di cui alla UNI EN 15004-1, e UNI 15004-10. In particolare, andranno eseguite:

- a) verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura del materiale costituente gli impianti quantitativamente e qualitativamente corrisponda alle prescrizioni contrattuali e che la posa in opera ed il montaggio di tubazioni, apparecchiature ed ogni altro componente dell'impianto sia corretto secondo quanto previsto dalla normativa in vigore. Per le tubazioni che corrono in cavedi chiusi od in tracce le prove devono essere eseguite prima della chiusura;
- b) verifica del corretto staffaggio delle bombole alla rastrelliera e del collettore di mandata;
- c) controllo della data di collaudo delle bombole;

- d) verifica dei valori di pressione indicati dai manometri e dell'assenza di segnalazioni di bombola scarica;
- e) prova "in bianco" impianto di spegnimento automatico per verificare il buono stato di funzionamento degli automatismi del sistema senza provocare la scarica dell'estinguente;
- f) esecuzione di prova idrostatica delle tubazioni ad una pressione di almeno 1,5 volte la pressione di esercizio dell'Impianto con un minimo di 1,5 MPa per 2 h;
- g) effettuazione del DOOR FAN TEST, secondo la norma di riferimento UNI 15004.

5.6 Impianto aria compressa:

- a) verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura del materiale costituente gli impianti quantitativamente e qualitativamente corrisponda alle prescrizioni contrattuali e che la posa in opera ed il montaggio di tubazioni, apparecchiature ed ogni altro componente dell'impianto sia corretto secondo quanto previsto dalla normativa in vigore. Per le tubazioni che corrono in cavedi chiusi od in tracce le prove devono essere eseguite prima della chiusura;
- b) prova alla pressione massima, pari a 1,5 volte la pressione massima di esercizio. Per pressione massima di esercizio si intende la pressione per la quale è stato dimensionato l'impianto onde assicurare l'erogazione al punto più alto e più lontano con la contemporaneità prevista e con la pressione residua di progetto;
- c) verifica che il rumore sia contenuto entro i limiti normativi;
- d) prova di portata, per accertare che l'impianto sia in grado di erogare la portata alla pressione stabilita quando sia funzionante un numero di erogazioni pari a quelle previste dai coefficienti di contemporaneità di progetto. Si devono seguire le seguenti modalità:
 - apertura di un numero di utenze pari a quello stabilito dal coefficiente di contemporaneità, calcolato per il numero totale di apparecchi installati;
 - verifica che la pressione finale alle utenze più sfavorite sia almeno quella prescritta. La prova potrà essere ripetuta distribuendo le utenze in modo da verificare il corretto dimensionamento delle varie dorsali, sempre nelle condizioni di contemporaneità previste;

5.7 Impianti idrico sanitari, adduzione acque di lavaggio e irrigazione:

Per gli impianti idrico sanitari devono essere seguiti i riferimenti relativi alle prove di cui alla UNI EN 12056-1/5 e UNI EN 806 1-5. In particolare, andranno eseguite:

- a) verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura del materiale costituente gli impianti quantitativamente e qualitativamente corrisponda alle prescrizioni contrattuali e che la posa in opera ed il montaggio di tubazioni, apparecchiature ed ogni altro componente dell'impianto sia corretto secondo quanto previsto dalla normativa in vigore. Per le canalizzazioni che corrono in cavedi chiusi od in tracce le prove devono essere eseguite prima della chiusura;
- b) prova di tenuta delle tubazioni prima dell'applicazione di qualsiasi finitura: la prova va effettuata secondo i criteri esposti nelle seguenti norme: UNI EN 9182 e UNI EN 1610, man mano che si esegue l'impianto alla pressione massima corrispondente alla massima prevalenza delle pompe;

- c) prova di erogazione. La prova va effettuata per una durata minima di 30 minuti consecutivi, facendo funzionare contemporaneamente tutte le bocche di erogazione previste nel calcolo. La prova si ritiene superata se, in tale periodo, il flusso dell'acqua da ogni bocca rimane nei valori di calcolo con una tolleranza del 10%.

5.8 Impianti di aggettamento e scarico in pressione e drenaggio acque a gravità

Per gli impianti di aggettamento di deposito devono essere seguiti i riferimenti relativi alle prove di cui alla UNI EN 12056-1/5 e UNI EN 806 1-5 In particolare andranno eseguite:

- a) verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura del materiale costituente gli impianti quantitativamente e qualitativamente corrisponda alle prescrizioni contrattuali e che la posa in opera ed il montaggio di tubazioni, apparecchiature ed ogni altro componente dell'impianto sia corretto secondo quanto previsto dalla normativa in vigore. Per le canalizzazioni che corrono in cavedi chiusi od in tracce le prove devono essere eseguite prima della chiusura;
- b) prova di tenuta delle tubazioni prima dell'applicazione di qualsiasi finitura: la prova va effettuata secondo i criteri esposti nelle seguenti norme: UNI EN 11149 (per i tubi in PE in pressione) UNI 11137 (tubi in acciaio), man mano che si esegue l'impianto alla pressione massima corrispondente alla massima prevalenza delle pompe.
- c) Prova di funzionamento della valvola di flussaggio delle pompe secondo i criteri specificati dal fornitore.

6. PROVE DI COLLAUDO DEFINITIVO

Per la stesura del verbale di accettazione definitiva occorre procedere al collaudo definitivo, che ha lo scopo di accertare il perfetto funzionamento degli impianti e la rispondenza a quanto prescritto. Dove possibile, per i collaudi valgono le norme EN, UNI relative, oltre a tutti requisiti previsti dal presente Capitolato.

Prima del collaudo l'Appaltatore dovrà fornire schemi e disegni aggiornati degli impianti con inclusi i riferimenti dettagliati per individuazione di punti singolari come sensori, serrande, valvole, stacchi, in diretto riferimento agli elaborati architettonici, compreso il manuale di conduzione e manutenzione.

L'Appaltatore deve inoltre mettere a disposizione il riscontro fotografico completo relativamente ad impianti sottotraccia, sottopavimento o posti all'interno di zone di controsoffitto non direttamente ispezionabili.

Tali documenti devono descrivere con precisione gli impianti, come risultano effettivamente in opera, con la precisazione di dimensioni e caratteristiche di tutto quanto installato, compresi particolari costruttivi delle apparecchiature, schemi di funzionamento, con particolare attenzione posta verso le parti di impianto non in vista (quali colonne, tubazioni, ecc.).

La determinazione delle modalità di collaudo avverrà tramite la presentazione alla D.L. in fase di esecuzione dei lavori di una procedura tecnica da approvare suddivisa per tipologia di impianto contenente tutte le norme, le leggi di riferimento oltre alle specifiche attività menzionate nei paragrafi costituenti questo capitolato.

Si specifica inoltre che le attività di collaudo dovranno tenere conto delle condizioni relative alla gestione anche parziale degli impianti da parte della Committente e del SISTEMISTA; pertanto, la tempistica delle prove sarà soggetta all'approvazione della struttura dell'Esercizio, del Sistema e del responsabile del gruppo di collaudo nominato dalla Commissione competente.

A tal proposito verranno rilasciati caso per caso idonei permessi di accesso alle varie zone di deposito e di galleria (all'interno dell'area Deposito) interessate, come previsto dal regolamento sulla sicurezza attualmente in vigore. La Committente si riserva di informare l'Appaltatore circa tutte le procedure di accesso che saranno in essere al momento della esecuzione delle prove. I collaudi potranno essere pianificati durante le ore notturne e festive senza il riconoscimento di ulteriori oneri all'Appaltatore. Si specifica che gli oneri derivanti dagli approvvigionamenti idrici o energetici necessari alle prove di verifica del presente capitolo sono da intendersi a carico dell'Appaltatore e che tutti i test di seguito descritti dovranno essere eseguiti mediante dispositivi di misura con idonee caratteristiche e tarature in ottemperanza alle norme in vigore, l'Appaltatore è tenuto alla registrazione ed alla verbalizzazione delle misurazioni effettuate.

Ai sensi del DM 21 ottobre 2015, oltre che il collaudo dei singoli impianti intesi separatamente così come descritti nei paragrafi successivi, sono da prevedere dei collaudi per l'intero sistema di emergenza (costituito dalla ventilazione di emergenza, gli impianti idrici antincendio e gli impianti elettrici ad esso asserviti) che preveda l'attivazione coordinata dei suddetti sistemi in presenza di fumi freddi secondo lo scenario appositamente studiato nell'ambito della modellazione secondo gli scenari previsti in progetto in analogia a quanto prescritto dal decreto per la parte di galleria, officine e area di parcheggio riferita al D.M. 2015 (per le parti applicabili).

6.1 Impianti di ventilazione di emergenza:

Per il collaudo degli impianti di ventilazione in condizioni di emergenza devono essere seguiti, oltre ai requisiti del presente capitolato, i riferimenti esposti nella UNI EN 12599 e riportati nell'immagine seguente:

Tabella 5. Riepilogo test e misurazioni UNI EN 12599

Table 1 - Summary of tests, measurements and report to verify the quality of the systems			
Required Steps	Purpose	Activities	Annexes
<u>Step a</u> Completeness checks	To ensure that the ventilating and air conditioning system has been installed entirely in accordance with contract	1. Comparison of equipment with the installation list 2. Compliance with technical rules (contract and official) 3. Accessibility 4. Cleanliness 5. Balancing 6. Air tightness 7. Documents necessary for operating	Annex A With more specified information on the activities 1 to 7
<u>Step b</u> Functional checks	Verifying the operation of the system	1. Put system into use 2. Operation of components and system	<u>Annex C</u> Determination of extent <u>Annex B</u> Survey of performance of components and systems
<u>Step c</u> Functional measurements	Verifying on a statistical basis that the system achieves the values according to design	1. Determine which measurements and recordings are necessary 2. Extent of functional measurements, specified by means of classes A, B, C, and D 3. Measurements 4. Accompanying measurements (see 6.4)	<u>Annex C</u> Determination of extent <u>Annex D</u> Measuring methods and measuring devices

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6
 Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

<u>Step d</u> Special measurements (if necessary)	In case of doubts concerning the quality of parts of the system after application of steps a to c or especially agreed	1. Determine which measurements and recordings are necessary 2. Determine uncertainty of the measurements 3. Measurements	<u>Annex D + E</u> Measuring methods and measuring devices and Special measurements
<u>Step e</u> Report See chapter 9		1. Report 2. Handing over the report	<u>Annex A</u> Example of completeness check report <u>Annex I</u> Examples of measuring protocols

Inoltre, dovranno essere eseguite le seguenti prove al fine di effettuare un collaudo generale di prestazione dell'impianto di Deposito atto a verificare la congruenza dei riferimenti progettuali e quelli reali:

1. test di portata effettiva sui ventilatori in corrispondenza dei vari regimi di funzionamento previsti sia in immissione che estrazione in condizione di emergenza, sarà verificata la corrispondenza della curva dei ventilatori in relazione ai predetti regimi.
2. test di inversione dei ventilatori con misurazione e verifica del tempo necessario ad invertire il funzionamento dalla massima portata in immissione alla massima portata in estrazione, in relazione ai limiti imposti dalla specifica a seconda della tipologia, si specifica che i tempi di inversione devono essere compatibili e congruenti con quanto previsto nelle relazioni progettuali relative alla modellazione per le singole stazioni e per le gallerie.
3. misure di portata di tutti le griglie di ventilazione di Deposito e relativa taratura.
4. misure di portata e pressione delle condotte principali.
5. verifiche di corrispondenza tra la portata, pressione e temperatura effettiva misurata ed i valori riscontrati dagli strumenti di rilevazione distribuiti lungo la rete di canali e connessi allo SCADA IGNS
6. verifica del funzionamento delle serrande motorizzate in relazione ai vari regimi richiamati dallo SCADA IGNS
7. tutte le prove richieste dai componenti del gruppo di collaudo designato dagli organi competenti.

Si specifica che tutti i test dovranno essere eseguiti mediante dispositivi di misura con idonee caratteristiche e tarature in ottemperanza alle norme in vigore, l'Appaltatore è tenuto alla registrazione ed alla verbalizzazione delle misurazioni effettuate.

Oltre alle prove sopra elencate l'Appaltatore dovrà eseguire una prova di verifica della capacità dell'impianto di ventilazione, in assetto di emergenza, di smaltire i fumi provocati da un incendio, e mantenere le stazioni in condizioni da garantire l'esodo attraverso le vie di fuga. Le prove da effettuare a cura dell'Appaltatore dovranno seguire la casistica di studio degli scenari relativi alla modellazione CFD (anche a fumi freddi) e di esodo di cui al progetto.

Per tutte le prove l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione il personale:

- per movimentare i macchinari e le attrezzature necessarie allo svolgimento delle prove;
- per l'effettuazione delle prove (è a carico dell'Appaltatore il carico, il trasporto e la restituzione degli apparati di produzione fumi artificiali e di post-riscaldamento);
- per attivare i ventilatori di stazioni o di pozzo per la gestione dei diversi assetti della ventilazione.

6.2 Impianti di ventilazione ordinaria:

Per il collaudo degli impianti di ventilazione in condizioni di esercizio normale devono essere seguiti, oltre ai requisiti del presente capitolato, i riferimenti esposti nella UNI EN 12599 e riportati nell'immagine seguente:

Tabella 6. Riepilogo test e misurazioni UNI EN 12599

Table 1 - Summary of tests, measurements and report to verify the quality of the systems			
Required Steps	Purpose	Activities	Annexes
<u>Step a</u> Completeness checks	To ensure that the ventilating and air conditioning system has been installed entirely in accordance with contract	1. Comparison of equipment with the installation list 2. Compliance with technical rules (contract and official) 3. Accessibility 4. Cleanliness 5. Balancing 6. Air tightness 7. Documents necessary for operating	Annex A With more specified information on the activities 1 to 7
<u>Step b</u> Functional checks	Verifying the operation of the system	1. Put system into use 2. Operation of components and system	Annex C Determination of extent Annex B Survey of performance of components and systems

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6
 Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

<u>Step c</u> Functional measurements	Verifying on a statistical basis that the system achieves the values according to design	1. Determine which measurements and recordings are necessary 2. Extent of functional measurements, specified by means of classes A, B, C, and D 3. Measurements 4. Accompanying measurements (see 6.4)	<u>Annex C</u> Determination of extent <u>Annex D</u> Measuring methods and measuring devices
<u>Step d</u> Special measurements (if necessary)	In case of doubts concerning the quality of parts of the system after application of steps a to c or especially agreed	1. Determine which measurements and recordings are necessary 2. Determine uncertainty of the measurements 3. Measurements	<u>Annex D + E</u> Measuring methods and measuring devices and Special measurements
<u>Step e</u> Report See chapter 9		1. Report 2. Handing over the report	<u>Annex A</u> Example of completeness check report <u>Annex I</u> Examples of measuring protocols

Inoltre, dovranno essere eseguite le seguenti prove al fine di effettuare un collaudo generale di prestazione dell'impianto di Deposito atto a verificare la congruenza dei riferimenti progettuali e quelli reali:

1. test di portata effettiva sui ventilatori in corrispondenza dei vari regimi di funzionamento previsti sia in immissione che estrazione in condizione normale, sarà verificata la corrispondenza della curva dei ventilatori in relazione ai predetti regimi.
2. misure di portata di tutti le griglie di ventilazione di Deposito e relativa taratura.
3. misure di portata e pressione delle condotte principali.
4. verifiche di corrispondenza tra la portata, pressione e temperatura effettiva misurata ed i valori riscontrati dagli strumenti di rilevazione distribuiti lungo la rete di canali e connessi allo SCADA IGNS.
5. verifica del funzionamento delle serrande motorizzate in relazione ai vari regimi richiamati dallo SCADA IGNS.
6. tutte le prove richieste dai componenti del gruppo di collaudo designato dagli organi competenti.

Si specifica che tutti i test dovranno essere eseguiti mediante dispositivi di misura con idonee caratteristiche e tarature in ottemperanza alle norme in vigore, l'Appaltatore è tenuto alla registrazione ed alla verbalizzazione delle misurazioni effettuate.

Per tutte le prove l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione il personale:

- per movimentare i macchinari e le attrezzature necessari;
- per l'effettuazione delle prove (è a carico dell'Appaltatore il carico, il trasporto e la restituzione delle stazioni di post-riscaldamento);
- per attivare i ventilatori di stazioni o di pozzo per la gestione dei diversi assetti della ventilazione.

6.3 Impianti termici e di condizionamento (HVAC):

Per gli impianti di climatizzazione HVAC si intendono interamente richiamate le prove già descritte al precedente paragrafo 6.1 a cui si aggiungono le prove di seguito descritte:

1. test di portata effettiva degli impianti termici in corrispondenza dei vari regimi di funzionamento, sarà verificata la corrispondenza della curva di efficienza delle macchine in relazione ai predetti regimi.
2. misure di portata e pressione delle tubazioni principali.
3. verifiche di corrispondenza tra la portata, pressione e temperatura effettiva misurata ed i valori riscontrati dagli strumenti di rilevazione distribuiti lungo la rete di distribuzione (tubazioni e canali) connessi allo SCADA IGNS.
4. verifica del funzionamento delle valvole motorizzate in relazione ai vari regimi richiamati dallo SCADA IGNS.
5. tutte le prove richieste dai componenti del gruppo di collaudo designato dagli organi competenti.

In merito al contesto acustico fare riferimento al par. 3.3.1 e alla corrispondente Progettazione Ambientale.

Per tutte le prove l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione il personale:

- per movimentare i macchinari e le attrezzature necessari;
- per l'effettuazione delle prove (è a carico dell'Appaltatore il carico, il trasporto e la restituzione delle stazioni di post-riscaldamento ove necessario);
- per attivare i dispositivi necessari alla verifica dei diversi assetti di funzionamento.

6.4 Impianti geotermici da strutture energetiche:

Per il collaudo degli impianti geotermici devono essere seguiti, oltre ai requisiti del presente capitolato, i riferimenti esposti nella UNI EN 11467 e riportati qui di seguito:

- verifica delle temperature di prelievo termico di progetto mediante lettura con adeguato strumento con classe di accuratezza non maggiore di 0,3 °C sia lato edificio sia lato terreno;
- verifica delle portate di prelievo termico di progetto mediante lettura con adeguato strumento di accuratezza non maggiore di 0,3 °C sia lato edificio sia lato terreno;
- verifica delle funzionalità dei dispositivi di controllo e di sicurezza provvedendo a:
- settaggio della temperatura al valore di progetto sul dispositivo di regolazione della pompa di calore,
- verifica dell'intervento dei pressostati di minima,
- verifica dell'intervento dei termostati di sicurezza,
- verifica puntuale dell'assorbimento elettrico della pompa lato edificio; qualora la pompa sia a portata variabile, la prova si effettua alla massima portata prevista,
- verifica puntuale dell'assorbimento elettrico della pompa lato terreno; qualora la pompa sia a portata variabile, la prova si effettua alla massima portata prevista,
- verifica dell'assorbimento elettrico del compressore;
- rilevazione delle prestazioni previste (COP/GUE/EER) elaborando i dati sopra ottenuti confrontandoli con i dati di progetto.
- I dati rilevati devono essere indicati in un certificato apposito e consegnati al committente

In aggiunta dovranno essere eseguite le seguenti prove al fine di effettuare un collaudo generale di prestazione dell'impianto atto a verificare la congruenza dei riferimenti progettuali e quelli reali:

1. test di portata effettiva allo scambiatore di calore geotermico sia lato generazione che lato utilizzatore in corrispondenza dei vari regimi di funzionamento previsti, sarà verificata la corrispondenza con quanto previsto a progetto in relazione ai predetti regimi.
2. misure di portata di tutti le griglie di ventilazione di stazione e relativa taratura.
3. misure di portata e pressione delle condotte principali.
4. verifiche di corrispondenza tra la portata, pressione e temperatura effettiva misurata ed i valori riscontrati dagli strumenti di rilevazione distribuiti lungo la rete di distribuzione primaria fino allo scambiatore e connessi allo SCADA IGNS.
5. verifiche di corrispondenza tra la portata, pressione e temperatura effettiva misurata ed i valori riscontrati dagli strumenti di rilevazione distribuiti lungo la rete di distribuzione secondaria a valle dello scambiatore e connessi allo SCADA IGNS. La verifica deve attestare la rispondenza con quanto previsto a progetto per lo specifico utilizzatore
6. tutte le prove richieste dai componenti del gruppo di collaudo designato dagli organi competenti.

Nella fase di collaudo dell'impianto geotermico si devono prevedere prove ad hoc per verificare la rispondenza con il progetto dei rami di impianto verso recettori esterni alla linea Metropolitana anche qualora fossero solo in predisposizione.

Nello specifico, qualora non dovessero essere ancora stati individuati i recettori esterni al servizio della linea Metropolitana e, quindi, non fosse nota la potenza termica richiesta dall'utilizzatore, l'appaltatore dovrà in ogni caso effettuare le prove come previsto al precedente punto 4 e prove di verifica delle caratteristiche di temperatura a valle dello scambiatore (secondario) atte a certificare l'efficienza dello scambiatore in regime di funzionamento.

Qualora fosse già stato scelto l'utilizzatore e fosse nota la potenza richiesta dal recettore l'appaltatore dovrà in ogni caso effettuare le prove come previsto al precedente punto 4 e prove di verifica delle caratteristiche di temperatura a valle dello scambiatore (secondario) atte a certificare l'effettiva potenza fornita.

Si specifica che tutti i test dovranno essere eseguiti mediante dispositivi di misura con idonee caratteristiche e tarature in ottemperanza alle norme in vigore, l'Appaltatore è tenuto alla registrazione ed alla verbalizzazione delle misurazioni effettuate.

Per tutte le prove l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione il personale:

- per movimentare i macchinari e le attrezzature necessari;
- per l'effettuazione delle prove;
- per attivare i dispositivi necessari alla verifica dei diversi assetti di funzionamento.

6.5 Impianti idrici antincendio:

Per gli impianti idrici antincendio devono essere seguiti, oltre ai requisiti del presente capitolato, i riferimenti relativi alle prove di cui alla UNI EN 12845 e UNI 10779.

Dovranno essere eseguite le seguenti prove al fine di effettuare un collaudo generale di prestazione dell'impianto sprinkler e idranti di Deposito atto a verificare la congruenza dei riferimenti progettuali e quelli reali per singolo sistema/gruppo di surpressione (Idranti, sprinkler, diluvio):

1. test di portata effettiva del gruppo di surpressione
2. test di attivazione di tutte le utenze antincendio, diluvio ed idranti contemporaneamente previste con partenza automatica del gruppo di surpressione:
 - linee diluvio e relative valvole
 - erogatori sprinkler e relativa valvola ad umido
3. test di attivazione utenze antincendio idranti con partenza automatica del gruppo di surpressione:
 - nr. 4 idranti UNI 70 disposti all'esterno

4. verifica segnali sblocco valvole, stato valvole, flussostati
5. tutte le restanti prove previste dalla normativa di riferimento
6. tutte le prove richieste dai componenti del gruppo di collaudo designato dagli organi competenti.

Si specifica che tutti i test dovranno essere eseguiti mediante dispositivi di misura con idonee caratteristiche e tarature in ottemperanza alle norme in vigore, l'Appaltatore è tenuto alla registrazione ed alla verbalizzazione delle misurazioni effettuate.

Per tutte le prove l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione il personale:

- per movimentare i macchinari e le attrezzature necessari;
- per l'effettuazione delle prove;
- per attivare i dispositivi necessari alla verifica dei diversi assetti di funzionamento.

6.5.1 Impianto idranti e spegnimento automatico sprinkler

Per gli impianti idrici a servizio del deposito devono essere seguiti i riferimenti relativi alle prove di cui alla UNI EN 12845 e UNI 10779. In particolare, andranno eseguite:

1. misure di portata dell'idrante più sfavorito avendo in funzione il numero di terminali contemporaneo previsto.
2. verifica del funzionamento delle stazioni di controllo, agendo sui test point (sprinkler di prova) e sui trimmer delle stazioni a diluvio.
3. tutte le prove richieste dai componenti del gruppo di collaudo designato dagli organi competenti.

Si specifica che tutti i test dovranno essere eseguiti mediante dispositivi di misura con idonee caratteristiche e tarature in ottemperanza alle norme in vigore, l'Appaltatore è tenuto alla registrazione ed alla verbalizzazione delle misurazioni effettuate.

Per tutte le prove l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione il personale:

- per movimentare i macchinari e le attrezzature necessari;
- per l'effettuazione delle prove;
- per attivare i dispositivi necessari alla verifica dei diversi assetti di funzionamento.

6.5.2 Impianto di spegnimento Water Mist

Per gli impianti idrici devono essere seguiti i riferimenti relativi alle prove di cui alla UNI EN 14972-1. In particolare, andranno eseguite:

1. test di portata effettiva sulle pompe in corrispondenza delle differenti zone di attivazione, sarà verificata la corrispondenza della curva delle stesse in relazione a tali attivazioni.
2. verifica del funzionamento delle stazioni di controllo, agendo sui test point (sprinkler di prova) e sui trimmer delle stazioni a diluvio.

3. tutte le prove richieste dai componenti del gruppo di collaudo designato dagli organi competenti.

Si specifica che tutti i test dovranno essere eseguiti mediante dispositivi di misura con idonee caratteristiche e tarature in ottemperanza alle norme in vigore, l'Appaltatore è tenuto alla registrazione ed alla verbalizzazione delle misurazioni effettuate.

Per tutte le prove l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione il personale:

- per movimentare i macchinari e le attrezzature necessari;
- per l'effettuazione delle prove;
- per attivare i dispositivi necessari alla verifica dei diversi assetti di funzionamento.

6.5.3 Impianto di spegnimento a gas inerti

Per gli impianti idrici devono essere seguiti i riferimenti relativi alle prove di cui alla UNI EN 15004-1 e UNI 15004-10, In particolare andranno eseguite:

1. effettuazione del Door Fan Test secondo la norma **UNI 11280:2020**.
2. verifica del corretto funzionamento di porte e serrande e dei relativi dispositivi di chiusura.
3. esecuzione di prove "in bianco" per verificare il buono stato di funzionamento degli automatismi del sistema senza provocare la scarica dell'estinguente.
4. verifica dello stato di usura degli azionamenti meccanici, lubrificando se necessario.
5. verifica del corretto staffaggio delle bombole alla rastrelliera.
6. tutte le prove richieste dai componenti del gruppo di collaudo designato dagli organi competenti.

Si specifica che tutti i test dovranno essere eseguiti mediante dispositivi di misura con idonee caratteristiche e tarature in ottemperanza alle norme in vigore, l'Appaltatore è tenuto alla registrazione ed alla verbalizzazione delle misurazioni effettuate.

Per tutte le prove l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione il personale:

- per movimentare i macchinari e le attrezzature necessari;
- per l'effettuazione delle prove;
- per attivare i dispositivi necessari alla verifica dei diversi assetti di funzionamento.

Verifica e integrazione ad opera del progettista specialistico

6.6 Impianto ad aria compressa

Per gli impianti idrici devono essere seguiti i riferimenti relativi alle prove di cui alla UNI EN 12209, UNI ISO 6301-1 e UNI ISO 5182-1, In particolare andranno eseguite:

1. test di portata effettiva sui compressori in corrispondenza delle differenti zone di attivazione, sarà verificata la corrispondenza degli stessi in relazione a tali attivazioni.
2. misure di portata di tutti gli erogatori.

3. misure di portata e pressione delle condotte principali.
4. verifiche di corrispondenza tra la portata, pressione effettiva misurata ed i valori riscontrati dagli strumenti di rilevazione distribuiti lungo la rete.
5. tutte le prove richieste dai componenti del gruppo di collaudo designato dagli organi competenti.

Si specifica che tutti i test dovranno essere eseguiti mediante dispositivi di misura con idonee caratteristiche e tarature in ottemperanza alle norme in vigore, l'Appaltatore è tenuto alla registrazione ed alla verbalizzazione delle misurazioni effettuate.

Per tutte le prove l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione il personale:

- per movimentare i macchinari e le attrezzature necessari;
- per l'effettuazione delle prove;
- per attivare i dispositivi necessari alla verifica dei diversi assetti di funzionamento.

6.7 Impianti idrico sanitari, lavaggio e irrigazione:

Per gli impianti in cui è previsto il passaggio di acque cariche le prove sotto descritte dovranno essere effettuate prima con acqua pulita e, in seguito al superamento di queste, le prove dovranno essere ripetute con acque cariche in modo da ricreare le effettive condizioni di funzionamento.

Per gli impianti idrici devono essere seguiti i riferimenti relativi alle prove di cui alla UNI EN 12056-1/5 e UNI EN 806 1-5. In particolare, andranno eseguite:

1. test di portata effettiva sulle pompe, sarà verificata la corrispondenza della curva delle stesse in relazione all'effettiva portata di funzionamento.
2. misure di portata e pressione delle condotte principali.
3. verifiche di corrispondenza tra la portata, pressione effettiva misurata ed i valori riscontrati dagli strumenti di rilevazione distribuiti lungo la rete
4. verifica del funzionamento delle valvole poste lungo la rete
5. tutte le prove richieste dai componenti del gruppo di collaudo designato dagli organi competenti.

Si specifica che tutti i test dovranno essere eseguiti mediante dispositivi di misura con idonee caratteristiche e tarature in ottemperanza alle norme in vigore, l'Appaltatore è tenuto alla registrazione ed alla verbalizzazione delle misurazioni effettuate.

Per tutte le prove l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione il personale:

- per movimentare i macchinari e le attrezzature necessari;
- per l'effettuazione delle prove;
- per attivare i dispositivi necessari alla verifica dei diversi assetti di funzionamento.

6.8 Impianti di scarico e rilancio acque nere

Per gli impianti in cui è previsto il passaggio di acque cariche le prove sotto descritte dovranno essere effettuate prima con acqua pulita e, in seguito al superamento di queste, le prove dovranno essere ripetute con acque cariche in modo da ricreare le effettive condizioni di funzionamento.

Per gli impianti idrici devono essere seguiti i riferimenti relativi alle prove di cui alla UNI EN 12056-1/5 e UNI EN 806 1-5. In particolare, andranno eseguite:

1. test di portata effettiva sulle pompe, sarà verificata la corrispondenza della curva delle stesse in relazione all'effettiva portata di funzionamento.
2. misure di portata e pressione delle condotte principali.
3. verifiche di corrispondenza tra la portata, pressione effettiva misurata ed i valori riscontrati dagli strumenti di rilevazione distribuiti lungo la rete
4. verifica del funzionamento delle valvole poste lungo la rete
5. tutte le prove richieste dai componenti del gruppo di collaudo designato dagli organi competenti.

Si specifica che tutti i test dovranno essere eseguiti mediante dispositivi di misura con idonee caratteristiche e tarature in ottemperanza alle norme in vigore, l'Appaltatore è tenuto alla registrazione ed alla verbalizzazione delle misurazioni effettuate.

7. IMPIANTI DI VENTILAZIONE DI EMERGENZA:

7.1 Canali dell'aria in calcio silicato

Canale in silicato di calcio, specificatamente progettato per il controllo dei fumi per comparti multipli, provvisto di marcatura CE, secondo UNI EN 1201-7.

Classificazione: EI 120 (ve ho) S 1500 multi:

Il canale deve garantire una tenuta/integrità ai fumi caldi ed isolamento per 120 minuti e tenuta ai fumi freddi S per una pressione di esercizio tra -1500 Pa e +500 Pa.

Tenuta ai fumi con una perdita inferiore ai 5 m³/h per m².

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto.

Tale tipologia di condotta deve essere prevista secondo quanto riportato nel modello e negli elaborati grafici, e comunque in adesione alle prescrizioni della norma UNI 9494-2.

Nel presente progetto, vista la promiscuità degli impianti di ventilazione di emergenza e di condizionamento, tale tipologia di componente verrà utilizzato, in esercizio ordinario, alla stregua di un canale di distribuzione dell'aria.

Il produttore deve accompagnare la fornitura con: le certificazioni che attestano il rispetto delle prestazioni che determinano la classificazione del prodotto, secondo quanto previsto dalle normative sopra citate; un manuale di installazione che dettagli le specifiche di posa ed i limiti di impiego, in modo che rimangano garantite le prestazioni antincendio del prodotto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

7.2 Serrande di sovrappressione

La serranda di sovrappressione è progettata con deflettori in alluminio grezzo e chiusura/apertura automatica associata a una serranda tagliafuoco per installazione a parete.

La serranda deve essere dotata di sufficienti botole di ispezione di grandezza idonea a permettere la manutenzione.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;

- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

7.3 Serrande di intercettazione adatte a resistere alle pressioni dei ventilatori di emergenza

La serranda è del tipo a più alette ed ha una robusta costruzione, progettata specificatamente per applicazioni in metro. Le serrande devono essere progettate per resistere alle severe condizioni d'esercizio, permettendo così durabilità, affidabilità nelle prestazioni durante l'intera vita operativa. La resistenza alla corrosione deve essere definita secondo EN 12944-2 Categoria Corrosività C4 – alta. La serranda di intercettazione tipo on/off deve essere in acciaio zincato e deve essere adatta a resistere alle pressioni sviluppate dai ventilatori.

La serranda, l'attuatore e gli accessori devono avere le seguenti caratteristiche:

- Operatività in emergenza con temperatura di 400° per 120 minuti
- Trafilamento non superiore a 0.1 mc/m² a 1000Pa
- Differenza massima di pressione 6.000 Pa

La cassa deve essere realizzata con uno spessore minimo di 2 mm di acciaio dolce secondo DIN EN 10111 e zincato a caldo secondo ISO 1461.

La profondità della cassa e le flange variano in funzione delle dimensioni totali della serranda; per le dimensioni, le caratteristiche tecniche e prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto.

Le alette sono previste a doppio profilo con minimo 1,5 mm di spessore in acciaio pre zincato secondo JIS G3302 SGHC-RCS Z27 (275 g/m² di zinco su entrambe i lati), gli alberi delle alette sono in acciaio inossidabile AISI 316L (EN 1,4404) con un diametro almeno di 19 mm, essi e devono rendere la serranda resistente in modo da poter funzionare correttamente lungo l'arco della vita operativa. Tutti i leverismi sono previsti in acciaio inossidabile AISI 316L (EN 1,4404) così pure le tenute al trafilemento laterali del tipo a molla con uno spessore di 0,25 mm al fine di garantire il trafilemento entro e non oltre i limiti di progetto.

L'attuatore sarà del tipo a chiusura in sicurezza, idoneo per il funzionamento in condizioni standard e in caso d'emergenza, deve essere adatto per funzionare a 400 C° per 120 minuti (F400) secondo EN 12101-3; sono inoltre previsti contatti di fine corsa idonei per il funzionamento in condizioni standard e in caso di emergenza sono classificati F400 (400 °C per 120 minuti).

La serranda deve fornire le prestazioni tecniche specificate provata secondo AMCA 500D (perdita di carico), trafilemento secondo UL 5555-Class I. La serranda completa è certificata resistente al fuoco secondo BS 476-20.

La serranda è costruita rispettando pienamente i requisiti della ISO 9001:2015.

Il marchio CE (attuatore) è un requisito essenziale per essere conformi alle Direttive Europee. Apponendo il Marchio CE il Costruttore autocertifica che il prodotto rispetta i requisiti essenziali richiesti. Il rispetto dei requisiti è confermato dalla Dichiarazione di Conformità CE che attesta la rispondenza alle Direttive Europee applicabili ed alle Norme Tecniche Armonizzate ove richiesto.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte.

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

È richiesto un test presenziato di verifica e collaudo delle principali tipologie presso la sede di fabbricazione.

7.4 Serrande motorizzate per il controllo dei fumi

La serranda di controllo dei fumi per comparti multipli è specificatamente progettata per il controllo dei fumi e provviste di marcatura CE.

La serranda potrà essere:

- del tipo ad alette contrapposte
- del tipo a pala unica

Dovrà avere classificazione EI 120 e dovrà garantire tenuta/integrità ai fumi caldi ed isolamento per 120 minuti; sarà del tipo installabile in verticale ed in orizzontale, per installazione all'interno ed all'esterno, dovrà garantire la tenuta ai fumi freddi S per una pressione di esercizio tra -1500 e +500 Pa; sarà idonea agli impianti combinati per il controllo dei fumi e per la climatizzazione; idonea all'attivazione automatica.

Tenuta ai fumi inferiore a 200 m³/h/m².

e in grado di garantire una resistenza alla curva di incendio per 120 minuti e tenuta ai fumi freddi S per una pressione di esercizio da -1.500 Pa a 500 Pa e fattore di perdita inferiore a 200 mc/h mq).

La serranda motorizzata deve essere dotata di motorizzazione a 230V e Micro -switches di stato Aperta/Chiusa

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Il produttore deve accompagnare la fornitura con le certificazioni che attestano il rispetto delle prestazioni che determinano la classificazione del prodotto, secondo quanto previsto dalle normative sopra citate; un manuale di installazione che dettagli le specifiche di posa ed i limiti di impiego, in modo che rimangano garantite le prestazioni antincendio del prodotto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

È richiesto un test presenziato di verifica e collaudo delle principali tipologie presso la sede di fabbricazione.

7.5 Servomotori per serrande controllo fumi

Per il comando ON/OFF o modulante delle serrande si dovranno adottare servocomandi aventi le seguenti caratteristiche:

- corsa angolare di 90° (aggiustabile);
- azionamento elettrico in entrambi i sensi (in alimentazione privilegiata e cavi resistenti al fuoco);
- attuatore elettrico, alimentazione monofase 230 V/50 Hz, dimensionato per il 200% della coppia massima richiesta dalla serranda in condizioni di esercizio; isolamento motore in classe F, protezione termostatica incorporata
- servizio attuatori on-off, S 2-15 min – 60 avviamenti/ora
- servizio attuatori in regolazione, S 4 – 25% - 1200 avviamenti/ora
- l'attuatore garantisce l'apertura della serranda anche in caso di avaria o mancanza di alimentazione elettrica all'attuatore stesso; se le dimensioni della serranda lo richiedono, possono essere posizionati due o più attuatori interconnessi tra loro. Il tempo di apertura della serranda è contenuto in un massimo di 15 secondi; il tempo di chiusura è identico. I tempi di movimentazione delle serrande devono essere comunque compatibili con le tempistiche di attivazione del sistema di ventilazione di emergenza, come definite nella modellazione CFD e nella simulazione di esodo. Il posizionamento ed il fissaggio dell'attuatore sarà tale da permettere una facile ispezione e manutenzione.
- l'attuatore sarà certificato per operare a temperatura di 250 °C per 2 ore (anche per disposizione di protezione termica)
- custodia con grado di protezione IP 67
- controllo con segnale 4-20 mA o 0-5V
- contatti fine corsa indipendenti con segnale di serranda aperta e chiusa (caso on off)
- contatti di fine corsa e stato intermedio con segnale 4-20 mA in uscita (caso regolazione)
- indicatore meccanico di posizione esterno
- resistenza anticondensa
- dispositivo di comando manuale a volantino

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte.

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;

- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

7.6 Serrande di non ritorno

La serranda è stata progettata per garantire che l'aria possa fluire in un solo senso. Per permettere di mantenere lo schema di pressione previsto.

La serranda impedisce all'aria di seguire una direzione opposta a quella prevista.

Il telaio della serranda è realizzato in lamiera d'acciaio zincata G90, mentre le due pale della serranda a molla sono in alluminio H14. Le alette della serranda sono posizionate su un'asta centrale in ottone e sono controllate da molle di torsione in acciaio inox. La serranda deve poter essere installata in qualsiasi posizione, verticale o orizzontale, a seconda della direzione del flusso d'aria.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

È richiesto un test presenziato di verifica e collaudo delle principali tipologie presso la sede di fabbricazione.

7.7 Misuratori di portata aria

Presso i punti di diramazione principali della rete aerea è prevista l'installazione di dispositivi di misura della portata dell'aria, costituiti da: un trasmettitore multifunzione, una scheda di pressione, un'ala di misura.

7.7.1 Trasmittitore multifunzione

Caratteristiche principali:

- 2 ingressi per sonde intercambiabili;
- 4 allarmi visivi (LED a 2 colori) e sonori;
- 2 uscite analogiche (4 fili) 0/5-10 V o 0/4-20 mA (2 uscite aggiuntive opzionali);
- display con visualizzazione simultanea da 1 a 4 parametri;
- alloggiamento per scheda di acquisizione intercambiabile;
- alimentazione 24 Vdc/VAC o 115/230 Vac;
- diagnostica delle uscite;
- custodia in ABS con parte frontale in acciaio inossidabile, IP65, con display grafico retroilluminato;
- sistema di montaggio con piastra per fissaggio al muro, con rotazione di 1/4".

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

Specifiche tecniche

Alimentazione	24 Vac / Vdc $\pm 10\%$ 100-240 Vac, 50-60 Hz
Uscite	2 x 0/4-20 mA o 2 x 0-5/10 V (4 fili) Ulteriori uscite opzionali : 2 x 0/4-20 mA or 2 x 0-5/10 V (consumo aggiuntivo modello 24 V : 1 VA / modello 115-230 V : 2 VA) Tensione di modo comune <30 VAC Carico massimo : 500 Ohm (0/4-20 mA) Carico minimo : 1 K Ohm (0-5/10 V)
Isolamento galvanico	Dispositivo completamente protetto da isolamento doppio o rinforzato: Ingressi (alimentazione) e uscite (sui modelli 115 Vac/230 Vac) Uscite (sui modelli 24 Vac/Vdc)
Consumo con sonde	6 VA
Connessioni elettriche	Morsettiera per cavi da 0.05 a 2.5 mm ² o da 30 a 14 AWG Secondo il codice di buon utilizzo
Relé (opzionale)	4 relè di scambio. NO (normalmente aperto) : 5A / NC (normalmente chiuso) : 3A / 240 Vac (consumo aggiuntivo modello 24 V : 5 VA / modello 115-240 V : 8 VA)
Comunicazione Ethernet (opzionale)	Modulo di comunicazione Ethernet che permette la trasmissione, il monitoraggio e la manutenzione dei trasmettitori attraverso una rete Ethernet in 10 BASE-T e 100 BASE-TX LAN/WAN usando il protocollo TCP/IP (consumo aggiuntivo modello 24 V e 115-240 V : 1 VA)
Allarme acustico	Buzzer (70 dB a 10 cm)
Ambiente e tipo di fluido	Aria e gas neutri
Temperatura di stoccaggio	Da -10 a +70 °C
Sicurezza	Classe di protezione 2; Grado di inquinamento 2; Categoria di sovratensione 2

Caratteristiche della custodia

Materiale	ABS VO secondo standard UL94
Protezione	IP65
Display	Grafico da 1 a 4 righe, 240 x 128 px; Dimensioni : 86 x 51 mm, Retroilluminazione Dimensioni digits: Valori : 10 mm; Unità : 5 mm
Passacavo	In poliammide per cavi di massimo Ø9 mm
Peso	700 g
Ingombro massimo	158x(111+25)x81 mm LxHxP

Relé e allarmi

Il trasmettitore C 310 è dotato di 4 allarmi indipendenti e configurabili: sono visivi e sonori ed è possibile associarli a 3 relé (opzionale).

Impostazioni disponibili:

- Selezione del parametro (pressione, velocità dell'aria, temperatura,...)
- Durata dei ritardi da 0 a 600 s
- Azione dell'allarme: limite crescente, limite decrescente, monitoraggio o stato del trasmettitore
- Modalità di lavoro dei relé : sicurezza negativa o positiva (opzionale)
- Attivazione dell'allarme sonoro (buzzer) che può essere riconosciuto dalla tastiera frontale (opzionale)

Il misuratore di portata deve indicare, gestire e registrare i valori medi della velocità dell'aria e del flusso d'aria mediante l'interfaccia su SCADA IGNS.

7.8 Ventilatori di estrazione/immissione aria di emergenza

Il ventilatore assiale reversibile deve essere specificatamente progettato per resistere alle severe condizioni d'esercizio delle metropolitane; i materiali e la costruzione sono ingegnerizzati per garantire una durabilità ed affidabilità delle prestazioni durante l'intera vita dell'infrastruttura.

Per la girante, completamente reversibile, si richiede un profilo alare che permetta di ottenere uguali prestazioni fluidodinamiche in entrambe le direzioni.

La girante deve essere costituita da un mozzo con pale regolabili da fermo, in modo tale da ottimizzare, le prestazioni aerauliche (portata aria, pressione) entro i valori consentiti della potenza motore.

Le pale in lega d'alluminio devono avere caratteristica di resistenza al clima salino secondo BS EN 1676 Grado LM13. Le pale devono essere soggette al controllo radiografico a raggi X secondo ASTM 155 Lastra E.

Il mozzo è fissato all'albero motore con un inserto a bussola conica.

La girante completa è staticamente e dinamicamente bilanciata secondo ISO 21940-11 e ISO 14694 Grado G 6.3 o G2.5 in funzione della potenza motore. Tutte le pale sono lavorate meccanicamente alla sommità per raggiungere il corretto gioco fra girante e cassa per raggiungere la Classe F400 (funzionamento minimo di 120 minuti, EN 12101-3)

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

La cassa di alloggiamento sarà corredata da flange sbordate o saldate su entrambi i lati, lo spessore della cassa potrà variare da 5 a 8 mm, il materiale sarà acciaio dolce secondo DIN EN 10111.

Tutte le parti devono essere saldate in continuo. Flange e forature sono realizzate secondo ISO 13351. Sulla cassa è fissata la morsettiera elettrica. Il ventilatore è completo di piedi di supporto o profilati per poter essere installato orizzontalmente (o verticalmente nel caso delle stazioni S1L).

Motore asincrono trifase con rotore a gabbia di scoiattolo; prestazioni secondo IEC 60034-1 e raffreddamento secondo IEC 60072-1.

Il raffreddamento motore previsto secondo IEC 60034-6 Codice IC 0141 tipo TEFC (Totally Enclosed Fan Cooled).

La costruzione meccanica deve essere secondo IEC 60034-7 Codice I IMB3/Codice II IM1001.

Classe isolamento H secondo IEC 60085, per funzionamento continuo con aria ambiente da 20 °C a to 55 °C; in caso d'emergenza è adatto per funzionare a 400 °C per 120 minuti (F400) secondo EN 12101-3.

I cuscinetti possono essere sia prelubrificati o con lubrificazione programmata, secondo ISO 281:2007, L10 con una vita minima di 20.000 ore e una vita media di 100.000 ore con le condizioni operative specificate.

Il motore e la morsettiera motore devono essere dotati di una protezione meccanica IP55 secondo IEC 60034-5; un cavo flessibile, privo d'alogeno e resistente alla fiamma, collega direttamente la morsettiera del motore alla morsettiera esterna, i collegamenti elettrici sono eseguiti esclusivamente in fabbrica. La morsettiera esterna disposta sulla cassa deve essere dotata di una protezione meccanica IP65.

Albero motore con sede chiavetta, la sommità è con filettatura in modo tale da ricevere il bullone di fissaggio della girante, è richiesto un dispositivo meccanico di sicurezza anti-svitamento.

I ventilatori saranno provvisti dei seguenti accessori:

- **Boccaglio di aspirazione** a profilo toroidale realizzato in acciaio dolce zincato a caldo dopo la lavorazione
- **Piedi di supporto a squadra** realizzati in acciaio dolce di spessore adeguato e zincato a caldo dopo la lavorazione
- **Giunto antivibrante**, realizzato in tessuto intrecciato, costituito da fili metallici resistenti al fuoco per 2 ore a 400 °C, completo di 2 controflange in acciaio dolce zincato dopo la lavorazione
- **Complesso di molle** dimensionate per assorbire le vibrazioni caratteristiche del complesso ventilante, corredata di curva per la scelta dimensionale
- **Basamento inerziale** costituito da profilati a C in acciaio saldato, da riempire internamente di calcestruzzo, corredata di molle antivibranti in acciaio da interporre fra il basamento ed il pavimento, deflessione statica in funzione del carico, grado di isolamento superiore all'80%. Finitura: una mano di antiruggine sulle superfici esterne. Il basamento inerziale avrà un peso pressoché simile a quello del ventilatore. Sarà cura dell'impresa analizzare i carichi sulla soletta ed eventualmente realizzare, per una migliore distribuzione del peso, un basamento in calcestruzzo.
- **Rete di protezione** realizzata in filo di acciaio dolce zincato dopo la lavorazione
- **Tronco di trasformazione** tondo/tondo in acciaio zincato completo di flangia forata sia sul lato ventilatore sia sul lato opposto dove la flangia sarà collegata alla piastra metallica di connessione alla parete dotata di griglia di protezione. Il raccordo è dotato di 2 supporti di sostegno regolabili in altezza, in acciaio zincato.

Zincatura a caldo della cassa del ventilatore e dei componenti in acciaio zincato, eseguita secondo UNI EN ISO 1461, secondo gli spessori della lamiera.

I ventilatori saranno accessoriati con un sistema di controllo delle vibrazioni, composto da un trasmettitore di vibrazioni in accordo alla DIN ISO 10816.

Caratteristiche:

- campo di misura 0 e 25 mm/s. Il sensore sarà dotato di filetto M8 e potrà essere fissato direttamente sulla cassa del ventilatore o sul motore.
- livello di allarme tarabile tra 0 e 25mm/s con un tempo di ritardo da 1-60s.
- campo di temperatura di funzionamento -25°C/+ 80°C
- grado di protezione IP67
- correnti di alimentazione tra 18 e 32V DC.

Uscite disponibili: normalmente chiuso 1x DC PNP / 1 x analogica 4 ... 20 mA.

Il trasmettitore di vibrazione sarà precablato a una morsettiera separata in alluminio verniciato, con grado di protezione IP65 e fissata alla cassa del ventilatore così da rendere facile ed agevole il collegamento al sistema di supervisione/manutenzione.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento alla tabella riepilogativa di seguito riportata e agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari, tutte le prestazioni e somministrazioni necessarie per consegnare gli apparecchi in opera completi e montati a regola d'arte.

7.8.1 Documentazione

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'Appaltatore la fornitura della seguente documentazione necessaria per tutti i ventilatori:

- disegni quotati di insieme e delle singole parti;
- certificazione delle prove eseguite in fabbrica;
- certificazione della prova di funzionamento a 400°C per due ore con indicazione delle metodologie e normative seguite;
- caratteristiche costruttive, dimensionali e funzionali dei singoli componenti;
- diagrammi con le curve pressione, portata, potenza e rendimenti;
- elenco delle parti di ricambio suggerite per due anni di esercizio;
- manuali d'istruzione e corsi di addestramento;
- è richiesto un test presenziato di verifica e collaudo delle principali tipologie presso la sede di fabbricazione.

7.9 Ventilatori di estrazione fumi locale tecnici

7.9.1 Estrattori di tipo assiale

L'estrattore assiale reversibile è specificatamente progettato per resistere alle severe temperature dei fumi caldi generati dalla combustione con le seguenti caratteristiche:

- certificati secondo EN 12101-3, 400°C/120min.
- marchio di conformità CE.
- Installabili sia all'interno che all'esterno del comparto incendio.
- Funzionamento in continuo nell'intervallo di temperatura -20°C/55°C. Direzione aria da motore a girante.
- Girante a pale regolabili che permettono una flessibile e precisa selezione del punto di lavoro desiderato mantenendo alta l'efficienza. L'angolo pala è pre-impostato in fabbrica.
- Le giranti devono essere costruite con pale profilate in lega di alluminio pressofuso.
- Girante bilanciata dinamicamente secondo ISO 21940-11 e ISO 14694, qualità G6,3.
- Cassa in acciaio zincato a caldo secondo ISO 1461.
- Flange pre-forate secondo Eurovent 1/2 poste su entrambi i lati che forniscono stabilità aggiuntiva.
- Morsettiera pre-cablata riportata esternamente alla cassa con grado di protezione IP65 (IEC 60034-5)
- Motore per funzionamento 400°/120min e 55°C in continuo.
- Motore asincrono trifase ad alta efficienza con rotore a gabbia di scoiattolo, posto all'interno del flusso dell'aria.
- Classe protezione motore IP55 (IEC 60034-5), classe d'isolamento H.
- Velocità regolabile tramite inverter, funzionamento consentito fino a 10Hz.
- alimentazione: 3~400V/50Hz

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento alla tabella riepilogativa di seguito riportata e agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari, tutte le prestazioni e somministrazioni necessarie per consegnare gli apparecchi in opera completi e montati a regola d'arte.

7.9.2 Estrattori di tipo centrifugo

Il ventilatore centrifugo è specificatamente progettato per resistere alle severe temperature dei fumi caldi generati dalla combustione con le seguenti caratteristiche:

- Certificati secondo EN 12101-3, 400°C/120min.
- Marchio di conformità CE.
- Installabili sia all'interno che all'esterno del comparto incendio.
- Installabile in ogni posizione (orientamento).
- Funzionamento in continuo nell'intervallo di temperatura -20°C/40°C

- Pale di tipo rovescio, in acciaio zincato.
- Cassa in acciaio zincato a caldo secondo ISO 1461 o standard equivalente.
- Motore per funzionamento 400°/120min e 40°C in continuo.
- Motore asincrono trifase ad alta efficienza, posto all'esterno del flusso dell'aria.
- Classe protezione motore IP55 (IEC 60034-5), classe d'isolamento F.
- Velocità regolabile tramite inverter, funzionamento consentito fino a 10Hz.
- Alimentazione: 3~400V/50Hz

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari, tutte le prestazioni e somministrazioni necessarie per consegnare gli apparecchi in opera completi e montati a regola d'arte.

7.9.3 Documentazione

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'Appaltatore la fornitura della seguente documentazione necessaria per tutti i ventilatori:

- disegni quotati di insieme e delle singole parti;
- certificazione delle prove eseguite in fabbrica;
- certificazione della prova di funzionamento a 400°C per due ore con indicazione delle metodologie e normative seguite;
- caratteristiche costruttive, dimensionali e funzionali dei singoli componenti;
- diagrammi con le curve pressione, portata, potenza e rendimenti;
- elenco delle parti di ricambio suggerite per due anni di esercizio;
- manuali d'istruzione e corsi di addestramento;
- è richiesto un test presenziato di verifica e collaudo delle principali tipologie presso la sede di fabbricazione.

7.9.4 Dati prestazionali estrattori di fumo

Tabella 7. Caratteristiche tecniche estrattori fumo

N.	Quantità – nr.	Potenza (kW)	Portata (m ³ /h)
1	9	4,89	32.400
2	10	4,56	21.600
3	1	9,95	34.560
4	3	30,2	97.200
5	4	9,95	35.400

8. IMPIANTI DI VENTILAZIONE ORDINARIA:

8.1 Canali dell'aria in lamiera zincata

Condotti idonei al convogliamento dell'aria in diverse condizioni di temperatura e pressione, conformi alla norma UNI 10381.

I canali debbono essere realizzati in lamiera di ferro zincato a caldo, avente spessore e dispositivi di irrigidimento sufficienti a impedire ogni deformazione.

Il sistema di canalizzazioni per la distribuzione dell'aria ai vari ambienti, con canali di mandata e di espulsione, è illustrato nei disegni allegati.

Anche se tali disegni sono esecutivi e non costruttivi, il tracciato e il dimensionamento riportati si intendono vincolanti e non semplicemente indicativi ai fini della realizzazione costruttiva pratica: la Ditta installatrice non è autorizzata ad apportare alcun tipo di cambiamento, a meno di chiedere l'approvazione preventiva della D.L.

La superficie interna dei condotti deve essere liscia ed esente da asperità.

La costruzione dei canali deve ridurre al minimo le perdite di carico; in particolare, le curve saranno costruite con un raggio di curvatura pari a 1,5 volte la larghezza del canale. Qualora, per ragioni di ingombro, fosse necessario eseguire curve a raggio stretto, le curve stesse dovranno essere munite internamente di alette direttrici per il convogliamento dei filetti d'aria, allo scopo di evitare fenomeni di turbolenza.

Le reti aerauliche, tanto di mandata che di ripresa, dovranno essere **pulibili e sanitizzabili**; allo scopo occorrerà prevedere opportuni **portelli di ispezione**, che garantiscano quando chiusi la perfetta tenuta, disposti ogni 15 metri di tratto rettilineo principale e comunque nel numero sufficiente da consentire l'accesso a tutti i punti dei condotti.

8.1.1 Condotti a sezione rettangolare

In linea di massima, tenuto conto delle pressioni di esercizio, gli spessori da prevedere sono come risulta dalla tabella.

I canali a sezione rettangolare verranno realizzati mediante piegatura delle lamiere e graffatura longitudinale dei bordi eseguita a macchina: non saranno pertanto ammessi canali giuntati longitudinalmente con sovrapposizione dei bordi e rivettatura. I canali, il lato maggiore dei quali superi 400 mm, dovranno essere irrigiditi mediante nervature trasversali, intervallate con passo compreso fra 150 e 250 mm oppure con croci di S. Andrea. Per i canali nei quali la dimensione del lato maggiore superi 800 mm, l'irrigidimento dovrà essere eseguito mediante nervature trasversali.

Tabella 8. Spessore canali

Lato maggiore	spessore
fino a 300 mm	0,6 mm
tra 300 e 600 mm	0,8 mm
tra 610 e 1200 mm	1,0 mm
tra 1200 e 1800 mm	1,2 mm
tra 1800 e 2400 mm	1,5 mm
oltre 2410 mm	2,0 mm

8.1.2 Condotti a sezione circolare

Si potranno impiegare canali realizzati in lamiera di ferro zincato a caldo, avente spessore e dispositivi di irrigidimento sufficienti a impedire ogni deformazione, o, in alternativa, tubi *spiroidali* del tipo disponibile in commercio.

8.1.3 Modalità di posa in opera

I canali verranno posati in tratti giuntati longitudinalmente. Le giunzioni dovranno essere sigillate oppure munite di idonee guarnizioni per evitare perdite di aria dalle canalizzazioni stesse.

Quando in una canalizzazione intervengono cambiamenti di sezione o di forma, oppure derivazioni, i tronchi di differenti caratteristiche dovranno essere raccordati fra di loro mediante adatti pezzi speciali di raccordo.

Gli stacchi laterali, tanto nei canali di mandata che in quelli di aspirazione, non dovranno in genere venire realizzati con pezzi speciali a "T" a 90°, ma con una presa dinamica curva a sezione crescente nel verso del flusso; nei condotti circolari si adotteranno stacchi a 45°, tipo braghe a "Y". Fanno eccezione i casi nei quali la perdita di pressione dinamica nella diramazione è desiderata ai fini del bilanciamento della rete.

In corrispondenza delle diramazioni principali, tanto di mandata che di estrazione, potranno venire richiesti serrande di taratura o captatori regolabili, manovrabili con facilità dall'esterno.

Diramazioni, bocchette e anemostati dovranno essere posizionati a una distanza dalle curve non inferiore a 7,5 volte la larghezza del canale. Ove questo requisito non possa venire rispettato, dovranno venire installate nel canale alette direttrici per regolarizzare il flusso dell'aria.

Onde impedire introduzione accidentale di polvere o di corpi estranei nei canali, nel corso del lavoro di montaggio, occorrerà evitare che le aperture rimangano esposte, disponendo le opportune protezioni durante i lavori stessi.

Nell'attraversamento delle pareti, i fori di passaggio entro le strutture dovranno essere chiusi con guarnizioni di tenuta in materiale fibroso o spugnoso. In corrispondenza di ogni eventuale attraversamento di superfici REI, dovrà venire installata una serranda tagliafuoco.

I supporti per il sostegno delle canalizzazioni saranno intervallati, in funzione delle dimensioni dei canali, in modo da evitare l'inflessione degli stessi.

Nell'attacco ai gruppi di ventilazione, sia in mandata che in aspirazione, i canali dovranno essere collegati con interposizione di idonei giunti antivibranti del tipo a soffietto flessibile.

Il soffietto dovrà essere eseguito in tessuto ininfiammabile e tale da resistere sia alla pressione che alla temperatura dell'aria convogliata. Gli attacchi saranno del tipo a flangia o del tipo in lamiera graffiata al tessuto stesso.

Le canalizzazioni nelle vicinanze dei punti di attacco dovranno essere sostenute mediante supporti rigidi.

La D.L. si riserva la facoltà di ordinare la demolizione e il successivo rifacimento di tratti di condotto eseguiti non in conformità a quanto indicato nelle specifiche tecniche o nel progetto esecutivo, per quanto riguarda, ad esempio, il dimensionamento *preciso* delle sezioni indicate.

Tali lavori di demolizione e ripristino saranno considerati tutti interamente a carico della Ditta esecutrice, senza riserva alcuna.

Condotti a sezione rettangolare

I vari tronchi di canale saranno giuntati fra di loro mediante flange di tipo scorrevole o realizzate con angolari di ferro 30 x 3 mm; tra flangia e controflangia dovrà venire interposta una guarnizione a perfetta tenuta.

I supporti per i canali a sezione rettangolare saranno costituiti da staffe formate da un angolare di sostegno, in profilato di ferro a C, sostenuto da tiranti regolabili ancorati alle strutture del soffitto. Fra le staffe ed i canali dovrà essere interposto uno strato di neoprene, o materiale equivalente, in funzione di antivibrante.

Condotti a sezione circolare

Per raccordi, stacchi, trasformazioni e pezzi speciali in genere si potranno impiegare elementi prefabbricati commerciali, sempre però nel rispetto delle norme di buona costruzione e delle indicazioni riportate nel presente Capitolato; sono ad esempio da evitare i raccordi a "T" a 90°, quando non esplicitamente richiesti dal progetto, tanto nei condotti di mandata che in quelli di aspirazione. Per lo staffaggio si impiegheranno collari fissati a una staffa o appesi a un pendino di sospensione. Fra le staffe ed i condotti dovrà essere interposto uno strato di neoprene, o materiale equivalente, in funzione di antivibrante.

8.2 Canali in lamiera zincata con materassino antifuoco

La protezione REI 120 dei canali è realizzata con materassini costituiti da doppio strato di feltro in fibra minerale non biopersistente additivato con speciale resina e ulteriore protezione isolante formata da tessuto di vetro antispolvero. I due strati saranno applicati separatamente avvolgendo la condotta da coibentare. La tenuta meccanica dell'intera coibentazione sarà affidata ad una rete in acciaio a maglia esagonale.

La lavorazione dovrà essere completata con la chiusura degli spigoli, la realizzazione delle finiture particolari in corrispondenza delle valvole di taratura dei canali, passaggi impiantistici ecc, e quant'altro per dare l'opera finita e certificata.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento alla tabella riepilogativa di seguito riportata e agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari, tutte le prestazioni e somministrazioni necessarie per consegnare gli apparecchi in opera completi e montati a regola d'arte.

8.3 Serrande tagliafuoco

Le serrande tagliafuoco rappresentano una protezione passiva contro il fuoco, progettata con l'aiuto della compartimentazione per impedire la diffusione di gas tossici, fumo e fuoco.

Le serrande tagliafuoco con classe di resistenza 120 minuti sono progettate per essere certificate secondo la norma EN 15650 e testate in base ai criteri EIS secondo la norma EN 1366-2 con le seguenti caratteristiche:

- cassa in lamiera zincata.
- pala è costituita da materiale isolante privo di amianto,
- guarnizione in gomma per la tenuta ai fumi freddi e di una guarnizione intumescente che si espande in caso di incendio

- sportello di ispezione
- Classe di tenuta 3C

Le serrande devono essere fornite con un attuatore dotato di microinterruttori, il servomotore chiude la pala quando riceve il comando dal sistema di gestione dell'edificio o con la rottura del fusibile termico, dopo il raggiungimento o il superamento della temperatura ambiente di 72°C. Quando il circuito di alimentazione dell'attuatore viene interrotto e la sua molla chiude la pala della serranda entro 20 secondi.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

8.4 Serrande di taratura ed intercettazione aria

Organi meccanici idonei a creare una perdita di carico localizzata nei condotti dell'aria o a bloccare totalmente il flusso dell'aria stessa.

Le serrande per canali rettangolari saranno costituite da un telaio, eseguito con profilati a U zincati, comprendente una serie di alette multiple in alluminio con i necessari leverismi di azionamento. Le alette saranno munite di perno centrale ruotante su boccole di ottone o di nylon.

Le alette per le serrande di taratura saranno del tipo cavo, a sezione aerodinamica, a movimento contrapposto.

Le alette per le serrande di intercettazione saranno del tipo sagomato ad unica parete, a movimento contrapposto o parallelo, con sovrapposizione dei bordi nella posizione di chiusura.

Il movimento delle alette potrà essere del tipo manuale, con apposita maniglia da sistemarsi all'esterno del telaio, completa di dispositivo di fine corsa e fissaggio, oppure del tipo automatico, mediante azionamento a mezzo di un servomotore.

Le serrande per canali circolari potranno essere del tipo a farfalla o a "iris".

Le serrande sui canali di presa d'aria esterna dovranno essere costruite in alluminio o sue leghe, o in acciaio inossidabile.

Nelle serrande, sia del tipo manuale che del tipo automatico, dovrà essere chiaramente riportata l'indicazione di "aperto" e "chiuso". In posizione di chiusura le alette devono assicurare una perfetta tenuta all'aria, con una pressione di 100 mm c.a.

8.4.1 Valvole autoregolanti per canali d'aria

Dispositivi in grado di mantenere costante il valore di portata impostato, al variare della resistenza del circuito aeraulico.

Si dovrà pertanto prevedere sempre, a monte della serranda stessa, un tratto rettilineo di condotto di lunghezza pari ad almeno 2 diametri.

Moduli di regolazione

Ogni valvola sarà costituita da due parti:

- membrana di regolazione;
- supporto.

Il supporto sarà composto da un corridoio di passaggio per l'aria e da un attacco centrale dove è fissata la membrana. Tale corridoio avrà un diametro esterno normalizzato. Il materiale costituente il supporto sarà plastica (polipropilene).

La membrana sarà realizzata in siliconi, flessibili; sarà perfettamente preformata, con forma di un cilindro schiacciato al centro, per permettere il massimo passaggio d'aria. Per effetto di una differenza di pressione tra monte e valle del modulo, la membrana si gonfia automaticamente modificando la sezione di passaggio dell'aria. Grazie alla differenza di pressione tra monte e valle della valvola potrà così essere mantenuta la portata costante prefissata.

La valvola autoregolante per esplicare la sua azione richiede una differenza di pressione (tra monte e valle della valvola) compresa tra 50 e 250 Pa. Il livello sonoro medio prodotto, al variare della differenza di pressione, dovrà risultare inferiore a 38 dB(A).

Serrande autoregolanti

Serrande in grado di mantenere il valore della portata pari a quello impostato direttamente su di un dispositivo montato a bordo della serranda stessa.

La taratura dovrà poter essere effettuata sul posto, con facilità, conservando la facoltà di cambiarla eventualmente in seguito.

Le serrande dovranno essere autoazionate, senza necessità di servomeccanismi esterni di alcun genere.

Dovranno essere in grado di funzionare con bassi valori di Δp tra monte e valle: in corrispondenza di una differenza di pressione di 5 mm c.a., lo scostamento del valore reale rispetto a quello nominale della portata dovrà mantenersi entro il 10%.

8.4.2 Modalità di posa in opera

Le serrande debbono essere montate direttamente sui canali, se di dimensione compatibile. In caso contrario, dovranno essere interposti i necessari raccordi conici, i quali dovranno avere un angolo non superiore a 30° a monte della serranda e a 45° a valle.

Nell'installazione delle serrande di taratura si dovrà aver cura di evitare che l'aria entri nella serranda in condizioni turbolente. Le serrande dovranno pertanto venire montate a una distanza non inferiore a 5 diametri dalla ultima accidentalità precedente e non inferiore a 3 diametri dalla prima accidentalità seguente. Qualora non sia possibile rispettare queste specifiche, occorrerà interporre, a monte della serranda, un raddrizzatore di filetti.

In taluni casi potrà essere necessario prevedere la costruzione di plenum di calma e/o l'installazione di equalizzatori di flusso.

8.5 Servomotori per serrande

Per il comando ON/OFF o modulante delle serrande si dovranno adottare servocomandi aventi le seguenti caratteristiche:

- corsa angolare di 90° (aggiustabile);
- azionamento elettrico in entrambi i sensi (in alimentazione privilegiata e cavi resistenti al fuoco);

- attuatore elettrico, alimentazione monofase 230 V/50 Hz, dimensionato per il 200% della coppia massima richiesta dalla serranda in condizioni di esercizio; isolamento motore in classe F, protezione termostatica incorporata
- servizio attuatori on-off, S 2-15 min – 60 avviamenti/ora
- servizio attuatori in regolazione, S 4 – 25% - 1200 avviamenti/ora
- l'attuatore garantisce l'apertura della serranda anche in caso di avaria o mancanza di alimentazione elettrica all'attuatore stesso; se le dimensioni della serranda lo richiedono, possono essere posizionati due o più attuatori interconnessi tra loro. Il tempo di apertura della serranda è contenuto in un massimo di 10 secondi; il tempo di chiusura è identico. Il posizionamento ed il fissaggio dell'attuatore sarà tale da permettere una facile ispezione e manutenzione.
- l'attuatore sarà certificato per operare a temperatura di 250 °C per 2 ore (anche per disposizione di protezione termica)
- custodia con grado di protezione IP 67
- controllo con segnale 4-20 mA o 0-5V
- contatti fine corsa indipendenti con segnale di serranda aperta e chiusa (caso on off)
- contatti di fine corsa e stato intermedio con segnale 4-20 mA in uscita (caso regolazione)
- indicatore meccanico di posizione esterno
- resistenza anticondensa
- dispositivo di comando manuale a volantino

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

8.6 Bocchette, diffusori e griglie

Dispositivi atti alla diffusione e/o all'aspirazione dell'aria in ambiente o all'esterno.

Le bocchette di estrazione saranno in alluminio anodizzato, a semplice ordine di alette fisse, con serranda di taratura. Saranno munite di telaio, con controtelaio da murare o per fissaggio a canale. Per la taratura delle bocchette si adotteranno serrande del tipo ad alette contrapposte.

Le griglie di presa dell'aria e di espulsione avranno semplice filare di alette fisse, profilo antipioggia, e saranno complete di rete antivolatile, di controtelaio da murare o per fissaggio a canale, e di tegolo rompigoce.

Comunque vengano realizzate, le prese d'aria esterna dovranno venire posizionate in modo da rispettare la norma UNI 10339 e le eventuali norme igieniche specifiche della località di installazione;

in particolare, dovranno essere poste in modo da non risentire della presenza di scarichi di fumi o espulsioni di aria viziata, e ad un'altezza non minore di **4 metri** dal piano stradale più elevato di accesso all'edificio.

8.6.1 Valvole di aspirazione aria

Le valvole di aspirazione dell'aria per servizi igienici, antibagni e spogliatoi, saranno costruite interamente in acciaio zincato verniciato, o in polipropilene antistatico.

Saranno complete di controtelaio per il fissaggio al canale di aspirazione. Albero e dado saranno in acciaio zincato.

La regolazione della portata sarà ottenuta facendo ruotare il disco centrale della valvola.

Le bocchette cosiddette "a passaggio totale" non avranno invece tale dispositivo di taratura, e saranno quindi caratterizzate da bassissima perdita di carico.

8.6.2 Criteri di scelta

Bocchette e anemostati dovranno essere scelti per lancio, caduta e cono di diffusione necessari, valutando caso per caso la velocità dell'aria relativa alla portata e alla sezione del canale interessato, la geometria del locale e le condizioni di installazione, nel rispetto della norma UNI 10339. La **velocità residua** nella zona occupata dovrà essere contenuta entro il valore **0,12 m/s** (0,20 m/s per ambienti industriali), salvo ulteriori restrizioni eventualmente richieste dal progetto o dalle norme.

Il livello di rumorosità generata da una singola bocchetta, diffusore o griglia non dovrà superare il valore **NR 35** *quando la serranda di taratura è in posizione di regolazione al 50% di chiusura*; per le griglie di transito il valore massimo consentito è invece **NR 30**. La Ditta installatrice è tenuta a prendere tutti i provvedimenti del caso per garantire il contenimento del rumore entro tale limite. Alcune situazioni particolari, in corrispondenza di alti valori di velocità, potranno richiedere la costruzione di un plenum di calma, coibentato acusticamente dall'interno, immediatamente a monte di una bocchetta o del collo di un anemostato: tali eventualità dovranno essere preventivamente considerate e, qualora dovessero verificarsi, non potranno costituire oggetto di variazione del prezzo concordato.

8.6.3 Modalità di posa in opera

I dispositivi verranno posati lungo le linee, in tratti orizzontali, non troppo vicino ad accidentalità precedenti o seguenti.

Le serrande di taratura, in ogni caso, saranno in alluminio anodizzato; non sono ammesse serrande del tipo "a farfalla". Dovranno essere previsti equalizzatori di flusso per assicurare la regolarità dei filetti fluidi in prossimità di ogni bocchetta o collo di anemostato, ogni qual volta la situazione possa fare temere che il dispositivo risenta della vicinanza di curve, diramazioni o altre accidentalità.

Nel caso di montaggio da controsoffitto, il dispositivo dovrà venire centrato sul singolo quadrotto, costruendo opportunamente le reti di canali e i raccordi terminali, senza impiegare tubazioni flessibili.

8.7 Unità di trattamento aria

Dispositivo preposto al trattamento dell'aria, che può comprendere: filtrazione, riscaldamento o raffreddamento, umidificazione o deumidificazione. I componenti necessari sono alloggiati in un unico cassone in lamiera, che ospita anche uno o più ventilatori.

Deve essere costruita con pannellatura a doppia parete, in lamiera di acciaio zincato di spessore non minore di 0,6 mm, con interposto uno strato di materiale coibente termoacustico, di adeguata

densità. Lo spessore complessivo del pannello non dovrà essere inferiore a 45 mm; la zincatura dovrà essere eseguita con grammatura adeguata.

In alternativa alla lamiera zincata, si potranno utilizzare pannelli in leghe di alluminio (peralluman, anticorodal), in lastre di spessore non inferiore a 10/10 mm.

La pannellatura sarà certificata per esterno.

La struttura portante sarà in profilati di alluminio con taglio termico e profili interni arrotondati, per consentire la sanificazione dell'unità.

Le pareti laterali dell'unità, sia quelle fisse che quelle smontabili, debbono resistere senza deformazioni alla pressione di esercizio. Queste pareti laterali e i relativi giunti debbono essere a perfetta tenuta, e non può essere ammessa alcuna perdita di aria o di acqua.

Gli elementi interni, quali filtri, batterie di scambio termico, ventilatori, ecc. debbono essere facilmente smontabili e accessibili per mezzo di pannelli ad apertura rapida, o di portelli di ispezione sufficientemente ampi; in ogni caso, si dovranno prevedere guarnizioni tali da assicurare una perfetta tenuta all'aria, sia in pressione che in depressione.

I pannelli saranno costruiti in modo da potere effettuare l'eventuale manutenzione degli scambiatori senza dovere smontare le condotte idrauliche di alimentazione; il diametro dei fori per il passaggio delle tubazioni dovrà essere maggiorato per consentire il passaggio dell'idonea coibentazione.

Le serrande di regolazione sui canali in entrata e in uscita devono essere del tipo ad alette contrapposte, a profilo alare, in acciaio zincato. Quella sulla presa d'aria esterna dovrà essere in alluminio o sue leghe, oppure in acciaio inox.

Per l'accettazione dei materiali, la Ditta esecutrice dovrà fornire, prima dell'inizio dei lavori, una dichiarazione del costruttore delle macchine dalla quale risultino le caratteristiche delle macchine stesse: potenzialità di tutti i componenti, temperature di calcolo, ranghi delle batterie, velocità, ecc.

8.7.1 Isolamento

L'isolante potrà essere fibra di vetro o resina fenolica; sono richieste caratteristiche di reazione al fuoco in classe 1.

Tutta la superficie del pannello dovrà presentare uniformità di isolamento; le giunzioni e i montanti dovranno essere anch'essi isolati, per evitare la formazione di ponti termici. I pannelli saranno uniti alla struttura mediante inserti di facile e rapida installazione, così da permettere, all'occorrenza, un rapido smontaggio dei pannelli stessi. La giunzione delle varie sezioni e la tenuta d'aria dovranno essere effettuate per mezzo di giunti speciali che assicurino la massima tenuta, senza l'impiego di mastici o guarnizioni.

L'isolamento acustico deve essere realizzato in modo che il livello di rumorosità con l'impianto in normale funzionamento sia al massimo uguale a 60 dB(A), misurati a 5 metri dalla unità di trattamento.

8.7.2 Filtrazione

Le sezioni filtranti debbono essere provviste di filtri rigenerabili, di efficienza diversa, a seconda dell'impiego; deve essere prevista una apertura che consenta facilmente la sostituzione dei filtri intasati. In ogni caso, ove non diversamente specificato, la batteria di filtri e prefiltri dovrà avere un'efficienza di filtrazione minima pari alla classe **G4**.

8.7.3 Batterie

Gli scambiatori di calore saranno normalmente inseriti all'interno dell'unità; in alcuni casi, potranno essere montati sul canale dell'aria.

I collettori degli scambiatori saranno costruiti nello stesso materiale dei tubi, con profilo terminale a bordo rovesciato e flangia girevole non vincolata.

Le batterie di scambio termico debbono essere a pacco, con tubi in rame e alettatura in alluminio, con passo delle alette non minore di 2,5 mm. Devono essere alloggiare in guide di scorrimento per la rapida estrazione.

Uno sfogo d'aria nel punto più alto e uno scarico nel punto più basso debbono permettere di sfogare e vuotare completamente ogni batteria.

Il dimensionamento termico di queste batterie deve essere eseguito in relazione alla velocità di attraversamento dell'aria, e con un **margine di sicurezza del 10%** per tenere conto della perdita di efficienza dovuta all'insudiciamento.

La velocità dell'acqua nelle tubazioni costituenti la batteria non dovrà essere inferiore a 0,3 m/s, per evitare la formazione di bolle d'aria.

La velocità di attraversamento dell'aria, misurata relativamente alla superficie effettiva della batteria, non dovrà superare i **2,5 m/s**.

La batteria di raffreddamento dovrà avere almeno 6 ranghi, e dovrà essere calcolata per una temperatura di ingresso dell'acqua refrigerata superiore di 1°C alla temperatura di progetto dell'acqua di mandata alla batteria stessa.

Le batterie di riscaldamento dovranno essere calcolate per una temperatura di ingresso dell'acqua calda inferiore di 5°C alla temperatura di progetto dell'acqua di mandata alle batterie stesse.

Il cassone della batteria di raffreddamento deve essere a tenuta, con una bacinella inferiore per la raccolta del condensato e un foro di scarico, raccordato alla rete di drenaggio dell'acqua mediante un sifone di altezza proporzionata alle caratteristiche di funzionamento del ventilatore, e comunque non inferiore a 5 cm.

Tale vasca di raccolta condensa dovrà essere in acciaio inossidabile AISI 304 con coibentazione termica esterna in materiale schiumoso, di tipo estruso a struttura cellulare completamente chiusa, a base di gomma sintetica (tipo Armaflex o similari), di adeguato spessore (comunque non inferiore a 9 mm) e densità.

8.7.4 Ventilatore

Ventilatore centrifugo a singola aspirazione direttamente accoppiato, del tipo **plug fan**.

Il motore elettrico sarà del tipo "Brushless EC, in classe di efficienza **IE3**, classe di isolamento F e grado di protezione IP 55.

Una volta montato il sistema completo di canalizzazioni, la Ditta esecutrice dovrà verificare la reale portata della macchina, misurando la potenza assorbita dal ventilatore e verificando tale valore con quello fornito dal costruttore in corrispondenza della portata nominale; in caso di discordanza, dovrà eseguire immediatamente i necessari interventi sulle pulegge del motore per adeguarne le prestazioni a quanto richiesto in progetto. Prima del collaudo, la Ditta dovrà dichiarare di avere effettuato tali operazioni, con esito finale rispondente alle aspettative.

Girante centrifuga realizzata in alluminio con 7 pale curve indietro saldate, energeticamente ottimizzate per funzionare senza coclea, grazie allo speciale design di pala con diffusore rotante, per il recupero dell'energia statica, per più elevata efficienza ed ottimale comportamento acustico.

Bilanciatura statica e dinamica dell'intero assieme (motore/girante), realizzata in accordo alla norma DIN ISO 1940. Grado di bilanciatura G6.3.

Motore a rotore esterno a commutazione elettronica (EC), con elettronica integrata e protetta dal sovraccarico grazie a gestione attiva della temperatura.

L'intera elettronica è immersa in un bagno di resina speciale (tecnica potting) che garantisce una migliore resistenza all'umidità, elimina problemi di vibrazioni e di punti critici di temperatura, determinando un incremento della vita utile della scheda.

Controllo standard della velocità di rotazione tramite ingresso analogico 0-10V dedicato.
Alimentazione integrata 10V e 24V per dispositivi esterni.
Led di stato integrato.
Relay programmabile per segnalazione guasti. Protezione motore e funzionalità motor heating integrate.
Tensione di alimentazione 380-480V 50-60Hz.
Motore con grado di protezione IP54, classe termica 155.
Colorazione motore ultramarine blue
Temperatura di esercizio -25°C /+60°C.
Efficienze energetiche superiori agli obiettivi della seconda fase (anno 2015) del regolamento UE 327/2011, sulle modalità di applicazione della direttiva europea 2009/125/CE.
Efficienza energetica del motore in accordo to IE4 (draft)
Conforme alle norme EMC e CE di prodotto.
Motore e ventilatore sono fissati su robusta e compatta struttura in lamiera zincata comprensiva di boccaglio in aspirazione in acciaio zincato e sonda di pressione integrata per la misura della portata d'aria.
Ventilatore completo di potenziometro per la regolazione della portata d'aria.
Ventilatore compreso di strumento per la visualizzazione istantanea della portata d'aria a bordo macchina.
La prevalenza indicata in progetto è sempre la *prevalenza statica utile*; per la scelta del ventilatore, dovranno essere quindi sommate le perdite di carico dei componenti dell'unità: filtri, batterie, ecc. Il ventilatore dovrà venire selezionato nell'intorno del punto di massimo rendimento della curva di funzionamento.
In ogni caso, è sempre compresa negli oneri della Ditta esecutrice la verifica delle reali perdite di carico del sistema di canalizzazioni e dell'unità di trattamento stessa, in modo da definire la prevalenza effettivamente richiesta al ventilatore; il motore da accoppiare dovrà venire scelto di conseguenza, in modo da escludere in qualunque caso il rischio di sovraccarico del motore stesso.

8.7.5 Conformità

L'UTA dovrà essere conforme alla Direttiva Ecodesign 2018. Saranno previsti micro di sicurezza sulle porte, pulsanti di emergenza e quant'altro secondo standard utilizzato da Michelin nei propri stabilimenti; l'impresa è tenuta a verificare la conformità con tali standard prima della formulazione dell'offerta.

Si dovranno garantire i requisiti essenziali della sicurezza (R.E.S.) **dell'impianto inteso come "macchina"**, secondo Direttiva Macchine 2006/42/CE, ed in particolare:

- Occorre fornire alla committente la valutazione dei rischi della macchina.
- Occorre fornire un nuovo manuale d'istruzioni d'uso e manutenzione comprensivo della parte meccanica e dell'equipaggiamento elettrico.
- In particolare, il manuale dovrà contenere le indicazioni per la manutenzione in sicurezza della macchina (cambio filtri, registrazioni, pulizia, etc.).
- L'impianto dovrà essere marchiato CE e sarà applicata una targhetta identificativa secondo D.M. 2006/42/CE.
- Dovrà essere fornita la dichiarazione di conformità CE secondo l'allegato II, 1 A della Direttiva Macchine 2006/42/CE, con le indicazioni di conformità alle direttive 2006/95/CE, 2005/108/CE ed i riferimenti alla norma tecnica CI EN 60204-1 e tutte le norme tecniche armonizzate alla D.M. applicabili al caso.

8.7.6 Dati prestazionali

Tabella 9. Caratteristiche di portata UTA

N.	NUMERO	PORTATA MANDATA (m3/h)	PORTATA RITORNO (m3/h)
1	1	13.300	12.700
2	1	18.900	17.800
3	1	7.500	6.900
4	1	26.500	26.500
5	1	10.100	9.900
6	1	5.800	5.800
7	1	4.900	4.200

8.7.7 Modalità di posa in opera

Ogni unità di trattamento deve essere montata sopra un apposito telaio in profilati metallici, ad altezza tale da rendere accessibile per manutenzione la parte inferiore dell'unità stessa.

L'unità di trattamento deve essere raccordata a tutti i canali di aria in ingresso ed uscita dall'unità stessa mediante giunti flessibili in tela olona o materiale equivalente.

Su tutti i canali, sia in ingresso che in uscita dell'unità, dovranno venire inseriti termometri, per la misura della temperatura dell'aria che scorre in essi.

Se l'apparecchiatura viene installata in locale diverso da quello del quadro elettrico, è obbligatorio l'inserimento di uno o più sezionatori IP 55.

8.8 Isolamento dei canali

Per i canali di mandata dell'aria destinati alla ventilazione e/o al condizionamento degli ambienti, posti in locali non condizionati, lo spessore dell'isolante per i coibenti con conducibilità termica λ di valore pari a 0,04 (W/m·°C) deve essere di 25 mm; nel caso di impiego di materiali isolanti di diversa natura, lo spessore suddetto va moltiplicato per il rapporto λ'/λ , dove:

λ = conducibilità termica di riferimento;

λ' = conducibilità termica del materiale impiegato.

Nei tratti esterni, lo spessore suddetto deve venire raddoppiato. I canali che corrono in locali condizionati dovranno essere invece provvisti solo di adeguato rivestimento antistillicidio.

L'isolamento termico, applicato **all'esterno** dei canali dell'aria, potrà eseguito mediante materassini di lana di vetro a fibra lunga, trattata con resina termoindurente, peso specifico non inferiore a 30 kg/m³, ininfiammabile, non igroscopica, rivestita su una faccia con foglio di alluminio, rinforzata con rete di filo di vetro. In alternativa, potrà venire impiegato un materassino sintetico applicato con adesivo idoneo per l'uso. Nel caso di condotti correnti all'interno di plenum per l'aria, come negli impianti a controsoffitto radiante, non potrà venire utilizzato nessun tipo di materiale fibroso, come la lana di vetro, all'interno dei plenum stessi, a meno che l'isolamento venga protetto con un rivestimento che escluda assolutamente il rilascio di fibre.

Per i tratti di canale correnti all'esterno dell'edificio, o anche internamente nei tratti a vista, o ancora in centrale o in cavedio, l'isolamento sarà protetto esternamente con **fogli di lamierino di alluminio**, spessore 6/10 mm.

8.8.1 Attestazione di non pericolosità dei materiali

I materiali da coibentazione impiegati dovranno essere corredati da scheda di sicurezza che ne attesti il superamento dei test previsti dalla nota "Q" del D.M. Sanità 1/9/98 (attuazione della Direttiva CE 97/69) e che escluda la marchiatura "R 40".

8.8.2 Modalità di posa in opera

Dovranno essere prese tutte le precauzioni nel fissaggio del materiale applicato, utili per evitare qualunque pericolo di distacco del materiale stesso durante il servizio dell'impianto. Si utilizzerà a tal scopo l'adesivo prescritto dal fornitore dell'isolante per il proprio prodotto e, se il caso, si fisserà il materiale con le apposite aggraffature in materiale plastico.

La Ditta installatrice dovrà presentare la propria soluzione proposta alla Direzione Lavori, e procedere alla posa in opera dello strato coibente solo dopo averne ottenuta l'approvazione.

9. IMPIANTI TERMICI E DI CONDIZIONAMENTO (HVAC):

9.1 Tubi in ferro Mannesmann nero

Tubazioni per il convogliamento dei vari fluidi impiegati negli impianti, conformi alla norma **UNI 10216**.

Debbono essere in acciaio trafilato nero senza saldatura, tipo Mannesmann, prima qualità e scelta, con le relative curve stampate, raccorderia, pezzi speciali, staffaggi di sostegno, e quanto occorrente.

Le tubazioni dovranno essere dei seguenti tipi: tubo di acciaio nero senza saldatura, tipo gas serie media, fino al diametro nominale di 1½" e tipo liscio commerciale, a partire dal diametro 48/54. Non sarà in nessun caso ammesso l'impiego di tubi saldati.

Le tubazioni sopra indicate possono essere impiegate per il convogliamento di acqua, a qualsiasi temperatura, in circuiti di tipo **chiuso**.

Il materiale sarà costituito da acciaio del tipo previsto dalle tabelle della norma citata, con le tolleranze di lavorazione ammesse dalla norma stessa.

In ogni caso, gli spessori dei tubi non dovranno essere inferiori a quanto indicato nella norma tecnica UNI ISO 4200 e nella tabella.

9.1.1 Modalità di posa in opera

Prima di essere posti in opera, tutti i tubi dovranno essere accuratamente puliti, ed inoltre in fase di montaggio le loro estremità libere dovranno essere protette per evitare l'intromissione accidentale di materiali che possano in seguito provocarne l'ostruzione.

Le giunzioni debbono essere realizzate mediante saldatura

Tabella 10. Spessore tubi Mannesmann nero

Ø esterno [mm]	spessore minimo [mm]
< 30	2,0
30 ÷ 40	2,3
40 ÷ 55	2,6
60 ÷ 76	2,9
80 ÷ 100	3,2
100 ÷ 120	3,6
130 ÷ 140	4,0
150 ÷ 180	4,5
190 ÷ 210	5,4
219 ÷ 230	5,9
240 ÷ 300	6,3
310 ÷ 340	7,1
350 ÷ 390	8,0
400 ÷ 430	8,8
450 ÷ 490	10,0
500 ÷ 540	11,0
> 550	2,3% Ø est.

autogena, limitando per quanto possibile i collegamenti filettati.

Le giunzioni fra tubi di differente diametro dovranno essere effettuate mediante idonei raccordi conici, non essendo permesso, in nessun caso, l'innesto diretto di un tubo di diametro inferiore entro quello di diametro maggiore. Le giunzioni saranno eseguite con raccordi normalmente a saldare od a flangia.

Tutte le tubazioni dovranno essere montate in maniera da permettere la libera dilatazione senza il pericolo che possano lesionarsi o danneggiare le strutture di ancoraggio prevedendo, nel caso, l'interposizione di idonei giunti di dilatazione atti ad assorbire le sollecitazioni termiche.

Nei tratti orizzontali le tubazioni dovranno avere un'adeguata pendenza verso i punti di spurgo.

Tutti i punti alti della rete di distribuzione che non possano sfogare l'aria direttamente nell'atmosfera dovranno essere dotati di barilotti a fondi bombati, realizzati con tronchi di tubo delle medesime caratteristiche di quelli impiegati per la costruzione della corrispondente rete, $\varnothing 3/8"$, muniti in alto di tubo di sfiato $\varnothing 3/8"$ e valvola di sfogo aria, con in serie valvola a sfera di intercettazione, oppure di valvola automatica, sempre con relativa intercettazione. Deve essere resa agevole la manovra da parte di un operatore, riportando la valvola in basso.

In tutti i punti bassi debbono essere installate analoghe valvole per il completo svuotamento del sistema.

Per i cambiamenti di direzione verranno utilizzate curve prefabbricate aventi raggio di curvatura non inferiore a 1,5 volte il diametro, normalmente a saldare oppure montate mediante raccordi a vite e manicotto o mediante flange, dove espressamente indicato dalla D.L. Le curve saranno realizzate in conformità alla norma UNI 7929.

Per piccoli diametri, inferiori ad $1\frac{1}{2}"$, saranno ammesse curve ottenute mediante piegatura a freddo. Le derivazioni verranno eseguite utilizzando raccordi filettati oppure curve a saldare tagliate a scarpa. Tali curve saranno posizionate in maniera che il loro verso sia concordante con la direzione di convogliamento dei fluidi.

Nelle derivazioni nelle quali i tubi vengano giuntati mediante saldatura, non sarà comunque ammesso per nessuna ragione l'infilaggio del tubo di diametro minore entro quello di diametro maggiore.

Le tubazioni che debbano essere collegate ad apparecchiature che possano trasmettere vibrazioni all'impianto dovranno essere montate con l'interposizione di idonei giunti elastici antivibranti.

Per l'esecuzione dei collettori di distribuzione dell'acqua dovranno essere impiegati tubi di acciaio nero senza saldatura, con fondelli bombati, completi di attacchi flangiati con controflange, bulloni e guarnizioni, o attacchi filettati, mensole di sostegno, rivestimento isolante.

9.1.2 Prova idraulica

Prima della posa del rivestimento isolante, le tubazioni debbono essere sottoposte a prova idraulica iniettando acqua alla pressione di 6 kg/cm^2 e mantenendo tale pressione per almeno 6 ore; la prova avrà esito positivo dopo l'accertamento da parte della Direzione Lavori della assoluta assenza di perdite.

9.1.3 Norme per le saldature

Le saldature dovranno essere eseguite a completa penetrazione, previa preparazione dei lembi da saldare mediante bisellature.

Per le tubazioni aventi diametro uguale o superiore a 80 mm, le giunzioni verranno eseguite mediante saldature elettriche.

Le saldature, dopo la loro esecuzione, dovranno essere martellate e spazzolate con spazzola di ferro. Tutte le saldature dovranno risultare idonee al controllo radiografico e i difetti rientrare nella Classe III della Raccolta "S"-ANCC.

9.1.4 Collegamenti flangiati

Le controflange debbono essere in acciaio fucinato, conformi alla norma UNI EN 1092, in esecuzione PN 10, PN 16 o PN 25 in relazione al campo di pressione richiesto dall'impianto.

9.1.5 Collegamenti con giunti

Le giunzioni avverranno tramite collari inseriti in scanalature ottenute sui tubi per deformazione plastica, secondo sistema Victaulic.

Questo metodo è prescritto per le tubazioni degli impianti antincendio, al di sopra del diametro 1½".

9.2 Tubi in ferro Mannesmann zincato

Tubazioni per il convogliamento dei vari fluidi impiegati negli impianti, conformi alla norma **UNI 10255**, serie **media**.

Le tubazioni dovranno essere in acciaio zincato senza saldatura, tipo gas serie media, con estremità filettabili; complete di relative curve stampate, raccorderia, pezzi speciali, staffaggi di sostegno, e quanto occorrente.

Non sarà in nessun caso ammesso l'impiego di tubi saldati.

Le tubazioni sopra indicate possono essere impiegate per il convogliamento di acqua, a qualsiasi temperatura, in circuiti di tipo **aperto**, o ancora per la formazione della rete degli scarichi di condensa.

Il materiale sarà costituito da acciaio del tipo previsto dalle tabelle della norma citata, con le tolleranze di lavorazione ammesse dalla norma stessa.

In ogni caso, gli spessori dei tubi non dovranno essere inferiori a quanto indicato nella tabella.

Le tubazioni zincate e i relativi pezzi speciali dovranno avere le superfici interne ed esterne protette con zincatura effettuata secondo le prescrizioni della norma UNI EN 10240. I raccordi e i pezzi speciali filettati saranno eseguiti in ghisa malleabile bianca GMB-40, UNI EN 1562, in esecuzione zincata.

9.2.1 Modalità di posa in opera

Prima di essere posti in opera, tutti i tubi dovranno essere accuratamente puliti, ed inoltre in fase di montaggio le loro estremità libere dovranno essere protette per evitare

l'intrusione accidentale di materiali che possano in seguito provocarne l'ostruzione.

Le giunzioni debbono essere realizzate mediante raccordi a vite e manicotto, oppure mediante flange.

Le giunzioni fra tubi di differente diametro dovranno essere effettuate mediante idonei raccordi conici, non essendo permesso, in nessun caso, l'innesto diretto di un tubo di diametro inferiore entro quello di diametro maggiore. Le giunzioni saranno eseguite con raccordi normalmente a saldare od a flangia.

Tutte le tubazioni dovranno essere montate in maniera da permettere la libera dilatazione senza il pericolo che possano lesionarsi o danneggiare le strutture di ancoraggio prevedendo, nel caso, l'interposizione di idonei giunti di dilatazione atti ad assorbire le sollecitazioni termiche.

Nei tratti orizzontali le tubazioni dovranno avere un'adeguata pendenza verso i punti di spurgo.

Tabella 11. Spessore tubi Mannesmann zincati

Ø esterno [mm]	spessore minimo [mm]
< 18	2,3
20 ÷ 28	2,6
30 ÷ 50	3,2
60 ÷ 80	3,6
90 ÷ 100	4,0
100 ÷ 125	4,5
> 130	3,5% Ø est.

Tutti i punti alti della rete di distribuzione che non possano sfogare l'aria direttamente nell'atmosfera dovranno essere dotati di barilotti a fondi bombati, realizzati con tronchi di tubo delle medesime caratteristiche di quelli impiegati per la costruzione della corrispondente rete, \varnothing 3/8", muniti in alto di tubo di sfiato \varnothing 3/8" e valvola di sfogo aria, con in serie valvola a sfera di intercettazione, oppure di valvola automatica, sempre con relativa intercettazione. Deve essere resa agevole la manovra da parte di un operatore, riportando la valvola in basso.

In tutti i punti bassi debbono essere installate analoghe valvole per il completo svuotamento del sistema.

Per i cambiamenti di direzione verranno utilizzate curve prefabbricate aventi raggio di curvatura non inferiore a 1,5 volte il diametro, normalmente a saldare oppure montate mediante raccordi a vite e manicotto o mediante flange, dove espressamente indicato dalla D.L.

Le derivazioni verranno eseguite utilizzando raccordi filettati; non sarà comunque ammesso per nessuna ragione l'infilaggio del tubo di diametro minore entro quello di diametro maggiore.

Le tubazioni che debbano essere collegate ad apparecchiature che possano trasmettere vibrazioni all'impianto dovranno essere montate con l'interposizione di idonei giunti elastici antivibranti.

Per l'esecuzione dei collettori di distribuzione dell'acqua dovranno essere impiegati tubi di acciaio zincato senza saldatura, con fondelli bombati, completi di attacchi flangiati con controflange, bulloni e guarnizioni, o attacchi filettati, mensole di sostegno, rivestimento isolante.

9.2.2 Prova idraulica

Prima della posa del rivestimento isolante, le tubazioni debbono essere sottoposte a prova idraulica iniettando acqua alla pressione di 6 kg/cm^2 e mantenendo tale pressione per almeno 6 ore; la prova avrà esito positivo dopo l'accertamento da parte della Direzione Lavori della assoluta assenza di perdite.

9.2.3 Collegamenti flangiati

Nell'eventualità di dovere realizzare dei collegamenti flangiati, le controflange dovranno essere in acciaio fucinato, conformi alla norma UNI EN 1092, in esecuzione PN 10, PN 16 o PN 25 in relazione al campo di pressione richiesto dall'impianto.

9.3 Tubazioni in acciaio inossidabile

Le linee di distribuzione dell'aria compressa e dell'acqua potabile (calda-fredda-ricircolo) saranno realizzate con tubo in acciaio inox **AISI 304**.

Le giunzioni, ridotte all'indispensabile, saranno effettuate con saldature a TIG in atmosfera inerte, lucidate internamente ed esternamente.

Qualora per montare in modo corretto le tubazioni costituenti l'impianto fosse necessario utilizzare anche della raccorderia, si prescrive il tipo a doppia ferula (doppio anello di serraggio).

9.3.1 Modalità di posa in opera

Prima di essere posti in opera, tutti i tubi dovranno essere accuratamente puliti, ed inoltre in fase di montaggio le loro estremità libere dovranno essere protette per evitare l'intromissione accidentale di materiali che possano in seguito provocarne l'ostruzione.

Occorre evitare ogni forma di contaminazione, per esempio ferrosa, che potrebbe verificarsi durante lo stoccaggio o per effetto di utensili precedentemente usati su acciaio al carbonio.

Le giunzioni saldate con materiale di apporto devono essere eseguite con elettrodo compatibile con il metallo di base, mentre le unioni meccaniche devono prevedere che i materiali costituenti l'organo

di collegamento, ad esempio i bulloni, siano anch'esse in acciaio inossidabile; si eviteranno in tal modo fenomeni di corrosione dovuta ad accoppiamento galvanico.

Le giunzioni fra tubi di differente diametro dovranno essere effettuate mediante idonei raccordi conici, non essendo permesso, in nessun caso, l'innesto diretto di un tubo di diametro inferiore entro quello di diametro maggiore. Le giunzioni saranno eseguite con raccordi normalmente a saldare od a flangia.

Per i cambiamenti di direzione verranno utilizzate curve prefabbricate aventi raggio di curvatura non inferiore a 1,5 volte il diametro, normalmente a saldare oppure montate mediante raccordi a vite e manicotto o mediante flange, dove espressamente indicato dalla D.L.

Nelle derivazioni nelle quali i tubi vengano giuntati mediante saldatura, non sarà comunque ammesso per nessuna ragione l'infilaggio del tubo di diametro minore entro quello di diametro maggiore.

9.3.2 Prova idraulica

Le tubazioni debbono essere sottoposte a prova idraulica con aria compressa alla pressione di 6 kg/cm², mantenendo tale pressione per almeno 6 ore; la prova avrà esito positivo dopo l'accertamento da parte della Direzione Lavori della assoluta assenza di perdite.

9.4 Tubazioni multistrato metallo plastiche

Tubazioni multistrato metallo plastiche per il convogliamento dei vari fluidi impiegati negli impianti di adduzione dell'alimentazione idrica (calda e fredda) e di riscaldamento.

La tubazione sarà del tipo PE-Xb /AL/ PE-HD in conformità alla **UNI 10954 - 1 – classe 1 – tipo A**, ossia composta da un rivestimento interno in polietilene autoreticolabile, uno strato legante, uno strato intermedio in alluminio saldato di testa longitudinalmente, uno strato legante e da un rivestimento esterno in polietilene alta densità.

La tubazione dovrà essere contrassegnata dal marchio IIP dell'Istituto Italiano dei Plastici e/o equivalente marchio europeo, secondo quanto previsto dal "Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11 febbraio 1994, n° 109, e successive modifiche" attestante la rispondenza delle tubazioni stesse alle norme sopraccitate.

Le tubazioni saranno prodotte per estrusione e saranno fornite in rotoli o in barre a seconda del diametro).

Esternamente il tubo sarà di colorazione distintiva della tipologia (per acqua sanitaria ovvero per riscaldamento) e potrà essere rivestito con isolante in polietilene espanso a cellule chiuse dello spessore di 6 mm, secondo quanto previsto dalla legge 10/91 e successive modifiche.

9.4.1 Caratteristiche della tubazione

Le caratteristiche della tubazione dovranno essere tali da rispettare i parametri riportati in tabella.

Le tubazioni dovranno essere contrassegnate da apposita marcatura indelebile, realizzata per impressione chimica o meccanica, che dovrà riportare, come richiesto dalle norme di riferimento, sempre almeno le seguenti informazioni:

- Normativa di riferimento UNI EN 10954;
- Nome del produttore e/o nome commerciale del prodotto;
- Diametro nominale;
- Tipo A;
- Identificazione strati materiale;
- Pressione esercizio;
- Classe d'appartenenza;
- Serie d'appartenenza;
- Codice identificativo azienda;
- Data di produzione.

Tabella 12. Tubi plastici

Diametro nominale	Approvvigion.
16 mm	Rotoli/barre
20 mm	Rotoli/barre
26 mm	Rotoli/barre
32 mm	Barre
40 mm	Barre
50 mm	Barre
63 mm	Barre
75 mm	Barre

Tabella 13. Caratteristiche termiche tubi plastici

Conduttività termica	0,43 W/mK
Coefficiente di dilatazione termica	0,026 W/mK
Temperatura d'esercizio	0 -70 °C
Temperatura di punta di breve durata (DIN 1988)	95° C (max 150 ore anno)
Pressione d'esercizio	10 bar

9.4.2 Modalità di posa in opera

Prima di essere posti in opera, tutti i tubi dovranno essere accuratamente puliti; inoltre, in fase di montaggio, le loro estremità libere dovranno essere protette per evitare l'intromissione accidentale di materiali che possano in seguito provocarne l'ostruzione.

Prima della posa in opera definitiva, la tubazione verrà modellata a mano dall'installatore in modo tale da seguire la geometria del percorso da realizzare minimizzando l'impiego di raccordi intermedi ed evitando l'esecuzione di repentine variazioni di direzione, curve a gomito e, in generale, punti di non continuità.

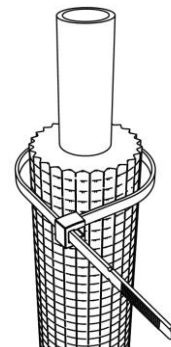
Le eventuali giunzioni dovranno essere realizzate mediante l'utilizzo di raccorderia in ottone stampato e/o bronzo e/o con superficie esterna nichelata, con o-ring in EPDM e rondella in PE-LD anti elettrocorrosione, o con raccorderia in PVDF (fluoruro di polivinilide) con o-ring in EPDM.

La giunzione della tubazione sarà del tipo pressfitting e si effettuerà pressando direttamente il tubo sul raccordo con apposite attrezzature omologate dal produttore del sistema.

Le giunzioni fra tubi di differente diametro, così come le derivazioni, dovranno essere effettuate esclusivamente mediante idonei raccordi.

Tutti i punti alti della rete di distribuzione che non possano sfogare l'aria direttamente nell'atmosfera dovranno essere dotati di barilotti a fondi bombati, realizzati con tronchi di tubo delle medesime caratteristiche di quelli impiegati per la costruzione della corrispondente rete, $\varnothing 3/8"$, muniti in alto di tubo di sfiato $\varnothing 3/8"$ e valvola di sfogo aria, con in serie valvola a sfera di intercettazione, oppure di valvola automatica, sempre con relativa intercettazione. Deve essere resa agevole la manovra da parte di un operatore, riportando la valvola in basso.

In tutti i punti bassi debbono essere installate analoghe valvole per il completo svuotamento del sistema.



9.4.3 Prova idraulica

Il tubo dovrà essere garantito per una pressione d'esercizio di 10 bar, con intervalli di temperature di esercizio da 0°C a 70°C, e con punta massima di 95°C, per 150 ore/anno, per 50 anni.

Prima della posa del rivestimento isolante, le tubazioni dovranno essere sottoposte a prova idraulica iniettando acqua alla pressione di 6 kg/cm² e mantenendo tale pressione per almeno 6 ore; la prova avrà esito positivo dopo l'accertamento da parte della Direzione Lavori della assoluta assenza di perdite.

9.5 Linee di fluido frigorifero per sistema VRF

Le tubazioni saranno in rame, di tipo certificato idoneo per circuiti frigoriferi.

Si userà, ove disponibile sul mercato, **tubo di rame accoppiato preisolato** conforme EN 12735-1 autoestinguente anticondensa. Classe 1 per condizionamento a gas refrigerante. Tubo in rame CuDHP 99.9% conforme EN 12735-1.

Isolamento in polietilene a cellule chiuse a bassa conducibilità, atossico, esente da CFC, inodore. Guaina protettiva in polietilene antistrappo. Identificazione e metratura riportate progressivamente. Confezionato in bobine.

Per diametri maggiori, ove non sia disponibile il tubo preisolato, si farà uso di tubo in rame nudo, isolato in opera.

9.5.1 Dati dimensionali

Tabella 14. Tubazioni in rame preisolato

Diametro esterno tubazione (mm)	Spessore (mm)	Tipologia
6,35	1	In rotoli preisolati
9,52	1	In rotoli preisolati
12,70	1	In rotoli preisolati
15,87	1	In rotoli preisolati
19,05	1	In rotoli preisolati
22,22	1	In rotoli preisolati
25,4	1	In barre di rame nudo isolate in opera
28,58	1.5	In barre di rame nudo isolate in opera
34,9	1.5	In barre di rame nudo isolate in opera
41,3	1.5	In barre di rame nudo isolate in opera
53,98	1.5	In barre di rame nudo isolate in opera

9.5.2 Caratteristiche tecniche tubo

- Lega: Cu-DHP (Cu: 99.90% min., P: 0.015÷0.040%) secondo UNI EN 12449.
- Dimensioni, tolleranze, pulizia interna secondo UNI EN 12735-1 certificato IGQ P112.
- Residuo carbonioso <0,05 mg/dm².

9.5.3 Collaudo

Terminata la stesura della tubazione, prima di chiudere le tracce, effettuare collaudo come previsto da normativa "UNI 10339: impianti aerulici ai fini di benessere" dove, al punto 8.4, sono riportati gli obblighi dell'installatore.

9.5.4 Carica del refrigerante

L'unità del compressore è stata caricata in fabbrica con il refrigerante, ma a seconda delle tubazioni esistenti potrebbe essere necessario caricarne una quantità aggiuntiva.

La fornitura del refrigerante necessario è parte integrante dell'appalto e si considera compresa nel prezzo a corpo finale.

Prima del caricamento del refrigerante, assicurarsi che le tubazioni del refrigerante esterne dell'unità del compressore siano state sottoposte a verifica (prova di perdita ed essiccazione sotto vuoto).

Il caricamento di refrigerante aggiuntivo si compone tipicamente delle seguenti fasi:

- Valutazione della quantità di refrigerante aggiuntivo da caricare
- Caricamento del refrigerante aggiuntivo (precaricamento e/o caricamento manuale)
- Compilazione dell'etichetta sui gas serra fluorinati e applicazione della stessa all'interno dell'unità del compressore

9.5.5 Modalità di messa in opera

Le tubazioni devono essere posate nei controsoffitti, nelle contropareti o sottotraccia. In caso di tratti a vista (ad esempio nella sottocentrale), proteggere con apposite canaline o nastri alluminizzati le guaine isolanti rimanenti all'esterno o comunque esposte alla luce.

Evitare saldobrasature di giunzione.

Serrare sulla tubazione l'estremità della guaina con fascetta o similare in modo da impedire infiltrazioni tra tubo ed isolamento.

Per la curvatura dei tubi, usare una curvatrice per tubi. Tutte le curve dei tubi devono avere un raggio il meno accentuato possibile (il raggio di curvatura deve essere di 30~40 mm o maggiore).

Durante la brasatura, eseguire la soffiatura con azoto per impedire la formazione di una pellicola ossidata spessa sulla parte interna della tubazione. Questa pellicola ha un effetto negativo sulle valvole e sui compressori nel sistema di refrigerazione e ne impedisce il corretto funzionamento.

Per l'installazione del giunto di diramazione refrigerante a Y, fare riferimento al manuale di installazione in dotazione con il kit. Lo stesso dicasi per i collettori.

9.6 Staffaggio impianti

I sostegni di tubazioni e condotti delle reti termofluidiche saranno in profilato metallico, con appoggi fissi e scorrevoli per consentire il libero movimento delle reti, il profilo delle quali deve essere realizzato in modo da non indurre sforzi anormali nei materiali.

Il motore e il cavo motore saranno progettati per utilizzo sommerso.

9.6.1 Modalità di posa in opera

La distanza fra i supporti dovrà essere calcolata sia in funzione del diametro della tubazione sostenuta che della sua pendenza, al fine di evitare la formazione di sacche dovute all'inflessione della tubazione stessa.

L'interasse dei sostegni, siano essi singoli o per più tubazioni contemporaneamente, non potrà superare 1,8 m, in modo da evitare qualunque deformazione dei tubi.

Tutte le tubazioni installate all'esterno saranno staffate mediante carpenteria zincata a bagno dopo la lavorazione. L'eventuale bulloneria utilizzata per l'assemblaggio dovrà essere in acciaio inox.

Nelle centrali e sottocentrali le tubazioni che corrono sotto soffitto potranno essere sostenute mediante collari e tiranti, a loro volta collegati a staffe vincolate al soffitto. Il rivestimento isolante ricoprirà il collare e realizzerà una superficie continua e senza interruzioni.

Le tubazioni convoglianti acqua fredda dovranno essere appoggiate alle staffe di sostegno frapponendo fra tubo e staffa uno strato di idoneo materiale coibente (sughero o altro), approvato dalla D.L., che impedisca il raffreddamento della staffa evitando il rischio di condensazione superficiale e stillicidi. Per lo stesso fine, qualora si utilizzino delle sospensioni con collari pensili, questi dovranno essere dotati di guarnizioni isolanti in gomma.

Per il sostegno dei collettori addossati alla parete dovranno essere realizzati staffaggi e supporti fissi e scorrevoli, per permettere i loro movimenti; tali staffaggi, in profilato metallico, potranno venire vincolati alla parete.

L'assemblaggio degli elementi metallici di sostegno di maggiori dimensioni, in corrispondenza delle strutture prefabbricate, dovrà sempre venire realizzato con dime, onde evitare forzature nella fase di fissaggio del manufatto al fabbricato.

I disegni di fissaggio dovranno essere sviluppati in dettaglio dall'Impresa sottoponendo la relativa completa documentazione alla Direzione Lavori per approvazione.

Nel caso l'Impresa intendesse modificare i sistemi di fissaggio già definiti nei disegni di progetto, dovrà preventivamente avere l'approvazione della D.L., presentando le varianti con disegni e/o con un modello.

9.7 Isolamento delle tubazioni

Per le tubazioni si dovrà impiegare guaine di isolante tubolare flessibile e schiumoso, di tipo estruso a struttura cellulare completamente chiusa, a base di gomma sintetica (tipo Armaflex o similari), di adeguato spessore (comunque non inferiore a 6 mm) e densità.

In tutti i tratti soggetti alle intemperie, o all'esterno, o anche internamente nelle centrali e sottocentrali, dovrà sempre essere previsto il rivestimento di finitura in alluminio, spessore 6/10 mm.

Tutto il valvolame ed i collettori relativi alle tubazioni in oggetto dovranno essere coibentati con lo stesso materiale e chiusi con scatole presagomate, apribili con cerniere e clips; nel caso di rivestimento in alluminio, il lamierino dovrà avere uno spessore minimo di 8/10 mm.

I valori di conducibilità λ (W/m · K) sono ricavati da *Certificati di Prova* rilasciati da Laboratori autorizzati dal Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato, aumentati del 20%. Lo spessore equivalente di un isolante avente conducibilità termica λ' di valore diverso da una conducibilità λ nota si può ricavare mediante la formula seguente.

$$s' = \left[\left(1 + \frac{2s}{d} \right)^{\frac{\lambda'}{\lambda}} - 1 \right] \cdot \frac{d}{2}$$

in cui:

- λ = conducibilità termica di riferimento, definita precedentemente;
- s = spessore minimo dell'isolante di riferimento [m];
- λ' = conducibilità termica del materiale impiegato;
- s' = spessore minimo del materiale di conducibilità λ' ;
- d = diametro esterno della tubazione [m].

9.7.1 Attestazione di non pericolosità dei materiali

I materiali da coibentazione impiegati dovranno essere corredati da scheda di sicurezza che ne attesti il superamento dei test previsti dalla nota "Q" del D.M. Sanità 1/9/98 (attuazione della Direttiva CE 97/69) e che escluda la marchiatura "R 40".

9.7.2 Isolamento tubazioni nude in rame

Tabella 15. Isolamenti tubazioni in rame nudo

Diametro esterno tubazioni (mm)	Luogo installazione	Spessore isolamento (mm)	Eventuale finitura
25,4	Vani esterni di ventilazione	30	Carter metallico di protezione (lamierino in alluminio)
28,58	Vani esterni di ventilazione	30	Carter metallico di protezione (lamierino in alluminio)
34,9	Vani esterni di ventilazione	30	Carter metallico di protezione (lamierino in alluminio)
41,3	Vani esterni di ventilazione	40	Carter metallico di protezione (lamierino in alluminio)
53,98	Vani esterni di ventilazione	40	Carter metallico di protezione (lamierino in alluminio)
25,4	Controsoffitto/cavedi	15	Pellicola PVC
28,58	Controsoffitto/cavedi	15	Pellicola PVC
34,9	Controsoffitto/cavedi	15	Pellicola PVC
41,3	Controsoffitto/cavedi	20	Pellicola PVC
53,98	Controsoffitto/cavedi	20	Pellicola PVC

La finitura dei tubi preisolati in caso di passaggio nei vani esterni di ventilazione sarà realizzata in analogia a quanto previsto per i tubi nudi e coibentati in opera.

9.7.3 Modalità di posa in opera

L'isolamento deve essere posato con uniformità. La superficie esterna deve presentarsi liscia e la lastratura di protezione deve coprire interamente l'isolante, senza lasciare alcun punto esposto.

9.8 Organi di intercettazione

Organi di intercettazione di fluidi convogliati, da applicare sulle tubazioni: valvole, saracinesche, farfalle, rubinetti.

Devono essere di tipo e modello adatti all'impiego specifico.

Per impianti ad acqua, a temperatura inferiore a 100 °C, devono essere impiegati rubinetti o valvole a sfera in esecuzione PN 10, in ottone nichelato e cromato, fino al diametro di 2½"; al di sopra di tale diametro si impiegheranno saracinesche in ghisa, corpo ovale, ugualmente PN 10, o valvole a farfalla di prima qualità, in grado di assicurare una perfetta tenuta.

Per impianti di gas industriali o aria compressa si useranno esclusivamente valvole a sfera, di tipo e materiale compatibili meccanicamente e chimicamente con il fluido convogliato.

Per impianti a vapore devono essere impiegate valvole a flusso avviato in esecuzione PN 16, ovvero PN 25, flangiate, secondo il campo di pressione richiesto.

Per impianti ad acqua surriscaldata è prescritto l'impiego di valvole a flusso avviato in esecuzione PN 25, in acciaio.

Per liquidi chimicamente aggressivi o a purezza controllata si userà esclusivamente acciaio inossidabile o, in alternativa, plastica di tipo compatibile con le esigenze specifiche di impiego.

Le saracinesche a corpo ovale avranno corpo, cuneo, cappello, premistoppa e volantino in ghisa, anelli di tenuta, bussola e dadi del premistoppa in ottone, albero in ottone trafilato e stampato, controflange, bulloni e guarnizioni.

I rubinetti avranno corpo in bronzo, otturatore in ottone a tenuta verso l'esterno mediante bussola precompressa in amianto grafitato.

Al di sopra del diametro nominale 150 mm, gli organi di intercettazione dovranno essere dotati di **riduttore manuale** per agevolarne la manovra.

9.8.1 Detentori per corpi scaldanti

I detentori dovranno essere costruiti in ottone, o bronzo, ed essere di tipo diritto o ad angolo, secondo le esigenze di installazione o quanto specificato.

Dovranno essere idonei alle funzioni di intercettazione e prerogolazione della portata d'acqua attraverso i corpi scaldanti.

L'apertura e la chiusura del detentore dovrà essere possibile solo con chiave o cacciavite dopo avere tolto il cappuccio di plastica a copertura dell'asta; ad operazione avvenuta, il cappuccio deve essere ricollocato.

9.8.2 Valvole di ritegno in ghisa

Le valvole di ritegno in ghisa saranno di tipo clapet a passaggio libero PN 10, corpo, coperchio e battente in ghisa, con anello di tenuta del battente in gomma e sede di tenuta del corpo in ottone, attacchi flangiati, complete di controflange, bulloni e guarnizioni.

9.8.3 Modalità di posa in opera

Gli organi di intercettazione dovranno venire inseriti sulle tubazioni prevedendo i necessari attacchi flangiati o filettati, con gli eventuali raccordi conici di riduzione del diametro.

9.9 Pompe

Organi meccanici idonei ad aumentare la pressione di liquidi.

Dovranno essere conformi alle specifiche delle norme tecniche esistenti; in particolare, le pompe centrifughe ad asse orizzontale dovranno essere unificate secondo le norme UNI 2858, DIN 24255 o EN 733.

Dovranno essere progettate e costruite per: pressione nominale adeguata all'esercizio, e comunque non inferiore a 10 bar; temperatura di funzionamento adeguata all'esercizio, e comunque non inferiore a 100°C.

Le pompe saranno dotate di attacchi a flangia corredati di controflangia, guarnizioni di tenuta, bulloni.

I motori dovranno avere incorporata una protezione termica contro surriscaldamento; il fattore di potenza dovrà essere non inferiore a 0,9. Lo smontaggio del motore dovrà poter essere effettuato lasciando il corpo pompe collegato alle tubazioni.

9.9.1 Pompe ad asse orizzontale

Saranno costituite e corredate da:

- corpo in ghisa con trattamento interno ed esterno anticorrosivo e corredato di piede d'appoggio;
- girante in ghisa o in bronzo;
- albero in acciaio inossidabile;
- tenuta meccanica idonea ai vari impieghi;
- motore elettrico trifase, protezione IP54 o superiore, isolamento classe F.

Salvo diversa indicazione, i motori saranno di tipo chiuso a ventilazione esterna.

9.9.2 Pompe ad asse verticale

Tali pompe hanno le giranti costantemente immerse nel liquido da sollevare e non necessitano quindi di nessun adescamento.

Saranno costituite e corredate da:

- testata di appoggio;
- linea d'asse;
- tronco pompa ad una o più giranti.

La testata ha il compito di sostenere tutto il peso del gruppo; la bocca di erogazione in essa incorporata permette il raccordo con la tubazione di mandata sopra il piano di posa. Porta i cuscinetti a sfere od a rulli che reggono il peso delle parti rotanti e la spinta assiale delle giranti.

La linea d'asse collega il tronco della pompa alla testata; trasmette il movimento alle giranti, convoglia l'acqua sollevata alla bocca di erogazione e posiziona il tronco di pompa alla profondità voluta. Comprende la colonna e l'albero di trasmissione guidato da speciali boccole di gomma, lubrificate dalla stessa acqua sollevata.

Tale linea d'asse è realizzata in tronchi di diverse lunghezze standard per potere ottenere la misura desiderata, funziona della profondità della vasca, o bacino, in cui la pompa deve operare.

Il tronco pompa è costantemente adescato, essendo immerso nel liquido da sollevare. È fissato alla linea d'asse ed è costituito da uno o più corpi pompa contenenti le giranti di tipo elicocentrifugo, calettate sull'albero di trasmissione.

9.9.3 Modalità di posa in opera

Le pompe debbono essere montate su appoggi che non trasmettano vibrazioni e collegate ai circuiti utilizzatori mediante giunti antivibranti, tanto sul lato aspirante quanto su quello premente, i quali avranno corpo elastico di forma sferica, in gomma, con rete di supporto in nylon e filo di acciaio.

Se l'apparecchiatura viene installata in locale diverso da quello del quadro elettrico, è obbligatorio l'inserimento di un sezionatore IP 55.

9.10 Pompa di calore aria/acqua

Unità monoblocco, in grado di produrre acqua calda o refrigerata, con un ciclo frigorifero invertibile. La macchina sarà reversibile sul circuito frigo. Il gas refrigerante previsto è **R32**, che ha un basso potenziale di riscaldamento Globale (GWP = 675), e garantisce un impatto ambientale ridotto ad un terzo rispetto al refrigerante tradizionale R-410A (GWP = 2088).

Unità caratterizzata da elevata efficienza stagionale ed altissimo EER in raffreddamento a pieno carico, possibile grazie agli alti livelli prestazionali della tecnologia del compressore, all'elevata efficienza degli scambiatori termici e dei ventilatori della sezione esterna, e alla funzionalità di recupero energetico parziale.

9.10.1 Struttura

Struttura portante e basamento interamente realizzati in robusta lamiera d'acciaio, spessore dai 30/10 ai 40/10, con trattamento superficiale di zincatura a caldo e verniciatura, per le parti a vista, a polveri poliestere RAL 9001, che garantisce ottime caratteristiche meccaniche ed elevata resistenza alla corrosione nel tempo.

9.10.2 Antivibranti di base a molla

Antivibranti di base a molla da fissare in appositi alloggiamenti sui longheroni di appoggio con la funzione di smorzare le vibrazioni prodotte dalla macchina riducendo i rumori trasmessi alle strutture di appoggio.

9.10.3 Compressore

Compressore ermetico Scroll ad alta efficienza a spirale orbitante completo di carica olio, protezione del motore contro le sovratemperature, sovracorrenti e contro temperature eccessive del gas di mandata con riscaldatore dell'olio ad inserimento automatico per prevenirne la diluizione da parte del refrigerante all'arresto del compressore. Compressori, montati su gommini antivibranti per evitare la trasmissione di rumore e vibrazioni, collegati in TANDEM oppure TRIO su un unico circuito frigo con equalizzazione bifasica dell'olio, che consentono di raggiungere elevate efficienze a carico parziale. Processo di compressione uniforme con ridotto numero di parti in movimento che garantiscono livelli molto bassi di rumorosità e vibrazioni.

9.10.4 Scambiatore esterno

Scambiatore a pacco alettato, realizzato con tubi di rame disposti su file sfalsate ed espansi meccanicamente per meglio aderire al collare delle alette. Alette in alluminio con particolare superficie corrugata adeguatamente spaziate per garantire il massimo rendimento di scambio termico. Circuito di sottoraffreddamento che garantisce una corretta alimentazione della valvola di espansione. Scambiatori a pacco alettato direttamente raffreddati dal flusso d'aria dei propri specifici ventilatori.

9.10.5 Ventilatori

Ventilatori elicoidali ad alte prestazioni e bassa rumorosità, equilibrati dinamicamente e staticamente, con pale in lamiera d'alluminio rivestite in PP e profilate a falce con "Winglets" all'estremità, convogliatore in lamiera d'acciaio zincato, motore elettrico trifase direttamente accoppiati al rotore esterno con grado di protezione IP54 ed isolamento in classe F. Ventilatori alloggiati in bocchigli sagomati aerodinamicamente e dotati di griglie antinfortunistiche in acciaio.

9.10.6 Griglie di protezione batterie a pacco alettato

Griglia in trafilato d'acciaio elettrosaldato e verniciato per proteggere la batteria esterna dal contatto accidentale con cose o persone. Ideale nei luoghi di installazione dove ci sia possibilità di passaggio di persone quali parcheggi, terrazze ecc. Accessorio fornito installato a bordo macchina.

9.10.7 Scambiatore interno

Scambiatore ad espansione diretta del tipo a piastre saldobrasate in acciaio inox AISI 316, in pacco senza guarnizioni utilizzando il rame come materiale di brasatura, a basso contenuto di refrigerante ed elevata superficie di scambio, completo di: - isolamento termico esterno anticondensa di spessore

9,5 mm, in elastomero espanso estruso a celle chiuse. - pressostato differenziale lato acqua; - resistenza antigelo a protezione dello scambiatore lato acqua per evitare la formazione di ghiaccio qualora la temperatura dell'acqua scenda sotto un valore prefissato. Massima pressione di esercizio dello scambiatore: 10 bar lato acqua.

9.10.8 Circuito frigorifero

Quattro circuiti frigoriferi indipendenti e realizzati in rame, assemblati in fabbrica, e saldati con soluzione di continuità metallica, completi di:

- filtro deidratatore a cartuccia solida antiacido ricambiabile completo di attacco per carica rapida del refrigerante
- indicatore di passaggio del liquido e di umidità
- ricevitore di liquido
- valvola di espansione elettronica
- valvola di non ritorno
- valvola di inversione del ciclo a 4 vie
- Pressostato di sicurezza alta pressione
- termostato sicurezza contro sovratemperature scarico compressore
- valvola di sicurezza per alta pressione
- valvola di sicurezza per bassa pressione
- rubinetto di intercettazione sulla linea del liquido
- separatore di liquido in aspirazione
- tubazione di aspirazione isolata termicamente con materiale isolante in elastomero a celle chiuse altamente flessibile a base di gomma EPDM

Ogni circuito frigorifero è testato a pressione per verificare eventuali perdite e fornito completo della carica di gas refrigerante

9.10.9 Valvole di espansione elettroniche

Valvola di espansione elettronica a regolazione rapida e precisa in funzione dell'effettivo carico richiesto all'utilizzo, consente una elevata efficienza dell'unità ed una maggiore durata dei compressori. Il dispositivo comprende: controllo del surriscaldamento per prevenire fenomeni nocivi per il compressore, come sovratemperatura e ritorno di liquido, trasmettitore di pressione e sensore di temperatura.

9.10.10 Recupero energetico parziale

Composto da scambiatori di calore del tipo a piastre saldobrasate in acciaio Inox AISI 316 isolato termicamente, idonei a recuperare parte della potenza dissipata dall'unità. Massima pressione di esercizio dello scambiatore: 10 bar lato acqua e 45 bar lato refrigerante.?

La configurazione consente la produzione gratuita di acqua calda durante il funzionamento in raffreddamento, grazie al recupero di parte del calore di condensazione che verrebbe altrimenti smaltito sulla sorgente termica esterna. Tale opzione è nota anche come 'desurriscaldatore'. Il dispositivo di recupero parziale si considera in funzione quando è alimentato dal flusso d'acqua da riscaldare. Questa condizione migliora le prestazioni dell'unità. Quando la temperatura dell'acqua da

riscaldare è particolarmente bassa, è necessario regolare la portata (lato utente) in modo tale da mantenere la temperatura in uscita al recupero maggiore di 35°C ed evitare così la condensazione del refrigerante nello scambiatore a piastre. La potenza erogabile dal recupero parziale è pari a circa il 20% della potenza termica dissipata (potenza frigorifera + potenza elettrica assorbita dai compressori).

9.10.11 Configurazione acustica supersilenziata

Unità allestita con insonorizzazione vano compressori mediante rivestimento sul lato interno di materiale fonoassorbente e fonoimpedente per contenere i livelli sonori dell'unità. Per mezzo della bassa velocità dei ventilatori si ottiene un'ulteriore riduzione delle emissioni di rumore.

9.10.12 Dispositivo per la riduzione dei consumi dei ventilatori della sezione esterna

Dispositivo che permette la riduzione dei consumi dei ventilatori della sezione esterna con regolazione a modulazione fine della loro velocità. Costituito da motore elettrico, di tipo Brushless, a rotore esterno con magnete permanente a commutazione elettronica dello statore, indotta dal controllo elettronico integrato, con protezione termica incorporata in esecuzione IP54 ed isolamento in classe F. Consente di ottimizzare la fase di condensazione a basse temperature esterne parzializzano i ventilatori o di attivare la funzione booster ad alte temperature, garantendo sempre ridotti livelli sonori.

9.10.13 Quadro elettrico

L'unità è dotata di 2 quadri elettrici, 1 quadro Master e 1 quadro Slave. Il quadro Slave è alimentato direttamente dal quadro Master.

Completamente realizzato e cablato in conformità alla norma EN 60204. La sezione di potenza comprende:

- sezionatore generale blocco porta;
- morsetti alimentazione principale (400V/3Ph/50Hz);
- trasformatore di isolamento per l'alimentazione del circuito ausiliario (230V/24V);
- magnetotermico di protezione compressore;
- magnetotermici di protezione ventilatori;
- contattore comando compressore.

La sezione di controllo comprende:

- Regolazione proporzionale-integrale-derivativa della temperatura dell'acqua
- protezione antigelo
- gestione accensione unità da locale o da remoto
- programmatore giornaliero, settimanale di accensione e spegnimento e set point
- protezione e temporizzazione compressore
- sistema di autodiagnosi con visualizzazione immediata del codice guasto
- funzionalità di preallarme per antigelo acqua e per alta pressione gas refrigerante
- visualizzazione ore funzionamento compressore

- terminale di interfaccia con display grafico
- comando ON/OFF a distanza
- controllo rotazione automatica avviamenti compressori per bilanciarne l'usura (spunti+ore di funzionamento)
- relè per la remotizzazione della segnalazione di allarme cumulativo
- funzione di visualizzazione dei valori impostati, dei codici guasti e dell'indice parametri
- compensazione del set point con sonda aria esterna
- presa di servizio (max 400W)

9.10.14 Monitore di fase multifunzione

Il monitor di fase controlla i parametri elettrici della linea di alimentazione dell'unità. Agisce sul circuito di comando e ordina lo spegnimento dell'unità in uno dei seguenti casi: quando il collegamento delle fasi non rispetta la sequenza corretta, oppure quando si ha sovratensione per un certo intervallo di tempo: i valori limite di sovratensione e di sottotensione e l'intervallo di tempo sono impostabili manualmente e separatamente. Quando le condizioni di linea vengono ristabilite, il riarmo dell'unità è di tipo automatico. Dispositivo installato e cablato a bordo macchina.

9.10.15 Modulo di comunicazione seriale per supervisore modbus

Modulo che consente il collegamento seriale a sistemi di supervisione, utilizzando Modbus come protocollo di comunicazione. Permette l'accesso all'elenco completo di variabili di funzionamento, comandi ed allarmi. Con questo accessorio ogni unità può dialogare con i principali sistemi di supervisione. Dispositivo installato e cablato a bordo macchina. La lunghezza totale di ogni singola linea seriale non deve superare i 1000 metri e la linea va collegata in tipologia bus (entra/esci).

9.10.16 Contatti puliti per stato compressori

Contatti puliti a quadro elettrico per visualizzazione remota stato compressori, accesi o spenti.

9.10.17 Ventilazione quadro elettrico

Comprende un ventilatore termostato per proteggere i componenti del quadro elettrico da surriscaldamento, dalle elevate temperature esterne e dall'irraggiamento solare

9.10.18 Doppio set point

Ingresso digitale per abilitazione doppio set point acqua refrigerata, per consentire mediante comando esterno la variazione di temperatura dell'acqua prodotta.

9.10.19 Collaudo

Unità sottoposta a collaudo funzionale in fabbrica a fine linea di produzione ed a prova di tenuta in pressione delle tubazioni del circuito frigorifero (con azoto ed idrogeno), prima della spedizione.

9.10.20 Dati di funzionamento nominali

Tabella 16. Caratteristiche tecniche pompa di calore aria/acqua

N.	Quantità	Potenza in riscaldamento (kW)	Potenza elettrica assorbita in riscaldamento (kW)	Potenza in raffrescamento (kW)	Potenza elettrica assorbita in raffrescamento (kW)	Potenza desurriscaldatore (kW)
1	3	684	209	635	222	95

9.11 Pompa di calore acqua/acqua

Unità monoblocco, in grado di produrre acqua calda o refrigerata, con un ciclo frigorifero invertibile. La macchina sarà reversibile sul circuito frigo. Il gas refrigerante previsto è **R410A**.

9.11.1 Struttura

Struttura portante interamente realizzata in lamiera Zinco-Magnesio che garantisce ottime caratteristiche meccaniche ed un'elevata resistenza alla corrosione nel tempo.

9.11.2 Pannellatura

Pannellatura esterna in lamiera zinco-magnesio verniciata RAL 9001. Ogni pannellatura è facilmente rimovibile per permettere la completa accessibilità ai componenti interni. Ogni pannello è rivestito sul lato interno con materiale termoisolante e fonoassorbente.

9.11.3 Antivibranti di base a molla

Antivibranti di base a molla da fissare in appositi alloggiamenti sui longheroni di appoggio con la funzione di smorzare le vibrazioni prodotte dalla macchina riducendo i rumori trasmessi alle strutture di appoggio.

9.11.4 Compressore

Compressore ermetico Scroll ad alta efficienza a spirale orbitante completo di carica olio, protezione del motore contro le sovratemperature, sovracorrenti e contro temperature eccessive del gas di mandata con riscaldatore dell'olio ad inserimento automatico per prevenirne la diluizione da parte del refrigerante all'arresto del compressore. Compressori, montati su gommini antivibranti per evitare la trasmissione di rumore e vibrazioni, collegati in TANDEM oppure TRIO su un unico circuito frigo con equalizzazione bifasica dell'olio, che consentono di raggiungere elevate efficienze a carico parziale. Processo di compressione uniforme con ridotto numero di parti in movimento che garantiscono livelli molto bassi di rumorosità e vibrazioni.

9.11.5 Scambiatore esterno

Scambiatore ad espansione diretta del tipo a piastre saldobrasate INOX 316 con elevata superficie di scambio e completo di isolamento termico esterno anticondensa. Le connessioni idrauliche dello scambiatore sono di tipo Victaulic.

9.11.6 Scambiatore interno

Scambiatore ad espansione diretta del tipo a piastre saldobrasate INOX 316 con elevata superficie di scambio e completo di isolamento termico esterno anticondensa.
Le connessioni idrauliche dello scambiatore sono di tipo Victaulic.

9.11.7 Circuito frigorifero

Circuito frigorifero completo di:

- Pressostato di sicurezza alta pressione
- valvola di espansione elettronica
- filtro deidratatore biflusso
- valvola inversione ciclo a 4 vie
- indicatore di passaggio del liquido e di umidità
- trasduttore di bassa pressione
- trasduttore di alta pressione
- valvola di sicurezza per alta pressione
- valvola di sicurezza per bassa pressione
- carica refrigerante

Ogni circuito frigorifero è testato a pressione per verificare eventuali perdite e fornito completo della carica di gas refrigerante

9.11.8 Valvole di espansione elettroniche

Valvola di espansione elettronica a regolazione rapida e precisa in funzione dell'effettivo carico richiesto all'utilizzo, consente una elevata efficienza dell'unità ed una maggiore durata dei compressori. Il dispositivo comprende: controllo del surriscaldamento per prevenire fenomeni nocivi per il compressore, come sovratemperatura e ritorno di liquido, trasmettitore di pressione e sensore di temperatura.

9.11.9 Circuito idraulico

Lato utilizzo:

- Giunti di collegamento di tipo victaulic
- rubinetto di scarico
- pressostato differenziale lato acqua

Lato sorgente:

- Giunti di collegamento di tipo victaulic
- rubinetto di scarico
- pressostato differenziale lato acqua

9.11.10 Recupero energetico parziale

Composto da scambiatori di calore del tipo a piastre saldobrasate in acciaio Inox AISI 316 isolato termicamente, idonei a recuperare parte della potenza dissipata dall'unità. Massima pressione di esercizio dello scambiatore: 10 bar lato acqua e 45 bar lato refrigerante.?

La configurazione consente la produzione gratuita di acqua calda durante il funzionamento in raffreddamento, grazie al recupero di parte del calore di condensazione che verrebbe altrimenti smaltito sulla sorgente termica esterna. Tale opzione è nota anche come 'desurriscaldatore'. Il dispositivo di recupero parziale si considera in funzione quando è alimentato dal flusso d'acqua da riscaldare. Questa condizione migliora le prestazioni dell'unità. Quando la temperatura dell'acqua da riscaldare è particolarmente bassa, è necessario regolare la portata (lato utente) in modo tale da mantenere la temperatura in uscita al recupero maggiore di 35°C ed evitare così la condensazione del refrigerante nello scambiatore a piastre. La potenza erogabile dal recupero parziale è pari a circa il 20% della potenza termica dissipata (potenza frigorifera + potenza elettrica assorbita dai compressori).

9.11.11 Configurazione acustica supersilenziata

Unità allestita con insonorizzazione vano compressori mediante rivestimento sul lato interno di materiale fonoassorbente e fonoimpedente per contenere i livelli sonori dell'unità.

9.11.12 Quadro elettrico

Completamente realizzato e cablato in conformità alla norma EN 60204. La sezione di potenza comprende:

- sezionatore generale blocco porta;
- morsetti alimentazione principale (400V/3Ph/50Hz);
- trasformatore di isolamento per l'alimentazione del circuito ausiliario (230V/24V);
- magnetotermico di protezione compressore;
- contattore comando compressore.

La sezione di controllo comprende:

- Regolazione proporzionale-integrale-derivativa della temperatura dell'acqua
- protezione antigelo
- gestione accensione unità da locale o da remoto
- programmatore giornaliero, settimanale di accensione e spegnimento e set point
- protezione e temporizzazione compressore
- sistema di autodiagnosi con visualizzazione immediata del codice guasto
- funzionalità di preallarme per antigelo acqua e per alta pressione gas refrigerante
- visualizzazione ore funzionamento compressore
- terminale di interfaccia con display grafico
- comando ON/OFF a distanza
- controllo rotazione automatica avviamenti compressori per bilanciarne l'usura (spunti+ore di funzionamento)
- relè per la remotizzazione della segnalazione di allarme cumulativo

- funzione di visualizzazione dei valori impostati, dei codici guasti e dell'indice parametri
- compensazione del set point con sonda aria esterna
- presa di servizio (max 400W)

9.11.13 Monitore di fase multifunzione

Il monitor di fase controlla i parametri elettrici della linea di alimentazione dell'unità. Agisce sul circuito di comando e ordina lo spegnimento dell'unità in uno dei seguenti casi: quando il collegamento delle fasi non rispetta la sequenza corretta, oppure quando si ha sovratensione o sottotensione per un certo intervallo di tempo: i valori limite di sovratensione e di sottotensione e l'intervallo di tempo sono impostabili manualmente e separatamente. Quando le condizioni di linea vengono ristabilite, il riarmo dell'unità è di tipo automatico. Dispositivo installato e cablato a bordo macchina.

9.11.14 Modulo di comunicazione seriale per supervisore modbus

Modulo che consente il collegamento seriale a sistemi di supervisione, utilizzando Modbus come protocollo di comunicazione. Permette l'accesso all'elenco completo di variabili di funzionamento, comandi ed allarmi. Con questo accessorio ogni unità può dialogare con i principali sistemi di supervisione. Dispositivo installato e cablato a bordo macchina. La lunghezza totale di ogni singola linea seriale non deve superare i 1000 metri e la linea va collegata in tipologia bus (entra/esci).

9.11.15 Contatti puliti per stato compressori

Contatti puliti a quadro elettrico per visualizzazione remota stato compressori, accesi o spenti.

9.11.16 Ventilazione quadro elettrico

Comprende un ventilatore termostato per proteggere i componenti del quadro elettrico da surriscaldamento, dalle elevate temperature esterne e dall'irraggiamento solare

9.11.17 Doppio set point

Ingresso digitale per abilitazione doppio set point acqua refrigerata, per consentire mediante comando esterno la variazione di temperatura dell'acqua prodotta.

9.11.18 Collaudo

Unità sottoposta a collaudo funzionale in fabbrica a fine linea di produzione ed a prova di tenuta in pressione delle tubazioni del circuito frigorifero (con azoto ed idrogeno), prima della spedizione.

9.11.19 Dati di funzionamento nominali

Tabella 17. Caratteristiche tecniche pompa di calore acqua/acqua

N.	Quantità	Potenza in riscaldamento (kW)	Potenza elettrica assorbita in riscaldamento (kW)	Potenza in raffreddamento (kW)	Potenza elettrica assorbita in raffreddamento (kW)	Potenza desurriscaldatore (kW)
1	1	265	63	269	40	93

9.12 Condizionatore tipo split-system per solo raffreddamento

Condizionatore tipo split-system /multi split-system costituito da due sezioni separate, una interna (a sua volta costituita da una o più unità) e l'altra esterna, collegate fra loro con tubi pre-caricati termoisolati, con attacchi rapidi per lunghezze inferiori a 50 m e con tubazioni di rame trattate in opera per lunghezze superiori, connessioni elettriche. Comprendente:

- unità interna di tipo ventilconvettore o "cassetta", per installazione a parete o a soffitto a seconda dei casi, costituita da batteria di scambio in tubi di rame espansi meccanicamente ed alette in alluminio, gruppo ventilante con girante di tipo centrifugo direttamente accoppiato al motore elettrico tipo chiuso a 3 velocità con condensatore permanentemente inserito, commutatore a 3 posizioni più stop, termostato ambiente, filtro di tipo rigenerabile, mobile di copertura, griglia di mandata, bacinella di raccolta condensa;
- unità esterna con compressore alternativo di tipo ermetico racchiuso in apposito vano separato o del tipo scroll, dotato di protezione termo-amperometrica e di valvola di by-pass interna, batteria di scambio termico tipo a pacco in tubi di rame ed alette in alluminio, componenti vari della circuitazione frigorigena, elettroventilatore di condensazione, riscaldatore del carter.

Completo di pannello di comando, protezione e controllo, occorrenti collegamenti idraulici ed elettrici. Avente le seguenti caratteristiche:

- Temperatura aria esterna = 35 °C
- Temperatura max ambiente = 30 °C

In merito alle unità esterne si prescrive il limite di funzionamento in cooling alla temperatura esterna invernale di -10°C. Si considera infatti che nel caso di temperature esterne inferiori al valore prescritto non vi sia necessità effettiva di condizionamento all'interno dei suddetti locali, i quali sono ventilati anche dal sistema di Deposito.

Si prescrive particolare attenzione alla remotizzazione dei segnali (previsti nella relativa documentazione di progetto) in merito al contesto del riavvio automatico delle unità di condizionamento nel caso di scambio dell'alimentazione elettrica. A tal proposito si specifica che dovrà essere possibile, tramite apposito comando impartito dallo SCADA IGNS, riavviare da remoto le unità di condizionamento (ad esempio nel caso di interruzione dell'alimentazione per inversione programmata dell'arteria di alimentazione).

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento al riepilogo sottostante e agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

9.13 Unità esterna impianto VRF

Unità esterna refrigerante/pompa di calore per sistema a portata di refrigerante variabile, con scambio termico Refrigerante-Acqua controllata da inverter, refrigerante R410A. Numero massimo di unità interne collegabili fino a 50 con un indice di collegabilità minimo del 50% e massimo del 200%. La configurazione dell'impianto viene realizzata tramite apposito software che gestisce tutte le operazioni di primo avviamento e personalizzazione del sistema.

Capacità Nominale in regime di Raffreddamento alle condizioni di temperatura interna 27°C BS/19°C BU, temperatura ingresso aria 35°C BS/24°C BU, in riscaldamento temperatura interna 20°C BS, temperatura esterna 7°CBS/6°C BU, lunghezza tubazione di collegamento 7,5 m, differenza di quota tra unità interna ed esterna 0 m. L'unità a pompa di calore dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Alimentazione 3,380~415,50 Hz
- Struttura autoportante in pannelli di lamiera d'acciaio zincato verniciati di colore grigio caldo con trattamento superficiale e processo di cataforesi, un trattamento superficiale in grado di conferire una notevole resistenza alla corrosione al fine di proteggere l'unità esterna dagli agenti atmosferici.
- Pannello frontale e superiore asportabile per operazioni di connessione con il circuito frigorifero. Struttura autoportante in pannelli di lamiera d'acciaio zincato con trattamento adatto per esposizione esterna di colore grigio caldo.
- Scambiatore di calore lato acqua tipo a piastre in acciaio Inox, resistente alla pressione massima di 45 bar.
- Scambiatore di calore lato aria con pacco di alette in alluminio sagomate ad alta efficienza rivestite da un trattamento anticorrosione per conferire una migliore resistenza.
- Riscaldamento garantito in maniera continuativa, grazie all'adozione di uno scambiatore di calore suddiviso in due parti, che consente l'esecuzione di cicli di sbrinamento alternati, al fine di non interrompere l'erogazione di calore negli ambienti e garantire comfort costante agli utenti. Lo scambiatore di calore con circuito variabile seleziona in modo intelligente il percorso ottimale del refrigerante per il funzionamento in modalità riscaldamento o raffrescamento. Questa tecnologia assicura in media un aumento del 6% dell'efficienza per entrambe le modalità operative. Il numero di percorsi e la velocità dei circuiti sono regolati in funzione delle temperature e delle modalità operative per massimizzare l'efficienza; nei sistemi tradizionali, invece, l'efficienza risulta ridotta, perché i percorsi del refrigerante sono fissi e lo scambiatore lavora in modo non ottimale.
- Sistema di erogazione della capacità compost o da N°2 compressori ermetici di tipologia Scroll inverter ad avviamento diretto, controllo lineare della capacità ,campo di frequenza 10Hz-165Hz.
- Cuscinetti a lunga durata PEEK (PolyEtherEtherKetone, utilizzati nei motori degli aerei) in grado di funzionare più a lungo, senza ricaricare l'olio, rispetto ai sistemi tradizionali.
- Compressore ad iniezione di vapore, in grado di ricevere refrigerante in fase vapore nella zona di compressione per incrementare la temperatura di mandata del refrigerante in condizioni di lavoro a basse temperature esterne
- Separatore d'olio centrifugo con tecnologia ciclonica per garantire un ritorno ottimale dell'olio che viene immesso ad alta pressione direttamente nel compressore, senza perdite di energia. Carica di olio 1800 cc, tipologia (PVE) tipo FVC68D.

- Circuito frigorifero ad R410A con distribuzione del fluido a due tubi, completo di filtri deidratori, valvola di inversione ciclo a 4 vie, controllo del refrigerante tramite valvola d'espansione elettronica EEV, valvola di bypass del gas caldo (per gestire meglio il circuito ai carichi parziali), separatore di refrigerante allo stato liquido con funzione di accumulo in aspirazione al compressore volume 7 litri, circuito di sottoraffreddamento con struttura a spirale di doppia grandezza per minimizzare le perdite di carico. Il circuito del refrigerante viene sottoposto a pulizia con aspirazione sotto vuoto di umidità, polveri e altri residui. Successivamente viene precaricato con il relativo refrigerante. Carica del refrigerante di 5,8 kg, GWP=2087, TCO_{2eq}=12,11.
- N°2 ventilatori di scambio termico con l'esterno di tipo elicoidale con mandata verticale. Tipologia di motore DC inverter con portata d'aria totale massima di 320 m³/min e basse rumorosità con prevalenza statica massima di 80 Pa e assorbimento massimo di 900 Wx2. Controllo delle velocità tramite microprocessore, tecnologia Esp Control, in grado di variare la velocità massima del ventilatore per poterlo adattare alle migliori condizioni di lavoro. Pala con superficie corrugata ad elevata portata e bassa rumorosità, progettata con tecnologia biomimetica, condotto di espulsione maggiorato per ottenere prevalenze superiori.
- Sensore di rilevazione temperatura e umidità esterna in grado di selezionare i parametri operativi ottimali per ottenere una elevata efficienza energetica e massimi livelli di comfort. Grazie al controllo che rileva l'umidità esterna, il sistema è in grado di aumentare il tempo in riscaldamento. Grazie al sensore di umidità, raggiunte le condizioni di sbrinamento, il sistema modifica la temperatura di evaporazione, agendo sul target di alta pressione.

9.13.1 Modalità di messa in opera

In ottemperanza alle richieste del costruttore e dove indicato negli elaborati di progetto. Occorre rispettare le distanze di rispetto richieste dal costruttore e indicate in progetto. In particolare:

- Lunghezza massima totale della tubazione 1.000 m, distanza massima di 40 m (estendibile fino a 90 m) tra la prima diramazione e l'unità interna più distante, dislivello massimo di 40 m tra le unità interne, dislivello massimo di 110 m tra l'unità esterna e le unità interne.
- Linea di trasmissione del segnale di controllo con cavo schermato bipolare di sezione minima 1,5mm², massima temperatura ammissibile 60°C, massima lunghezza ammissibile 300 m.
- Alimentazione trifase 380-415V 50 ,60 Hz.

La macchina dovrà venire montata su putrelle.

9.14 Unità interna VRF tipo canalizzabile ad alta prevalenza

Unità Interna per installazione a controsoffitto, per sistemi tipo VRF, costituita da telaio interno di supporto in acciaio zincato, refrigerante R410A.

Le caratteristiche tecniche dell'unità saranno:

- Alimentazione elettrica tipo monofase 50 Hz -220V.
- Scocca metallica di contenimento in lamiera d'acciaio zincata, con rivestimento in polistirene espanso.
- Scambiatore di calore costituito da tubi in rame ed alette in alluminio ad alta efficienza.
- Sistema di regolazione del flusso di refrigerante controllato da valvola modulante EEV con controllo continuo della potenza.
- Ventilatore con motore di ventilazione BLDC ad accoppiamento diretto con assorbimento Nom 184 W e Max di 350 W a più velocità. Il motore BLDC permette un controllo della portata d'aria a seconda delle perdite di carico, semplicemente utilizzando il comando a filo, garantendo in questo modo la prevalenza ottimale e riducendo al minimo la rumorosità.
- Pompa di scarico condensa di serie installata sull'unità interna per il drenaggio automatico della condensa quando quest'ultimo non può avvenire per gravità. Massima prevalenza 700 mm.
- Possibilità di rilevare la temperatura interna da due sensori, uno posto sull'unità interna, l'altro posto sul comando a filo. Il controllo può avvenire per singolo sensore, oppure combinato a doppio termistore, per ottenere ed ottimizzare la temperatura dell'aria interna.
- Collegamento al sistema di controllo esterno tramite bus di comunicazione di tipo non polarizzato.
- Livello sonoro dell'unità pari a 37-36-34 dB(A) in funzione della velocità del ventilatore.
- Scambiatore di calore a più ranghi con tubi di rame alettati in alluminio.
- Controllo del refrigerante tramite valvola d'espansione elettronica.

9.14.1 Modalità di messa in opera

In ottemperanza alle richieste del costruttore e dove indicato negli elaborati di progetto.

Inoltre:

- Non deve esserci alcuna fonte di calore o vapore vicino all'unità.
- L'unità interna deve prevedere spazio a sufficienza per la manutenzione.

Il montaggio avverrà a soffitto. Occorrerà pertanto utilizzare la dima fornita dal costruttore, ancorandola alla soletta.

9.14.2 Caratteristiche prestazionali

Tabella 18. Tabella riassuntiva delle unità condizionamento interne

N.	AMBITO	Numero	Potenza totale in raffreddamento (kW)	Potenza elettrica assorbita (W)
1	SALA CONTROLLO	10	3,46	50
2	SALA CONTROLLO	5	5,55	50
3	SALA CONTROLLO	2	7,03	50
4	CABINA MT/BT	4	1,54	50
5	CABINA MT/BT	1	2,12	50
6	CABINA MT/BT	1	2,70	50
7	LOCALE TRAF0 1	2	8,08-8,16	50
8	LOCALE TRAF0 2	2	8,0	50
9	LOCALE QUADRI	1	10,69	80
10	LOCALE QUADRI	4	8,98-9,12	80
11	LOCALE SSE	4	9,9-9,18	80
12	LOCALE SSE	1	9,78	80
13	AMBIENTE PT	2	7,83-7,84	80
15	AMBIENTE PT	2	9,05-9,08	80
16	AMBIENTE P1	1	6,13	80
17	AMBIENTE P2	2	7,89-7,91	80
18	AMBIENTE P2	8	8,98-9,18	80
19	AMBIENTE P2	2	10,69-10,78	80

Tabella 19. Tabella riassuntiva delle unità VRF esterne

N.	AMBITO	Numero	Potenza totale in raffreddamento (kW)	Potenza elettrica assorbita (kW)
1	SALA CONTROLLO	1	34,64	8,7
2	SALA CONTROLLO	1	41,81	10,5
3	CABINA MT/BT	1	10,98	2,7
4	LOCALE TRAF0 1	2	8,08-8,16	2,2
5	LOCALE TRAF0 2	2	8,0	2,2
6	LOCALE QUADRI	1	46,94	11,7
7	LOCALE SSE	1	47,32	11,8
9	AMBIENTE PT/1/2	2	30,96	7,7
10	AMBIENTE P2	2	47,32	11,8

9.15 Regolazione automatica

Sistemi idonei al controllo automatico delle apparecchiature utilizzate negli impianti meccanici. Nelle descrizioni tecniche degli allegati, nonché negli schemi e nei disegni di progetto, è illustrato il principio di funzionamento dei sistemi di regolazione automatica previsti per gli impianti in oggetto. La Ditta installatrice, nel rispetto di quanto richiesto, dovrà sviluppare un proprio progetto costruttivo dei sistemi di regolazione e dei quadri elettrici di controllo, in relazione alle caratteristiche delle apparecchiature fornite: potenza assorbita, ingombro, ecc.

In ogni caso, la sezione dei cavi elettrici impiegati non dovrà essere inferiore a 1,5 mm².

Tutte le apparecchiature fornite dovranno essere di un'unica casa costruttrice.

Tutti i regolatori dovranno essere muniti di display digitale sul quale si possa leggere il valore istantaneo della grandezza regolata (es. temperatura o umidità) e lo stato degli attuatori (es. percentuale di apertura delle valvole).

9.15.1 Quadri

Dovranno venire costruiti e installati quadri di controllo dai quali sarà possibile effettuare la taratura degli elementi del sistema; ogni commutatore, indicatore o potenziometro dovrà recare chiaramente l'indicazione delle funzioni svolte.

In generale tutti i regolatori e gli organi di taratura dovranno essere nascosti dietro un portello trasparente con chiusura a chiave, attraverso al quale sia possibile vedere i segnali luminosi e gli indicatori delle apparecchiature, ma non manomettere la taratura dei sistemi di regolazione dopo la messa a punto iniziale.

Qualora le apparecchiature fornite necessitino di tensione di alimentazione a 24 V, il progetto del quadro elettrico dovrà tenere conto di tale esigenza.

9.15.2 Regolatori e logiche di controllo

Tutti i regolatori saranno di tipo elettronico digitale.

I loop chiusi dovranno sempre prevedere il controllo ad azione proporzionale+integrale; l'azione derivativa dovrà potersi inserire, eventualmente, qualora se ne ravvisasse la necessità in fase di taratura.

Per ogni sezione principale di impianto, dovrà essere prevista l'impostazione di un programma temporale giornaliero, settimanale e annuale.

I programmi temporali di avviamento/spengimento delle diverse sezioni di impianto saranno sempre soggetti alla eventuale forzatura di un intervento manuale.

La temperatura esterna, misurata da sonde apposite, sarà una variabile di cui tenere conto in alcuni programmi di avviamento.

Sonde, termostati, pressostati, flussostati, servomotori, ecc. saranno di tipo **elettronico**.

Il sistema dovrà avviare e arrestare i motori di tutte le apparecchiature coinvolte: ventilatori, pompe, macchinari.

Per ogni motore dovranno essere previsti QUATTRO punti di controllo: lettura dello stato (on/off), riporto dello scatto termico, lettura della posizione del selettore manuale/automatico a quadro, uscita di comando.

La logica di avviamento potrà essere affidata a un programma temporale o alla lettura di una variabile (ad esempio, la temperatura esterna).

Nel caso di apparecchiature doppiate o triplate in gruppi che prevedono una riserva (gruppi frigoriferi, generatori di calore, pompe, ecc.), dovrà venire gestita la rotazione periodica automatica delle apparecchiature, a seconda dell'effettivo periodo di servizio. Ad esempio, tutti i gruppi di pompe dovranno essere gestiti secondo una logica di rotazione periodica, con la chiamata automatica della pompa di riserva, qualora risulti un guasto alla pompa di servizio.

9.15.3 Valvole

Il diametro nominale di tutte le valvole automatiche, così come risulta dai disegni di progetto, è da ritenersi indicativo; la Ditta esecutrice dovrà verificare tali valori, alla luce delle caratteristiche del materiale da lei scelto e fornito: K_v , perdita di carico sulle batterie di scambio termico, ecc. È richiesta un'**autorità a** delle valvole, calcolata come da equazione seguente, non inferiore a **0,5**.

$$a = \frac{\Delta p_v}{\Delta p_v + \Delta p_c} \quad \Delta p_v = \text{perdita di carico valvola}; \Delta p_c = \text{perdita di carico circuito regolato.}$$

In deroga a questa specifica, dovranno essere considerate autorità inferiori a 0,5 qualora l'eccessiva velocità del fluido faccia temere l'insorgere di rumorosità o di problemi funzionali della valvola.

Tutte le valvole di regolazione dovranno venire fornite con corpi in ghisa sferoidale con attacchi filettati PN 16 per dimensioni che vanno da 1/2" a 2" e con corpi in ghisa con attacchi flangiati PN 16 per dimensioni che vanno da 2 1/2" in su.

La sede e l'otturatore saranno in ottone o in acciaio, a seconda dell'impiego, con sede sostituibile; lo stelo sarà, in ogni caso, sempre in acciaio inossidabile del tipo AISI 316.

Gli organi interni di tutte le valvole (a 2 o 3 vie) dovranno essere in ottone o in acciaio inossidabile. La caratteristica delle valvole sarà *lineare* o *equipercentuale* in relazione allo schema di regolazione adottato.

Quando richiesto, o in funzione del fluido adottato nell'impianto, potranno montarsi sul corpo valvola, o sugli organi interni, accessori quali: alette di raffreddamento, guarnizioni in glicerina, ecc.

Le valvole per le quali sia previsto l'impiego a temperatura negativa dovranno prevedere, se necessario, il riscaldamento dello stelo.

9.15.4 Valvole a farfalla

Valvole a farfalla tipo WAFER, tenuta perfetta, corpo e lente in ghisa, albero in acciaio inox, membrana di tenuta in EPDM, da inserire tra flange UNI PN 16.

9.15.5 Sonde e interruttori automatici a sensore

La posizione prescelta dalla Ditta installatrice per l'installazione di tutte le sonde dovrà essere approvata dalla D.L. prima della posa in opera delle sonde stesse.

Sonde di temperatura

Il controllo della temperatura dell'aria e dell'acqua negli impianti avverrà mediante sonde di temperatura aventi le sottoindicate caratteristiche:

- le sonde devono essere del tipo **attivo** (alimentazione dal regolatore) e generare un segnale, variabile da 0 a 10 V cc, che sia direttamente proporzionale alla variazione della temperatura;
- l'elemento sensibile sarà PTC;
- il campo di misura deve essere lineare;
- il sensore sarà dotato di custodia in materiale plastico (IP 54 per canale/tubazione, IP 30 per ambiente).

Sonde di umidità

Il controllo dell'umidità dell'aria in impianti di ventilazione e condizionamento avverrà mediante sonde di umidità aventi le sottoindicate caratteristiche:

- le sonde devono essere del tipo attivo (alimentazione 15 V cc dal regolatore) e generare un segnale, variabile da 0 a 10 V cc, che sia direttamente proporzionale all'umidità relativa, in un campo 10÷90%;
- l'elemento sensibile sarà capacitivo a lamine dorate;
- il sensore sarà dotato di custodia in materiale plastico (IP 54 per canale/tubazione, IP 30 per ambiente).

Sonde di pressione e pressione differenziale

La rilevazione della pressione, o della pressione differenziale, in canali d'aria o in tubazioni dovrà essere effettuata mediante l'impiego di sonde di pressione e pressione differenziale aventi le seguenti caratteristiche:

- le sonde devono essere del tipo **attivo** (alimentazione dal regolatore) e generare un segnale, variabile da 0 a 10 V cc, che sia direttamente proporzionale alla pressione;
- l'elemento sensibile sarà a diaframma in gomma con camera/e in acciaio;
- il campo di funzionamento dovrà essere adeguato alle escursioni della variabile controllata;
- il sensore sarà dotato di custodia in alluminio o in materiale plastico (IP 54 per canale/tubazione, IP 30 per ambiente), secondo necessità di impiego.

Termostati

Il controllo della temperatura in condotte d'aria o tubazioni d'acqua del tipo ON/OFF, sarà effettuato tramite termostati aventi le seguenti caratteristiche:

- l'elemento sensibile sarà a bulbo (per termostati a capillare), a carica liquida o con polmone a tensione di vapore (per termostati ambiente), a bulbo rigido (per termostati ad inserzione diretta);
- il campo di funzionamento dovrà essere adeguato alle escursioni della variabile controllata;
- il differenziale potrà essere fisso o regolabile fra gli stadi, a seconda delle necessità di impiego;
- il riarmo sarà manuale o automatico in funzione dell'utilizzo;
- il sensore sarà dotato di custodia con grado di protezione IP 30.

Flussostati

Per il controllo del flusso dell'aria o dell'acqua in canali d'aria o tubazioni, si dovranno utilizzare flussostati aventi le caratteristiche sotto riportate:

- paletta in acciaio inox per aria, in bronzo fosforoso o in acciaio inox per acqua (in funzione della temperatura del fluido) per tubazioni da 1" a 8";
- interruttore micro spdt (in deviazione), con portata dei contatti 15 a 220 V ca;
- grado di protezione IP 43 (aria o acqua), IP 66 (acqua).

9.15.6 Modalità di posa in opera

Tutte le apparecchiature dovranno venire montate in ottemperanza alle indicazioni fornite dal costruttore.

9.15.7 Oneri particolari dell'Impresa

Prima dell'inizio dei lavori, la Ditta esecutrice dovrà sottoporre alla D.L., per approvazione, il proprio progetto, producendo gli schemi necessari a illustrare la propria soluzione proposta. Il progetto verrà valutato in sede di direzione dei lavori, fino ad addivenire ad una soluzione concordata.

10. IMPIANTI GEOTERMICI DA STRUTTURE ENERGETICHE:

10.1 Scambiatore a piastre

Scambiatore di calore a piastre ispezionabili a flussi paralleli, piastre corrugate in **AISI 316 spessore 0,5 mm** complete di guarnizioni in elastomero EPDM non incollate, tiranti in acciaio zincato e telaio in acciaio al carbonio verniciato epossidico.

Lo scambiatore dovrà essere conforme ai dati seguenti.

Tabella 20. Caratteristiche tecniche scambiatore a piastre

		Lato Caldo	Lato Freddo
Potenza termica scambiata	kW	300	
Portata	m ³ /h	51,55	51,55
Temperatura ingresso	°C	25	15
Temperatura uscita	°C	20	20
Perdite di carico	kPa	≤ 30	≤ 20
K coefficiente pulito	W/(m ² ·K)	4427	
Superficie di scambio	m ²	14,7	
Sovradimensionamento	%	8,54	
Dati termodinamici	Acqua	Acqua	Acqua
Densità	kg/m ³	996,3	997,2
Calore specifico	kJ/(kg·K)	4,19	4,19
Conducibilità termica	W/(m·K)	0,608	0,604
Direzione flusso		Controcorrente	
Materiale piastre/ spessore		AISI 316 / 0.50 mm	
Materiale guarnizioni		EPDM Clip	EPDM Clip
Materiale connessioni		Acciaio inox	Acciaio INOX
Diametro connessioni		100 mm	100 mm
Tipo connessioni		DN100 flangia DIN	
Normativa		PED, Cat.0	
Pressione di progetto	bar	10	10
Pressione di prova	bar	13	13
Temperatura di progetto	°C	80,0	80,0

Lo scambiatore dovrà essere fornito con coibentazione, costituita da un guscio smontabile rivestito in lamierino di alluminio lucido.

10.1.1 Modalità di posa in opera

Lo scambiatore dovrà venire posizionato su una zona di pavimento perfettamente piana.

11. IMPIANTI IDRICI ANTINCENDIO:

11.1 Gruppo di pompaggio antincendio

Gruppo costituito da:

- N°2 Pompe principali elettriche
- N°1 Pompa pilota Autoadescante Jet
- Quadro elettrico

Completamente assemblato in fabbrica, fornito su skid, con gli accessori di norma e qui riepilogati. La macchina è interamente prodotta e collaudata presso lo stabilimento del produttore, secondo i criteri stabiliti dalla Direttiva Europea 2006/42/CE – Direttiva macchine e a Norme UNI EN 12845 - UNI 10779.

TIPO INSTALLAZIONE: SOTTOBATTENTE

11.1.1 Funzionamento

Il funzionamento dei moduli delle pompe principali (PUMP SET) è completamente indipendente. In caso di caduta della pressione nel circuito, l'elettropompa pilota viene avviata ed arrestata automaticamente mediante un pressostato e mantiene in pressione il circuito antincendio.

In caso di caduta della pressione non compensabile dalla limitata portata della elettropompa pilota, si avvia in modo automatico la pompa principale.

Lo spegnimento della pompa principale è solo manuale, tramite interruttore posto sul relativo quadro di comando – come previsto dalla UNI EN 12845. Solo nel caso di gruppi al servizio esclusivo di impianti ad idranti secondo UNI 10779, è possibile lo spegnimento automatico delle pompe principali, secondo i criteri previsti da UNI 10779 A 1.2. Tale opzione è implementabile senza ulteriori costi a richiesta del cliente.

11.1.2 Gruppo pompa/motore

Di tipo modulare, preassemblato su basamento in profilati metallici, collegamento tramite giunto elastico spaziatore, completo di carter antinfortunistico UNI EN 12845 10.1 - N°: 2023-T-01824

Tutti i componenti principali sono verniciati di Rosso (RAL 3000).

Motore Elettrico: Asincrono TEFC - IE3 - IP55 - 2900 giri/minuto

Alimentazione 400/690 V, 50Hz

11.1.3 Colonna di mandata

DN 200 UNI EN 12845 10.5, con accessori idraulici allargati ad un diametro che consente di mantenere velocità inferiori a quelle previste dalla norma UNI EN 12845 13.2.3.

La colonna è composta dai seguenti componenti:

- N°1 valvola a farfalla di intercettazione di tipo lug con indicatore di posizione, possibilità di blocco e riduttore manuale dove richiesto.
- N°1 valvola di ritegno ispezionabile del tipo a clapet con perdite di carico ridotte
- N°1 Circuito pressostatico doppio composto da (UNI EN 12845 10.7.5.):
 - N°2 pressostati a doppia scala
 - N°1 manometro classe 1.6 Diametro 80 EN 12845:2015 8.5.2 TR/11438:2016 6.1.4
 - N°1 valvola di ritegno

- N°1 rubinetto di scarico
- N°1 circuito diaframmato di ricircolo (a flusso continuo d' acqua) per il raffreddamento delle pompe principali durante il funzionamento a portata nulla e prevenire così il surriscaldamento delle pompe stesse. UNI EN 12845 10.5.

11.1.4 Collettore di mandata

In acciaio elettrosaldato e verniciato, biflangiato, completo degli attacchi alle pompe ed alle utenze, con un diametro che consente di mantenere velocità inferiori a quelle previste dalla norma UNI EN 12845 13.2.3:

- N°1 attacco per sprinkler a protezione del locale di pompaggio.
- Supporti di sostegno per evitare sollecitazioni meccaniche sulle pompe UNI EN 12845 10.1

11.1.5 Kit pompa pilota (Jockey)

Completa di:

- Elettropompa JET autoadescante
 - Motore elettrico asincrono trifase di tipo chiuso auto ventilato esternamente con rotore a gabbia IP 55, 2900 giri/min, . kW 2.2, 3+T 400V±10% 50Hz
 - Corpo e supporto: Ghisa
 - Albero: Acciaio Inox AISI 420
 - Girante: Otone
 - Tenuta meccanica: Grafite/Ceramica
- Circuito di comando composto da:
 - Pressostato a doppia scala
 - Manometro classe 1.6
 - Valvola di ritegno
 - Valvola di intercettazione
- Serbatoio a membrana da 20 l / 16 bar
- Quadro elettrico, avviamento diretto, IP54, conforme alla norma UNI EN 12845. Contatti di interfaccia a controller:
 - Troppo Tempo in moto
 - Numero eccessivo di avviamenti
 - Blocco termico

Idonea al mantenimento della pressione nell'impianto compensando eventuali perdite con portate massime compatibili con UNI EN 12845.

11.1.6 Kit aspirazione (sottobattente)

Componente da installare sul lato aspirante delle pompe principali per rispettare i requisiti della norma: "diametro minimo tubazione 65 mm, velocità massima dell'acqua nelle tubazioni di aspirazione 1,5 m/s alla portata di progetto". UNI EN 10.6.2.1.

Composto da:

- Cono eccentrico con la parte superiore orizzontale ed un angolo di apertura inferiore di 20° UNI EN 10.6.2.1 Il cono è realizzato senza spigoli ed ostruzioni, con sezioni di passaggio che abbattano la turbolenza e minimizzano con ciò le perdite di carico in aspirazione

- Manovuotometro con rubinetto
- Valvola di intercettazione a farfalla, posta sul lato con diametro maggiore (a leva fino DN100, con volantino e rid. man. per DN125 e superiori)

11.1.7 Flussimetro

Flussimetro a lettura rinviata - UNI EN 12845 8.5.2

Misuratore di portata a lettura rinviata, per installazione/orizzontale. Precisione ~ 5% su valore fondo scala. Circuito interno di ricircolo con funzione di auto pulizia

Consente la misura della portata delle pompe principali, durante il collaudo e le verifiche periodiche UNI EN 12845 20.3.2.5 – 20.3.4.2

11.1.8 Quadro Elettrico

Il quadro elettrico effettua il comando e controllo di gruppi di pompaggio con elettropompe conformi alla norma UNI EN 12845.

Gestisce elettropompe sia con avviamento diretto (Pot.< 22 kW) che stella-triangolo (Pot.≥ 22 kW). Tutti i dati principali, legati agli eventi del gruppo di pompaggio antincendio, sono memorizzati all'interno della centralina in ordine cronologico, scaricabili tramite supporto di memoria USB.

Assemblato in cassa di lamiera verniciata con grado di protezione IP54, costruito secondo le norme CEI in vigore e conforme ai requisiti richiesti dalla norma UNI EN 12845.

I cablaggi all'interno del gruppo sono realizzati con cavi tipo FG16 OM16-0,6/1 kV, conformi rispetto alla norma aventi un comportamento alla combustione in conformità alla CEI EN 60332-1-2 e un diametro del conduttore pari ad almeno 2.5 mm² di Cu (UNI EN 12845 – 10.8.2).

11.1.9 Dati prestazionali

I gruppi di pompaggio sono costituiti da una elettropompa e una motopompa, di caratteristiche idrauliche aventi lo stesso punto di lavoro, oltre a una elettropompa jockey.

Tabella 21. Caratteristiche tecniche gruppi pompe antincendio

N.	IMPIANTO	Quantità	Prevalenza (m)	Portata (l/s)
1	IDRANTI	1	60	23,6
2	SPRINKLER	1	74	51,3

11.2 Gruppo di pompaggio water mist

Il sistema di spegnimento water mist sarà alimentato da una speciale pompa elettrica, certificata VdS.

Il gruppo di pompaggio sarà costituito da n°2 package di 3 pompe ad alta pressione ciascuno.

La pressione statica mantenuta nel sistema è di circa 25 bar; essa viene assicurata da una elettropompa jockey dedicata.

11.2.1 Pompa ad alta pressione

Unità di pompaggio modulare composta da 3 moduli e un quadro elettrico.

I moduli e l'armadio di controllo possono essere posizionati liberamente nel locale pompe, in qualsiasi posizione che soddisfi i requisiti dell'area di servizio.

Ognuna delle pompe in alta pressione è del tipo:

Pompa volumetrica a 3 pistoni in ceramica integrale, testata rinforzata in ottone stampato, carter in alluminio pressofuso trattato in cataforesi, sistema di tenuta con doppia guarnizione, albero in acciaio temprato, cuscinetti sovradimensionati a rulli/sfere. Presa di forza con albero cilindrico maschio Ø30 mm, una portata tra 99,2 e 143 l/m, una pressione massima di 130 bar.

Nell'unità pompa è sempre presente un modulo primario denominato modulo principale, dotato di sensori e valvole manuali.

La pompa ha diversi metodi di attivazione. Il gruppo pompa si attiva automaticamente, o viene attivato manualmente, sia localmente che tramite un segnale di avvio remoto. Il controller della pompa nel quadro elettrico aziona l'unità pompa con tecnologia PLC. Il sistema è progettato per avviare i moduli motore-pompa in sequenza all'attivazione, non creando così picchi di corrente elettrica troppo elevati, come avverrebbe se fossero avviati contemporaneamente.

Quando l'unità di pompaggio è in stato di standby, il pompaggio automatico di standby mantiene la pressione nella rete di distribuzione dell'acqua del sistema antincendio entro un intervallo appositamente impostato per adattarsi al sistema.

11.2.2 Dati prestazionali

Tabella 22. Caratteristiche tecniche pompa water mist

N.	Portata (l/s)	Prevalenza(m)
1	10,1	1.300

11.3 Cavo scaldante autoregolante

11.3.1 Cavo

Cavo scaldante autoregolante per mantenimento antigelo tubazioni acqua. Marchiato CE; prodotto in accordo ad ISO 9000; certificato IMQ, VDE, BS, BASEEFA, UL, FM, CSA, SAE, SEIT, NEMKI, PPL e CSTB.

Assorbimento: 10 W/m a +5°C.

Costituito da due conduttori in rame stagnato sez. 1,2 mm² con interposto nucleo semiconduttivo; due guaine in poliolefina reticolata con legame chimico-fisico permanente con interposta calza in rame stagnato per protezione meccanica e messa a terra.

- Tensione di alimentazione: 230V a.c.
- Temperatura massima d'esposizione: 65°C
- Raggio minimo di piegatura: 10 mm
- Lunghezza max circuito: 150 m
- Peso: 0,13 kg/m
- Resistenza d'isolamento: $\geq 20 \text{ M}\Omega$
- Resistenza della calza in rame stagnato: $\leq 0,010 \Omega$ al metro massimo

Il cavo dovrà essere protetto con interruttore magnetotermico con caratteristica curva C e differenziale da 30 mA e max 16A.

La connessione all'alimentazione e/o eventuali derivazioni devono essere eseguite con giunti rapidi, "sistema a freddo" IP68. Questi devono essere sigillabili (IP68) solo se le connessioni elettriche sono state eseguite a regola d'arte.

Il lato non alimentato dovrà essere sigillato con un terminale contenente uno speciale gel. Sia le connessioni che la terminazione devono essere certificate VDE ed IMQ.

11.3.2 Termostato

Termostato per esterni IP65 come da EN 60529 con campo di regolazione da -5°C a 15°C. Con bulbo a contatto tubazione o ambiente.

Portata max: 16A max 250Vac ; Tensione : 230Vac (max 250Vac) con consumo \leq 1,8 VA

Controllo visivo : tre led : verde (cavo scaldante in funzione); rosso (rottura del sensore) ; rosso (corto circuito del sensore)

Certificazione : CE

Sezione max cavi d'alimentazione elettrica : 2,5 mm²

Differenza di temperatura di commutazione : da 0,6 fino a 1K

Precisione : \pm 1 K a 5°C punto di taratura

Tipo di contatto: normalmente aperto

Involucro : selezione temperature all'interno ; temperatura d'esposizione : da -20°C a 50°C ; in ABS

Ingressi : 1 x M20 per cavo alimentazione ; 1 x M25 per cavo scaldante ; 1 x M16 per sensore

Sonda : PTC KTY 83-110 ; lunghezza cavo : 3 m ; \varnothing cavo sonda : 5,5 mm ; \varnothing sonda 6,5 mm; temp. d'esposizione : 160°C.

11.3.3 Modalità di messa in opera

Dovranno essere rispettate rigorosamente le indicazioni del fabbricante.

12. IMPIANTI IDRICO SANITARI, ADDUZIONE ACQUE E SCARICO:

12.1 Dati di base

Il dimensionamento delle reti di adduzione e scarico è stato effettuato sulla base di un'ipotesi numerica dell'organico del personale presente e dei fabbisogni dell'impianto di lavaggio materiale rotabile.

In fase di progettazione esecutiva, dovrà venire rivisto il conto in base ai dati aggiornati, definendo le richieste da comunicare all'ente erogatore del servizio cittadino (SMAT).

12.2 Tubazioni in materiale termoplastico

Tubazioni in materiale plastico, con maggiore e minore memoria termica.

Queste tubazioni possono venire impiegate per la esecuzione delle reti di scarico e di ventilazione, o, in casi particolari, per le reti di adduzione dell'acqua o del gas metano, e dovranno corrispondere alle seguenti normative:

- ISO 2507, ISO 3506, UNI 7441, UNI 7447, ISO TC 138 SC1 doc. 94:
- Tubi di policloruro di vinile (PVC): tipi, dimensioni, caratteristiche, tolleranze;
- UNI 6462-69:
- Tubi di polietilene: tipi, dimensioni, caratteristiche;
- UNI 6463-69:
- Tubi di polietilene: metodi di prova;
- UNI 7055-72:
- Tubi termoplastici di polipropilene ("MOPLEN"): Sistemi di classificazione.

I tubi di **polietilene** devono presentare le seguenti caratteristiche:

massa volumica (ρ):	$\geq 0,94 \text{ kg/dm}^3$
resistenza a trazione minima:	150 kg/cm^2
allungamento a rottura minimo:	600%
temperatura di rammollimento:	$124 \text{ }^\circ\text{C}$

I tubi di **polipropilene** devono presentare le seguenti caratteristiche:

massa volumica (ρ):	$0,92 \text{ kg/dm}^3$
temperatura di fusione minima:	$170 \text{ }^\circ\text{C}$
temperatura di impiego:	$90 \text{ }^\circ\text{C}$

I tubi di **PVC** devono presentare le seguenti caratteristiche:

massa volumica (ρ):	$\geq 1,4 \text{ kg/dm}^3$
modulo di elasticità:	320 kg/cm^2
temperatura di rammollimento:	$> 80 \text{ }^\circ\text{C}$

Per le reti fognarie interne ai fabbricati, per le colonne e i collettori di fognatura bianca e nera, si impiegheranno tubazioni in polietilene alta densità (GEBERIT o equivalente).

E' vietato l'impiego di tubazioni in materiale plastico diverso dal polietilene reticolare per l'adduzione di acqua calda al di sopra della temperatura di 50°C.

12.2.1 Modalità di posa in opera

Ogni operazione (trasporto, carico e scarico, accatastamento, ecc.) dovrà essere effettuata in modo da non provocare deterioramento o deformazione dei tubi, particolarmente per urti, eccessive inflessioni, ecc. e ciò specialmente alle basse temperature.

L'accatastamento dovrà essere effettuato in luogo riparato dai raggi solari e per altezza non superiore a 1,5 m.

Nel caso di tubazioni interrato, la posa e la prima parte del reinterro verranno eseguiti con l'impiego di materiale arido a granulometria minuta (possibilmente sabbia), per uno spessore di copertura non inferiore a 20 cm, costipato, curando opportunamente la protezione delle tubazioni nei riguardi dei carichi di superficie o di eventuali danneggiamenti accidentali. Lo scavo dovrà lasciare un franco laterale di 25 cm tra il tubo e le pareti dello scavo stesso.

Dovranno in particolare essere rispettate le prescrizioni riportate nella Pubblicazione n°3 dell'*Istituto Italiano dei Plastici (I.I.P.)*.

Nel caso di tubazioni esterne, il sostegno avverrà, per quelle verticali, a mezzo di collari serranti posizionati immediatamente sotto i bicchieri di collari guida posizionati lungo il resto del tubo; per quelli orizzontali, a mezzo di staffe a larga base (almeno 50 mm), interposte ogni 60-75 cm.

Dovrà comunque evitarsi che le tubazioni siano sistemate in prossimità di sorgenti di calore, o di altre tubazioni calde, specie se non coibentate.

Nel caso in cui le tubazioni siano inserite in un mobile (pareti perimetrali o servizi igienici), i supporti debbono essere progettati in modo da coordinare i fissaggi e le finiture di detti mobili.

In corrispondenza di ogni eventuale attraversamento di una superficie di compartimentazione, dovrà venire installato un manicotto REI.

12.3 Trattamento chimico dell'acqua

Di seguito i sistemi atti al trattamento chimico e/o batteriologico dell'acqua, in circuiti aperti o chiusi, con diverse finalità.

12.3.1 Prodotti chimici

Vengono qui riportate le caratteristiche dei prodotti e trattamenti da prevedere, individuando, nei diversi casi, le finalità dei trattamenti stessi ed i requisiti ai quali i prodotti dovranno rispondere.

Trattamento antincrostante

Si utilizzerà un prodotto stabilizzante, a base di sali minerali naturali, avente **caratteristiche alimentari**.

Può essere previsto, sia ad uso industriale che civile, per proteggere dalle incrostazioni calcaree e dalle corrosioni gli impianti e le apparecchiature per la distribuzione dell'acqua potabile calda e fredda, nonché i circuiti di raffreddamento con acqua a perdere. Il prodotto dovrà esplicare anche un'azione di progressivo risanamento degli impianti, eliminando residui di incrostazioni calcaree e corrosioni già esistenti.

L'uso del prodotto dovrà consentire il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- protezione dalle incrostazioni mediante la stabilizzazione dei sali di durezza;
- risanamento degli impianti dalle incrostazioni calcaree già esistenti;
- protezione dai depositi mediante la stabilizzazione degli ossidi e dei metalli pesanti;
- protezione anticorrosiva con scomparsa del fenomeno dell'acqua rossa.

Caso tipico è il trattamento dell'acqua di alimento degli impianti di produzione di acqua calda sanitaria.

Il dosaggio, variabile a seconda delle caratteristiche dell'acqua da trattare, sarà normalmente compreso tra 3 e 7 ppm.

Trattamento acqua in circuiti tecnologici chiusi

Si prevede l'impiego di un prodotto liquido, composto da una miscela di inibitori di corrosione filmanti e da agenti antincrostanti atti a mantenere puliti ed esenti da incrostazioni e corrosioni, migliorando lo scambio termico, i circuiti chiusi, anche non sigillati.

Il prodotto deve essere utilizzabile anche negli impianti che presentano dei componenti in alluminio, ottone o leghe leggere.

Il dosaggio, variabile a seconda delle caratteristiche dell'acqua da trattare, sarà normalmente da prevedere intorno a un valore indicativo di 3 kg per ogni m³ di acqua contenuto nell'impianto.

Trattamento antilegionella

Si prevede l'impiego di un prodotto biocida specificatamente formulato per la sanificazione di circuiti di distribuzione acqua fredda e calda sanitari contaminati fenomeni di proliferazione batterica es. Legionella pneumophilla, nonché per la sanificazione di superfici e contenitori in contatto con acqua destinata al consumo umano.

Si tratta di una soluzione stabilizzata a base di perossido di idrogeno e argento, che opera sfruttando l'attività disinfettante di ciascuno dei due principi attivi e l'azione sinergica che tra di essi si sviluppa. Il prodotto deve essere in grado di esplicare un'azione biocida ad ampio spettro nei confronti di microrganismi, virus, alghe, lieviti, muffe. L'azione combinata del perossido di idrogeno e

dell'argento lo rende particolarmente attivo nella demolizione del biofilm presente all'interno degli impianti.

Il prodotto non deve contenere cloro, in modo da non impartire odore all'acqua, e non generare sottoprodotti pericolosi per la salute umana; il perossido di idrogeno si trasforma in acqua e ossigeno. Il prodotto deve essere attivo anche in temperatura, così da potere essere utilizzato all'interno di circuiti alimentati da acqua fredda e calda sanitaria.

12.3.2 Apparecchiature

Stazione di dosaggio prodotti chimici

Sistema automatico di introduzione di prodotti condizionanti nelle tubazioni, proporzionalmente alla portata.

Sarà costituito da:

- pompa dosatrice ad iniezione frazionata, equipaggiata con valvola di sfiato sulla testata, valvole di dosaggio, linee di aspirazione e mandata, iniettore e filtro sull'aspirazione;
- serbatoio in polietilene a.d., stabilizzato contro gli UV, completo di coperchio;
- interruttore di livello a due stadi;
- contatore emettitore di impulsi per comando pompa dosatrice;
- centralina di comando.

La pompa dovrà essere realizzata con materiali idonei, resistenti alla corrosione da parte degli agenti chimici utilizzati.

La portata dovrà potere essere modificata manualmente, tramite l'elettronica di comando, che dovrà essere in grado di essere azionata:

- in modalità on/off;
- su segnale in corrente o in tensione;
- temporizzato su logica intera;
- a distanza (telecomando).

12.3.3 Modalità di posa in opera

Le apparecchiature dovranno essere poste in opera secondo gli schemi di progetto e le indicazioni del fornitore delle apparecchiature stesse.

Il dosaggio dei prodotti dovrà essere determinato in base all'analisi chimica dell'acqua.

Dovranno essere previsti, nei circuiti, punti di presa campioni, con valvola manuale, a valle delle stazioni di trattamento.

Laddove non siano previste stazioni di trattamento automatico, con pompe dosatrici, dovrà sempre essere predisposta una valvola con tappo cieco per l'introduzione di condizionanti mediante pompa manuale.

12.3.4 Oneri particolari dell'Impresa

È compreso tra gli oneri dell'impresa la scelta del tipo di prodotto chimico da utilizzare, da sottoporre per approvazione alla Direzione lavori, il calcolo delle quantità di prodotto necessarie, l'analisi chimica e la verifica dei risultati ottenuti con il trattamento.

12.4 Pompe di rilancio acque nere

12.4.1 Riferimenti normativi

- UNI EN ISO 9906: Pompe rotodinamiche - Prove di prestazioni idrauliche e criteri di accettazione -Livelli 1, 2 e 3 (ex Metodi di prova e condizioni di accettazione pompe secondo norma UNI-ISO 2548-C)
- Norme CEI per componenti elettrici.

12.4.2 Caratteristiche tecniche

Pompa trituratrice, anello di usura facilmente sostituibile montato sulla bocca di aspirazione. Costruzione in ghisa con trattamento delle superfici che sono a contatto con il liquido da pompare con primer alchidico e finitura esterna con vernice al clorocaucciù.

Le pompe saranno provviste di valvola di flussaggio, per evitare l'accumulo di solidi sospesi o detriti del fluido vasca.

Girante bilanciata dinamicamente mono o bicanale, in funzione delle prestazioni richieste.

Motore asincrono a gabbia di scoiattolo con avvolgimento a 2, 4, o 6 poli, fattore di servizio S1; avvolgimento dello statore secondo la classe di isolamento F; massimo numero di avviamenti/ora 15, con protezione termica incorporata nell'avvolgimento dello statore.

Alloggio statore dotato di alette di raffreddamento. La pompa viene raffreddata dall'aria o dal liquido circostante.

Albero comune per pompa e motore, con tenute meccaniche di costruzione compatta; l'albero forma un'unica unità con il rotore bilanciato dinamicamente. Due tenute meccaniche operano indipendentemente una dall'altra e assicurano il perfetto isolamento tra il motore e la parte idraulica. Alle due estremità l'albero è supportato da due robusti cuscinetti a sfera preingrassati.

Serbatoio olio morsettiera a tenuta stagna; entrata cavo a tenuta, con sistema di sicurezza che annulla i carichi eccessivi di trazione del cavo.

Dotazione di cavo elettrico sommergibile di lunghezza e sezione adeguata.

Apparecchiature elettriche rispondenti alle norme CEI 70-1 (IEC 529) con grado IP 68 ed alle norme CEI 2-16 (IEC 34-5) con grado di protezione IP 58.

Ogni pompa è dotata di speciale piede di accoppiamento installato sul fondo vasca e di sistema scorrevole con guide e catena per il sollevamento.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento al riepilogo sottostante e agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Tabella 23. Caratteristiche tecniche pompa acque nere

N.	Quantità	Prevalenza (m)	Portata (l/s)
1	2	20*	1,94

Nota*: prevalenza da confermare in relazione al punto di recapito in fognatura finale selezionato.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

13. IMPIANTI DI AGGOTTAMENTO IN PRESSIONE E DRENAGGIO ACQUE A GRAVITÀ

13.1 Descrizione architettura del sistema

INTRODUZIONE

L'impianto di aggotamento delle acque di Deposito sarà costituito da tre vasche di accumulo posizionate al livello -2. Le vasche saranno corredate di pompe di rilancio che indirizzeranno lo scarico verso la camera sifonata (inclusa nel presente appalto) e relativa connessione alla rete fognaria cittadina mediante interposizione delle tubazioni di risalita corredate di valvole di non ritorno e sezionamento.

Le pompe avranno la caratteristica di resistenza corrispondente alla tipologia delle acque collezionate ed ai residui in esse contenute; pertanto, avranno la caratteristica di trituratrice (per i punti bassi della vasca) e di rilancio con idonei sistemi di flussaggio della girante.

L'impianto risponderà anche al contesto emergenziale, ossia all'attivazione dell'impianto antincendio di Deposito quando le acque risultanti in vasca dovranno essere poi smaltite dall'impianto di aggotamento. Il dimensionamento risponde, in prima istanza, al caso relativo al funzionamento normale, consentendo un numero di attivazioni consono alla tipologia di pompe (sarà in ogni caso operata una rotazione delle unità attivate per mezzo di un PLC dedicato), senza compromettere l'azione delle squadre di intervento in Deposito in caso di incendio.

All'interno delle vasche di aggotamento è dunque presente un sistema di sollevamento delle portate drenate. Tale sistema sarà composto da un numero opportuno di elettropompe in grado di sollevare le portate raccolte fino al recettore finale individuato.

Sulla base dei dati relativi agli accumuli idrici derivati dalle precipitazioni e dall'attivazione del sistema antincendio (per il cui calcolo si rimanda alla relazione idraulica generale) si prevede l'utilizzo di:

- n° 2 pompe (P1 e P2) per il rilancio della portata di aggotamento con portata pari a 50 m³/h;
- n° 1 pompa di rilancio (P3) con funzione trituratrice e capacità di eliminazione delle parti solide che potrebbero accumularsi nella parte più bassa della vasca, con portata pari a 20 m³/h

L'obiettivo è quello di:

- Rilanciare le acque di lavaggio del materiale rotabile, livello -2;
- Rilanciare le acque di piattaforma relative al livello -2;

- Rilanciare le acque meteoriche provenienti dai livelli superiori e dalle griglie di ventilazione del pozzo Rebaudengo;
- Rilanciare gli accumuli idrici relativi all'attivazione dell'impianto antincendio

Le pompe saranno corredate di un quadro elettrico di comando e controllo che ne regolerà il funzionamento.

Le pompe si attiveranno in maniera sequenziale a seconda del livello dell'acqua in vasca misurato mediante sonde di livello e interruttori a galleggiante.

La prima pompa ad attivarsi sarà sempre la pompa trituratrice così da ridurre il rischio di immettere nelle tubazioni di risalita corpi solidi.

13.2 Pompe di rilancio portata di aggotamento

13.2.1 Riferimenti normativi

- UNI EN ISO 9906: Pompe rotodinamiche - Prove di prestazioni idrauliche e criteri di accettazione -Livelli 1, 2 e 3 (ex Metodi di prova e condizioni di accettazione pompe secondo norma UNI-ISO 2548-C)
- Norme CEI per componenti elettrici.

13.2.2 Caratteristiche tecniche

Corpo pompa con passaggio libero uniforme per evitare intasamenti, anello di usura facilmente sostituibile montato sulla bocca di aspirazione. Costruzione in ghisa con trattamento delle superfici che sono a contatto con il liquido da pompare con primer alchidico e finitura esterna con vernice al clorocaucciù.

Le pompe saranno provviste di valvola di flussaggio, per evitare l'accumulo di solidi sospesi o detriti del fluido vasca.

Girante bilanciata dinamicamente mono o bicanale, in funzione delle prestazioni richieste.

Motore asincrono a gabbia di scoiattolo con avvolgimento a 2, 4, o 6 poli, fattore di servizio S1; avvolgimento dello statore secondo la classe di isolamento F; massimo numero di avviamenti/ora 15, con protezione termica incorporata nell'avvolgimento dello statore.

Alloggio statore dotato di alette di raffreddamento. La pompa viene raffreddata dall'aria o dal liquido circostante.

Albero comune per pompa e motore, con tenute meccaniche di costruzione compatta; l'albero forma una unica unità con il rotore bilanciato dinamicamente. Due tenute meccaniche operano indipendentemente una dall'altra e assicurano il perfetto isolamento tra il motore e la parte idraulica. Alle due estremità l'albero è supportato da due robusti cuscinetti a sfera preingrassati.

Serbatoio olio morsettiera a tenuta stagna; entrata cavo a tenuta, con sistema di sicurezza che annulla i carichi eccessivi di trazione del cavo.

Dotazione di cavo elettrico sommergibile di lunghezza e sezione adeguata.

Apparecchiature elettriche rispondenti alle norme CEI 70-1 (IEC 529) con grado IP 68 ed alle norme CEI 2-16 (IEC 34-5) con grado di protezione IP 58.

Ogni pompa è dotata di speciale piede di accoppiamento installato sul fondo vasca e di sistema scorrevole con guide e catena per il sollevamento.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali fare riferimento al riepilogo sottostante e agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

Tabella 24. Caratteristiche tecniche pompe di aggettamento

N.	Vasca nr.	Quantità	Prevalenza (m)	Portata (l/s)
1	1	2	20*	14,0
2	2	2	20*	14,0
3	3	2	20*	14,0

Nota*: prevalenza da confermare in relazione al punto di recapito in fognatura finale selezionato.

13.3 Pompe con funzione trituratrice

13.3.1 Riferimenti normativi

- UNI EN ISO 9906: Pompe rotodinamiche - Prove di prestazioni idrauliche e criteri di accettazione -Livelli 1, 2 e 3 (ex Metodi di prova e condizioni di accettazione pompe secondo norma UNI-ISO 2548-C)
- Norme CEI per componenti elettrici.

13.3.2 Caratteristiche tecniche

Pompa trituratrice, anello di usura facilmente sostituibile montato sulla bocca di aspirazione. Costruzione in ghisa con trattamento delle superfici che sono a contatto con il liquido da pompare con primer alchidico e finitura esterna con vernice al clorocaucciù.

Le pompe saranno provviste di valvola di flussaggio, per evitare l'accumulo di solidi sospesi o detriti del fluido vasca.

Girante bilanciata dinamicamente mono o bicanale, in funzione delle prestazioni richieste.

Motore asincrono a gabbia di scoiattolo con avvolgimento a 2, 4, o 6 poli, fattore di servizio S1; avvolgimento dello statore secondo la classe di isolamento F; massimo numero di avviamenti/ora 15, con protezione termica incorporata nell'avvolgimento dello statore.

Alloggio statore dotato di alette di raffreddamento. La pompa viene raffreddata dall'aria o dal liquido circostante.

Albero comune per pompa e motore, con tenute meccaniche di costruzione compatta; l'albero forma un'unica unità con il rotore bilanciato dinamicamente. Due tenute meccaniche operano indipendentemente una dall'altra e assicurano il perfetto isolamento tra il motore e la parte idraulica. Alle due estremità l'albero è supportato da due robusti cuscinetti a sfera preingrassati.

Serbatoio olio morsettiera a tenuta stagna; entrata cavo a tenuta, con sistema di sicurezza che annulla i carichi eccessivi di trazione del cavo.

Dotazione di cavo elettrico sommergibile di lunghezza e sezione adeguata.

Apparecchiature elettriche rispondenti alle norme CEI 70-1 (IEC 529) con grado IP 68 ed alle norme CEI 2-16 (IEC 34-5) con grado di protezione IP 58.

Ogni pompa è dotata di speciale piede di accoppiamento installato sul fondo vasca e di sistema scorrevole con guide e catena per il sollevamento.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento al riepilogo sottostante e agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

Tabella 25. Caratteristiche tecniche pompe di aggotamento trituratrici

N.	Vasca nr.	Quantità	Prevalenza (m)	Portata (l/s)
1	1	1	20*	5,5
2	2	1	20*	5,5
3	3	1	20*	5,5

Nota*: prevalenza da confermare in relazione al punto di recapito in fognatura finale selezionato.

13.4 Tubazioni in acciaio zincato e tubazioni in materiale plastico

Per le caratteristiche fare riferimento al paragrafo dedicato al capitolo 12

13.5 Valvole

Per le caratteristiche fare riferimento al paragrafo dedicato al capitolo 9

13.6 Regolatori di livello

- CEI EN 61058-1: Interruttori per apparecchi Parte 1 Prescrizioni generali

13.6.1 Caratteristiche tecniche

Tipo a sonda con sensore piezoresistivo con caratteristiche di resistenza idonee ai liquidi utilizzati con peso specifico compreso tra 0,65-1,5 kg/dm³ (a seconda delle applicazioni) e temperature 0-60°C. Cavo in PVC di lunghezza minima compresa tra 10-20 m (a seconda della tipologia di pompa: aggettamento accessi, vasca principale), grado di protezione IP 68.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari, tutte le prestazioni e somministrazioni necessarie per dare i materiali in opera completi e montati a regola d'arte.

Sono comprese nella fornitura tutte le attrezzature per il calaggio e sollevamento delle pompe costituito da sistema di sospensione a catena e posizionamento.

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'Appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- certificato di prova;
- manuali di montaggio, esercizio e manutenzione;
- disegni di insieme e di dettaglio delle installazioni;

14. IMPIANTI MECCANICI INDUSTRIALI

14.1 COMPRESSORI D'ARIA

È previsto l'impiego di compressori rotativi a camme **oil-free** full-feature con azionamento a velocità variabile. Le macchine integreranno anche essiccatori d'aria.

14.1.1 Funzionamento

L'aria viene aspirata nel compressore attraverso il filtro di aspirazione in cui l'aria viene pulita. Successivamente, l'aria passa attraverso una valvola a farfalla dotata di una valvola di scarico integrata, che gestisce la regolazione del carico/vuoto. L'aria passa quindi allo stadio di compressione.

Nel primo stadio di compressione, la pressione dell'aria viene aumentata fino al valore della pressione intermedia, dopodiché l'aria viene raffreddata nell'intercooler. Dall'intercooler, l'aria passa attraverso un sistema di separazione dell'umidità prima di entrare nello stadio di alta pressione.

Nello stadio di alta pressione, la pressione viene portata al valore della pressione finale. All'uscita da questa fase di alta pressione, l'aria passa tramite lo smorzatore di pulsazioni dotato di valvola di non ritorno integrata e va verso il refrigeratore finale, dove viene raffreddata e dove l'umidità viene separata ed eliminata. L'aria compressa esce quindi dal compressore tramite la flangia del raccordo di scarico.

L'aria compressa umida raffreddata viene ora miscelata con il 40% dell'aria di rigenerazione raffreddata ed entra nell'essiccatore. L'aria compressa secca con punto di rugiada garantito è ora pronta per l'uso nell'applicazione.

La pompa dell'olio aspira l'olio dalla coppa e lo pompa attraverso il radiatore dell'olio e il filtro ad alta efficienza, per fornire olio freddo e pulito ai cuscinetti, agli ingranaggi e alle camicie dell'elemento compressore. Durante l'intero processo, l'olio non entra in contatto con l'aria, garantendo così aria completamente oil-free.

14.1.2 Compressori

I compressori saranno del tipo **a vite** oil-free, caratterizzati da camere di compressione completamente prive di olio.

14.1.3 Circuito dell'aria

- Silenziatore della presa d'aria
- Filtro di aspirazione aria
- Valvola di aspirazione a farfalla con valvola e silenziatore di scarico integrati
- Elemento a bassa pressione ed elemento ad alta pressione
- Intercooler e refrigeratore finale
- Separatori d'acqua con separatore di umidità
- Scarichi elettronici
- Valvole di sicurezza per alta pressione
- Smorzatore di pulsazioni
- Valvola di non ritorno
- Flange di collegamento DIN, ANSI e JIS
- Versione Full-Feature (FF) - Essiccatore MD integrato o ID, comprensivo di motore, scatola ingranaggi, rotore di essiccazione, refrigeratore dell'aria di rigenerazione raffreddato ad acqua e separatore d'acqua con scarico elettronico

14.1.4 Sistema di azionamento e circuito olio

- Motore di azionamento principale a velocità variabile efficiente
- Giunto flessibile in gomma
- Pompa dell'olio volumetrica integrata
- Vetro spia di livello dell'olio
- Filtro dell'olio ad alta efficienza
- Radiatore dell'olio
- Valvola di regolazione della pressione dell'olio
- Scatola ingranaggi con ingranaggi scalati di precisione e sfiato dei fumi d'olio

14.1.5 Controllo e monitoraggio

- Pannello di controllo e armadio elettrico di alta qualità con classificazione SCCR
- Convertitore di frequenza integrato NEOS (eccezioni per alcuni modelli con azionamento Sinamics Siemens)
- Controller a microprocessore Touch
- Sensori di pressione e temperatura
- Comando a solenoide della valvola a farfalla
- Connettività SMARTlink

14.1.6 Dati prestazionali

Portata nominale FAD: 5,8 m³/min

Potenza elettrica motore: 37 kW

15. SOSTEGNI E SUPPORTI

15.1 IMPIANTI TERMICI E IDRAULICI

15.1.1 Riferimenti normativi

Studio sollecitazioni sismiche in riferimento a:

- Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 17/01/18 - par. 7.2.3 e par. 7.2.4
- Circolare Applicativa delle nuove tecniche per le costruzioni approvate con il D.M. 17/01/18 - par. C7.2.3 e par. C7.3.3.2.

15.1.2 Documentazione

- Relazione tecnica con dettagli inerenti il dimensionamento statico e sismico dei supporti per impianti eseguita con software certificato, approvata da tecnico abilitato.
- Schema di montaggio relativo al caso specifico e dettaglio costruttivo del supporto statico e sismico
- Relazione tecnica con dettagli inerenti al dimensionamento di ancoraggi meccanici e/o chimici eseguiti con software certificato, approvata da tecnico abilitato. La relazione dovrà contenere dettagli inerenti alle verifiche di trazione, di taglio e dell'azione combinata di taglio e trazione, e uno schema quotato relativo al caso specifico

15.2 Caratteristiche costruttive

- Lo staffaggio sarà costituito da sistemi modulari per applicazioni medio-pesanti.
- I binari utilizzati dovranno essere in acciaio S250 GD secondo UNI EN 10326 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori), con sezione a C nervata con bordi seghettati per favorire l'ingranamento con i bulloni di montaggio e protetti attraverso zincatura sendzimir di spessore minimo 20 micron.
- Tutti gli elementi di collegamento necessari dovranno essere in acciaio S235 JR secondo la UNI EN 10025 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori), realizzati con lamiera di spessore 4 mm con zincatura sendzimir di spessore 13 micron.
- Il fissaggio di accessori (angolari, basi binario, ecc.), su binari per sistemi di installazione, dovrà avvenire mediante bullone di collegamento universale zincato, con vite M10 in acciaio classe 8.8 e testa a martello già assemblate e con zigrinatura interna per consentire l'ingranamento sulla piegatura dei profili a C e per garantire resistenza a trazione e al taglio.
- La tubazione dovrà essere supportata da idonei collari in acciaio zincato S235 JR secondo UNI EN 10025 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori) o in acciaio zincato DD11 secondo UNI EN 10111 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori), che saranno vincolati ai binari tramite dadi a martello zincati e filettati internamente, idonei all'inserimento di barre filettate su profili per sistemi di installazione.

- La controventatura sismica trasversale e longitudinale sarà realizzata mediante:
- Angolare sismico in acciaio S275JR secondo UNI EN 10025-2 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori), realizzati con lamiera di spessore pari a minimo 4 mm con, con alette laterali con foro circolare diametro per consentire il fissaggio delle cerniere sismiche per controventature realizzate con binari o barre filettate. L'angolare è asolato con fori "a farfalla" per consentire l'aggancio a profili a C con bulloni di collegamento universali per sistemi di installazione; è fornito di una piegatura laterale ed un dente di innesto frontale che consentono di migliorare la tenuta del collegamento con il binario di montaggio a C. L'angolare si completa con una staffa di rinforzo ad U che consente di avvolgere il binario di montaggio longitudinale sottostante e viene fissato all'angolare attraverso doppio collegamento bullonato.
- Cerniera sismica preassemblata in acciaio S275 JR secondo la UNI EN 10025 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori). Costituita da due parti: la parte superiore, di spessore 4 mm, presenta uno o due fori asolati 35x19 mm "a farfalla" per consentire l'aggancio a profili a C con bulloni di collegamento universali; la parte inferiore, di spessore 6mm, presenta un foro circolare (diametro 11,5mm o 13,6mm) ed è collegata alla parte superiore attraverso collegamento bullonato.

15.3 Sistema di fissaggio

- Il sistema è costituito da:
- ancorante meccanico a vite per il fissaggio di elementi in acciaio strutturale su calcestruzzo per applicazioni su spessori e/o distanze dal bordo e/o interassi ridotti, il quale dovrà possedere marcatura CE e valutazione ETA, in categoria sismica C2 per i supporti sismo-resistenti
- ancorante meccanico sismico per il fissaggio di elementi in acciaio strutturale su calcestruzzo per applicazioni su spessori e/o distanze dal bordo e/o interassi ridotti. L'ancorante meccanico dovrà possedere marcatura CE e valutazione ETA, in categoria sismica C2. Il foro andrà realizzato mediante roto-percussione o mediante carotatrice o con sistemi di foratura automatica. Lo spazio anulare tra tassello e foro potrà essere riempito mediante utilizzo di riempimento sismico.

15.4 Criteri di posizionamento ed installazione

- Interassi staffaggi antisismici secondo "SMACNA" - *Seismic restraint Manual for Mechanical Systems*. Nel caso di impianti termoidraulici si riporta estratto del suddetto manuale:

Table 8-3 Steel and Copper Pipe with Welded, Brazed, Grooved, or Screwed Connections

Maximum Seismic Acceleration Input (g)	Maximum Transverse Brace Spacing, ft (m)	Maximum Longitudinal Brace Spacing, ft (m)
0.25	50 (15.2)	80 (24.4)
0.50	40 (12.2)	80 (24.4)
1.0	40 (12.2)	80 (24.4)
2.0	20 (6.1)	40 (12.2)

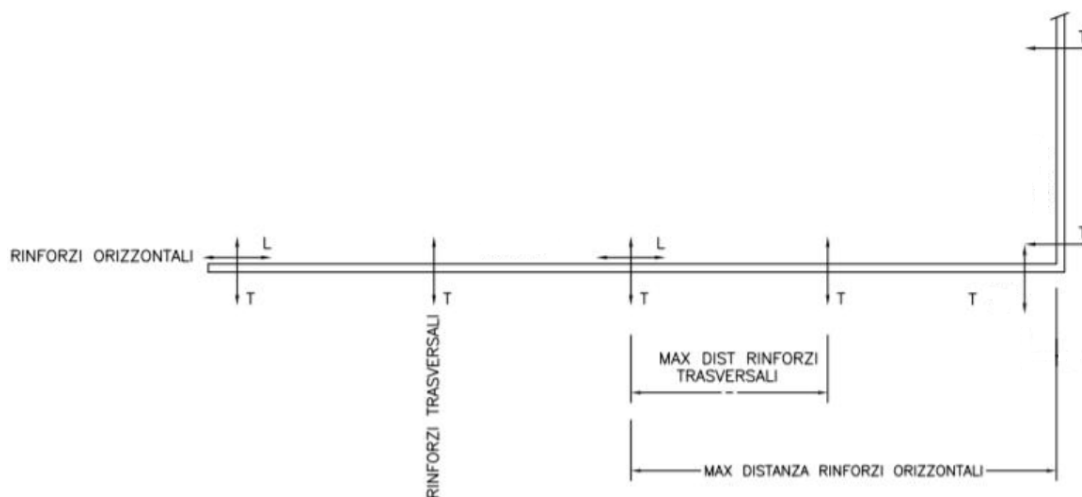
Table 8-4 PVC or PVDF Pipe with Solvent-Welded Connections

Maximum Seismic Acceleration Input (g)	Maximum Transverse Brace Spacing, ft (m)	Maximum Longitudinal Brace Spacing, ft (m)
0.25	25 (7.6)	40 (12.2)
0.50	20 (6.1)	40 (12.2)
1.0	20 (6.1)	40 (12.2)
2.0	10 (3.0)	20 (6.1)

Table 8-5 No-Hub Pipe with Shield and Clamp Connections

Maximum Seismic Acceleration Input (g)	Maximum Transverse Brace Spacing, ft (m)	Maximum Longitudinal Brace Spacing, ft (m)
0.25	25 (7.6)	40 (12.2)
0.50	20 (6.1)	40 (12.2)
1.0	20 (6.1)	40 (12.2)
2.0	10 (3.0)	20 (6.1)

- La disposizione delle staffe lungo le linee dovrà essere definita in funzione delle reali rigidzze degli elementi staffati. Si dovrà, inoltre, prevedere un'adeguata distribuzione delle staffe per evitare effetti torsionali e deformativi sugli elementi staffati che possano compromettere la funzionalità dello stesso.
- Si richiede comunque di posizionare staffe sismiche all'inizio ed alla fine di ogni tratto rettilineo e ad ogni cambio di direzione della linea di impianto. A titolo esemplificativo, si riporta in Figura un esempio di posizionamento dei controventi



15.5 Collaudi e Certificazioni

- Valutazione ETA- 98/0001 e Marcatura CE per ancorante meccanico sismico per applicazioni su calcestruzzo fessurato e non fessurato per carichi statici e sismici in alta sismicità (ETA C2) per applicazioni su foro eseguito a roto-percussione
- Valutazione ETA-13/1038 e Marcatura CE per ancorante a vite per applicazioni su calcestruzzo fessurato e non fessurato per carichi statici e sismici in alta sismicità (ETA C2) per applicazioni su foro eseguito a roto-percussione
- Esecuzione di test in situ con tester per la determinazione della qualità dell'applicazione in opera di ancoraggi fissati su supporto in calcestruzzo mediante prove non-distruttive, in accordo alle linee guida BS. Dovranno essere eseguiti test su un numero $\geq 5\%$ del totale degli ancoraggi installati con un numero minimo ≥ 3 . I tester dovranno essere dotati di opportuno sensore di spostamento e supporto distanziatore. Si dovrà fornire idonea documentazione corredata di grafici carico-spostamento e rilievo fotografico.

15.6 SISTEMA DI SUPPORTO SISMO-RESISTENTE PER IMPIANTI DI VENTILAZIONE

15.6.1 Riferimenti normativi

- Studio sollecitazioni sismiche in riferimento a:
- Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 17/01/18 - par. 7.2.3 e par. 7.2.4
- Circolare Applicativa delle nuove tecniche per le costruzioni approvate con il D.M. 17/01/18 - par. C7.2.3 e par. C7.3.3.2.

15.6.2 Documentazione

- Relazione tecnica con dettagli inerenti il dimensionamento statico e sismico dei supporti per impianti eseguita con software certificato, approvata da tecnico abilitato.
- Schema di montaggio relativo al caso specifico e dettaglio costruttivo del supporto statico e sismico
- Relazione tecnica con dettagli inerenti al dimensionamento di ancoraggi meccanici e/o chimici eseguiti con software certificato, approvata da tecnico abilitato. La relazione dovrà contenere dettagli inerenti alle verifiche di trazione, di taglio e dell'azione combinata di taglio e trazione, e uno schema quotato relativo al caso specifico

15.7 Caratteristiche costruttive

- Lo staffaggio sarà costituito da sistemi modulari per applicazioni medio-pesanti.
- I binari utilizzati dovranno essere in acciaio S250 GD secondo UNI EN 10326 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori), con sezione a C nervata con bordi seghettati per favorire l'ingranamento con i bulloni di montaggio e protetti attraverso zincatura sendzimir di spessore 20 micron.

- Tutti gli elementi di collegamento necessari dovranno essere in acciaio S235 JR secondo la UNI EN 10025 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori), realizzati con lamiera di spessore 4 mm con zincatura sendzimir di spessore minimo 13 micron.
- Il fissaggio di accessori (angolari, basi binario, ecc.) su binari per sistemi di installazione dovrà avvenire mediante bullone di collegamento universale zincato, con vita e testa a martello già assemblate e con zigrinatura interna per consentire l'ingranamento sulla piegatura dei profili a C e per garantire resistenza a trazione e al taglio.
- La controventatura sismica trasversale e longitudinale sarà realizzata mediante:
- Angolare sismico in acciaio S275JR secondo UNI EN 10025-2 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori), realizzati con lamiera di spessore pari a 4 mm con, con alette laterali con foro circolare per consentire il fissaggio delle cerniere sismiche per controventature realizzate con binari o barre filettate. L'angolare è asolato con fori "a farfalla" per consentire l'aggancio a profili a C con bulloni di collegamento universali per sistemi di installazione; è fornito di una piegatura laterale ed un dente di innesto frontale che consentono di migliorare la tenuta del collegamento con il binario di montaggio a C. L'angolare si completa con una staffa di rinforzo ad U che consente di avvolgere il binario di montaggio longitudinale sottostante e viene fissato all'angolare attraverso doppio collegamento bullonato.
- Cerniera sismica preassemblata in acciaio S275 JR secondo la UNI EN 10025 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori). Costituita da due parti: la parte superiore, di spessore minimo 4 mm, presenta uno o due fori asolati "a farfalla" per consentire l'aggancio a profili a C con bulloni di collegamento universali; la parte inferiore, di spessore minimo 6mm, presenta un foro circolare ed è collegata alla parte superiore attraverso collegamento bullonato.

15.8 Sistema di fissaggio

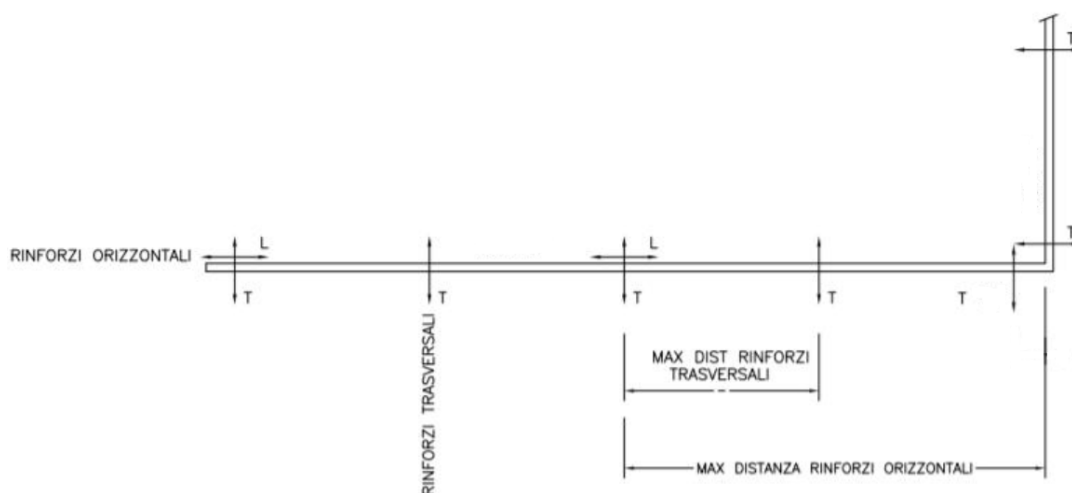
- Il sistema è costituito da:
- ancorante meccanico a vite per il fissaggio di elementi in acciaio strutturale su calcestruzzo per applicazioni su spessori e/o distanze dal bordo e/o interassi ridotti, il quale dovrà possedere marcatura CE e valutazione ETA, in categoria sismica C2 per i supporti sismo-resistenti
- ancorante meccanico sismico per il fissaggio di elementi in acciaio strutturale su calcestruzzo per applicazioni su spessori e/o distanze dal bordo e/o interassi ridotti. L'ancorante meccanico dovrà possedere marcatura CE e valutazione ETA, in categoria sismica C2. Il foro andrà realizzato mediante roto-percussione o mediante carotatrice o con sistemi di foratura automatica. Lo spazio anulare tra tassello e foro potrà essere riempito mediante utilizzo di riempimento sismico.

15.9 Criteri di posizionamento ed installazione

- Interassi staffaggi antisismici secondo "SMACNA" - Seismic restraint Manual for Mechanical Systems. Nel caso di impianti di ventilazione si riporta estratto del suddetto manuale:

- II. Transverse bracing shall be provided at 30 ft. maximum spacing for ducts conforming to SMACNA standards.
- III. Longitudinal bracing shall be provided at 60 ft. maximum spacing for ducts conforming to SMACNA standards.
- IV. Fiberglass, Plastic or other duct constructed of non-ductile material, shall have the brace spacing reduced to one-half of the maximum spacing for transverse and longitudinal braces listed above.

- La disposizione delle staffe lungo le linee dovrà essere definita in funzione delle reali rigidzze degli elementi staffati. Si dovrà, inoltre, prevedere un'adeguata distribuzione delle staffe per evitare effetti torsionali e deformativi sugli elementi staffati che possano compromettere la funzionalità dello stesso.
- Si suggerisce comunque di posizionare staffe sismiche all'inizio ed alla fine di ogni tratto rettilineo e ad ogni cambio di direzione della linea di impianto. Si riporta in Figura un esempio di posizionamento:



15.10 Collaudi e Certificazioni

- Valutazione ETA- 98/0001 e Marcatura CE per ancorante meccanico sismico per applicazioni su calcestruzzo fessurato e non fessurato per carichi statici e sismici in alta sismicità (ETA C2) per applicazioni su foro eseguito a roto-percussione.
- Valutazione ETA-13/1038 e Marcatura CE per ancorante a vite per applicazioni su calcestruzzo fessurato e non fessurato per carichi statici e sismici in alta sismicità (ETA C2) per applicazioni su foro eseguito a roto-percussione.
- Esecuzione di test in situ con tester per la determinazione della qualità dell'applicazione in opera di ancoraggi fissati su supporto in calcestruzzo mediante prove non-distruttive, in accordo alle linee guida BS. Dovranno essere eseguiti test su un numero $\geq 5\%$ del totale degli ancoraggi installati con un numero minimo ≥ 3 . I tester dovranno essere dotati di opportuno sensore di spostamento e supporto distanziatore. Si dovrà fornire idonea documentazione corredata di grafici carico-spostamento e rilievo fotografico.

15.11 SISTEMA DI SUPPORTO SISMO-RESISTENTE PER IMPIANTI ANTINCENDIO

15.11.1 Riferimenti normativi

- Studio sollecitazioni sismiche in riferimento a:
- Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 17/01/18 - par. 7.2.3 e par. 7.2.4
- Circolare Applicativa delle nuove tecniche per le costruzioni approvate con il D.M. 17/01/18 - par. C7.2.3 e par. C7.3.3.2.
- UNI 1607479 – Sistemi automatici sprinkler

- Studio sovraccarichi di progetto secondo:
- UNI EN 12045 per rete sprinkler
- UNI EN 10779 per rete idranti
- Disposizione controventi secondo Linee Guida per la Riduzione della Vulnerabilità Sismica dell'Impiantistica Antincendio

15.11.2 Documentazione

- Relazione tecnica con dettagli inerenti il dimensionamento statico e sismico dei supporti per impianti eseguita con software certificato, approvata da tecnico abilitato.
- Schema di montaggio relativo al caso specifico e dettaglio costruttivo del supporto statico e sismico
- Relazione tecnica con dettagli inerenti al dimensionamento di ancoraggi meccanici e/o chimici eseguiti con software certificato, approvata da tecnico abilitato. La relazione dovrà contenere dettagli inerenti alle verifiche di trazione, di taglio e dell'azione combinata di taglio e trazione, e uno schema quotato relativo al caso specifico

15.12 Caratteristiche costruttive

- Lo staffaggio sarà costituito da sistemi modulari per applicazioni medio-pesanti.
- La tubazione dovrà essere supportata da idonei ganci per tubazioni (collari a pera) realizzati in lamiera galvanizzata da 1,5 a 2,5 mm di spessore, ad aggancio rapido e con omologazione FM, in acciaio zincato DX51D Z275 secondo DIN EN 10327, o da collari in acciaio zincato S235JRG secondo UNI EN 10025 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori), filettati internamente, idonei all'inserimento di barre filettate.
- I carichi orizzontali dovranno essere sostenuti da collari in acciaio zincato S235JRG secondo UNI EN 10025 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori) o da idonei collari in acciaio zincato S235 JR secondo UNI EN 10025 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori) o in acciaio zincato

DD11 secondo UNI EN 10111 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori).

- La controventatura sismica trasversale e longitudinale sarà realizzata mediante barre filettate e cerniere sismiche in acciaio zincato elettroliticamente S275JR secondo UNI EN 10025 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori).
- I binari, se utilizzati, dovranno essere in acciaio S250 GD secondo UNI EN 10326, con sezione a C nervata, con bordi seghettati per favorire l'ingranamento con i bulloni di montaggio e protetti attraverso zincatura sendzimir di spessore minimo 20 micron.
- Tutti gli elementi di collegamento necessari dovranno essere in acciaio S235 JR secondo la UNI EN 10025 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori), realizzati con lamiera di spessore 4 mm con zincatura sendzimir di spessore minimo 13 micron.
- Il fissaggio di accessori (angolari, basi binario, ecc.) su binari per sistemi di installazione dovrà avvenire mediante bullone di collegamento universale, con vite con testa a martello già assemblate e con zigrinatura interna per consentire l'ingranamento sulla piegatura dei profili a C e per garantire resistenza a trazione e al taglio.

15.13 Sistema di fissaggio

- Il sistema è costituito da:
- ancorante meccanico a vite per il fissaggio di elementi in acciaio strutturale su calcestruzzo per applicazioni su spessori e/o distanze dal bordo e/o interassi ridotti, il quale dovrà possedere marcatura CE e valutazione ETA, in categoria sismica C2 per i supporti sismo-resistenti
- ancorante meccanico sismico per il fissaggio di elementi in acciaio strutturale su calcestruzzo per applicazioni su spessori e/o distanze dal bordo e/o interassi ridotti. L'ancorante meccanico dovrà possedere marcatura CE e valutazione ETA, in categoria sismica C2. Il foro andrà realizzato mediante roto-percussione o mediante carotatrice o con sistemi di foratura automatica. Lo spazio anulare tra tassello e foro potrà essere riempito mediante utilizzo di riempimento sismico.

15.14 Criteri di posizionamento ed installazione

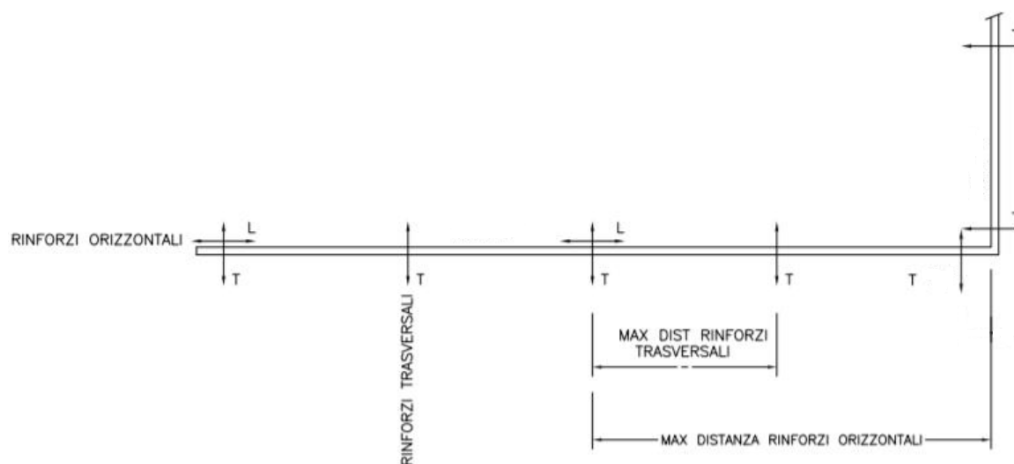
- Interassi staffaggi antisismici secondo "Linee di indirizzo per la riduzione della vulnerabilità sismica dell'impiantistica antincendio":

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6
 Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

Tabella B2. Distanza tra le controventature (valori consigliati se non diversamente determinati)

Diametro nominale	Distanza massima fra le controventature		
	trasversali		longitudinali
	per tubazioni in acciaio (m)	per tubazioni in rame (m)	qualsiasi materiale (m)
DN 20	-	4.3	12
DN 25	8.5	4.3	
DN 32	9.0	4.5	
DN 40	9.3	4.7	
DN 50	10.8	5.4	
DN 65	12.0	6.0	
DN 80	12.9	6.5	
DN 100	14.7	7.4	
DN 125	15.3		
DN 150	16.8		
DN 200	20.4		
DN 300	22.0		

- La disposizione delle staffe lungo le linee dovrà essere definita in funzione delle reali rigidzze degli elementi staffati. Si dovrà, inoltre, prevedere un'adeguata distribuzione delle staffe per evitare effetti torsionali e deformativi sugli elementi staffati che possano compromettere la funzionalità dello stesso.
- Si suggerisce comunque di posizionare staffe sismiche all'inizio ed alla fine di ogni tratto rettilineo e ad ogni cambio di direzione della linea di impianto. A titolo esemplificativo, si riporta in Figura un esempio di posizionamento:



15.15 Collaudi e Certificazioni

- Valutazione ETA- 98/0001 e Marcatura CE per ancorante meccanico sismico per applicazioni su calcestruzzo fessurato e non fessurato per carichi statici e sismici in alta sismicità (ETA C2) per applicazioni su foro eseguito a roto-percussione
- Valutazione ETA-13/1038 e Marcatura CE per ancorante a vite per applicazioni su calcestruzzo fessurato e non fessurato per carichi statici e sismici in alta sismicità (ETA C2) per applicazioni su foro eseguito a roto-percussione

- Esecuzione di test in situ con tester per la determinazione della qualità dell'applicazione in opera di ancoraggi fissati su supporto in calcestruzzo mediante prove non-distruttive, in accordo alle linee guida BS. Dovranno essere eseguiti test su un numero $\geq 5\%$ del totale degli ancoraggi installati con un numero minimo ≥ 3 . I tester dovranno essere dotati di opportuno sensore di spostamento e supporto distanziatore. Si dovrà fornire idonea documentazione corredata di grafici carico-spostamento e rilievo fotografico.

15.16 SISTEMA DI SUPPORTO SISMO-RESISTENTE PER IMPIANTI SPRINKLER

15.16.1 Riferimenti normativi

- Studio sovraccarichi di progetto e disposizione supporti statici secondo:
 - *FM Global - Data Sheet 2-0*
 - *NFPA 13*
- Studio sollecitazioni sismiche e disposizione controventi secondo linee guida:
 - *FM Global - Data Sheet 2-8*
 - *NFPA 13*

15.16.2 Documentazione

- Relazione tecnica con dettagli inerenti il dimensionamento statico e sismico dei supporti per impianti eseguita con software certificato, approvata da tecnico abilitato.
- Schema di montaggio relativo al caso specifico e dettaglio costruttivo del supporto statico e sismico
- Relazione tecnica con dettagli inerenti al dimensionamento di ancoraggi meccanici e/o chimici eseguiti con software certificato, approvata da tecnico abilitato. La relazione dovrà contenere dettagli inerenti alle verifiche di trazione, di taglio e dell'azione combinata di taglio e trazione, e uno schema quotato relativo al caso specifico

15.17 Caratteristiche costruttive

- Lo staffaggio sarà costituito da sistemi modulari per applicazioni medio-pesanti.
- La tubazione dovrà essere supportata da idonei ganci per tubazioni (collari a pera) realizzati in lamiera galvanizzata da 1,5 a 2,5 mm di spessore, ad aggancio rapido e con omologazione FM, in acciaio zincato DX51D Z275 secondo UNI EN 10346:2015 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori), filettati internamente, idonei all'inserimento di barre filettate.
- La controventatura sismica trasversale e longitudinale sarà realizzata mediante sistema supporto antisismico per impianto sprinkler omologato FM, opportunamente controventato sia longitudinalmente che trasversalmente: i carichi orizzontali dovranno essere sostenuti da collari e da cerniere per i controventi longitudinali e per i controventi trasversali in acciaio

S275JR secondo la UNI EN 10025 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori). Cerniere e collari saranno in acciaio S275JRJ secondo la UNI EN 10025(o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori) con zincatura elettrolitica, collegati con binari in acciaio S250 GD secondo UNI EN 10326 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori), con sezione a C nervata con bordi seghettati per favorire l'ingranamento con i bulloni di montaggio e protetti attraverso zincatura sendzimir di spessore minimo 20 micron.

- Il fissaggio di accessori (angolari, basi binario, ecc.) su binari per sistemi di installazione dovrà avvenire mediante bullone di collegamento universale zincato, con vite con testa a martello già assemblate e con zigrinatura interna per consentire l'ingranamento sulla piegatura dei profili a C e per garantire resistenza a trazione e al taglio.

15.18 Sistema di fissaggio

- Il sistema è costituito da:
 - ancorante meccanico a vite per il fissaggio di elementi in acciaio strutturale su calcestruzzo per applicazioni su spessori e/o distanze dal bordo e/o interassi ridotti, il quale dovrà possedere marcatura CE e valutazione ETA, in categoria sismica C2 per i supporti sismo-resistenti
 - ancorante meccanico sismico per il fissaggio di elementi in acciaio strutturale su calcestruzzo per applicazioni su spessori e/o distanze dal bordo e/o interassi ridotti. L'ancorante meccanico dovrà possedere marcatura CE e valutazione ETA, in categoria sismica C2. Il foro andrà realizzato mediante roto-percussione o mediante carotatrice o con sistemi di foratura automatica. Lo spazio anulare tra tassello e foro potrà essere riempito mediante utilizzo di riempimento sismico.

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

15.19 Criteri di posizionamento ed installazione

- Interassi staffaggi statici secondo quanto riportato nelle linee guida di riferimento:
- FM data sheet 2-0

Table 24. Maximum Distance Between Pipe Hangers

Piping Material	Maximum Horizontal Distance Between Pipe Hangers, ft (m)								
	Nominal Pipe Diameter, in. (mm)								
	1 (25)	1-1/4 (32)	1-1/2 (40)	2 (50)	2-1/2 (65)	3 (80)	3-1/2 (90)	4 (100)	> 4 (> 100)
Steel Pipe ¹	12 (3.6)	12 (3.6)	15 (4.5)	15 (4.5)	15 (4.5)	15 (4.5)	15 (4.5)	15 (4.5)	15 (4.5)
CPVC ²	6 (1.8)	6-1/2 (1.95)	7 (2.1)	8 (2.4)	9 (2.7)	10 (3.0)	N/A	N/A	N/A

- NFPA 13

Table 9.2.2.1(b) Maximum Distance Between Hangers (m)

	Nominal Pipe Size (mm)											
	20	25	32	40	50	65	80	90	100	125	150	200
Steel pipe except threaded lightwall	NA	3.7	3.7	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
Threaded lightwall steel pipe	NA	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	NA	NA	NA	NA	NA
Copper tube	2.4	2.4	3.0	3.0	3.7	3.7	3.7	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
CPVC	1.7	1.8	2.0	2.1	2.4	2.7	3.0	NA	NA	NA	NA	NA
Ductile-iron pipe	NA	NA	NA	NA	NA	NA	4.6	NA	4.6	NA	4.6	4.6

NA: Not applicable.

- Interassi staffaggi antisismici secondo quanto riportato nelle linee guida di riferimento NFPA13, FM data sheet 2-8, indicativamente ogni 12 m per i controventi trasversali e ogni 24 m per i controventi longitudinali.
- A titolo esemplificativo, si riporta in Figura 1 esempio di posizionamento per linea guida NFPA 13:

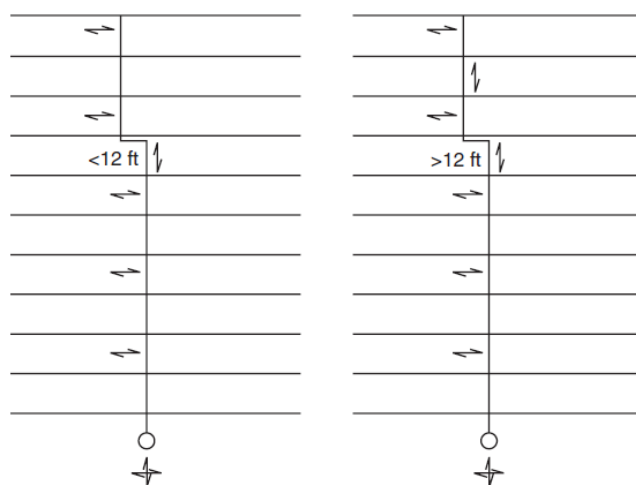


FIGURE A.9.3.5.7.2 Examples of Brace Locations for Change in Direction of Pipe.

15.20 Collaudi e Certificazioni

- Valutazione ETA- 98/0001 e Marcatura CE per ancorante meccanico sismico idoneo ad applicazioni su calcestruzzo fessurato e non fessurato, per carichi statici e sismici in alta sismicità (ETA C2) per applicazioni su foro eseguito a roto-percussione
- Valutazione ETA-13/1038 e Marcatura CE per ancorante a vite per applicazioni su calcestruzzo fessurato e non fessurato per carichi statici e sismici in alta sismicità (ETA C2) per applicazioni su foro eseguito a roto-percussione
- Esecuzione di test in situ per la determinazione della qualità dell'applicazione in opera di ancoraggi fissati su supporto in calcestruzzo mediante prove non-distruttive, in accordo alle linee guida BS. Dovranno essere eseguiti test su un numero $\geq 5\%$ del totale degli ancoraggi installati con un numero minimo ≥ 3 . I tester dovranno essere dotati di opportuno sensore di spostamento e supporto distanziatore. Si dovrà fornire idonea documentazione corredata di grafici carico-spostamento e rilievo fotografico

DA

MINISTERO
DELLE INFRASTRUTTURE E DELLA MOBILITÀ SOSTENIBILI
STRUTTURA TECNICA DI MISSIONE
COMUNE DI TORINO

METROPOLITANA AUTOMATICA DI TORINO
LINEA 2 – TRATTA POLITECNICO – REBAUDENGO

PROGETTAZIONE DEFINITIVA
METROPOLITANA DI TORINO TRATTA 1
POLITECNICO – REBAUDENGO

CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE B.6 – DEPOSITO/OFFICINA IMPIANTI
NON CONNESSI AL SISTEMA – IMPIANTI MECCANICI:
DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI, SPECIFICHE TECNICHE E PRESCRIZIONI

REV.	REDAZIONE		VERIFICA		APPROVAZIONE		DATA
	NOME	FIRMA	NOME	FIRMA	NOME	FIRMA	
0	Vari		Ing. F. Azzarone		Ing. R. Crova		28/07/2023
1	Vari		Ing. F. Azzarone		Ing. R. Crova		27/10/2023

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- INDICE

1.	PREMESSA	1
1.1	Inquadramento Generale.....	2
1.2	Caratteristiche generali dell'infrastruttura civile.....	4
1.2.1	Stazioni	4
1.2.2	Pozzi di intertratta.....	6
1.2.3	Manufatti di bivio	8
1.2.4	Manufatti di fine tratta.....	8
1.2.5	Denominazioni ed abbreviazioni utilizzate	8
1.3	Deposito officina Rebaudengo.....	9
1.3.1	Deposito officina - Livello -2:.....	9
1.3.2	Deposito officina - Livello -1:.....	10
1.3.3	Edificio uffici - Livello 0:.....	11
1.3.4	Edificio uffici - Livello 1:.....	12
1.3.5	Edificio uffici - Livello 2:.....	12
1.3.6	Edificio uffici – Livello copertura:	12
1.3.7	Cabina elettrica – Livello 0 esterno:	12
1.4	Inquadramento generale progettazione impiantistica	13
1.4.1	Progettazione Impianti Tecnologici non di Sistema Deposito	13
1.4.2	Concetto di Smart Building e Building Automation and Control System .	14
1.5	Campo di applicazione.....	16
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	20
2.1	Introduzione.....	20
2.2	Norme e decreti di carattere generale.....	21
2.3	Principali decreti e sistemi di normativa di rilevanza impiantistica	22
2.4	Normative di riferimento sistemi di supporto per impianti	23
2.4.1	Sistemi di supporto per impianti	23
2.4.2	Sistemi di ancoraggio:	24
2.4.3	Compartimentazioni al fuoco per impianti e giunti lineari:	24
2.5	Normative di riferimento progettazione antincendio	24
2.5.1	Leggi e Decreti Generali di Prevenzione Incendi.....	24
2.5.2	Rivelazione incendi.....	25
2.5.3	Estinzione incendi	25
2.6	Normative di riferimento impianti ventilazione, termici e climatizzazione	28
2.6.1	Disposizioni e verifica applicazione Linee Guida contro la legionellosi ...	31
2.7	Ambiente e atmosfera	32
2.8	Acustica	33
2.9	Impianti Idrico-sanitari	34
2.10	Ventilazione Antincendio.....	35
2.11	Vibrazioni.....	36
2.12	Impianti elettrici	36
2.12.1	Campi Elettromagnetici.....	39
2.12.2	Impianti speciali.....	39
3.	INTERFACCE IMPIANTISTICHE	41
3.1	Interfacce impianti di sistema	41
3.2	Interfacce impianti non di sistema	43
3.2.1	Interfaccia utenze acquedotto SMAT	43
3.2.2	Interfaccia utenze fognatura SMAT	43

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

3.2.3	Interfaccia ASL T01	44
3.3	Interfaccia e Studio di Impatto Ambientale	45
3.3.1	Interfaccia acustica	45
4.	COORDINAMENTO, VERIFICHE E PROVE	47
4.1	Oggetto del capitolato impianti meccanici e limiti di fornitura.....	47
4.1.1	Coordinamenti con le opere edili o di altra natura	48
4.2	Coordinamento e sorveglianza dei lavori	48
4.3	Scelta ed approvazione dei materiali dei materiali da parte della D.L.	49
4.4	Ultimazione dei lavori	52
4.5	Consegna provvisoria degli impianti.....	52
4.6	Consegna definitiva degli impianti. Garanzia degli impianti	53
4.7	Oneri compresi nell'appalto.....	53
5.	VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI	57
5.1	Impianti di ventilazione di emergenza.....	57
5.2	Impianti di ventilazione ordinaria.....	58
5.3	Impianti termici e di condizionamento (HVAC).....	59
5.4	Impianti geotermici da strutture energetiche.....	61
5.5	Impianti idrico antincendio	63
5.5.1	Impianto idranti e spegnimento automatico sprinkler	63
5.5.2	Impianto di spegnimento Water Mist	64
5.5.3	Impianto di spegnimento a gas inerti.....	64
5.6	Impianto aria compressa:.....	65
5.7	Impianti idrico sanitari, adduzione acque di lavaggio e irrigazione:.....	65
5.8	Impianti di aggotamento e scarico in pressione e drenaggio acque a gravità....	66
6.	PROVE DI COLLAUDO DEFINITIVO	67
6.1	Impianti di ventilazione di emergenza:.....	68
6.2	Impianti di ventilazione ordinaria:	70
6.3	Impianti termici e di condizionamento (HVAC):.....	72
6.4	Impianti geotermici da strutture energetiche:.....	73
6.5	Impianti idrici antincendio:	74
6.5.1	Impianto idranti e spegnimento automatico sprinkler	75
6.5.2	Impianto di spegnimento Water Mist	75
6.5.3	Impianto di spegnimento a gas inerti.....	76
6.6	Impianto ad aria compressa.....	76
6.7	Impianti idrico sanitari, lavaggio e irrigazione:.....	77
6.8	Impianti di scarico e rilancio acque nere	78
7.	IMPIANTI DI VENTILAZIONE DI EMERGENZA:	79
7.1	Canali dell'aria in calcio silicato	79
7.2	Serrande di sovrappressione.....	79
7.3	Serrande di intercettazione adatte a resistere alle pressioni dei ventilatori di emergenza	80
7.4	Serrande motorizzate per il controllo dei fumi.....	81
7.5	Servomotori per serrande controllo fumi	82
7.6	Serrande di non ritorno	83
7.7	Misuratori di portata aria	83
7.7.1	Trasmittitore multifunzione	83
7.8	Ventilatori di estrazione/immissione aria di emergenza.....	86

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

7.8.1	Documentazione	88
7.9	Ventilatori di estrazione fumi locale tecnici	89
7.9.1	Estrattori di tipo assiale	89
7.9.2	Estrattori di tipo centrifugo	89
7.9.3	Documentazione	90
7.9.4	Dati prestazionali estrattori di fumo	90
8.	IMPIANTI DI VENTILAZIONE ORDINARIA:	91
8.1	Canali dell'aria in lamiera zincata	91
8.1.1	Condotti a sezione rettangolare	91
8.1.2	Condotti a sezione circolare	92
8.1.3	Modalità di posa in opera	92
8.2	Canali in lamiera zincata con materassino antifuoco	93
8.3	Serrande tagliafuoco	93
8.4	Serrande di taratura ed intercettazione aria	94
8.4.1	Valvole autoregolanti per canali d'aria	94
8.4.2	Modalità di posa in opera	95
8.5	Servomotori per serrande	96
8.6	Bocchette, diffusori e griglie	97
8.6.1	Valvole di aspirazione aria	97
8.6.2	Criteri di scelta	97
8.6.3	Modalità di posa in opera	97
8.7	Unità di trattamento aria	98
8.7.1	Isolamento	98
8.7.2	Filtrazione	99
8.7.3	Batterie	99
8.7.4	Ventilatore	99
8.7.5	Conformità	100
8.7.6	Dati prestazionali	101
8.7.7	Modalità di posa in opera	101
8.8	Isolamento dei canali	102
8.8.1	Attestazione di non pericolosità dei materiali	102
8.8.2	Modalità di posa in opera	102
9.	IMPIANTI TERMICI E DI CONDIZIONAMENTO (HVAC):	102
9.1	Tubi in ferro Mannesmann nero	102
9.1.1	Modalità di posa in opera	103
9.1.2	Prova idraulica	104
9.1.3	Norme per le saldature	104
9.1.4	Collegamenti flangiati	104
9.1.5	Collegamenti con giunti	104
9.2	Tubi in ferro Mannesmann zincato	104
9.2.1	Modalità di posa in opera	105
9.2.2	Prova idraulica	106
9.2.3	Collegamenti flangiati	106
9.3	Tubazioni in acciaio inossidabile	106
9.3.1	Modalità di posa in opera	106
9.3.2	Prova idraulica	106
9.4	Tubazioni multistrato metallo plastiche	107
9.4.1	Caratteristiche della tubazione	107

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

9.4.2	Modalità di posa in opera	108
9.4.3	Prova idraulica	108
9.5	Linee di fluido frigorigeno per sistema VRF.....	108
9.5.1	Dati dimensionali	109
9.5.2	Caratteristiche tecniche tubo.....	109
9.5.3	Collaudo.....	109
9.5.4	Carica del refrigerante.....	109
9.5.5	Modalità di messa in opera	110
9.6	Staffaggio impianti.....	110
9.6.1	Modalità di posa in opera	110
9.7	Isolamento delle tubazioni	111
9.7.1	Attestazione di non pericolosità dei materiali	111
9.7.2	Isolamento tubazioni nude in rame.....	112
9.7.3	Modalità di posa in opera	112
9.8	Organi di intercettazione	112
9.8.1	Detentori per corpi scaldanti	113
9.8.2	Valvole di ritegno in ghisa	113
9.8.3	Modalità di posa in opera	113
9.9	Pompe.....	113
9.9.1	Pompe ad asse orizzontale.....	114
9.9.2	Pompe ad asse verticale	114
9.9.3	Modalità di posa in opera	114
9.10	Pompa di calore aria/acqua	114
9.10.1	Struttura	115
9.10.2	Antivibranti di base a molla	115
9.10.3	Compressore	115
9.10.4	Scambiatore esterno	115
9.10.5	Ventilatori.....	115
9.10.6	Griglie di protezione batterie a pacco alettato	115
9.10.7	Scambiatore interno	116
9.10.8	Circuito frigorifero	116
9.10.9	Valvole di espansione elettroniche	116
9.10.10	Recupero energetico parziale	116
9.10.11	Configurazione acustica supersilenziata.....	117
9.10.12	Dispositivo per la riduzione dei consumi dei ventilatori della sezione esterna	117
9.10.13	Quadro elettrico.....	117
9.10.14	Monitore di fase multifunzione.....	118
9.10.15	Modulo di comunicazione seriale per supervisore modbus.....	118
9.10.16	Contatti puliti per stato compressori.....	118
9.10.17	Ventilazione quadro elettrico	118
9.10.18	Doppio set point	118
9.10.19	Collaudo.....	119
9.10.20	Dati di funzionamento nominali	119
9.11	Pompa di calore acqua/acqua	119
9.11.1	Struttura	119
9.11.2	Pannellatura	119
9.11.3	Antivibranti di base a molla	119

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

9.11.4	Compressore	119
9.11.5	Scambiatore esterno	120
9.11.6	Scambiatore interno	120
9.11.7	Circuito frigorifero	120
9.11.8	Valvole di espansione elettroniche	120
9.11.9	Circuito idraulico	120
9.11.10	Recupero energetico parziale	121
9.11.11	Configurazione acustica supersilenziata.....	121
9.11.12	Quadro elettrico.....	121
9.11.13	Monitore di fase multifunzione.....	122
9.11.14	Modulo di comunicazione seriale per supervisore modbus.....	122
9.11.15	Contatti puliti per stato compressori.....	122
9.11.16	Ventilazione quadro elettrico	122
9.11.17	Doppio set point	122
9.11.18	Collaudo.....	122
9.11.19	Dati di funzionamento nominali	123
9.12	Condizionatore tipo split-system per solo raffreddamento.....	123
9.13	Unità esterna impianto VRF	124
9.13.1	Modalità di messa in opera	126
9.14	Unità interna VRF tipo canalizzabile ad alta prevalenza.....	126
9.14.1	Modalità di messa in opera	127
9.14.2	Caratteristiche prestazionali	127
9.15	Regolazione automatica	128
9.15.1	Quadri.....	128
9.15.2	Regolatori e logiche di controllo.....	129
9.15.3	Valvole.....	129
9.15.4	Valvole a farfalla	130
9.15.5	Sonde e interruttori automatici a sensore	130
9.15.6	Modalità di posa in opera.....	131
9.15.7	Oneri particolari dell'Impresa	131
10.	IMPIANTI GEOTERMICI DA STRUTTURE ENERGETICHE:.....	132
10.1	Scambiatore a piastre	132
10.1.1	Modalità di posa in opera.....	132
11.	IMPIANTI IDRICI ANTINCENDIO:.....	133
11.1	Gruppo di pompaggio antincendio	133
11.1.1	Funzionamento	133
11.1.2	Gruppo pompa/motore	133
11.1.3	Colonna di mandata	133
11.1.4	Collettore di mandata	134
11.1.5	Kit pompa pilota (Jockey)	134
11.1.6	Kit aspirazione (sottobattente)	134
11.1.7	Flussimetro.....	135
11.1.8	Quadro Elettrico.....	135
11.1.9	Dati prestazionali	135
11.2	Gruppo di pompaggio water mist	135
11.2.1	Pompa ad alta pressione.....	136
11.2.2	Dati prestazionali	136
11.3	Cavo scaldante autoregolante	136

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

11.3.1	Cavo	136
11.3.2	Termostato.....	137
11.3.3	Modalità di messa in opera	137
12.	IMPIANTI IDRICO SANITARI, ADDUZIONE ACQUE E SCARICO:	138
12.1	Dati di base.....	138
12.2	Tubazioni in materiale termoplastico.....	138
12.2.1	Modalità di posa in opera	139
12.3	Trattamento chimico dell'acqua.....	140
12.3.1	Prodotti chimici	140
12.3.2	Apparecchiature.....	141
12.3.3	Modalità di posa in opera	141
12.3.4	Oneri particolari dell'Impresa	141
12.4	Pompe di rilancio acque nere	142
12.4.1	Riferimenti normativi	142
12.4.2	Caratteristiche tecniche	142
13.	IMPIANTI DI AGGOTTAMENTO IN PRESSIONE E DRENAGGIO ACQUE A GRAVITÀ	143
13.1	Descrizione architettura del sistema	143
13.2	Pompe di rilancio portata di aggottamento.....	144
13.2.1	Riferimenti normativi	144
13.2.2	Caratteristiche tecniche	144
13.3	Pompe con funzione trituratrice	145
13.3.1	Riferimenti normativi	145
13.3.2	Caratteristiche tecniche	145
13.4	Tubazioni in acciaio zincato e tubazioni in materiale plastico.....	147
13.5	Valvole	147
13.6	Regolatori di livello	147
13.6.1	Caratteristiche tecniche	147
14.	IMPIANTI MECCANICI INDUSTRIALI	148
14.1	COMPRESSORI D'ARIA	148
14.1.1	Funzionamento	148
14.1.2	Compressori	148
14.1.3	Circuito dell'aria	148
14.1.4	Sistema di azionamento e circuito olio.....	149
14.1.5	Controllo e monitoraggio	149
14.1.6	Dati prestazionali	149
15.	SOSTEGNI E SUPPORTI.....	150
15.1	IMPIANTI TERMICI E IDRAULICI.....	150
15.1.1	Riferimenti normativi	150
15.1.2	Documentazione	150
15.2	Caratteristiche costruttive.....	150
15.3	Sistema di fissaggio	151
15.4	Criteri di posizionamento ed installazione.....	152
15.5	Collaudi e Certificazioni	153
15.6	SISTEMA DI SUPPORTO SISMO-RESISTENTE PER IMPIANTI DI VENTILAZIONE	153
15.6.1	Riferimenti normativi	153
15.6.2	Documentazione	153
15.7	Caratteristiche costruttive.....	153

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

15.8	Sistema di fissaggio	154
15.9	Criteri di posizionamento ed installazione.....	154
15.10	Collaudi e Certificazioni	155
15.11	SISTEMA DI SUPPORTO SISMO-RESISTENTE PER IMPIANTI ANTINCENDIO..	156
15.11.1	Riferimenti normativi	156
15.11.2	Documentazione	156
15.12	Caratteristiche costruttive.....	156
15.13	Sistema di fissaggio	157
15.14	Criteri di posizionamento ed installazione.....	157
15.15	Collaudi e Certificazioni	158
15.16	SISTEMA DI SUPPORTO SISMO-RESISTENTE PER IMPIANTI SPRINKLER	159
15.16.1	Riferimenti normativi	159
15.16.2	Documentazione	159
15.17	Caratteristiche costruttive.....	159
15.18	Sistema di fissaggio	160
15.19	Criteri di posizionamento ed installazione.....	161
15.20	Collaudi e Certificazioni	162

1. PREMESSA

Il presente capitolato speciale d'appalto contiene la descrizione degli impianti e la specificazione delle prescrizioni tecniche e delle prestazioni degli impianti a servizio del deposito officina Rebaudengo. Nella prima parte tutti gli elementi necessari per una compiuta definizione tecnica ed economica dell'oggetto dell'appalto, anche a integrazione degli aspetti non pienamente deducibili dagli elaborati grafici del progetto definitivo; nella seconda parte le modalità di esecuzione e le norme di misurazione di ogni lavorazione, i requisiti di accettazione di materiali e componenti, le specifiche di prestazione e le modalità di prove nonché, ove necessario, in relazione alle caratteristiche dell'intervento, l'ordine da tenersi nello svolgimento di specifiche lavorazioni; là dove il progetto prevede l'impiego di componenti e parti di impianto fabbricate presso fornitori esterni specializzati, ne sono precisate le caratteristiche principali, descrittive e prestazionali, la documentazione da presentare in ordine all'omologazione e all'esito di prove di laboratorio nonché le modalità di approvazione da parte del direttore dei lavori, sentito il progettista, per assicurarne la rispondenza alle scelte progettuali.

L'appalto è soggetto all'esatta osservanza di tutte le condizioni stabilite nel presente documento così come tutte le altre sezioni costituenti il Capitolato Speciale d'Appalto.

L'Appaltatore è tenuto alla piena e diretta osservanza di tutte le norme vigenti derivanti sia da leggi che da decreti, circolari e regolamenti con particolare riguardo ai regolamenti edilizi, d'igiene, di polizia urbana, di tutte le tipologie di sottoservizi, alle norme sulla circolazione stradale, a quelle sulla sicurezza ed igiene del lavoro vigenti al momento dell'esecuzione delle opere (sia per quanto riguarda il personale dell'Appaltatore stesso, che di eventuali subappaltatori, cottimisti e lavoratori autonomi), alle disposizioni impartite dalle AUSL, alle norme CEI, UNI, CNR.

Dovranno inoltre essere osservate le disposizioni di cui al d.lgs. 81/2008, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro, di segnaletica di sicurezza sul posto di lavoro, nonché le disposizioni di cui al d.P.C.M. 1 marzo 1991 riguardanti i "limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno", alla L 447/95 (Legge quadro sull'inquinamento acustico) e relativi decreti attuativi, al d.m 37/2008 (Regolamento concernente attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici), al d.lgs. 152/2006 (Norme in materia ambientale) e alle altre norme vigenti in materia.

Qualora gli atti contrattuali prevedessero delle soluzioni alternative, resta espressamente stabilito che la scelta spetterà, di norma e salvo diversa specifica, alla Direzione dei lavori.

L'appaltatore dovrà comunque rispettare i minimi inderogabili fissati dal presente Capitolato avendo gli stessi, per esplicita statuizione, carattere di prevalenza rispetto alle diverse o minori prescrizioni riportate negli altri atti contrattuali.

1.1 Inquadramento Generale

La realizzazione dell'intera linea 2, che include la tratta centrale da Anselmetti a Rebaudengo ed i prolungamenti Nord e Sud, avverrà per lotti successivi sulla base della disponibilità dei finanziamenti. In virtù del finanziamento complessivo assegnato, per ottimizzare i tempi di realizzazione dell'opera, l'Amministrazione intende appaltare l'intera tratta Rebaudengo – Politecnico.

La prima tratta funzionale della Linea 2 della Metropolitana di Torino, inclusa tra le stazioni Rebaudengo e Politecnico, si colloca interamente nel territorio comunale di Torino, presenta una lunghezza di circa 9,7 km, e, procedendo da nord verso sud, si sviluppa a partire dalla stazione di corrispondenza con la stazione F.S. Rebaudengo-Fossata, *prosegue lungo la ex trincea ferroviaria posta tra via Gottardo e via Sempione dove sono ubicate tre stazioni Giulio Cesare, S. Giovanni Bosco e Corelli*. Da quest'ultima, il tracciato passa lungo via Bologna, al fine di servire meglio gli insediamenti dell'area interessata esistenti e futuri con le fermate intermedie Cimarosa-Tabacchi, Bologna e Novara. Dopo la fermata Novara, il tracciato si allontana dall'asse di Via Bologna mediante una curva in direzione sud-est e si immette sotto l'asse di Corso Verona fino alla Stazione Verona ubicata in Largo Verona. Dopo la fermata Verona, sotto attraversato il fiume Dora e Corso Regina Margherita, la linea entra nel centro storico della città con le fermate Mole/Giardini Reali e Carlo Alberto, portandosi poi in corrispondenza di via Lagrange, sino ad arrivare alla stazione Porta Nuova, posta lungo via Nizza, che sarà una fermata di corrispondenza sia con la linea F.S. che con la Linea 1 della metropolitana di Torino. Dalla fermata Porta Nuova il tracciato prosegue lungo l'allineamento di via Pastrengo, per poi curvare in direzione sud per portarsi su corso Duca degli Abruzzi fino alla fermata Politecnico.

La prima tratta funzionale è costituita dalle seguenti opere:

- 13 stazioni sotterranee
- 13 pozzi intertratta aventi funzione di ventilazione
- 1 pozzo di ventilazione ad inizio tratta incluso nel manufatto del deposito/officina Rebaudengo
- 1 uscita di emergenza ed accesso dei soccorsi
- 2 pozzi terminali provvisori, di cui uno a fine tratta funzionale per l'estrazione della TBM, posto all'estremità del tronchino in retrostazione Politecnico e l'altro alla fine della galleria a foro cieco realizzata con metodo tradizionale.
- La galleria di linea è costituita da:
 - ✓ la galleria naturale a foro cieco realizzata con scavo tradizionale per una lunghezza complessiva di 570m circa, che va dal manufatto di retrostazione Rebaudengo alla Stazione Rebaudengo e da quest'ultima al pozzo terminale PT2 ubicato alla fine dello scavo a foro cieco e costituisce l'inizio della galleria artificiale;
 - ✓ la galleria artificiale in Cut&Cover ad uno o due livelli, per una lunghezza complessiva di circa 2.390m che collega il pozzo PT2 e le stazioni Giulio Cesare, San Giovanni Bosco, Corelli, Cimarosa/Tabacchi, Bologna fino al manufatto in retrostazione Bologna che include anche il pozzo Novara;
 - ✓ la galleria naturale realizzata in scavo meccanizzato mediante una TBM (Tunnel Borin Machine) avente diametro di 10,00m, che andrà dal Pozzo Novara fino al tronchino in retrostazione Politecnico per una lunghezza complessiva di circa 5.175m;
- il manufatto in retrostazione Rebaudengo, avente la funzione di deposito-officina, per la manutenzione ordinaria programmata sui treni, oltre che il parcheggio di 7 treni in stalli predisposti e complessivamente di 10 treni a fine servizio;
- la predisposizione per la realizzazione del manufatto di bivio nella diramazione nord verso San Mauro Torinese.

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

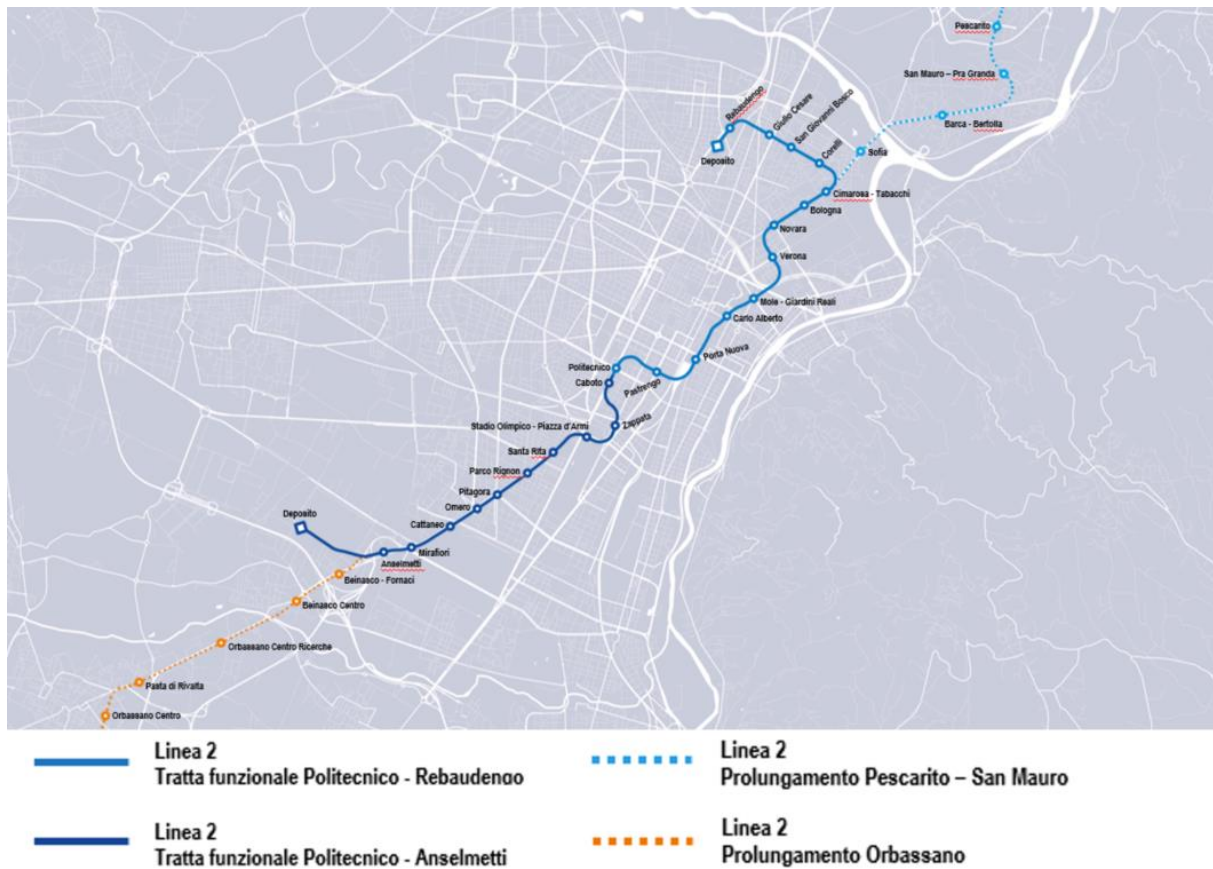


Figura 1. Corografia della linea 2

1.2 Caratteristiche generali dell'infrastruttura civile

L'infrastruttura relativa alla metropolitana è caratterizzata dal Deposito-Officina realizzato con edificio fuori terra (Palazzina uffici - posto di controllo), aree officine e area treni su due livelli interrati, dalla galleria, dai pozzi di ventilazione e accesso, dai pozzi con solo accesso di emergenza, dai manufatti di bivio, manovra e parcheggio e dalle stazioni da 1 a 4 livelli rispondenti a varie caratteristiche tipologiche e speciali.

La linea è prevista in sotterraneo per la circolazione di convogli su doppia via di corsa.

La galleria si distingue nelle seguenti tipologie fondamentali:

- galleria artificiale in cut&cover con opere di sostegno laterali;
- galleria naturale scavata a foro cieco, con metodo tradizionale o meccanizzato, che interessa l'intero sviluppo delle tratte salvo le eventuali diverse soluzioni eventualmente implementate a seguito delle prescrizioni del Ministero dei Trasporti.

Lungo la linea sono realizzati i manufatti a servizio dell'infrastruttura come pozzi di ventilazione, accessi VV.F. ed uscite di sicurezza, deviatori.

Queste strutture sotterranee quali stazioni, pozzi, gallerie artificiali o altre strutture (manufatto di bivio, uscite di sicurezza, etc.) caratterizzate da coperture ridotte saranno realizzate secondo la metodologia costruttiva denominata CUT & COVER (C&C) che risulta essere tipica per questo tipo di strutture anche in ambiente urbano.

Tra le opere sotterranee rientrano le gallerie a foro cieco realizzate con metodo tradizionale, con scavo a piena sezione o a sezione parzializzata per la realizzazione delle gallerie di linea e delle stazioni in caverna, per i tronchini di collegamento tra manufatti isolati (i.e. pozzi intertratta aventi funzione di ventilazione e/o uscita di emergenza), nonché le nicchie per alloggiamento di dotazioni impiantistiche che sono oggetto della prestazione.

Fanno parte dell'infrastruttura stazioni interrate con atrio fuori terra con copertura metallica vetrata per le quali sarà necessario lo sviluppo della progettazione integrata.

1.2.1 Stazioni

Sono presenti diverse tipologie di stazione, sia di tipo superficiale che profondo. La profondità del piano di rotolamento, e di conseguenza anche delle stazioni, è stata determinata in base alla minima copertura della galleria in rapporto al suo diametro o dimensione (per la scatolare), assumendo un valore di ricoprimento in media pari a circa una volta il diametro della galleria stessa.

Sono assunti valori della lunghezza delle banchine e della larghezza delle stazioni compatibili con le diverse tipologie di materiale rotabile per metropolitane automatiche di caratteristiche adeguate allo svolgimento dell'esercizio sulla linea in oggetto.

Tutte le stazioni sono caratterizzate da un atrio unico (di tipo aperto verso il piano banchina o architettonicamente separato), una o due linee di controllo (stazioni di corrispondenza con altra infrastruttura) e, per le stazioni con atrio interrato, almeno due accessi di collegamento con il livello stradale.

Ogni accesso è dotato di una scala fissa e di una scala mobile (tranne alcuni casi particolari); in almeno uno dei due è stato previsto un ascensore di collegamento dalla superficie al piano atrio.

In tutte le stazioni sono stati previsti uno o due ascensori per singola via per il collegamento atrio/banchina, utilizzabili sia in condizioni di ordinario esercizio sia in condizioni di emergenza (in relazione alla linea in oggetto) tranne ove diversamente specificato.

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6
 Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

Su ogni banchina si innestano almeno due possibili percorsi di sfollamento, possibilmente contrapposti rispetto alla lunghezza della banchina stessa e dimensionati secondo quanto prescritto dal D.M. 21/10/2015. In condizioni di normale esercizio, ad ogni percorso è associato un flusso passeggeri specializzato (entrata o uscita).

Le stazioni seguono le seguenti tipologie primarie:

- Stazioni tipologiche a 1 livello interrato (S1L)
- Stazione speciale di corrispondenza a 2 livelli interrati (S2L)
- Stazione tipologica a 2 livelli interrati (S2L)
- Stazione speciale a 2 livelli a banchine sovrapposte
- Stazioni tipologiche con gallerie di banchina a 4 livelli interrati (S4G)
- Stazione tipologica a 3 livelli interrati (S3L)
- Stazione speciale a 4 livelli interrati
- Stazioni speciale a 4 livelli interrati di corrispondenza
- Stazione tipologica a 4 livelli interrati (S4L)

Di seguito si riporta il riepilogo della tipologia funzionale di ogni stazione secondo l'elenco sopra enunciato:

Tabella 1. Tabella riassuntiva delle tipologie di stazione

N.	STAZIONI	TIPOLOGIA	LIVELLI INTERRATI
TRATTA CENTRALE			
1	REBAUDENGO	Stazione speciale 2 livelli interrati di corrispondenza F.S.	2
2	GIULIO CESARE	Stazione tipo 1 livello interrato e atrio fuori terra (S1L)	1
3	SAN GIOVANNI BOSCO	Stazione tipo 1 livello interrato e atrio fuori terra (S1L)	1
4	CORELLI	Stazione tipo 1 livello interrato e atrio fuori terra (S1L)	1
5	CIMAROSA/TABACCHI	Stazione speciale 2 livelli interrati a banchine sovrapposte	3
6	BOLOGNA	Stazione tipo 2 livelli interrati (S2L)	2
7	NOVARA	Stazione tipo a 4 livelli interrati con gallerie di banchina (S4G)	4
8	VERONA	Stazione tipo 3 livelli interrati (S3L)	3

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

9	MOLE/GIARDINI REALI	Stazione tipo a 4 livelli interrati con gallerie di banchina (S4G)	4
10	CARLO ALBERTO	Stazione speciale a 4 livelli interrati (S4L speciale per il solo livello atrio)	4
11	PORTA NUOVA	Stazione speciale a 4 livelli interrati di corrispondenza F.S./Linea 1	4
12	PASTRENGO	Stazione tipo a 4 livelli interrati con gallerie di banchina (S4G)	4
13	POLITECNICO	Stazione tipo a 4 livelli interrati (S4L)	4

1.2.2 Pozzi di intertratta

Nel rispetto delle disposizioni del D.M. 21/10/2015 e delle indicazioni contenute nella progettazione definitiva di riferimento sono presenti, lungo il tracciato della linea, i pozzi situati nelle intertratte tra le fermate, destinati a svolgere le funzioni di ventilazione, aggottamento, accesso per i Vigili del Fuoco e/o eventuale uscita di emergenza.

I pozzi di intertratta e ventilazione hanno le seguenti caratteristiche riferite a tipologie e ubicazioni:

- Presso infrastruttura Deposito Rebaudengo
- Su GA, in linea, dotati di doppia griglia di ventilazione
- Su manufatto nord, in linea, doppia griglia di ventilazione
- Su manufatto nord, doppio livello, griglia unica di ventilazione
- Su gall. TBM, doppio livello, doppia griglia di ventilazione
- Su gall. TBM, doppio livello, griglia unica di ventilazione
- Su gall. TBM, uscita emergenza
- Su gall. TBM, triplo livello, griglia unica di ventilazione

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6
 Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

Di seguito si riporta il riepilogo della tipologia funzionale di ogni pozzo secondo l'elenco sopra enunciato:

Tabella 2. Tabella riassuntiva delle tipologie Pozzi e Manufatti

POZZI E MANUFATTI		CARATTERISTICHE
TRATTA CENTRALE		
1	POZZO REBAUDENGO	Presso Deposito Rebaudengo Liv. -1
2	POZZO GIULIO CESARE	In linea con GA, doppia griglia
3	POZZO SAN GIOVANNI BOSCO	In linea con GA, doppia griglia
4	POZZO CORELLI	In linea con GA, doppia griglia
5	POZZO CIMAROSA/TABACCHI	Su manufatto nord, doppio livello, griglia unica
6	POZZO BOLOGNA	In linea su manufatto nord, doppia griglia
7	RETROSTAZIONE BOLOGNA	Su Manufatto Nord tra SBO e PNO
8	POZZO NOVARA	Su Retrostazione SBO, doppio livello, griglia unica
9	POZZO VERONA	Su gall. TBM, doppio livello, doppia griglia
10	POZZO MOLE/GIARDINI REALI	Su gall. TBM, doppio livello, griglia unica
11	POZZO EMERGENZA MOLE	Su gall. TBM, uscita emergenza
11	CARLO ALBERTO	Su gall. TBM, triplo livello, griglia unica
12	PORTA NUOVA	Su gall. TBM, doppio livello, griglia unica
13	PASTRENGO	Su gall. TBM, doppio livello, griglia unica
14	POLITECNICO	Su gall. TBM, doppio livello, doppia griglia
15	RETROSTAZIONE POLITECNICO	Su Galleria TBM

1.2.3 Manufatti di bivio

Nell'ambito delle possibili diramazioni della linea verso il prolungamento nord è presente il manufatto di bivio. Il manufatto di bivio è caratterizzato dalle seguenti configurazioni:

- dalla sovrapposizione dei due binari che concorrono tra loro per poi sfioccare entrambi dando origine a quattro diverse vie, che tornano ad essere parallele a coppie per indirizzarsi ognuna nella propria direzione;
- dalla caratteristica configurazione a "salto di montone", in cui la tratta principale continua diritta, ma entrambi i binari si biforcano, dando origine a due nuove vie.

1.2.4 Manufatti di fine tratta

I manufatti di fine tratta sono posti in corrispondenza dei capolinea e sono dotati delle necessarie aste di manovra per consentire:

- l'inversione dei treni che, arrivati al capolinea, devono riprendere servizio nel verso opposto;
- il ricovero dei treni, utile per accelerare la ripresa del servizio dopo l'intervallo notturno o dopo le ore di morbida dell'esercizio.

1.2.5 Denominazioni ed abbreviazioni utilizzate

Le denominazioni e le codifiche e abbreviazioni delle Stazioni e Pozzi sono quelle descritte nella tabella seguente:

Tabella 3. Denominazioni ed abbreviazioni Stazioni e Pozzi

N.	STAZIONI	CODIFICA	POZZI	CODIFICA
1	REBAUDENGO	SRB	REBAUDENGO	PRB
2	GIULIO CESARE	SGC	GIULIO CESARE	PGC
3	SAN GIOVANNI BOSCO	SGB	SAN GIOVANNI BOSCO	PGB
4	CORELLI	SCO	CORELLI	PCO
5	CIMAROSA/TABACCHI	SCI	CIMAROSA/TABACCHI	PCI
6	BOLOGNA	SBO	BOLOGNA	PBO
7	NOVARA	SNO	NOVARA	PNO
8	VERONA	SVE	VERONA	PVE
9	MOLE/GIARDINI REALI	SMO	MOLE/GIARDINI REALI	PMO
10	CARLO ALBERTO	SCA	EMERGENZA MOLE	EMO

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

11	PORTA NUOVA	SPN	CARLO ALBERTO	PCA
12	PASTRENGO	SPA	PORTA NUOVA	PPN
13	POLITECNICO	SPO	PASTRENGO	PPA
14	-	-	POLITECNICO	PPO

1.3 Deposito officina Rebaudengo

Il deposito officina Rebaudengo è ubicato all'estremità nord della Linea. Presenta uno sviluppo longitudinale complessivo di circa 270 m ed è costituito da due livelli interrati, che di fatto si estendono per tutto lo sviluppo dell'opera, e da un edificio fuori terra di 3 piani.

La larghezza della sezione trasversale tipologica del deposito è variabile da 30.0 a 80.0 m, con un allungamento a forma triangolare in corrispondenza dell'estremità nord.

Il livello -2 è progettato per consentire il ricovero dei treni e per la manutenzione. In questo livello si trova un corpo di collegamento verticale, con scala e ascensori, che mette in collegamento i due piani interrati e i tre piani fuori terra.

Il livello -1 è dedicato ai locali di manutenzione e agli impianti, dislocandosi su un'area il cui assetto è organizzato con un corridoio longitudinale, di larghezza variabile, ed uno slargo organizzato intorno al cavedio circolare posto nell'area triangolare del lotto.

Infine, il volume esterno che ospita gli uffici e i locali di controllo e gestione del sistema e del deposito, si trova lungo il fronte ovest del lotto, lungo corso Venezia in prossimità dell'ingresso carraio compreso tra gli assi 24 e 33.

È costituito da tre piani fuori terra, con copertura piana, e di superficie lorda per piano di circa 800 m² (17.60x45m) per un totale di circa 2400 m² totali.

A servizio dell'edificio sono previsti una cabina elettrica sulla porzione sud e due aree adibite a parcheggio: una sul lato sud per 20 posti auto (di cui 2 posti dedicati alle persone con disabilità), uno sul fronte nord con 28 posti auto e 5 stalli riservati ai mezzi per il carico/scarico di materiali

1.3.1 Deposito officina - Livello -2:

A questo piano è previsto per l'alloggiamento e il ricovero del materiale rotabile. Ha altezza di 7.60 metri. Il piano è progettato per consentire, nella porzione di fabbricato compresa tra l'asse 2 e l'asse 33, il ricovero in 6 binari di 9 treni, della lunghezza massima di circa 60 metri, e di 3 treni per la manutenzione di lunghezza massima 30 metri. In questa si trova un corpo di collegamento verticale, con scala e ascensore, che mette in collegamento i due piani interrati e i tre piani fuori terra.

Nell'area triangolare del perimetro costruito, compresa tra gli assi longitudinali C e F sono previsti due binari dedicati alla manutenzione leggera con adeguato Carroponte, tornio in fossa, un'area in fossa di circa 700 m² (65x10.65m) e profondità pari a 1,7 m; un altro binario, sul lato est del perimetro, è invece stato riservato al lavaggio dei treni. Al piano, nella stessa area, possiamo inoltre trovare le officine per le opere civili, la linea aerea, elettrotecnica e segnalamento, una zona ristoro/pausa, e dei locali igienici, oltre a due scale di collegamento tra i piani e di uscita di sicurezza fino al piano terra con un ascensore e un montacarichi.

A questo piano sono distribuiti:

- area parcheggio treni,
- area manutenzione leggera,
- locale di pausa/ristoro,
- servizi igienici uomini/donne,
- officina elettrotecnica,
- aree a disposizione (ricarica muletti, segnalamento, TE, OO.CC.),
- area officina treni,
- area lavaggio treni,
- locale aggettamento,
- vasche aggettamento linea,
- corpi scala, ascensori e montacarico.

1.3.2 Deposito officina - Livello -1:

Il livello -1 dedicato ai locali di manutenzione e agli impianti su un'area di circa 8.700 m² e altezza di circa 4.58 metri. L'assetto distributivo è organizzato con un corridoio longitudinale, di larghezza variabile tra i 5.70 m, i 9.00 m e i 5.46 m circa e lunghezza di 237 m circa, e uno slargo organizzato intorno al cavedio circolare posto nell'area triangolare del lotto.

A questo piano sono distribuiti:

- cavedio circolare vetrato e pozzo di luce verso 2° piano interrato,
- locale ad uso ufficio,
- locale di pausa/ristoro,
- spogliatoi uomini/donne,
- locale U.T.A.,
- centrale ventilazione di emergenza,
- locale primo soccorso,
- servizi igienici,
- locale di ricarica muletti,
- area di calaggio apparecchiature,
- locali magazzino linea,
- locali magazzino treni,
- Pozzo di ventilazione (PRB)
 - › locale trasformatore 1
 - › locale trasformatore 2
 - › locale quadri
 - › locale ventilatori

- locale SSE,
- sala quadri,
- cabina di trasformazione MT/BT,
- locale quadro media tensione,
- locale quadro Safety,
- centrale ventilazione di emergenza,
- magazzino scorte,
- locale UTA,
- officina elettromeccanica,
- officina armamento,
- officina accessori interni treni,
- officina saldatura,
- officina sistemi idraulici e pneumatici,
- cabina lavaggio ricambi,
- officina batterie,
- locale apparati,
- locali tecnici e impianti UTA,
- locale a disposizione,
- vasca di accumulo e locale pompe antincendio,
- cavedi di ventilazione
- corpi scala e ascensori

1.3.3 Edificio uffici - Livello 0:

Al piano terra, che ha una superficie di circa 800 m² e un'altezza utile di 4.50 m, sono stati previsti i seguenti ambienti:

- Accoglienza/segreteria e guardiana;
- 2 locali di back office;
- Sala d'aspetto;
- Infermeria;
- Stanza estintori;
- Locale refettorio con locale riscaldamento cibi;
- Locale UPS, gruppi continuità,
- Locale quadri;
- Servizi igienici (donna/uomo);
- Gruppo scale e ascensori;

- Cavedi tecnici.

1.3.4 Edificio uffici - Livello 1:

Al piano primo, che ha una superficie di circa 800 m² e un'altezza utile di 3.00 m, sono stati previsti i seguenti ambienti:

- Sei locali uffici di diverse metrature comprese tra i 40 e i 100 m²;
- Un ufficio dirigente,
- Sala riunioni;
- Sala server e impianti;
- Archivio;
- Servizi igienici (donne/uomini);
- Gruppo scale e ascensori;
- Cavedi tecnici.

1.3.5 Edificio uffici - Livello 2:

Al piano secondo, che ha una superficie di circa 800 m² e un'altezza utile di 3.00 m, sono stati previsti i seguenti ambienti:

- Centro di controllo PCC;
- Sala server e impianti,
- Sala di crisi;
- Sala riunioni;
- Locale security;
- Servizi igienici (uomini/donne);
- Gruppo scale e ascensori;
- Cavedi tecnici.

1.3.6 Edificio uffici – Livello copertura:

Al piano copertura, raggiungibile con il corpo scala/ascensori, si trovano le U.T.A. e la zona dove sono collocate le unità esterne relative agli impianti di condizionamento, oltre ai pannelli fotovoltaici

1.3.7 Cabina elettrica – Livello 0 esterno:

Sulla porzione sud del lotto è prevista la realizzazione di un edificio ad un piano fuori terra, di forma compatta, destinata ad accogliere i gruppi elettrogeni di emergenza della linea, i due locali dei trasformatori BT/MT, un locale quadri MT, e un locale di servizio.

L'edificio è costituito da 5 locali adiacenti che ospitano i generatori a gasolio, separati gli uni dagli altri, accessibili e aerati verso il fronte ovest mediante portoni permeabili all'aria. Sul lato opposto, fronte est, si trovano gli spazi tecnici e accessori al servizio e di connessione con le reti di alimentazione verso il deposito. Nell'area adiacente non pavimentata sul lato nord si trovano i due serbatoi interrati del combustibile.

L'area tecnica e l'edificio sono raggiungibili dalla strada interna che la collega dall'accesso ubicato a fianco della palazzina uffici; la posizione individuata per il manufatto è dovuta alla necessità di allontanarla quanto più possibile dagli altri manufatti, interrati e fuori terra, e dalle aree adibite a parcheggio e all'area tecnica a servizio delle botole di calaggio, al montacarichi e ai collegamenti verticali (scale di sicurezza e ascensori).

1.4 Inquadramento generale progettazione impiantistica

La progettazione degli impianti non di sistema della Linea 2 della Metropolitana di Torino è basata su un criterio di armonizzazione delle "best practices" internazionali riferite al contesto delle metro moderne, con particolare riferimento all'innovazione e all'eco-compatibilità. Gli scenari di attuazione del progetto dovranno essere comunque basati sui requisiti normativi applicabili e propedeutici alla corretta progettazione del contesto impiantistico, con l'essenziale riferimento al D.M. 21/01/2015 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane". Il contesto impiantistico dovrà essere armonizzato a quello funzionale, civile ed architettonico al fine di inserire i contenuti impiantistici nell'ambito delle predisposizioni e delle finiture in modo organico. La carta dell'architettura dovrà inoltre essere considerata un'interfaccia privilegiata al fine assecondare la selezione delle tipologie, dell'utilizzo degli spazi così come della luce all'interno delle stazioni.

1.4.1 Progettazione Impianti Tecnologici non di Sistema Deposito

Le dotazioni impiantistiche non di sistema presi in esame sono i seguenti sistemi primari inerenti alle aree interne ed esterne:

- Impianti di ventilazione di emergenza antincendio (smoke ventilation)
- Impianti di ventilazione ordinaria (immissione, estrazione)
- Impianti termici e di condizionamento (HVAC)
- Dispositivi e precauzioni atti alla prevenzione della Legionella
- Impianti Geotermici (da Geostrutture Energetiche)
- Interpretazione e ingegnerizzazione delle Analisi fluidodinamiche e modellazione fumi SES/CFD ed esodo.
- Analisi energetiche di edificio (ex-Legge10) ove richiesto.
- Impianti idrici antincendio (norma EN)
- Impianti antincendio (gas ove presente)
- Impianti meccanici industriali (aria compressa, lavaggio treni predispos.)
- Impianti meccanici (altri), idrico sanitari, adduzione acque, scarichi, irrigazione
- Impianti di aggettamento in pressione e drenaggio acque a gravità

- Impianti elettrici e forza motrice (e generazione di emergenza)
- Impianti di messa a terra e protezione correnti vaganti
- Impianti di protezione scariche atmosferiche
- Impianti di illuminazione
- Impianti fotovoltaici
- Impianti di rivelazione incendi (differenti tipologie a seconda della parte d'opera)
- Impianti Evac
- Impianti speciali e correnti deboli (altri)
- Impianti di sollevamento (ascensori)
- Impianti di supervisione e controllo (Scada e Bms)
- Interfaccia e predisposizione impianti opere di sistema (correnti forti, telecomunicazione, dati, segnalamento, telecomando, porte di banchina, Scada etc.)

1.4.2 Concetto di Smart Building e Building Automation and Control System

Con l'emanazione del D.M. 26/06/2015 – "Criteri generali e requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici", funzionale alla piena attuazione della direttiva 2010/31/UE (testo consolidato nel 2018), è richiesta la realizzazione di un "*livello minimo di automazione per il controllo, la regolazione e la gestione delle tecnologie dell'edificio e degli impianti termici (BACS), corrispondente alla classe B, come definita nella tabella 1 della norma UNI EN 15232*" al fine di ottimizzare l'uso dell'energia negli edifici, nel Deposito/Officina della Linea 2 della Metropolitana Automatica di Torino, sarà previsto un sistema di management a servizio dei vari impianti.

La normativa non si riferisce semplicemente a delle prescrizioni su come realizzare gli impianti di automazione edifici, ma fornisce un metodo per la stima dell'impatto dei sistemi di automazione sulle prestazioni energetiche degli edifici.

La progettazione degli impianti della Linea 2 della Metropolitana, in termini di "Smart Building" nell'ottica della UNI EN 15232, si baserà sulla valutazione della domanda energetica e dei consumi elettrici in termini di "best practices", massimizzando la richiesta di rendimento elettrico degli apparati e, per quanto possibile, utilizzando sistemi elettro-meccanici alimentati ad energia rinnovabile; è dunque previsto lo studio di sistemi di efficienza energetica attiva, che hanno la funzione di massimizzare l'efficienza energetica degli impianti tecnici delle stazioni in relazione alle condizioni ambientali esterne e ai differenti profili di utilizzo e occupazione degli ambienti.

Più nello specifico, i processi verranno gestiti da un sistema computerizzato, che controlla e monitora le apparecchiature meccaniche ed elettriche come la ventilazione, l'illuminazione, l'alimentazione, i sistemi antincendio e di sicurezza. Grazie ad esso, tutte le funzioni tecnologiche dell'area di manutenzione potranno essere gestite in maniera integrata: videosorveglianza, controllo accessi, rivelazione incendi, consumi energetici, fotovoltaico, HVAC e macchine operatrici.

L'obiettivo è quello di realizzare sistemi BACS e TBM "ad alte prestazioni energetiche", tali da garantire elevate prestazioni energetiche all'impianto; più in generale, i dispositivi di controllo del Deposito dovranno essere in grado di gestire gli impianti elettrici e di climatizzazione (HVAC) tenendo conto di diversi fattori (valori prestabiliti basati sulla rilevazione dell'occupazione, sulla qualità

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6
 Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

dell'aria, ecc.) e di includere funzioni aggiuntive integrate per le relazioni multidisciplinari tra HVAC ed i vari servizi dell'edificio (consumi carichi elettrici, illuminazione, ecc.).

Tabella 4. Tabella riassuntiva delle azioni BMS

IMPIANTO	AZIONI
Luci	<ul style="list-style-type: none"> • Misura dell'illuminamento sui piani di lavoro sia negli uffici che nelle officine; • Controllo del flusso luminoso dei corpi illuminanti in funzione dell'illuminamento sul piano di lavoro tenendo conto della luce naturale entrante nei vari ambienti;
Forza Motrice	<ul style="list-style-type: none"> • Gestione della priorità nell'alimentazione delle varie utenze; • Gestione della contemporaneità dei carichi più gravosi riducendo il dimensionamento delle linee di alimentazione dorsali;
Attrezzature meccaniche	<ul style="list-style-type: none"> • Diagnostica in tempo reale dello stato delle apparecchiature; • Gestione del piano di manutenzione; • Allarme in caso di guasto o malfunzionamento;
Impianto elettrico	<ul style="list-style-type: none"> • Misura e storico dei principali parametri elettrici in tutte le aree dell'impianto, in particolare: corrente, tensione, sfasamento, potenza attiva e reattiva, disturbi, etc.; • Selettività di intervento delle protezioni mediante comunicazione tra i vari relè in campo; • Sicurezza elettrica mediante interfaccia con i sistemi di rivelazione incendi e/o TVCC; • Diagnostica dei componenti; • Prove sui componenti e gestione del piano di manutenzione;
Fotovoltaico	<ul style="list-style-type: none"> • Misura dell'energia prodotta e di altri parametri in varie sezioni dell'impianto (sia lato DC che AC); • Allarme in caso di guasto di componenti (o segnalazione anche per il semplice sporcamento di un modulo che determini una riduzione delle prestazioni dello stesso); • Gestione dell'energia a seconda delle esigenze dell'impianto (priorità all'utilizzo in loco dell'energia prodotta rispetto all'immissione in rete); • Gestione del piano di manutenzione dei componenti; • Controllo di parametri quali disturbi elettromagnetici o sporcamento della rete con armoniche di ordine superiore al primo;

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6
Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

HVAC	<ul style="list-style-type: none">• Controllo della temperatura e dell'umidità dell'aria;• Termoregolazione mediante sistemi di controllo della velocità dei ventilatori o delle valvole servocomandate sul circuito del fluido termovettore;• Controllo presenze per gestire il condizionamento dei locali;
Safety	<ul style="list-style-type: none">• Interfacciamento con gli altri sistemi;• Diagnostica dei componenti;• Piano di manutenzione;• Remotizzazione dei segnali;
Security	<ul style="list-style-type: none">• Interfacciamento con gli altri sistemi;• Diagnostica dei componenti;• Piano di manutenzione;• Remotizzazione delle immagini in un posto centrale;

Tale sistema sarà connesso con le apparecchiature facenti parte dei sistemi sopra indicati mediante i principali protocolli di comunicazione (LAN, Modbus RTU, RS485, TCP/IP, SNMP, etc. e potrà essere connesso alla rete aziendale e gestito e/o riprogrammato secondo le esigenze del cliente.

1.5 Campo di applicazione

La presente Sezione di Capitolato è relativa alle specifiche tecniche e prestazionali da seguire durante la fase progettazione esecutiva e di costruzione dell'opera riguardanti gli impianti meccanici a servizio delle opere civili della Deposito officina Rebaudengo:

Nello specifico gli impianti meccanici oggetto del presente capitolato sono di seguito riportati:

- impianti di ventilazione di emergenza;
- impianti di ventilazione e condizionamento;
- impianti idrici-antincendio;
- impianti meccanici industriali;
- impianto idrico-sanitario e scarichi.

Gli impianti di ventilazione di emergenza si suddividono in:

- ventilazione principale di emergenza a servizio delle Deposito/Officina

Gli impianti di ventilazione e condizionamento si dividono in:

- ventilazione ordinaria;
- impianto ad aerotermi;
- impianto a ventilconvettori;
- impianto a radiatori;
- impianto a espansione diretta;

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6
Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- unità di trattamento aria.

Negli impianti antincendio sono compresi:

- impianti antincendio a idranti e naspi;
- impianti antincendio automatici a sprinkler;
- Impianto antincendio water mist;
- Impianto antincendio a gas.

Negli impianti industriali sono compresi:

- Impianto ad aria compressa;

Negli impianti idrici sono compresi:

- impianti idrico-sanitari;
- impianto di lavaggio e irrigazione
- impianti di scarico e rilancio acque nere.
- Impianti di aggrottamento

Il sistema di ventilazione di emergenza del Deposito/officina è a servizio dei piani interrati -1 e -2. L'obiettivo del sistema di emergenza SEFFC è quello di mantenere a pavimento uno strato di aria libera da fumo al di sopra del quale galleggia lo strato di fumo e gas caldi che verranno convogliati all'esterno attraverso l'utilizzo di ventilatori meccanici.

All'interno del Deposito/Officina è presente anche il pozzo Rebaudengo che provvede all'evacuazione dei fumi della galleria (anche per il settore al livello -2 incluso all'interno dell'area Deposito ubicato tra la galleria naturale e relativa intertratta, l'Officina e la zona di manutenzione leggera) in analogia agli altri pozzi di ventilazione della linea pertanto è trattato nel capitolato specifico degli impianti di linea.

Nella situazione di esercizio normale la ventilazione provvede a mantenere condizioni di buona vivibilità in un ambiente normalmente inquinato da polveri e residui connessi alla marcia del treno. La ventilazione secondaria riguarda altresì i locali a disposizione di banchina quali i servizi igienici dotati di sistemi di ventilazione ed estrazione dedicati.

Si colloca nella categoria di condizionamento il sistema di climatizzazione che sarà legato ai seguenti fattori primari:

- condizioni termo-igrometriche esterne;
- aria di rinnovo e immissione aria esterna;
- gestione dinamica delle condizioni ambientali interne del contesto Deposito verificate sulla base delle caratteristiche di affollamento (turnazioni personale) registrate nell'unità di tempo prescelta;
- gestione delle condizioni di temperatura ambientale di esercizio delle apparecchiature elettriche sottese ai servizi del Deposito-Officina
- eco-compatibilità delle scelte progettuali, disponibilità potenza geotermica.

Si colloca nella categoria di condizionamento dei locali tecnici il sistema di raffreddamento dell'ambiente nei locali tecnologici, dove le apparecchiature elettriche forniscono un rilascio termico di notevole entità, tale da rendere necessario il suo smaltimento all'esterno mediante sistemi di refrigerazione, oltretutto dalla estrazione connessa alla ventilazione principale.

Per i livelli interrati, in cui è presente anche l'impianto di emergenza di evacuazione fumi, la progettazione degli impianti di ventilazione in condizioni di esercizio normale, quindi del sistema di condizionamento, è legata fortemente al contesto della ventilazione in condizioni di emergenza, in quanto sono tra essi condivise le modalità di distribuzione delle portate di aria in immissione o estrazione, al fine di creare un sistema comune di utilizzo dei canali, ad elevata caratteristica di resistenza, idonei e certificati anche per lo smaltimento dei fumi.

I locali interrati saranno protetti mediante impianti fissi di spegnimento idranti UNI 45 ad azionamento manuale e impianti fissi di spegnimento ad azionamento automatico del tipo sprinkler con caratteristiche idrauliche differenziate in relazione alla classe di pericolosità dell'area protetta, in corrispondenza dell'accesso alle aree di deposito treni sarà installato un impianto a lama d'acqua. Alcuni locali tecnici ubicati ai piani interrati saranno serviti, in relazione alle loro peculiarità, con impianti di estinzione a water mist.

La riserva idrica antincendio è comune a tutti i sistemi di spegnimento ad acqua e dimensionata a capacità parziale con la necessaria integrazione di ricalzo da parte dell'acquedotto.

Il fabbricato fuori terra sarà dotato di impianto fisso di estinzione costituito da idranti a cassetta naspi DN 25 per la protezione interna e idranti soprassuolo UNI 70 per la protezione esterna; I locali tecnici destinati ad ospitare i server e la sala di controllo ubicati nella palazzina uffici saranno serviti, in relazione alle loro peculiarità, con impianti di estinzione a gas inerte, in funzione di particolari rischi d'incendio per la presenza di apparecchiature e/o impianti elettrici.

In particolare, tale impianto e proteggerà i seguenti locali della palazzina uffici:

- locale quadri e locale UPS/gruppo di continuità al piano terra
- sala server e impianti al piano primo
- sala server e impianti e centro controllo PPC al piano secondo

Le bombole dell'agente estinguente a gas inerte saranno installate preferibilmente in copertura edificio e adeguatamente protette. Le suddette bombole si scaricheranno totalmente in caso di incendio nei volumi da proteggere previa attivazione dei sistemi di allarme e/o avvisamento della scarica in corso.

L'impianto industriale di produzione e distribuzione di aria compressa prevede la produzione di aria compressa all'interno di un locale dedicato e la distribuzione prevalentemente tramite tubazioni disposte a soffitto.

La generazione avviene tramite tre compressori uguali, ciascuno della portata di circa 1/2 del fabbisogno massimo richiesto e di serbatoi polmone al fine di stabilizzare la pressione in funzione

della portata d'aria richiesta. In tal modo, la domanda viene coperta da due soli compressori, mentre il terzo rimane di riserva.

La distribuzione avviene tramite una rete plurimagliata suddivisa in anelli chiusi concatenati.

Esistono sostanzialmente due reti, una per il piano al livello -1, l'altra per il piano al livello -2, collegate tra loro in due punti, mediante tubazioni verticali in cavedio.

I terminali di emissione sono disposti a parete, a un'altezza di 1 metro dalla quota del pavimento, oppure sotto i binari. Ogni presa sarà equipaggiata con: manometri, valvole di intercettazione, valvola di scarico, filtro, riduttore di pressione, attacco rapido per flessibile.

L'impianto idrico sanitario si compone dei punti di adduzione e scarico in corrispondenza dei bagni e spogliatoi presenti per i nuovi edifici del deposito.

L'impianto di lavaggio del materiale rotabile è costituito da punti di adduzione idrica e scarico in corrispondenza del piano -2 al fine di permetterne una periodica manutenzione e pulizia dei treni. I requisiti relativi all'impianto di adduzione e di scarico in vasca dello specifico apparato appartenente alle dotazioni relative alle opere di Sistema per il Deposito-Officina, dovrà essere dettagliato nella seguente fase di progetto unitamente alla selezione del materiale rotabile per il quale verrà indicato.

Il sistema di lavaggio del materiale rotabile dovrà prevedere un impianto di trattamento delle acque usate che raccoglierà e tratterà gli scarichi del sistema di pulizia dei treni in modo che l'impianto possa provvedere, oltre alla depurazione, anche a un parziale riciclo delle acque trattate. Queste ultime verranno così riutilizzate nelle fasi di prelavaggio e lavaggio. L'impianto di trattamento delle acque costituirà parte integrante del sistema di lavaggio del materiale rotabile.

All'interno del lotto sono presenti delle aree verdi a irrigare per una estensione totale al piano strada di poco inferiore a 4.000 m². L'acqua necessaria all'irrigazione verrà stoccata nella vasca di "seconda pioggia", ubicata dove indicato nelle tavole di progetto.

Nel caso in cui la vasca non contenesse acqua sufficiente al funzionamento giornaliero dell'impianto, essa verrà integrata con acqua dell'acquedotto urbano. L'acqua verrà prelevata (in regime notturno) dalla rete di adduzione idrosanitaria che raggiunge a soffitto il blocco servizi al livello -2; il carico verrà comandato tramite un'elettrovalvola.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

2.1 Introduzione

Gli impianti dovranno essere realizzati in ogni loro parte e nel loro insieme in conformità alle norme, prescrizioni, regolamentazioni e raccomandazioni emanate dagli Enti, agenti in campo nazionale e locale, preposti dalla Legge al controllo ed alla sorveglianza della regolarità della loro esecuzione. Gli impianti dovranno essere eseguiti in conformità al Decreto 380/01 Capo V, al Decreto n. 37 del 22 gennaio 2008 (regolamento di attuazione della legge nr. 248 del 2/12/2005 art. 14) e successivi emendamenti; si evidenzia che le norme UNI e CEI sono considerate norme di buona tecnica. Inoltre, dovranno essere rispettate le prescrizioni degli Enti preposti al controllo degli impianti nella zona di competenza, ed in particolare:

- Ispettorato del lavoro;
- ASL;
- Vigili del fuoco (approvazione Comando Provinciale dei VVF Protocollo nr: 45061 - del 16/11/2022 - COM-TO - Comando Prov. VVF TORINO CITTA' DI TORINO - METROPOLITANA AUTOMATICA LINEA 2 sita/o in LINEA 2 REBAUDENGO - POLITECNICO sn, 10100 Torino - Comunicazione di approvazione ex art. 3 del D.P.R. n. 151/2011).
- ISPESL;
- ANSFISA
- leggi, decreti e regolamenti governativi, prefettizi, comunali e di ogni autorità riconosciuta nonché disposizioni che indirettamente o direttamente avessero attinenza con l'appalto in oggetto, siano esse in vigore all'atto dell'appalto o siano emanate nel corso di esso.

Inoltre, si dovrà considerare che l'esercizio della Linea 2 della Metropolitana nel contesto del Deposito rientra tra le attività soggette alle verifiche ed ai controlli di prevenzione incendi-attività:

53.4.C	Officine riparazione materiale rotabile e aeromobili, supef. > 2000mq
49.3.C	Gruppi elettrogeni e/o di cogenerazione con motori di potenza > 700 kW
75.6.C	Depositi di mezzi rotabili al chiuso, con superficie superiore a 1000 mq
3.2.B	Depositi di gas infiammabili compressi in recipienti (capacità da 0,75 a 10mc)

L'appaltatore, infine, ha l'obbligo di realizzare le opere in conformità a leggi, norme, regolamenti vigenti ed ulteriori disposizioni delle autorità anche se non espressamente sopra descritte.

Tutte le eventuali modifiche o aggiunte che dovessero essere apportate agli impianti per ottemperare alle prescrizioni degli enti preposti o comunque per rendere gli impianti stessi assolutamente conformi alle normative o rendere gli impianti completi e funzionanti in ogni loro parte saranno completamente a carico dell' Appaltatore Integrato che al riguardo non potrà avanzare alcuna pretesa di indennizzo o di maggior compenso, ma anzi dovrà provvedere ad eseguirle con la massima sollecitudine anche se nel frattempo fosse stato emesso il certificato di ultimazione dei lavori.

È altresì a carico della ditta l'espletamento di tutte le pratiche con Enti territoriali per il controllo e verifica degli impianti a termini di normativa di tutte le pratiche relative e denunce, verifiche e collaudi necessari per la normale messa in esercizio dei vari impianti.

2.2 Norme e decreti di carattere generale

La progettazione definitiva è strutturata facendo riferimento alle seguenti Leggi, decreti, norme nazionali e internazionali:

- D.lgs. n. 50 del 18/04/2016 e s.m.i.: Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture.
- D.P.R. n. 207 del 5/10/2010: Regolamento di attuazione nelle parti ancora in vigore.
- D.M. n. 560 del 01/12/2017 (come modificato dal D.M. MIMS 2 agosto 2021, n. 312 e del d.lgs. n. 36/2023 art. 43): Modalità e i tempi di progressiva introduzione, da parte delle stazioni appaltanti, delle amministrazioni concedenti e degli operatori economici, dell'obbligatorietà dei metodi e degli strumenti elettronici specifici, quali quelli di modellazione per l'edilizia e le infrastrutture, nelle fasi di progettazione, costruzione e gestione delle opere e relative verifiche.
- D.M. 312/2021: Modifiche al decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 1° dicembre 2017, n. 560
- UNI EN ISO 16739:2016 - Industry Foundation Classes (IFC) per la condivisione dei dati nell'industria delle costruzioni e del facility management
- UNI EN ISO 19650:2019 parte 1 e 2
- UNI 11337:2017-2018 - Edilizia e opere di Ingegneria Civile: Gestione digitale dei processi informativi:
 - Parte 1 – Descrizione dei modelli, elaborati e oggetti informativi per prodotto e processi
 - Parte 4 – Evoluzione e sviluppo informativo di modelli, elaborati e oggetti
 - Parte 5 – Flussi informativi nei processi digitalizzati
 - Parte 6 – Redazione del capitolato informativo
 - Parte 7 - Requisiti di conoscenza, abilità e competenza delle figure coinvolte nella gestione e nella modellazione informativa.

Norme di Riferimento per la Sicurezza Informatica:

- ISO/IEC 27000:2016 - Information technology - Security techniques - Information security management systems - Overview and vocabulary;
- ISO/IEC 27001:2013 - Information technology - Security techniques - Information security management systems – Requirements;
- ISO/IEC 27002:2013 - Information technology – Security techniques – Code of practice for information security controls. The latest version of the code of practice for information security controls;
- ISO/IEC 27003:2017 - Information technology – Security techniques – Information security management system implementation guidance;
- ISO/IEC 27004:2016 - Information technology – Security techniques – Information security management – Monitoring, measurement, analysis and evaluation;
- ISO/IEC 27005:2018 - Information technology - Security techniques – Information security risk Management;
- ISO/IEC 27006:2015 - Information technology – Security techniques – Requirements for bodies providing audit and certification of information security management systems;
- ISO/IEC 27007:2017 - Information technology - Security techniques - Guidelines for information security management systems auditing;
- ISO/IEC TR 27008:2011 - Information technology - Security techniques – Guidelines for auditors on information security controls.

Norme di Riferimento per la tutela dei dati personali (privacy):

ISO/IEC 29100:2011 - Information technology - Security techniques – Privacy framework1

2.3 Principali decreti e sistemi di normativa di rilevanza impiantistica

- Decreto Ministero dell'Interno 21 ottobre 2015 recante "Approvazione della regola tecnica di
- Norme UNI EN – UNI ISO – UNI EN ISO.
- Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).
- prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane".
- Decreto del Ministero dell'Interno 3 agosto 2015 - Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139.
- Decreto del Ministero dell'Interno 15 settembre 2005 - Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per i vani degli impianti di sollevamento ubicati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi.
- Decreto Legislativo 27 gennaio 2010, n. 17 "Attuazione della direttiva 2006/42/CE, relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE relativa agli ascensori".

- Eurocodici.
- Norme UNI (Ente Nazionale Italiano di Unificazione).
- Norme ISO (International Organization for Standardization).
- Norme CNR (Consiglio Nazionale Ricerche).
- Norme UNIFER.
- Normative, Linee Guida e prescrizioni Ispettorato del Lavoro, ISPESL e ASL.

2.4 Normative di riferimento sistemi di supporto per impianti

Come integrazione e specificazione di quanto descritto nella documentazione a base di gara, ai fini della redazione del Progetto Definitivo si elencano di seguito i principali riferimenti normativi nazionali ed europei relativi i sistemi di supporto da applicare per l'installazione degli impianti in generale. Le indicazioni contenute nelle normative sono pertanto valide per tutte le installazioni impiantistiche:

2.4.1 Sistemi di supporto per impianti

- DM 17/01/2018 "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni" e relativa circolare applicativa n° 7 del 21/01/19 "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni".
- Eurocodice 1-Azioni sulle strutture:
 - UNI EN 1991-1-2:2004 Parte 1-2: Azioni in generale - Azioni sulle strutture esposte al fuoco.
- Eurocodice 2-Progettazione delle strutture di calcestruzzo:
 - UNI EN 1992-1-1:2015 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
 - UNI EN 1992-1-2:2019 Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio.
- Eurocodice 3-Progettazione delle strutture di acciaio:
 - UNI EN 1993-1-1:2022 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
 - UNI EN 1993-1-2:2005 Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio;
 - UNI EN 1993-1-3:2007 Parte 1-3: Regole generali - Regole supplementari per l'impiego dei profilati e delle lamiere sottili piegati a freddo;
 - UNI EN 1993-1-8:2005 Parte 1-8: Progettazione dei collegamenti;
 - UNI EN 1993-1-9:2005 Parte 1-9: Fatica.
- Eurocodice 8-Progettazione delle strutture per la resistenza sismica

- UNI EN 1998-1:2013 Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici;
- UNI EN 1998-4:2006 Parte 4: Silos, serbatoi e condotte.
- Eurocodice 9 Progettazione delle strutture di alluminio:
 - UNI EN 1999-1-1:2014 Parte 1-1: Regole strutturali generali;
 - UNI EN 1999-1-2:2007 Parte 1-2: Progettazione strutturale contro l'incendio;
 - UNI EN 1999-1-3:2011 Parte 1-3: Strutture sottoposte a fatica;
 - UNI EN 1999-1-4:2011 Parte 1-4: Lamiere sottili piegate a freddo.

2.4.2 Sistemi di ancoraggio:

- DM 17/01/2018 "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni" e relativa circolare applicativa n° 7 del 21/01/19 "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni".
- Eurocodice 2-Progettazione delle strutture di calcestruzzo:
 - UNI EN 1992-4:2018 Parte 4: "Progettazione degli attacchi per utilizzo nel calcestruzzo".

2.4.3 Compartimentazioni al fuoco per impianti e giunti lineari:

- DM 17/01/2018 "Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni" e relativa circolare applicativa n° 7 del 21/01/19 "Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni".
- D.M. 03.08.2015 "Codice di Prevenzione Incendi";
- D.M. 16.02.2007 Sezione A.4.5 (Classificazione resistenza al fuoco) / Allegato B.8;
- D.P.R. n°151 01.08.2011 "Nuovo regolamento di prevenzione incendi";
- EN13501-2 2016 "Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione";
- EN1366-3 2022 "Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi";
- EN1366-4 2021 "Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi".

2.5 Normative di riferimento progettazione antincendio

2.5.1 Leggi e Decreti Generali di Prevenzione Incendi

- DECRETO 21/10/2015 Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle metropolitane.
- DECRETO 3 agosto 2015 Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139.
- DECRETO del Ministero dell'interno del 20/12/2012 "Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro gli incendi installate nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi".

- D.P.R. n°151 del 01/08/2011 Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122.
- D.M. 30/11/1983 Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi
- Decreto 7 gennaio 2005 Ministero dell'Interno. Norme tecniche e procedurali per la classificazione ed omologazione di estintori portatili di incendio.
- D. M. del 10 marzo 1998 Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro.
- D.Lgs. 106/17 Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE.
- D.M. n. 37 del 22 gennaio 2008 "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici";

2.5.2 Rivelazione incendi

- UNI EN 54: 2006/2021 - Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio.
- UNI 9795: 2021 – fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Progettazione, installazione ed esercizio.
- UNI 11224: Controllo iniziale e manutenzione dei sistemi di rivelazione incendi.

2.5.3 Estinzione incendi

LEGGI E DECRETI (principali riferimenti)

- Decreto 18/10/2019: Modifiche all'allegato 1 al decreto del Ministero dell'Interno 3 Agosto 2015 recante "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'art. 15 del D.Lgs. 8/3/2006 n. 139";
- Decreto 15/05/2020: "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, per le attività di autorimesse";
- Decreto Ministeriale 12 Aprile 2019: Modifiche al decreto 3 agosto recante "Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'art. 15 del D.Lgs. 8/3/2006 n. 139";
- Legge, 1 marzo 1968, nr. 186;
- D.M.I. 20/12/12 Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l'incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi.
- Decreto legislativo 9 aprile 2008 n.81 recante: "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3/08/2007 n.123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
- D.P.R. 01/08/2011 n.151 "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'art. 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31/7/2010 n.78 convertito, con modificazioni, dalla legge 30/7/2010 n.122;

- Decreto 07/08/2012 recante: "Disposizioni relative alle modalità di presentazione delle istanze concernenti i procedimenti di prevenzione incendi e della documentazione da allegare, ai sensi dell'art. 2, comma 7 del DPR 151/11";
- DM. 22 Gennaio 2008 n. 37

PRINCIPALI NORMATIVE UNI-EN:

- UNI 10779:2021 Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti - Progettazione, installazione ed esercizio.
- UNI 11292:2019 Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianti antincendio - Caratteristiche costruttive e funzionali.
- UNI EN12845:2020 Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler Progettazione, installazione e manutenzione.
- UNI 14384-2006 Idranti antincendio a colonna soprasuolo.
- UNI EN 14339-2006 Idranti antincendio sottosuolo
- UNI EN 14972-1:2021 Installazioni fisse antincendio - Sistemi ad acqua nebulizzata - Parte 1: Progettazione, installazione, controllo e manutenzione.
- UNI EN 13565-1:2019 Sistemi fissi di lotta contro l'incendio - Sistemi a schiuma - Parte 1: Requisiti e metodi di prova per i componenti.
- UNI EN 13565-2:2021 Sistemi fissi di lotta contro l'incendio - Sistemi a schiuma - Parte 2: Progettazione, costruzione e manutenzione.
- UNI EN 1452-2010b Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di acqua – Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U).
- UNI EN 804-2020 Apparecchiature per estinzione incendi - Raccordi per tubazioni flessibili.
- UNI EN 671- 1 Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni - Naspi antincendio con tubazioni semirigide.
- UNI EN 671- 2-2012 Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni - Idranti a muro con tubazioni flessibili.
- UNI EN 671- 3 Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni – Manutenzione dei naspi antincendio con tubazioni semirigide ed idranti a muro con tubazioni flessibili.
- UNI EN 694-2014 Tubazioni semirigide per sistemi fissi antincendio.
- UNI EN 10224-2006 Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di acqua e di altri liquidi acquosi – Condizioni tecniche di fornitura.
- UNI EN 10255-2007 Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura Condizioni tecniche di fornitura
- UNI EN 12201 2012-2013 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua – Polietilene (PE)
- UNI EN 14540-2014 Tubazioni antincendio – Tubazioni appiattibili impermeabili per impianti fissi.
- EN 2-2005 Classificazione dei fuochi

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- UNI EN 3-7 2008 Estintori d'incendio portatili - Parte 7: Caratteristiche, requisiti di prestazione e metodi di prova
- UNI EN 1866-1 2008: Estintori carrellati d'incendio - Caratteristiche, requisiti di prestazione e metodi di prova
- UNI EN 9994-2013 Apparecchiature per estinzione incendi - Estintori di incendio - Parte 1: Controllo iniziale e manutenzione
- UNI 810 Apparecchiature per estinzione incendi - Attacchi a vite.
- UNI 814 Apparecchiature per estinzione incendi - Chiavi per la manovra dei raccordi, attacchi e tappi per tubazioni flessibili.
- UNI 7421 Apparecchiature per estinzione incendi - Tappi per valvole e raccordi per tubazioni flessibili.
- UNI 7422 Apparecchiature per estinzione incendi – Sistemi di fissaggio per tubazioni appiattibili prementi.
- UNI EN ISO 15493 Sistemi di tubazione plastica per applicazioni industriali (ABS, PVC-U e PVC-C). Specifiche per i componenti e il sistema. Serie metrica.
- UNI EN ISO 15494 Sistemi di tubazione plastica per applicazioni industriali (PB, PE e PP). Specifiche per i componenti e il sistema. Serie metrica.
- UNI EN ISO 14692 Industrie del petrolio e del gas naturale – Tubazioni in plastica vetro-rinforzata.
- UNI 11443 Sistemi fissi antincendio - Sistemi di tubazioni - Valvole di intercettazione antincendio
- UNI CEN/TS 14816:2009 "Installazioni fisse antincendio - Sistemi spray ad acqua - Progettazione, installazione e manutenzione";
- UNI EN 12259-2:2006 Installazioni fisse antincendio - Componenti per sistemi a sprinkler e a spruzzo d'acqua - Parte 2;
- Linee guida linee di indirizzo per la riduzione della vulnerabilità sismica degli impianti antincendio, dicembre 2011
- UNI EN 15004-1 "Sistemi ad estinguenti gassosi – Parte 1: progettazione, installazione, manutenzione";
- - UNI EN 15004-10 "Sistemi ad estinguenti gassosi – Parte 10: proprietà fisiche e progettazione dei sistemi a estinguenti gassosi per l'agente estinguente IG 541", una miscela composta dal 52% di Azoto, dal 40% di Argon e dall'8% di Anidride Carbonica (CO₂).

PRINCIPALI NORMATIVE NFPA (SOLO RIFERIMENTO):

- NFPA 13:2013(NPFA 13:2022) Standard for the Installation of Sprinkler Systems.
- NFPA 14:2013 (NPFA 14:2019) Standard for the Installation of Standpipes and Hose Systems.
- NFPA 15:2012 (NPFA 15:2022) Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection.
- NFPA 20:2013 (NPFA 20:2022) Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection.
- NFPA 22:2013 (NPFA 22:2023) Standard for Water Tanks for Private Fire Protection.

- NFPA 25:2014 (NFPA 25:2023) Standard for the Inspection, Testing, and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems.
- NFPA 72:2016 (NFPA 72:2022) National Fire Alarm and Signaling Code.
- NFPA 90A: 2018 (NFPA 90A:2021) Standard for the Installation of Air-Conditioning and Ventilating Systems.
- NFPA 92:2018 (NFPA 92:2021) Standard for Smoke Control Systems.
- NFPA 101: 2018 (NFPA 101:2021) Life Safety Code.
- NFPA 130:2017 (NFPA 130:2023) Standard for Fixed Guideway Transit and Passenger Rail Systems.
- NFPA 204: 2018 (NFPA 204:2021) Standard for Smoke and Heat Venting.
- NFPA 750:2015 (NFPA 750: 2023) Standard on Water Mist Fire Protection Systems.

2.6 Normative di riferimento impianti ventilazione, termici e climatizzazione

LEGGI E DECRETI (principali riferimenti)

- Legge n. 10/91 "Norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia".
- D.Lgs. n. 192/05 "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia".
- D.Lgs. n. 311/06 "Disposizioni correttive ed integrative al Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia".
- Decreto Del Presidente Della Repubblica 2 aprile 2009, n. 59 Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.
- DECRETO LEGISLATIVO 3/03/2011, n. 28 Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE.
- Decreto interministeriale 26 giugno 2015 - Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici.
- DGR n. 46-11968 4/08/2009 Regione Piemonte e s.m.i. - Aggiornamento del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria [...]
- D.M. 1° dicembre 1975 - D.lgs. n. 26/16 - D.M.01/12/04 n°329 Attrezzature in pressione
- Linee Guida per la prevenzione ed il controllo della legionellosi, Ministero della Salute e disposizioni Regione Piemonte in materia (in riferimento anche agli impianti Idrico Sanitari).
- Regione Piemonte n.109 del 04.03.2008 Raccomandazioni per la sorveglianza, la prevenzione e il controllo delle polmoniti da Legionella - Campo di applicazione: strutture sanitarie pubbliche e private.

PRINCIPALI NORMATIVE

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- UNI 10339:1995 - Impianti aeraulici a fini di benessere - Generalità, classificazione e requisiti - Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.
- UNI 10349: 2016 (1-2-3) - Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici.
- UNI 10375:2011 - Metodo di calcolo della temperatura interna estiva degli ambienti.
- UNI EN 5801: Ventilatori – Verifica delle prestazioni che utilizzano vie aeree standardizzate
- UNI EN ISO 7730: 2006 - Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale.
- UNI EN 12097 - Ventilazione degli edifici - Rete delle condotte - Requisiti relativi ai componenti atti a facilitare la manutenzione delle reti delle condotte.
- UNI/TS 11300-1/6: 2010-2019 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.
- UNI EN 12237:2004 - Ventilazione degli edifici - Reti delle condotte - Resistenza e tenuta delle condotte circolari di lamiera metallica.
- UNI EN 1507:2008 - Ventilazione degli edifici - Condotte rettangolari di lamiera metallica - Requisiti di resistenza e di tenuta.
- UNI EN 16798-1:2019 - Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 1: Parametri di ingresso dell'ambiente interno per la progettazione e la valutazione della prestazione energetica degli edifici in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica - Modulo M1-6.
- UNI CEN/TR 16798-2:2020 Prestazioni energetiche degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 2: Interpretazione dei requisiti della norma EN 16798-1 - Parametri di input ambientale interno per la progettazione e la valutazione delle prestazioni energetiche degli edifici in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica (Modulo M1-6).
- UNI EN 16798-3:2018 Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 3: Per gli edifici non residenziali - Requisiti prestazionali per i sistemi di ventilazione e di condizionamento degli ambienti (Moduli M5-1, M5-4).
- UNI CEN/TR 16798-4:2018 Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 4: Interpretazione dei requisiti nella EN 16798-3 - per gli edifici non residenziali - Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e condizionamento degli ambienti (Moduli M5-1, M5-4).
- UNI EN 16798-5-1:2018 Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 5-1: Metodi di calcolo per i requisiti energetici dei sistemi di ventilazione (Moduli M5-6, M5-8, M6-5, M6-8, M7-5, M7-8) - Metodo 1: Distribuzione e generazione.
- UNI CEN/TR 16798-6:2018 - Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 6: Interpretazione dei requisiti nella EN 16798-5-1 e nella EN 16798-5-2 - Metodi di calcolo per i requisiti energetici dei sistemi di ventilazione e condizionamento dell'aria (Moduli M5-6, M5-8, M6-5, M6-8, M7-5, M7-8).
- UNI EN 16798-7:2018 Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 7: Metodi di calcolo per la determinazione delle portate d'aria negli edifici compresa l'infiltrazione (Moduli M5-5).

- UNI CEN/TR 16798-8:2018 Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 8: Interpretazione dei requisiti nella EN 16798-7 - Metodi di calcolo per la determinazione delle portate d'aria negli edifici incluse le infiltrazioni (Modulo M5-5).
- UNI EN 16798-9:2018 Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 9: Metodi di calcolo per il fabbisogno energetico dei sistemi di raffreddamento (Moduli M4-1, M4-4, M4-9) – Generalità.
- UNI CEN/TR 16798-10:2018 Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 10: Interpretazione dei requisiti nella EN 16798-9 - Metodi di calcolo per i requisiti energetici dei sistemi di raffrescamento (Moduli M4-1, M4-4, M4-9) – Generalità.
- UNI EN 16798-17:2018 Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 17: Linee guida per l'ispezione degli impianti di ventilazione e condizionamento dell'aria (Modulo M4-11, M5-11, M6-11, M7-11).
- EN 13141-7: Ventilazione per gli edifici - Verifica delle prestazioni di componenti per gli edifici residenziali - Parte 7: Test delle prestazioni delle unità di ventilazione meccanica canalizzata e di estrazione (compreso il recupero di calore);
- UNI EN 13141-8 : Ventilazione per gli edifici - Prove di prestazione di componenti/prodotti per la ventilazione residenziale - Parte 8: Prove di prestazione di unità di ventilazione meccanica non canalizzate e di scarico (compreso il recupero del calore);
- UNI EN 13142: Ventilazione per gli edifici - Componenti/prodotti per la ventilazione residenziale - Caratteristiche prestazionali richieste e facoltative
- UNI EN 12831-1:2018 Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo del carico termico di progetto - Parte 1: Carico termico per il riscaldamento degli ambienti, Modulo M3-3.
- UNI EN ISO 52017-1:2018 Prestazione energetica degli edifici - Carichi termici sensibili e latenti e temperature interne - Parte 1: Procedure generali di calcolo.
- UNI EN ISO 52016-1:2018 - Prestazione energetica degli edifici - Fabbisogni energetici per riscaldamento e raffrescamento, temperature interne e carichi termici sensibili e latenti - Parte 1: Procedure di calcolo.
- UNI EN ISO 13788:2013 - Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e la condensazione interstiziale - Metodi di calcolo.
- UNI EN ISO 14683:2018 - Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica - Metodi semplificati e valori di riferimento.
- UNI EN ISO 6946:2018 - Componenti ed elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodi di calcolo.
- UNI EN ISO 10211:2018 - Ponti termici in edilizia - Flussi termici e temperature superficiali - Calcoli dettagliati.
- UNI EN ISO 16890-1:2017 Filtri d'aria per ventilazione generale - Parte 1: Specifiche tecniche, requisiti e sistema di classificazione dell'efficienza basato sul particolato (ePM).
- UNI EN 1861:2000 - Impianti di refrigerazione e pompe di calore - Diagrammi di flusso del sistema e diagrammi delle tubazioni e della strumentazione - Disposizione e simboli.

- UNI EN 12102-2:2019 - Condizionatori d'aria, refrigeratori di liquido, pompe di calore, raffreddatori di processo e deumidificatori con compressori azionati elettricamente - Determinazione del livello di potenza sonora - Parte 2: Scaldacqua a pompa di calore.
- UNI EN 14511 1-4: Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti e refrigeratori per cicli di processo con compressore elettrico.
- UNI EN 16147:2017 Pompe di calore con compressore elettrico - Prove, valutazione delle prestazioni e requisiti per la marcatura delle apparecchiature per acqua calda sanitaria.
- UNI EN 12309-1:2015 - Apparecchi per il riscaldamento e/o raffrescamento ad assorbimento e adsorbimento, funzionanti a gas, con portata termica nominale non maggiore di 70 kW - Parte 1: Termini e definizioni.
- UNI EN 12309-2:2015 - Apparecchi per il riscaldamento e/o raffrescamento ad assorbimento e adsorbimento, funzionanti a gas, con portata termica nominale non maggiore di 70 kW - Parte 2: Sicurezza.
- UNI EN 12599:2012 - Ventilazione per edifici - Procedure di prova e metodi di misurazione per la presa in consegna di impianti di ventilazione e di condizionamento dell'aria.
- UNI EN 378-1:2021 - Sistemi di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali - Parte 1: Requisiti di base, definizioni, criteri di classificazione e selezione.
- UNI EN 378-2:2017 - Sistemi di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali - Parte 2: Progettazione, costruzione, prova, marcatura e documentazione.
- UNI EN 11466:2012 Sistemi geotermici a pompa di calore - Requisiti per il dimensionamento e la progettazione
- UNI EN 11467:2012 Sistemi geotermici a pompa di calore - Requisiti per l'installazione
- UNI EN 11468:2012 Sistemi geotermici a pompa di calore - Requisiti ambientali
- UNI EN 805 :2002 Approvvigionamento di acqua – requisiti per sistemi e componenti all'esterno di edifici
- UNI EN 1610-2015 Costruzione e Collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura
- UNI EN 11149-2019 Elementi di progettazione e tecniche per la posa in opera e collaudo di sistemi di tubazione di polietilene per il trasporto di liquidi in pressione

2.6.1 Disposizioni e verifica applicazione Linee Guida contro la legionellosi

Nella successiva fase di progetto, dovrà essere completato lo studio dedicato al controllo ed alla prevenzione della proliferazione della legionellosi negli impianti di condizionamento e sanitari di Deposito, riportando nel dettaglio le azioni preventive e le verifiche in termini di gestione ordinaria degli impianti che dovranno essere poste in essere al fine di evitare qualsiasi rischio di proliferazione. Pertanto, per quanto concerne la parte aeraulica dovrà essere particolarmente curato l'aspetto della pulizia dei canali predisponendo idonee aperture per l'accesso dei sistemi di pulizia (anche robotizzati) con particolare attenzione agli elementi come serrande, silenziatori a canale (se esistenti), connessioni con terminali e particolarità del circuito.

Per quanto concerne gli apparati, particolare attenzione dovrà essere posta alla sezione di umidificazione delle UTA, alla pulizia delle batterie di scambio termico delle unità di trattamento aria, ai filtri, alle prese d'aria esterna e allo scarico dell'acqua di condensa.

Inoltre, si richiede la verifica delle pompe di calore refrigerazione/riscaldamento (pompe di calore aria/acqua reversibili) e alle relative parti di impianto.

2.7 Ambiente e atmosfera

Da applicare per la sola parte di competenza impiantistica

LEGGI E DECRETI (principali riferimenti)

- Decisione 2004/470/CE del 29/04/2004 e s.m.i. (2004/470/CE R01) - Decisione della Commissione sugli orientamenti per un metodo di riferimento provvisorio per il campionamento e la misurazione delle PM_{2,5}.
- Direttiva 2008/50/CE e s.m.i.- Qualità aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa;
- D.P.R. 203/88 e s.m.i. - Attuazione Direttive n. 80/779, 82/884, 84/360, 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria relativamente a specifici agenti inquinanti e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali ai sensi dell'art. 15 della Legge 16/4/87 n. 183.
- D.Lgs. 17 marzo 1995, n. 230 e s.m.i. – Attuazione delle direttive Euratom 80/836, 84/467, 89/618, 90/641 e 92/3 in materia di radiazioni ionizzanti;
- D.M. 25 agosto 2000 - Aggiornamento dei metodi di campionamento, analisi e valutazione degli inquinanti, ai sensi del Decreto del Presidente della Repubblica 24 maggio 1988, n. 203;
- L. 23 Marzo 2001, n. 93 e s.m.i. – Disposizioni in campo ambientale;
- D.Lgs. 21/5/2004 n. 171 - Attuazione della direttiva 2001/81/Ce relativa ai limiti nazionali di emissione di alcuni inquinanti atmosferici;
- D.Lgs. 9 Aprile 2008, n. 81 – Attuazione dell'art. 1 della L. 3 Agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;
- D.Lgs. 26 Giugno 2008, n. 120 – Modifiche ed integrazioni al D.Lgs. 3 Agosto 2007, n. 152 – Attuazione della Dir. 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli IPA nell'aria ambiente;
- D.Lgs. 29 Giugno 2010, n. 128 – Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale;
- D.Lgs. 13 Agosto 2010, n. 155 e s.m.i. – Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa.
- Legge 12 Agosto 2016, n. 170 - Delega al Governo per il recepimento delle direttive europee e l'attuazione di altri atti dell'Unione europea - Legge di delegazione europea 2015.
- L.R. 7/4/2000 n. 43 - Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Prima attuazione del piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria;
- D.G.R. n. 27-614 del 31/07/2000 - Raccomandazioni per la popolazione esposta ad episodi acuti di inquinamento da Ozono;
- L.R. 18 Febbraio 2010, n.5 – Norme sulla protezione dai rischi da esposizione a radiazioni ionizzanti;
- D.G.R. 27 luglio 2011, n. 70-2479 Attuazione della Legge Regionale 7 aprile 2000 n. 43. Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Aggiornamento dello Stralcio di Piano 5.1 del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria;

- D.G.R. 30 maggio 2016, n. 29-3386 - Attuazione della legge regionale 7 aprile 2000 n. 43. Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Armonizzazione del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria con gli aggiornamenti del quadro normativo comunitario e nazionale.
- D.G.R. 5 giugno 2017, n. 13-5132 - Decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155 e legge regionale 7 aprile 2000, n. 43. Adozione della Proposta di Piano Regionale di Qualità dell'Aria e approvazione del Rapporto Ambientale ai sensi dell'articolo 13 del decreto legislativo 152/2016.
- D.G.R. n. 42-5805 del 20 ottobre 2017.
- D.G.R. 9 agosto 2019, n. 8-199.
- Direttive e notifiche ASL TO nel contesto specifico.
- Direttive e notifiche ARPA nel contesto specifico.

2.8 Acustica

Da applicare per la sola parte di competenza impiantistica

LEGGI E DECRETI (principali riferimenti)

- DPCM 1/3/1991 - Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno
- L. 26/10/1995, n. 447 - Legge quadro sull'inquinamento acustico
- DM 11/12/1996: Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo ubicati nelle zone diverse da quelle esclusivamente industriali o le cui attività producono i propri effetti in zone diverse da quelle esclusivamente industriali (G.U. n. 52 del 4/3/97).
- DPCM 14/11/1997 - Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore
- DM 16/3/1998 - Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico
- DPR 18/11/1998, n. 459 - Regolamento recante norme di esecuzione dell'Art. 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447, in materia di inquinamento acustico derivante da traffico ferroviario
- L. 09/12/98 n. 426 – Nuovi interventi in campo ambientale
- DM 29/11/2000 - Criteri per la predisposizione da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore
- L. 31/7/02, n. 179 – Disposizioni in materia ambientale
- D.Lgs. 4/9/2002, n. 262: Attuazione della direttiva 2000/14/CE concernente l'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate a funzionare all'aperto. (GU n. 273 del 21-11-2002- Suppl. Ordinario n.214)
- Decreto 24/7/2006 – Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del mare – Modifiche dell'allegato I - Parte b, del D.Lgs. 4/9/2002, n. 262, relativo all'emissione acustica ambientale delle macchine ed attrezzature destinate al funzionamento all'esterno. (GU n. 182 del 7/8/2006)
- DPR 30/3/2004, n. 142 - Disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivante dal traffico veicolare, a norma dell'articolo 11 della legge 26 ottobre 1995, n. 447

- Circolare 6/9/2004: Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio – Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali. (GU n. 217 del 15-9-2004)
- D.Lgs. 19/8/2005, n. 194 – Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale. (GU n. 222 del 23-9-2005)
- D.Lgs. 9/4/08, n. 81 – Attuazione dell'art. 1 della L. 3/8/07, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
- D.Lgs. 27/1/10, n. 17 – Attuazione della direttiva 2006/42/CE, relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE relativa agli ascensori
- D.Lgs. 17/2/2017, n. 42 - Disposizioni in materia di armonizzazione della normativa nazionale in materia di inquinamento acustico, a norma dell'articolo 19, comma 2, lettere a), b), c), d), e), f) e h) della legge 30 ottobre 2014, n. 161.
- Legge Regionale 20/10/2000, n.52
- D.G.R. 27 giugno 2012 n. 24-4049: Disposizioni per il rilascio da parte delle Amministrazioni comunali delle autorizzazioni in deroga ai valori limite per le attività temporanee, ai sensi dell'articolo 3, comma 3, lettera b) della l.r. 25 ottobre 2000, n. 52.
- D.G.R. 2/2/2004, n. 9-11616 (BURP n. 5 del 5/2/2004, SO n.2): L.R. n. 52/2000, art. 3, comma 3, lettera c). Criteri per la redazione della documentazione di impatto acustico.

PRINCIPALI NORMATIVE

- UNI 8199:2016 Acustica in edilizia - Collaudo acustico di impianti a servizio di unità immobiliari - Linee guida contrattuali e modalità di misurazione all'interno degli ambienti serviti.
- UNI EN ISO 3746:2011 - Acustica - Determinazione dei livelli di potenza sonora e dei livelli di energia sonora delle sorgenti di rumore mediante misurazione della pressione sonora - Metodo di controllo con una superficie avvolgente su un piano riflettente.

2.9 Impianti Idrico-sanitari

- D.M. n. 443/90 per il trattamento delle acque destinate ai consumi civili.
- D.Lgs. N° 152 del 11/05/99 e successive modifiche ed integrazioni, contenenti norme per la tutela delle acque dall'inquinamento.
- UNI 9182: 2014 Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Criteri di progettazione, collaudo e gestione.
- Norma UNI EN 12056-1/5 2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici.
- UNI EN ISO 9906: 2012 Pompe rotodinamiche - Prove di prestazioni idrauliche e criteri di accettazione - Livelli 1, 2 e 3 (ex Metodi di prova e condizioni di accettazione pompe secondo norma UNI-ISO 2548-C);
- UNI EN 806 1-5: 2008 - Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano - Parte 1-5.

- UNI EN 752:2017 - Connessioni di scarico e collettori di fognatura all'esterno degli edifici - Gestione del sistema di fognatura.
- UNI EN 1333:2007 Flange e loro giunzioni - Componenti di reti di tubazioni - Definizione e selezione del PN.

2.10 Ventilazione Antincendio

- UNI EN 12101-1/8:2006-2022: Sistemi per il controllo di fumo e calore.
- UNI EN 12101-3:2015 Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 3: Specifiche per gli evacuatori forzati di fumo e calore
- UNI EN 12101-7:2011 Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 7: Condotte per il controllo dei fumi
- UNI EN 12101-8:2011 Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 8: Serrande per il controllo dei fumi
- UNI EN 15650:2010 Ventilazione degli edifici - Serrande tagliafuoco
- UNI EN 13501-4:2016: Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione - Parte 4: Classificazione in base ai risultati delle prove di resistenza al fuoco dei componenti dei sistemi di controllo del fumo
- UNI UNIFER 8686-1/7:1985 Metropolitane. Locali di servizio nelle stazioni.
- UNI 9494-1: 2017 Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 1: Progettazione e installazione dei Sistemi di Evacuazione Naturale di Fumo e Calore (SENFEC).
- UNI 9494-2: 2017 Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 2: Progettazione e installazione dei Sistemi di Evacuazione Forzata di Fumo e Calore (SEFFEC).
- UNI 9494-3: 2014 Sistemi per il controllo di fumo e calore - Parte 3: Controllo iniziale e manutenzione dei sistemi di evacuazione di fumo e calore
- UNI 1366-1: 2020 Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi - Parte 1: Condotte di ventilazione
- UNI EN 1366-8:2005 Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi - Parte 8: Condotte di estrazione fumo.
- UNI EN 1366-9:2008 Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi - Parte 9: Condotte di estrazione del fumo per singolo comparto.
- UNI EN ISO 1461:2022- Rivestimenti di zincatura per immersione a caldo su prodotti finiti ferrosi e articoli di acciaio - Specificazioni e metodi di prova.
- UNI EN ISO 12944 1-8:2017-2019 Pitture e vernici - Protezione dalla corrosione di strutture di acciaio mediante verniciatura - Parte 1-8 (riferibile anche agli altri contesti impiantistici inerenti la protezione dalla corrosione).
- UNI EN 15423:2008 - Ventilazione degli edifici - Misure antincendio per i sistemi di distribuzione dell'aria negli edifici.
- ASHRAE codes
- SEDH: Subway Environmental Design Handbook, Volume I, Principles and Applications

2.11 Vibrazioni

Da applicare per la sola parte di competenza impiantistica

- ANSI S3.29 - "Guide to the evaluation of human exposure to vibration in buildings" (American National Standard) – Acoustical Society of America, New York – 1983;
- BS 6472 - "Evaluation of human exposure to vibration in buildings (1 to 80 Hz)"- British Standards Institution – 1984;
- DIN 4150 - "Structural Vibration I Buildings" – 1986;
- ISO 2631/1 Stima dell'esposizione degli individui a vibrazioni globali del corpo - Parte I: Specifiche generali;
- ISO 2631/2 Stima dell'esposizione degli individui a vibrazioni globali del corpo -Parte 2: Vibrazioni continue ed impulsive negli edifici (da 1 a 80 Hz);
- UNI EN ISO 8041-1:2017 Risposta degli esseri umani alle vibrazioni - Strumenti di misurazione - Parte 1: Strumenti per la misura di vibrazioni per uso generale
- UNI EN ISO 8041-2:2021 Risposta degli esseri umani alle vibrazioni - Strumenti di misurazione - Parte 2: Strumenti per la misura dell'esposizione personale alle vibrazioni
- UNI 9614 (2017) Misura delle vibrazioni negli edifici e criteri di valutazione del disturbo; Norma internazionale ISO 4866 (prima edizione 1990) Vibrazioni meccaniche ed impulsi - Vibrazioni degli edifici - Guida per la misura delle vibrazioni e valutazione dei loro effetti sugli edifici.
- UNI 9916 (2014) Criteri di misura e valutazione degli effetti delle vibrazioni sugli edifici.
- UNI ISO 10816-3:2018 - Vibrazioni meccaniche - Valutazione delle vibrazioni delle macchine mediante misurazioni sulle parti non rotanti - Parte 3: Macchine industriali con potenza nominale maggiore di 15 kW e velocità di rotazione nominale compresa tra 120 giri/min e 15 000 giri/min, quando misurate in opera.

2.12 Impianti elettrici

LEGGI E DECRETI (principali riferimenti)

Le seguenti norme riguardanti gli impianti elettrici e speciali sono da intendersi come supporto alla progettazione degli impianti meccanici. Per dettagli specifici riguardanti gli impianti elettrici fare riferimento alla sezione di capitolato specifica.

- Legge 1/03/1968 - N° 168, pubblicata sulla G.U. N° 77 del 23 Marzo 1968:
 - "Art. 1 - Tutti i materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettronici devono essere realizzati e costruiti a regola d'arte";
 - "Art. 2 - I materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici realizzati secondo le norme del Comitato Elettrotecnico Italiano si considerano costruiti a regola d'arte".

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- Legge n.46 del 5/3/90 "Norme per la sicurezza degli impianti" (articoli non abrogati dal D.M. n°37 del 2008).
- Decreto del ministero dello sviluppo economico 22 gennaio 2008, n. 37 "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici".
- D.M. 11 giugno 1992 - Approvazione dei modelli dei certificati di riconoscimento dei requisiti tecnico-professionali delle imprese e del responsabile tecnico ai fini della sicurezza degli impianti.
- D.P.R. n°462 del 22/10/2001 - Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.
- Prescrizioni della Società erogatrice dell'energia elettrica competente per la zona.
- Le leggi, circolari e prescrizioni del Ministero dell'Interno, del Ministero delle Poste e Telecomunicazioni e di Enti locali come il Comando dei Vigili del Fuoco.
- Le prescrizioni delle Autorità comunali e/o regionali.
- Le norme e tabelle UNI e UNEL per i materiali già unificati, le apparecchiature e gli impianti ed i loro componenti, i criteri di progetto, le modalità di esecuzione e collaudo.
- Le prescrizioni dell'Istituto Italiano per il Marchio di Qualità per i materiali e le apparecchiature ammesse all'ottenimento del Marchio.
- Ogni altra prescrizione, regolamentazione e raccomandazione emanate da qualsiasi Ente preposto ed applicabili agli impianti elettrici ed alle loro parti componenti.
- D.Lgs. 106/17 Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE.
- DECRETO LEGISLATIVO 19 maggio 2016, n. 86 Attuazione della direttiva 2014/35/UE concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla messa a disposizione sul mercato del materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione.
- Regolamento UE n. 305/2011 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio (c.d. "regolamento CPR")

PRINCIPALI NORMATIVE

- Norma CEI 64-8 edizione 2021 (e successive varianti) "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";
- Norma CEI EN 61936-1 Norma CEI 99-2 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. Parte 1: Prescrizioni comuni".
- Norma CEI 99-3 "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.".
- Norma CEI 64-12 Anno 2019 "Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario";
- CEI 81-29 Linee guida per l'applicazione delle Norme CEI EN 62305

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6
Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- CEI EN IEC 62858 "Densità di fulminazione. Reti di localizzazione fulmini (LLS) - Principi generali" - Maggio 2020.
- CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1) "Protezione contro i fulmini. Principi generali".
- CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) "Protezione contro i fulmini. Valutazione del rischio".
- CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3) "Protezione contro i fulmini. Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone".
- CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4) "Protezione contro i fulmini. Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture".
- CEI 81-27 "Guida d'applicazione all'utilizzo di limitatori di sovratensioni all'arrivo della linea di alimentazione degli impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione".
- CEI 81-29 "Linee guida per l'applicazione delle Norme CEI EN 62305"
- IEC EN 60034-30-1 Rotating electrical machines - Part 30-1: Efficiency classes of line operated AC motors (IE code).
- UNI EN 12464/2 – Anno 2014 - "Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 2: Posti di lavoro in esterno".
- UNI EN 12464/1 Anno 2021 - "Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni".
- UNI UNIFER 8097 - Anno 2004 - "Metropolitane - Illuminazione delle metropolitane in sotterranea ed in superficie".
- UNI EN 1838 - Anno 2013 – "Applicazione dell'illuminotecnica - Illuminazione di emergenza".
- UNI EN ISO 52120-1:2022 Prestazione energetica degli edifici - Contributo dell'automazione, del controllo e della gestione tecnica degli edifici - Parte 1: Quadro generale e procedure
- UNI 8686-7 - Anno 1987 – "Metropolitane. Locali di servizio nelle stazioni. Locali di servizio per il pubblico.
- EN 50575 (CPR UE305/11) "Power, control and communication cables - Cables for general applications in construction works subject to reaction to fire requirements.
- CCEI EN 61058-1 2019 Interruttori per apparecchi Parte 1 Prescrizioni generali
- CEI 11-17 – Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;
- CEI 11-37 - Guida all'esecuzione degli impianti di terra di stabilimenti industriali per sistemi di I, II e III categoria – Riferimento come guida;
- CEI EN 61439 (CEI 17-113) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 1: Regole generali;
- CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di potenza;
- CEI EN 61439-3 (CEI 17-116) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO)
- CEI 20-13 - Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;
- CEI 20-22 - Prova dei cavi non propaganti l'incendio;
- CEI 20-40 - Allegato nazionale alla Norma CEI EN 50565-1 Cavi elettrici - Guida all'uso dei cavi con tensione nominale non superiore a 450/750 V (U0/U);

- CEI 20-67 - Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV;
- CEI-UNEL 35024/1 - Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;
- CEI-UNEL 35026 - Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata;
- CEI 23-51 - Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare;
- CEI EN 60598 – Apparecchi di illuminazione.
- UNI EN 13032-1 Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione - Parte 1: Misurazione e formato di file
- UNI EN 13032-2 - Luce e illuminazione - Misurazione e presentazione dei dati fotometrici di lampade e apparecchi di illuminazione - Parte 2: Presentazione dei dati per posti di lavoro in interno e in esterno.
- UNI EN 12665 - Luce e illuminazione - Termini fondamentali e criteri per i requisiti illuminotecnici;
- Rapporto tecnico CIE 97 - Maintenance of Indoor Electric Lighting System

2.12.1 Campi Elettromagnetici

- Direttiva 2013/35/UE. "• Protezione dei lavoratori dalle esposizioni ai CEM (campi elettromagnetici)".
- Direttiva 2008/46/CE. Modifica la direttiva 2000/40/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici).
- Legge Quadro 36/01 e s.a.i. sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.

2.12.2 Impianti speciali

LEGGI E DECRETI (principali riferimenti)

- Direttiva 1999/05/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio "On radio equipment and telecommunications terminal equipment and the mutual recognition of their conformity"
- Nuova direttiva RED 2014/53 UE direttiva Radio Equipment Directive) 2014/53/UE, che sostituisce la direttiva R&TTE (Radio and telecommunications Terminal Equipment)1995/5/CE
- Circolare n. GM/123709/4517DL/CR del Ministero delle Comunicazioni "Istruzioni in ordine alla direttiva 1999/05/CE riguardante le apparecchiature radio e le apparecchiature terminali di telecomunicazioni e il reciproco riconoscimento della loro conformità"

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6
Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- DM 381/1998 "Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana"
- Legge quadro 36/2001 sulla protezione delle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici
- DPCM 08/07/2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100kHz e 300GHz"
- Legge della Regione Piemonte 19/2004 "Nuova disciplina regionale sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici"
- Legge n.186 del 1/3/1968 "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici"
- Le leggi, circolari e prescrizioni del Ministero dell'Interno, del Ministero delle Poste e Telecomunicazioni e di Enti locali come il Comando dei Vigili del Fuoco.
- Le prescrizioni delle Autorità comunali e/o regionali.
- Le norme e tabelle UNI e UNEL per i materiali già unificati, le apparecchiature e gli impianti ed i loro componenti, i criteri di progetto, le modalità di esecuzione e collaudo.
- Le prescrizioni dell'Istituto Italiano per il Marchio di Qualità per i materiali e le apparecchiature ammesse all'ottenimento del Marchio.
- Ogni altra prescrizione, regolamentazione e raccomandazione emanate da qualsiasi Ente preposto ed applicabili agli impianti elettrici ed alle loro parti componenti.
- D.Lgs. 106/17 Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE.
- Legge n° 447 del 26/10/95 "Legge quadro sull' inquinamento acustico"

PRINCIPALI NORMATIVE

- CEI 11-27/1 "Sicurezza nei lavori di impiantistica elettrica e di manutenzione"
- CEI 111 "Esposizione umana ai campi elettromagnetici ad alta frequenza"
- CEI 211-7 "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10kHz – 300GHz, con riferimento all'esposizione umana"
- CEI EN 50173 "Tecnologia dell'informazione – Sistemi di cablaggio strutturato"
- CEI EN 55022 "Apparecchi (CEI 110-5;Ab) per la tecnologia dell'informazione – Caratteristiche di radiodisturbo – Limiti e metodi di misura" e variante
- CEI EN 62368-1: (CEI 108-17) "Apparecchiature per la tecnologia dell'informazione – Sicurezza"
- CEI EN 50121 "Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Compatibilità elettromagnetica"
- Standard ETSI/CENELEC sulla compatibilità elettromagnetica
- Standard CENELEC sulla sicurezza delle apparecchiature per la tecnologia dell'informazione
- UNI ISO 7240-19 2010 "Sistemi fissi di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Parte 19: Progettazione, installazione, messa in servizio, manutenzione ed esercizio dei sistemi di allarme vocale per scopi d'emergenza"

- UNI CEN/TS 54-32 2015 "Sistemi di rivelazione e di segnalazione di incendio - Parte 32: Pianificazione, progettazione, installazione, messa in servizio, esercizio e manutenzione dei sistemi di allarme vocale"
- CEI EN 50849:2019-02 "Sistemi di allarme sonoro per applicazioni di emergenza".
- UNI EN 54-4 2007 "Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio - Parte 4: Apparecchiatura di alimentazione"
- UNI EN 54-16 2008 "Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio - Parte 16: Apparecchiatura di controllo e segnalazione per i sistemi di allarme vocale"
- UNI EN 54-24 2008 "Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio - Parte 24: Componenti di sistemi di allarme vocale – Altoparlanti"

NOTA:

SONO CONSIDERATI ACQUISITI TUTTI GLI EVENTUALI AGGIORNAMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI INTERCORSI O CHE SARANNO ATTIVI NEL CONTESTO DELLA PROGETTAZIONE DOPO LA EMISSIONE DEL PRESENTE DOCUMENTO.

3. INTERFACCE IMPIANTISTICHE

3.1 Interfacce impianti di sistema

Il presente progetto è stato redatto secondo la struttura dell'incarico ricevuto dal Comune di Torino che non prevede, nella fase di progettazione definitiva, la selezione del Materiale Rotabile e del Sistema nella sua generalità. Pertanto, sulla base del mandato ricevuto, il Progettista ha riscontrato in termini di interfacce i temi derivanti dal PFTE e dalle Indagini di Mercato operate dal Comune sia nel 2019 che nel 2021. Tra le tematiche più importanti sono stati considerati gli spazi funzionali derivati dall'involuppo dei requisiti di sistema ad oggi noti:

- Livello -2: piano di rotolamento di accesso al Deposito, area ricovero treni e manutenzione leggera, area officina,
- livello -1: locali di manutenzione, officine e aree impianti
- Edificio esterno: locali di controllo e gestione del sistema (PCC, server e aree di competenza di sistema)

L'attività "Linea Metropolitana" rientra nella fattispecie Aerostazioni, stazioni ferroviarie, stazioni marittime con superficie accessibile al pubblico superiore a 5000 m². e corrisponde al n°78/1C dell'allegato del DPR 151/11. L'attività è normata con il DM 21/10/2015, tuttavia nel caso specifico del deposito sono presenti altre attività tra cui la principale è individuata nella 75.6 C Depositi di mezzi rotabili al chiuso, con superficie superiore a 1000 m².

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6
Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

Il criterio legato alla potenza totale di incendio del materiale rotabile selezionato in base al D.M. 21/10/2015 (Allegato I – Capo I.1.5) è stato usato per determinare la portata di ventilazione di emergenza secondo gli scenari di incendio tipici del deposito come:

- Incendio nell'area a quattro binari (manutenzione leggera)
- Incendio nell'area a due binari (ricovero treni)
- Incendio nell'area di galleria di accesso al deposito
- Incendio nell'area officina/manutenzione
- Incendio nell'area di lavaggio

Tutti gli scenari assunti e i corrispondenti sistemi di ventilazione fumi e idrici antincendio selezionati nella fase attuale, richiedono obbligatoriamente all'Appaltatore un approfondimento tecnico e verifica di calcolo di tutti i sistemi meccanici (ed elettrici di conseguenza) interessati nella fase di progettazione esecutiva, una volta che andrà selezionato il Sistema e il Materiale Rotabile.

In sintesi, i principali temi progettuali che andranno rielaborati, aggiornati o confermati saranno i seguenti:

- Determinazione degli spazi funzionali richiesti dal materiale rotabile e dagli apparati di sistema nella galleria di accesso e in tutte le aree del Deposito.
- Modellazione CFD ed esodo dei lavoratori per tutte le aree specifiche di Deposito per i casi sopra elencati o eventualmente altri casi aggiuntivi che dovessero essere considerati necessari alla piena determinazione degli impianti. L'aggiornamento della modellazione dovrà tenere conto delle caratteristiche specifiche effettive del materiale rotabile (potenza di incendio).
- Verifica della potenzialità di tutti i ventilatori di emergenza di Deposito con verifica integrativa delle capacità relative al Pozzo Rebaudengo (e relativi accessori, potenza elettrica etc.).
- Verifica, posizionamento e calcolo impianto sprinkler liv. -2, e relativi aggiornamenti necessari per riserva idrica, sistemi di pompaggio e distribuzione.
- Verifica, posizionamento e calcolo impianto lama d'acqua liv. -2, e relativi aggiornamenti necessari per riserva idrica, sistemi di pompaggio e distribuzione.
- Verifica, posizionamento e calcolo impianto sprinkler liv. -1, e relativi aggiornamenti necessari per riserva idrica, sistemi di pompaggio e distribuzione.
- Verifica e aggiornamento impianto antincendio water mist per i Locali elettrici, potenza degli apparati presenti.
- Verifica e aggiornamento potenze termiche e sistema di condizionamento dei locali tecnici di Deposito sia di sistema che non di sistema.
- Aggiornamento sistema Scada IGNS e BMS parte meccanica

Saranno parte integrante delle modifiche alla progettazione impiantistica meccanica (ed elettrica di conseguenza) tutte le integrazioni necessarie sia a sistemi primari, che secondari per l'adeguamento completo del progetto al materiale rotabile e al sistema selezionato in fase di gara.

3.2 Interfacce impianti non di sistema

3.2.1 Interfaccia utenze acquedotto SMAT

La fase di progettazione definitiva ha visto lo sviluppo di una collaborazione e un coordinamento con i vari enti cittadini che sovrintendono per competenza alle utenze idriche. A tal proposito con l'ente Smat si sono coordinate sia le utenze di adduzione idrico-sanitarie, sia le utenze legate al riempimento e ricalzo della vasca antincendio.

Nell'interfaccia progettuale sono state verificate con la Smat le compatibilità delle capacità richieste confermando le necessarie disponibilità presenti nelle adiacenze del Deposito con Comunicazione protocollo: DO/DDC/CTOR/90848 del 25/10/2023.

Il punto di connessione è stato stabilito presso la condotta DN 250 presente in Via Fossata che è ritenuta in grado di soddisfare il fabbisogno idrico sia per l'utenza sanitaria sia per l'utenza antincendio (per un totale contemporaneo idrico-sanitario e presa antincendio pari a 20 l/s) secondo quanto previsto nella Relazione Tecnica MTL2T1A1DIANDRBR002 e s.m.i e secondo allegati Smat.

La Smat richiede la disposizione di contro-tubo e pozzetti di ispezione ogni 25 m max tra il punto di adduzione acquedotto e l'arrivo all'interno dell'area di competenza del Deposito Officina, questo in modo da evidenziare e localizzare eventuali perdite.

Nella successiva fase di progettazione le portate finali previste dovranno essere confermate e sottoposte all'ente Smat per approvazione oltre alla conferma dell'ubicazione del punto di connessione.

3.2.2 Interfaccia utenze fognatura SMAT

La fase di progettazione definitiva ha visto lo sviluppo di una collaborazione e un coordinamento con i vari enti cittadini che sovrintendono per competenza alle utenze fognarie. A tal proposito con l'ente Smat si sono coordinate sia le utenze di scarico aggettamento che le acque nere.

Nell'interfaccia progettuale sono state verificate con la Smat le compatibilità delle capacità richieste confermando le necessarie disponibilità in recepimento presenti nelle adiacenze del lotto in cui sorge il deposito con Comunicazione protocollo: DO/DDC/CTOR/90848 del 25/10/2023.

Dovrà essere inoltre stabilita l'effettiva contemporaneità di utilizzo delle portate delle tre vasche di aggettamento (compreso lo scarico acque nere) nella condizione di massima portata di scarico.

Il punto di connessione è stato ipotizzato presso la condotta fognaria pubblica sita in via Fossata come specificato nella Relazione Tecnica MTL2T1A1DIISDRBR001 e s.m.i. o in via subordinata in attraversamento Corso Venezia secondo allegati Smat.

La realizzazione della connessione tra impianto relativo al deposito, percorrenza delle tubazioni fino al punto di recapito, e relativa camera sifonata sono a carico del presente progetto.

Nella successiva fase di progettazione le portate finali previste dovranno essere confermate e sottoposte all'ente Smat per approvazione oltre alla conferma dell'ubicazione del punto di connessione.

3.2.3 Interfaccia ASL T01

Il progetto definitivo del deposito/officina della Linea 2 è stato illustrato ai tecnici dell'ASL TO1 in una serie di incontri che si sono tenuti prima della Conferenza dei Servizi, nel corso della quale l'ASL TO1 non ha rilasciato alcun parere ufficiale.

Durante tali incontri, l'ASL TO1 ha esaminato la documentazione fornita da Infra.TO, senza ravvisare particolari criticità nell'impostazione progettuale.

Nel dettaglio, sono state analizzate le seguenti tematiche, sulle quali l'ASL TO1 ha fornito le segnalazioni / raccomandazioni nel seguito riportate:

- a) Area ristoro ubicata al livello -1; Infra.To ha avuto modo di chiarire che l'area di ristoro è un'area di pausa e distribuzione snack ma non vengono preparati alimenti. L'areazione è garantita con apposito impianto di trattamento aria.
- b) Piano terra – sala refezione: al piano terra è prevista la realizzazione di una sala per distribuzione di alimenti con servizio catering veicolato. A tal proposito, l'ASL segnala l'opportunità, se non previsto, di includere dei locali destinati a servizi igienico-sanitari e spogliatoi dedicati al personale addetto alla distribuzione dei pasti.
- c) Piano terra: l'ASL segnala di prevedere un locale infermeria dedicato agli uffici, possibilmente ubicato in prossimità dell'ingresso principale per agevolare le attività di trasbordo dell'infortunato su autoambulanza. Infra.To conferma che tale locale è già presente al piano terra della palazzina esterna proprio nelle adiacenze dell'accesso.
- d) Sala di controllo e comando: Infra.TO informa che nella sala di controllo e comando vi opereranno più lavoratori in contemporanea; quindi, l'ASL esclude la problematica di lavoro in solitudine.
- e) Locali interrati – rischio radon: in corrispondenza dei locali interrati l'ASL segnala di condurre valutazioni ad hoc inerenti al rischio radon. In caso di conferma del potenziale rischio, sarà necessario adottare misure mitigative (installazione di apposito sistema di impermeabilizzazione, o in alternativa realizzazione di intercapedini e/o vespai, ecc...).
- f) L'ASL raccomanda di verificare se i montacarichi del deposito possono essere utilizzati come montalettighe; gli ascensori antincendio degli uffici, che potrebbero essere non idonei a tale servizio, hanno le seguenti dimensioni:
 - Cabina: Larghezza 1100 mm x Profondità 2100 mm x Altezza 2200 mm;
 - Porta di cabina: Larghezza 900 mm x Altezza 2000 mm
- g) L'ASL raccomanda di verificare se l'accesso ai mezzi di soccorso è agevole. Qualora i montacarichi verranno utilizzati anche come montalettighe, sarà necessario agevolare l'avvicinamento delle autoambulanze alla porta montacarichi del piano terreno.

Per quanto concerne il profilo autorizzativo relativo agli ambienti interrati, si evidenzia che la richiesta di deroga ex art. 65 D. Lgs. 81/2008 potrà essere presentata esclusivamente dal Datore di Lavoro dell'azienda che utilizzerà i locali.

Nella fase di attivazione del deposito, sarà richiesto all'Appaltatore ed al suo Progettista di fornire tutta l'assistenza necessaria al Datore di Lavoro dell'azienda che utilizzerà i locali, al fine di predisporre la documentazione da allegare alla suddetta istanza.

3.3 Interfaccia e Studio di Impatto Ambientale

3.3.1 Interfaccia acustica

Il progetto definitivo della Linea 2 fa riferimento alla Relazione Acustica doc. nr. MTL2T1A0DAMBGENR005-0-1 che si richiama integralmente, dove sono presenti i riferimenti normativi applicati (di cui alcuni richiamati anche direttamente nel presente capitolato), oltre a:

- Legge quadro sull'inquinamento acustico nr. 477/95
- DPCM 14/11/1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore"
- DPCM 16/3/1998 "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico"
- DGR 9-11616 che stabilisce i criteri per la redazione del progetto acustico nell'ambito territoriale della Regione Piemonte.
- Il regolamento Comunale per la tutela dell'inquinamento acustico

La Città di Torino ha approvato con la Deliberazione del Consiglio Comunale del 20 dicembre 2010 il Piano di Classificazione Acustica che suddivide il territorio in aree omogenee: le classi di zonizzazione acustica (Classi I-VI) con i relativi valori limite di emissione/immissione acustica.

Nell'ambito della Valutazione Previsionale dell'impatto acustico relativamente alla fase di esercizio è stata valutata la massima potenza sonora ammissibile per ogni sorgente al fine del rispetto dei limiti acustici ai ricettori. Le sorgenti acustiche considerate per lo scenario operativo di esercizio sono:

- Impianti di aerazione e condizionamento delle officine e del deposito Rebaudengo oltre che della palazzina uffici soprastante.
- Griglie di aerazione dei pozzi d'intertratta (con riferimento agli impianti di aerazione che saranno installati in locali sotterranei).
- Griglie di aerazione in corrispondenza delle stazioni interrate (con riferimento agli impianti di aerazione che saranno installati in locali sotterranei).
- Griglie di aerazione in corrispondenza delle stazioni fuori terra (con riferimento agli impianti di aerazione che saranno installati in locali interni agli edifici).
- Il tempo previsto di funzionamento degli impianti di pertinenza della linea è di 24/24 ore.

Il tempo previsto di funzionamento degli impianti di pertinenza della linea è di 24/24 ore. Lo studio acustico previsionale è pertanto orientato alla valutazione del normale regime di operatività degli

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6
Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

impianti (no attività di emergenza) che risulteranno avere analoga emissione sonora sia in periodo diurno sia in periodo notturno.

In base ai risultati conseguenti la modellazione acustica andranno valutati tutti gli impianti emissivi presenti nelle stazioni sia fuori terra, che interrate e per i pozzi di ventilazione. L'Appaltatore dovrà considerare nella selezione degli apparati di ventilazione, condizionamento etc. tutte le misure di mitigazione e le necessità correlate alla corrispondenza della emissione sonora dell'impianto in esercizio normale affinché esso rientri nei limiti di legge in tutte le condizioni di esercizio normale.

4. COORDINAMENTO, VERIFICHE E PROVE

4.1 Oggetto del capitolato impianti meccanici e limiti di fornitura

Il presente Appalto ha per oggetto l'esecuzione delle seguenti opere impiantistiche:

- impianti di ventilazione di emergenza;
- impianti di ventilazione e condizionamento;
- impianti idrici-antincendio;
- impianti industriali;
- impianto idrico-sanitario e scarichi.

Gli impianti di ventilazione di emergenza si suddividono in:

- ventilazione principale di emergenza a servizio delle Deposito/Officina

Gli impianti di ventilazione e condizionamento si dividono in:

- ventilazione ordinaria;
- impianto ad aerotermi;
- impianto a ventilconvettori;
- impianto a radiatori;
- impianto a espansione diretta;
- unità di trattamento aria.

Negli impianti antincendio sono compresi:

- alimentazione degli impianti idrici dalla valvola di diramazione installata dall'Ente erogatore della rete idrica urbana ivi incluso il pozzetto di contenimento lato Deposito;
- idranti esterni UNI 70 (allacciati direttamente ad acquedotto Smat)
- impianti antincendio a idranti e naspi;
- impianti antincendio automatici a sprinkler;
- impianto antincendio water mist;
- Impianto antincendio a gas.

Negli impianti industriali sono compresi:

- Impianto ad aria compressa;

Negli impianti idrici sono compresi:

- impianti di adduzione idrica in Deposito (a partire dal contatore installato dall'Ente erogatore della rete idrica urbana ivi incluso il pozzetto di contenimento);
- impianti idrico-sanitari;
- Impianti di aggettamento;
- impianti di lavaggio e irrigazione;
- impianti di scarico e rilancio acque nere sino al collegamento con il pozzetto (questo incluso) connesso alla fognatura.

4.1.1 Coordinamenti con le opere edili o di altra natura

È fatto obbligo all'appaltatore di rendere note tempestivamente alla Direzione Lavori le esigenze dell'impresa Appaltatrice stessa per l'esecuzione delle opere di assistenza agli impianti meccanici come quelle di natura edile o elettrica, come pure gli impedimenti eventuali alla prosecuzione delle proprie opere o di quelle di altre ditte per problemi specifici, in modo che la stessa Direzione Lavori possa disporre di conseguenza il coordinamento dei lavori.

Qualora l'installatore a causa di dimenticanza o di errori iniziali, richieda ulteriori opere murarie, dopo aver già ottenuto l'approvazione della Direzione Lavori queste se approvate saranno eseguite a sue spese, come tutte le opere di ripristino dovute ad imperizia od errori.

Eventuali danni o maggiori costi dovuti a ritardi dell'esclusione delle opere murarie causati da una cattiva conduzione del cantiere da parte dell'installatore, saranno a questo addebitati.

L'Appaltatore prende atto che i lavori oggetto del presente Appalto potrebbero interferire con le lavorazioni di altre imprese: in conseguenza a ciò l'Appaltatore si impegna a condurre i propri lavori in armonia con le predette esigenze, senza arrecare intralcio ed evitando inutili e dispendiose contestazioni all'andamento generale dei propri lavori e delle altre imprese.

4.2 Coordinamento e sorveglianza dei lavori

È richiesta per tutta la durata dei lavori la presenza in cantiere di personale tecnico specializzato per competenza (ingegnere o di un perito industriale iscritto nel relativo albo professionale) per dirigere e sorvegliare i lavori relativi agli impianti oggetto del presente Capitolato. Sarà obbligo dell'Appaltatore coordinare e subordinare, a seconda delle disposizioni della Direzione Lavori, l'esecuzione delle opere alle esigenze di qualsiasi genere che dipendono dalla contemporanea effettuazione di tutte le altre opere affidate sia all'Appaltatore che ad altre ditte. Sarà obbligo dell'Appaltatore garantire la protezione, mediante coperture o fasciature, di tutte le parti degli impianti, degli apparecchi e di quant'altro non sia agevole togliere da dove sono installati, per difenderli dalle rotture, guasti, manomissioni ecc., in modo che all'ultimazione dei lavori il materiale venga consegnato come nuovo. L'appaltatore sarà responsabile di ogni danneggiamento, rottura, asportazione o altro che possa verificarsi fino all'approvazione del collaudo da parte della Direzione Lavori, non esclusa la possibilità per i danni derivanti alle tubazioni e ad ogni altro apparecchio dalle intemperie. L'appaltatore è obbligato a mantenere in efficienza l'impianto fino all'approvazione del collaudo da parte della Direzione Lavori, qualora l'impianto non venga sottoposto anticipatamente in regolare servizio. L'Appaltatore dovrà provvedere a sua cura e spese alla sostituzione delle tubazioni o canali e dei loro accessori, nonché di ogni apparecchiatura da chiunque e comunque danneggiati, rotti o asportati; l'Appaltatore dovrà altresì a sua cura e spese procedere all'esecuzione dei conseguenti ripristini, restando obbligato al risarcimento degli eventuali danni. Nel caso dell'esecuzione di riparazioni in garanzia, dovranno essere ripetute le verifiche, le prove preliminari e quelle di collaudo fino ad esito favorevole, che dovrà risultare da apposito verbale, e rinnovare la garanzia per i componenti sostituiti. L'Appaltatore dovrà a sua cura e spese provvedere alle riparazioni e sostituzioni necessarie, restando a suo carico ogni occorrente opera di ripristino, oltre al risarcimento di ogni eventuale danno

4.3 Scelta ed approvazione dei materiali dei materiali da parte della D.L.

La scelta delle marche, dei modelli delle apparecchiature e dei componenti da impiegare nell'esecuzione degli impianti in oggetto sarà fatta prima dell'emissione dell'ordine da parte dell'Appaltatore, previa approvazione scritta della D.L. La scelta sarà fatta sulla base dell'elenco delle marche proposto dall'Appaltatore stesso, che prevedrà per ogni apparecchiatura un numero di fornitori non inferiori a tre. Resta inteso che la scelta, di cui sarà steso regolare verbale di approvazione, è vincolante per l'Appaltatore, il quale non potrà sollevare alcuna pretesa o richiesta di maggior prezzo per le scelte effettuate. Tutti i materiali, le apparecchiature ed i componenti da impiegare nell'esecuzione degli impianti dopo il loro arrivo in cantiere dovranno essere approvati dalla D.L., che ne verificherà la rispondenza alle prescrizioni contrattuali. L'Appaltatore dovrà pure presentare all'approvazione della D.L. i sistemi di ancoraggio (sia sismici che ordinari), di sospensione ed il mensolame per il sostegno delle tubazioni, delle canalizzazioni e delle varie linee. L'approvazione da parte della D.L. nulla toglie alla responsabilità dell'Appaltatore sull'esecuzione dei lavori, sulla rispondenza delle opere eseguite alle norme contrattuali e sul buon funzionamento degli impianti. La D.L. ha la facoltà di rifiutare quei materiali o componenti o apparecchiature che, anche se già posti in opera, non abbiano ottenuto l'approvazione di cui sopra o non rispondano alle norme contrattuali. La D.L. potrà a suo insindacabile giudizio ordinare la sostituzione dei materiali non conformi a quanto sopra detto, restando inteso che tutte le spese per tale sostituzione sono a carico dell'Appaltatore. La scelta delle forniture avverrà tramite la presentazione alla D.L. di una scheda tecnica strutturata in un file tipo excel o word (modello tipo inserito di seguito) in modo da contenere le caratteristiche richieste dal capitolato, le norme e leggi di riferimento, i collaudi previsti unitamente alle corrispondenti caratteristiche del materiale proposto e la relativa rispondenza. La scheda dovrà essere corredata da un codice identificativo concordato con la D.L. rappresentativo della tipologia di impianto di appartenenza. Per tutti i materiali in fornitura l'Appaltatore dovrà provvedere a consegnare, a corredo della scheda tecnica, il campione reale del materiale descritto ad eccezione dei componenti per i quali la D.L. riterrà non necessario il campionamento. Per dispositivi o componenti non trasportabili o non fornibili come campione potrà essere deciso dalla D.L. un sopralluogo di verifica presso il sito di produzione, di immagazzinamento o di utilizzo segnalato dall'Appaltatore. I materiali e componenti consegnati in qualità di campione dovranno essere dotati di targhetta di riconoscimento nella quale dovranno essere menzionati: il nome del componente, la tipologia di impianto, la marca, il codice identificativo presente nella scheda tecnica. Tutte le schede tecniche approvate costituiranno parte integrante della documentazione as-built e dovranno essere presenti in quest'ambito sia in forma cartacea che elettronica. A puro titolo rappresentativo si mostra di seguito un esempio di scheda tecnica tipologica:

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

	SCHEDA APPROVAZIONE MATERIALE	n.	01_CF-CD
		data	
		rev.	0

Contratto:XXXX

CIG: XXXX

Lavori: XXXXX

Appaltatore: R.T.I. XXXXX. (Mandataria) - XXXX (Mandante)

Opera/impianto:

Cod. elenco prezzi:

Denominazione materiale:

Produttore:

Descrizione da progetto esecutivo (CSA, ecc.):

Descrizione materiale in fornitura:

Normativa di riferimento:

Accessori:

Note:

Luogo d'installazione:

Ditta fornitrice:

Appaltatore:

SI NO

Nominativo fornitore:

Ditta installatrice:

Appaltatore:

SI NO

Nominativo subappaltatore:

Campionatura:

SI NO

Verifiche e collaudi previsti in fabbrica/in opera:

Allegati:

N. Pagine

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Totale pagg. _____

ESITO DI ACCETTAZIONE MATERIALE (A CURA DL)

Accettazione:

SI NO

Note:

Rispetto Criteri Ambientali Minimi (paragrafo 2.4 allegato 2 D.M. Ambiente 11/01/2017):

SI NO

Note:

EVENTUALE ESITO DI PROVE E ACCETTAZIONE DOPO LA POSA IN OPERA (A CURA DL)

Accettazione:

SI NO

Note:

Luogo e data:

Luogo e data:

L'APPALTATORE

IL DIRETTORE DEI LAVORI

4.4 Ultimazione dei lavori

Tutti gli impianti oggetto del presente Appalto saranno sottoposti alle prove di verifica di cui al precedente articolo e, laddove richiesto dal Committente, a collaudi in corso d'opera, al fine di verificare che la qualità e quantità dei materiali forniti e le modalità di installazione ed esecuzione rispondano alle condizioni contrattuali. Se i risultati saranno positivi, sarà rilasciato il verbale di ultimazione dei lavori. Se durante il collaudo in corso d'opera dovessero risultare manchevolezze o deficienze, esse dovrebbero essere verbalizzate e sarà fissato un termine entro il quale l'Appaltatore dovrà provvedere alla loro eliminazione. Il verbale di ultimazione verrà in ogni caso rilasciato dopo l'eliminazione delle manchevolezze accertate durante il collaudo in corso d'opera e a seguito dell'ultimazione, con esito positivo, delle prove funzionali coordinate con il SISTEMISTA.

4.5 Consegna provvisoria degli impianti

La consegna provvisoria degli impianti al Committente avverrà contestualmente all'ultimazione dei lavori e a risultato favorevole delle prove e collaudi di cui al precedente articolo, subito dopo la fornitura, a parte dell'Appaltatore al Committente, di tutta la documentazione necessaria (nulla-osta degli enti preposti, disegni finali, norme di conduzione degli impianti stessi, ecc.). La consegna sarà comunque verbalizzata.

Qualora, per ritardi imputabili all'Appaltatore, la consegna dovesse subire ritardi, trascorsi due mesi dall'ultimazione dei lavori il Committente potrà imporre all'appaltatore di mettere in funzione gli impianti, rimanendone però esso Appaltatore unico responsabile, e con la conduzione e manutenzione totale (ordinaria e straordinari), esclusi i soli consumi di energia, a completo carico dell'Appaltatore stesso, fino a quando sarà possibile la consegna ufficiale.

Nulla, ed a nessun titolo, potrà essere richiesto dall'Appaltatore per tali prestazioni, anche se fossero necessarie in ore notturne e/o festive.

Si ribadisce che contestualmente all'ultimazione dei lavori, e comunque prima del collaudo provvisorio delle opere l'Appaltatore dovrà provvedere a quanto segue:

1. fornire al Committente tre serie di copie complete e supporto informatico dei disegni as-built ed aggiornati degli impianti così come realmente eseguiti, completi di piante e sezioni quotate, schemi, particolari ecc., così da poter in ogni momento ricostruire e verificare tutti gli impianti;
2. fornire al Committente, in triplice copia, una monografia sugli impianti eseguiti, con tutti i dati tecnici, dati di tarature, istruzioni per la messa in funzione dei vari impianti o apparecchiature e norme di manutenzione; alla fine della monografia, in apposita cartella, saranno contenuti i dépliant illustrativi e schede tecniche delle singole apparecchiature con le relative norme di installazione, messa in funzione, manutenzione e, per ogni macchina, un elenco dei pezzi di ricambio consigliati dal costruttore per un periodo di funzionamento di due anni;

3. una lista completa delle parti di ricambio, con la precisa indicazione di marche, tipo e riferimento ai disegni. Accanto ad ogni marca dovrà essere indicato il recapito per reperire velocemente le parti di ricambio.

Il Committente non prenderà in consegna gli impianti se prima l'Appaltatore non avrà ottemperato a quanto sopra (con le conseguenze di cui ai precedenti articoli).

4.6 Consegna definitiva degli impianti. Garanzia degli impianti

La consegna definitiva degli impianti sarà effettuata al momento dell'accettazione degli impianti da parte del Committente, ed in ogni caso dopo l'effettuazione del collaudo definitivo degli impianti stessi.

Tale collaudo, e quindi la consegna definitiva, avverranno comunque entro dodici mesi dalla consegna provvisoria.

L'Appaltatore ha l'obbligo di garantire tutti gli impianti, sia per la qualità dei materiali, sia per il montaggio, sia infine per il regolare funzionamento, per un periodo di quarantotto mesi, decorrente dalla data della consegna provvisoria degli impianti al Committente da parte dell'Appaltatore stesso. Pertanto, fino al termine di tale periodo, l'Appaltatore deve riparare tempestivamente, a sue spese, i guasti e le imperfezioni che si verificassero negli impianti per oggetto della non buona qualità dei materiali e per difetti di montaggio o funzionamento, escluse soltanto le riparazioni dei danni che, a giudizio del Committente, possano attribuirsi ad evidente imperizia o negligenza del personale del Committente stesso che ne fa uso.

Con la firma del contratto l'Appaltatore riconosce essere a proprio carico anche il risarcimento al Committente di tutti i danni, sia diretti che indiretti, che potessero essere causati da guasti o anomalie funzionali degli impianti fino alla fine del periodo di garanzia sopra definito.

Per quanto non contemplato nel presente capitolato si farà riferimento alle normative e/o consuetudini vigenti ed alle disposizioni del Codice Civile.

4.7 Oneri compresi nell'appalto

Per la realizzazione degli impianti si intendono incluse nelle prestazioni dell'Appaltatore tutte le opere indicate e descritte nella documentazione di riferimento ed in genere tutto quanto necessario per una perfetta esecuzione e funzionamento degli impianti, anche nelle parti eventualmente non descritte o mancanti sugli elaborati.

Il corrispettivo compensa tutti gli oneri, nessuno escluso, diretti e indiretti che l'appaltatore deve sostenere per eseguire gli impianti a perfetta regola d'arte ed in piena conformità con le prescrizioni contrattuali e di progetto nonché per consegnarle nei termini stabiliti, completi, ultimati e funzionanti, e per assolvere a tutti gli obblighi assunti relativi ai documenti richiamati, e comunque ad essi impliciti.

Sono, a titolo esemplificativo e non esaustivo, a carico dell'Appaltatore e compensati con il corrispettivo i seguenti oneri:

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- tutti i trasporti da stabilimento di produzione a cantiere;
- trasporto, scarico e posa in opera con mezzi speciali e mano d'opera specializzata di tutti i carichi speciali (vengono considerati tali quelli eccedenti i mezzi normalmente disponibili in cantiere);
- l'impianto, la recinzione, la rimozione di cantieri di competenza dell'Appaltatore ed il ripristino delle aree nello stato quo ante;
- la sorveglianza delle aree di lavoro di competenza dell'Appaltatore durante l'esecuzione dei montaggi, anche nei giorni festivi e nelle ore notturne, fino alla consegna provvisoria all' esercente;
- ogni onere o soggezione derivante dall'eventuale necessità di eseguire i lavori in presenza di altre lavorazioni di competenza di altri appaltatori, fermo restando che gli intralci all'esecuzione dei lavori dipendenti dalle soggezioni di cui sopra non possono essere invocati per richiesta di maggiori oneri o rimborsi di costi addizionali;
- gli allacciamenti elettrici, idrici, telefonici, fognari ecc., e gli impianti provvisori occorrenti per il funzionamento dei cantieri nonché tutti i consumi conseguenti; qualora gli allacciamenti siano effettuati direttamente dalla concessionaria, gli oneri di allaccio e consumo saranno addebitati all'Appaltatore in proporzione all'importo dei lavori ed al tempo di esecuzione;
- la predisposizione di campionature richieste dalla Concessionaria;
- tutti i provvedimenti necessari per la sicurezza delle persone e per la buona conservazione delle opere eseguite;
- l'assistenza alla Concessionaria nelle operazioni di misura delle forniture e dei montaggi;
- la custodia, la conservazione e l'immagazzinamento delle forniture acquisite fino alla consegna delle stesse al concedente e/o all' esercente;
- la custodia e la manutenzione delle opere fino alla consegna delle stesse al concedente e/o all' esercente;
- l'assistenza alle spese di collaudo e le spese per mano d'opera, mezzi, prove di laboratorio ecc., richieste dalla concessionaria e/o dai collaudatori, con esclusione solo del compenso ai collaudatori;
- tutte le modifiche necessarie a porre gli impianti in condizione di collaudabilità;
- studi, calcoli eventualmente necessari, oltre a quelli di progetto, a giudizio della Direzione Lavori, durante l'esecuzione dei lavori;
- lo sgombero dei materiali di risulta mediante la predisposizione in aree di stoccaggio e l'immediato trasporto dei materiali di risulta presso discariche autorizzate, nel rispetto delle vigenti normative per lo smaltimento dei rifiuti, nonché dell'allontanamento delle attrezzature a lavoro ultimato;
- la pulizia completa delle opere e delle aree ad esse pertinenti ad ultimazione avvenuta e prima dell'attivazione degli impianti oggetto del presente contratto e della consegna al conducente;

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- la chiusura di passaggi attraverso le strutture necessari per la realizzazione degli impianti, nonché la posa delle tubazioni, canalette ecc. per la messa in opera e protezione dei cavi di collegamento degli impianti stessi;
- gli oneri inerenti a ripetute variazioni della zona di lavoro per uniformarsi all'andamento generale dei lavori;
- la fornitura, in caso di future indisponibilità sul mercato, di componentistica, ed in particolare quella elettronica, dei disegni costruttivi della stessa;
- protezione dei propri impianti da deterioramenti di cantiere, dalle offese che potrebbero essere arrecate a causa delle lavorazioni contigue comprese quella della coloritura, verniciatura, riprese di intonaci ecc., in modo che a lavoro ultimato gli impianti siano consegnati come nuovi;
- l'onere per l'esercizio dei propri impianti, salvo eventuale ripartizione delle spese tra le varie imprese utilizzatrici direttamente o indirettamente, secondo modalità concordate;
- l'adozione durante l'esecuzione delle opere di tutte le cautele per il rispetto delle norme sull'inquinamento ambientale ed acustico, tenuto conto del contesto nel quale le stesse vengono eseguite;
- informazioni tecniche da parte del personale specializzato dell'Appaltatore mediante opportuni corsi di istruzione per il personale tecnico dell'esercente con modalità stabilite dalla Direzione Lavori, al fine di garantire la più ampia autonomia di intervento sugli impianti stessi da parte dell'esercente medesimo;
- l'assistenza gli impianti da parte di personale specializzato dell'Appaltatore fino ad assicurare il perfetto funzionamento, nonché il presenziamento durante il periodo di prove coordinate e di pre-esercizio;
- tutte le opere di assistenza muraria quali:
 - a) fissaggio di mensole, staffe, zanche ecc., quando non eseguibili con tasselli;
 - b) esecuzione di fori su strutture in calcestruzzo;
 - c) smontaggio e rimontaggio di controsoffitti per interventi e durante le prove funzionali;
 - d) fori da realizzare su murature di qualsiasi tipo o su strutture in acciaio per fissaggio di tappi ad espansione, bulloni, tasselli;
 - e) fissaggio di profilati metallici, tubazioni, canalizzazioni ed apparecchiature su pareti, soffitti o pavimenti mediante tasselli, bulloni, tappi ad espansione e simili;
 - f) saldature per fissaggi vari;
 - g) trabattelli sino a m 8 di altezza;
 - h) sigillatura, con materiali di adeguate caratteristiche di resistenza al fuoco, di tutti gli attraversamenti in muri, solai, ecc.
- la fornitura di zanche, tasselli e quant'altro necessario per murare gli staffaggi e/o ancoraggi di tubazioni, apparecchi ed apparecchiature;
- la fornitura di isolamenti e/o antivibranti per basamenti;

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- la verniciatura protettiva delle tubazioni o qualsiasi altra opera metallica facente parte del progetto;
- la strumentazione da installare sulle linee, sulle apparecchiature e sui quadri elettrici;
- il ripristino di eventuali isolamenti o verniciature danneggiate prima della consegna degli impianti;
- la riparazione e/o sostituzione di apparecchiature e materiali danneggiati prima della consegna degli impianti;
- l'assistenza tecnica durante l'esecuzione dei lavori;
- tutte le forniture ed opere accessorie di qualsiasi tipo necessarie per dare l'opera completa e funzionante;
- disegni as-built e manuali di uso e manutenzione;
- dichiarazione di conformità al Decreto 380/01 Capo V, al Decreto n. 37 del 22 gennaio 2008 (regolamento di attuazione della legge nr. 248 del 2/12/2005 art. 14) e successivi emendamenti;
- documenti e certificazioni agli Enti competenti per l'ottenimento delle relative autorizzazioni (VV.F., ASL, ISPESL, ecc.).

L'onere per le opere di assistenza muraria deve comprendere l'attrezzatura ed i materiali di consumo necessari, nonché la pulizia e l'allontanamento dal cantiere del materiale di risulta.

Il fabbricato in fase di progetto costruttivo sarà studiato con la predisposizione di fori e cavedi per il passaggio nelle strutture di canali e tubazioni: l'Appaltatore è tenuto a verificare tali forometrie nell'ambito del proprio progetto esecutivo e costruttivo.

5. VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI

A discrezione della D.L. possono essere eseguite in corso d'opera tutte le verifiche tecniche e prove ritenute opportune. Si intendono per verifiche e prove preliminari tutte quelle operazioni atte a rendere l'impianto perfettamente funzionante, compreso il bilanciamento delle distribuzioni dell'aria e relativa taratura, la taratura delle regolazioni idrauliche ecc. Le verifiche e le prove preliminari si devono in ogni caso effettuare durante l'esecuzione delle opere ed in modo che esse risultino completate prima della dichiarazione di ultimazione dei lavori. Tali verifiche e prove dovranno essere eseguite secondo un programma di dettaglio redatto dall'Appaltatore e dovranno svolgersi secondo le modalità di cui al relativo al presente Appalto.

Le verifiche e le prove preliminari di cui ai paragrafi seguenti possono essere eseguite dalla D.L. in contraddittorio con l'Appaltatore e di esse (procedura e risultati ottenuti) si deve compilare di volta in volta regolare verbale.

A discrezione della D.L. possono essere eseguite in corso d'opera tutte quelle verifiche tecniche e pratiche ritenute opportune.

Dette verifiche potranno comprendere oltre le parti in vista, anche quelle sepolte e nascoste e sarà dunque obbligo dell'Appaltatore scoprire quelle parti di lavoro che fossero indicate, senza diritto ad alcun compenso per i lavori di scoprimento e di conseguente ripristino.

Gli oneri derivanti dagli approvvigionamenti idrici o energetici necessari alle prove di verifica del presente capitolo sono da intendersi a carico dell'appaltatore.

5.1 Impianti di ventilazione di emergenza

Per gli impianti di ventilazione in condizioni di emergenza devono essere eseguite le seguenti prove:

- a) Verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura del materiale costituente gli impianti, quantitativamente e qualitativamente, corrisponda alle prescrizioni tecniche e contrattuali e che la posa in opera ed il montaggio di canalizzazioni, apparecchiature ed ogni altro componente dell'impianto sia corretto secondo quanto previsto dalla normativa in vigore. Per le canalizzazioni che corrono in cavedi chiusi le prove, secondo i requisiti richiesti dalla normativa, devono essere eseguite prima della chiusura;
- b) Verifica delle prestazioni dei ventilatori comprese vibrazioni, bilanciamenti ed emissioni sonore: le prove devono essere effettuate secondo i criteri esposti nella norma UNI EN 5801 e le altre norme di riferimento per ogni specifica tematica.
- c) Prova di tenuta dei canali prima dell'applicazione di qualsiasi finitura: la prova va effettuata secondo i criteri esposti nelle seguenti norme: UNI EN 14239, UNI EN 1507, man mano che si costruisce l'impianto alla pressione massima corrispondente e alla massima prevalenza del ventilatore in condizione di mandata. Sarà effettuata, inoltre, la verifica, dopo bilanciamento dei canali, tra la portata del ventilatore e la portata erogata dalle unità di distribuzione. La differenza tra la portata del ventilatore e la portata distribuita non deve superare il limite consentito dalla norma in relazione alla classe di

tenuta richiesta per il canale in verifica secondo le norme 12237, EN 1507 e UNI EN 16798-3.

5.2 Impianti di ventilazione ordinaria

Per gli impianti di ventilazione in esercizio normale si intendono interamente richiamate le prove già descritte al precedente paragrafo 5.1 a cui si aggiungono le prove relative alle emissioni sonore e, nello specifico, sarà effettuato il controllo dei livelli sonori massimi ammessi nelle zone di seguito riportate:

- nei locali o corridoi dove è previsto il passaggio di canali non dovrà verificarsi alcuna vibrazione per il passaggio dell'aria che produca rumore di fondo nelle zone di lavoro. Dovranno essere usati tutti gli accorgimenti necessari per eliminare gli inconvenienti, ed in particolare si dovrà tener conto dei seguenti punti:
 1. tutte le apparecchiature con parti in movimento devono essere dotate di giunti antivibranti per l'allacciamento alle apparecchiature
 2. ogni apparecchiatura deve appoggiare su basamento con opportuni antivibranti (molle) per impedire la trasmissione delle vibrazioni,
 3. l'installazione delle canalizzazioni di mandata, ripresa ed espulsione deve essere curata in modo da non superare i livelli di rumorosità previsti adottando dispositivi quali trappole acustiche o simili, che si rendessero necessari. Tali oneri vanno compresi nel prezzo delle canalizzazioni d'aria;
- a) sarà verificato il livello della potenza sonora emessa dall'impianto di ventilazione verso l'esterno, in corrispondenza di tutte le griglie per il passaggio dell'aria per il Deposito poste a livello 0 e alle altre fonti di emissione poste al livello +3 dell'edificio uffici, alla distanza di un metro nella direzione verticale ed orizzontale in ore notturne e presso il recettore più vicino. Per tale tematica fare riferimento agli elaborati specifici e le relazioni specialistiche di progetto.
- b) Dovranno essere garantiti i valori richiesti dalle Norme che regolano l'inquinamento acustico ed altre norme di riferimento al tipo di installazione:
 - D.P.C.M. 1/3/1991: Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitanti e nell'ambiente esterno,
 - Legge 26/10/1995 n° 447: Legge quadro sull'inquinamento acustico,
 - D.P.C.M. 14/11/1997: Determinazione di valori limite delle sorgenti sonore,
 - Norma UNI 8199-2016: Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione: valori contrattuali e modalità di misurazione,
 - D.M. Ambiente 16/3/1998: Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico,

- D.M. 16/03/1998: Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico
- DMA 29/11/2000 Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore.
- DECRETO 23 novembre 2001: Modifiche dell'allegato 2 del decreto ministeriale 29 novembre 2000 - Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore
- DPR 142/2004: disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivato da traffico veicolare.
- CIRCOLARE 6 settembre 2004 - Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali.
- DECRETO LEGISLATIVO 19 agosto 2005, n. 194 - Ripubblicazione del testo del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 194, recante: «Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale», corredato delle relative note. (Decreto legislativo pubblicato nella Gazzetta Ufficiale - serie generale - n. 222 del 23 settembre 2005).

In merito al contesto acustico fare riferimento al par. 3.3.1 e alla corrispondente Progettazione Ambientale.

5.3 Impianti termici e di condizionamento (HVAC)

Per gli impianti termici e di condizionamento devono essere eseguite le seguenti prove:

- a) verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura del materiale costituente gli impianti quantitativamente e qualitativamente corrisponda alle prescrizioni contrattuali e che la posa in opera ed il montaggio di tubazioni, canalizzazioni, apparecchiature ed ogni altro componente dell'impianto sia corretto. Per le tubazioni/canalizzazioni che corrono in cavedi chiusi od in tracce le prove devono essere eseguite prima della chiusura;
- b) Verifica delle prestazioni dei ventilatori: la prova va effettuata secondo i criteri esposti nella norma UNI EN 5801.
- c) Condizioni di prova di condizionatori e pompe di calore, la prova va effettuata secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 378-2
- d) prova di tenuta dei canali prima dell'applicazione di qualsiasi finitura: la prova va effettuata secondo i criteri esposti nella UNI EN 12237 UNI EN 12599, UNI EN 14239 e UNI EN 1507, man mano che si esegue l'impianto alla pressione massima corrispondente alla massima prevalenza del ventilatore in condizione di mandata. Sarà effettuata, inoltre, la verifica, dopo bilanciamento dei canali, tra la portata del ventilatore e la portata erogata dalle unità di distribuzione. La differenza tra la portata del ventilatore e la portata distribuita non deve

superare il limite consentito dalla norma in relazione alla classe di tenuta richiesta per il canale in verifica secondo le UNI EN 12237 e UNI EN 1507.

- e) prova di tenuta delle tubazioni prima dell'applicazione di qualsiasi finitura: la prova va effettuata secondo i criteri esposti nella UNI EN 805, UNI EN 806, man mano che si esegue l'impianto.

La prova dovrà essere svolta alla pressione massima corrispondente alla massima prevalenza della pompa di mandata. Sarà effettuata, inoltre, la verifica di bilanciamento delle portate di mandata e ritorno dei differenti rami dell'impianto.

- f) sarà effettuato il controllo dei livelli sonori massimi ammessi nelle zone di seguito riportate:
- nei locali o corridoi dove è previsto il passaggio di canali non dovrà verificarsi alcuna vibrazione per il passaggio dell'aria che produca rumore di fondo nelle zone di lavoro. Dovranno essere usati tutti gli accorgimenti necessari per eliminare gli inconvenienti, ed in particolare si dovrà tener conto dei seguenti punti:
 - tutte le apparecchiature con parti in movimento devono essere dotate di giunti antivibranti per l'allacciamento alle apparecchiature,
 - ogni apparecchiatura deve appoggiare su basamento con opportuni antivibranti (molle) per impedire la trasmissione delle vibrazioni,
 - l'installazione delle canalizzazioni di mandata, ripresa ed espulsione deve essere curata in modo da non superare i livelli di rumorosità previsti adottando dispositivi quali trappole acustiche o simili, che si rendessero necessari. Tali oneri vanno compresi nel prezzo delle canalizzazioni d'aria;
- g) sarà verificato il livello della potenza sonora emessa dall'impianto di ventilazione verso l'esterno, in corrispondenza della griglia stradale di passaggio dell'aria, alla distanza di un metro nella direzione verticale ed orizzontale in ore notturne e presso il recettore più vicino.
- h) Dovranno essere garantiti i valori richiesti dalle Norme che regolano l'inquinamento acustico ed altre norme di riferimento al tipo di installazione:
- D.P.C.M. 1/3/1991: Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitanti e nell'ambiente esterno,
 - Legge 26/10/1995 n° 447: Legge quadro sull'inquinamento acustico,
 - D.P.C.M. 14/11/1997: Determinazione di valori limite delle sorgenti sonore,
 - Norma UNI 8199: Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione: valori contrattuali e modalità di misurazione,
 - D.M. Ambiente 16/3/1998: Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico,
 - D.M. 16/03/1998: Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico
 - DMA 29/11/2000 Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore.
 - DECRETO 23 novembre 2001: Modifiche dell'allegato 2 del decreto ministeriale 29 novembre 2000 - Criteri per la predisposizione, da parte delle società e degli enti gestori

dei servizi pubblici di trasporto o delle relative infrastrutture, dei piani degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore

- DPR 142/2004: disposizioni per il contenimento e la prevenzione dell'inquinamento acustico derivato da traffico veicolare.
- CIRCOLARE 6 settembre 2004 - Interpretazione in materia di inquinamento acustico: criterio differenziale e applicabilità dei valori limite differenziali.
- DECRETO LEGISLATIVO 19 agosto 2005, n. 194 - Ripubblicazione del testo del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 194, recante: «Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale», corredato delle relative note. (Decreto legislativo pubblicato nella Gazzetta Ufficiale - serie generale - n. 222 del 23 settembre 2005).

In merito al contesto acustico fare riferimento al par. 3.3.1 e alla corrispondente Progettazione Ambientale.

5.4 Impianti geotermici da strutture energetiche

Per la parte dell'impianto geotermico relativo alle strutture (diaframmi e conci energetici) si faccia riferimento al capitolato MTL2T1A0DZOOGENZ002.2 ELABORATI GENERALI - CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE B.2 - OPERE CIVILI: DESCRIZIONE DELLE LAVORAZIONI, SPECIFICHE TECNICHE E PRESCRIZIONI, sezione 13.

Per quanto concerne il contesto ricadente nell'impianto idronico presente in Deposito e nella frazione di galleria, si prevede, sulla base delle relazioni tecniche e degli elaborati di riferimento, la connessione alla sottocentrale Hvac dove avverrà lo scambio termico e la connessione verso gli impianti di trattamento aria.

L'Appaltatore riceverà i rapporti di verifica e collaudo dei sistemi di tubazioni presenti all'interno delle parti civili ed effettuerà tutte le connessioni alle tubazioni longitudinali e ai diaframmi che saranno attivati.

Sono compresi nella fornitura tutti materiali necessari alla realizzazione di tali connessioni in modo da rendere l'impianto completo e funzionale.

Per gli impianti geotermici e di condizionamento devono essere eseguite le seguenti prove:

- a) verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura del materiale costituente gli impianti quantitativamente e qualitativamente corrisponda alle prescrizioni contrattuali e che la posa in opera ed il montaggio di tubazioni, canalizzazioni, apparecchiature ed ogni altro componente dell'impianto sia corretto. Per le tubazioni/canalizzazioni che corrono in cavedi chiusi od in tracce le prove devono essere eseguite prima della chiusura;

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- b) prova di tenuta delle tubazioni prima dell'applicazione di qualsiasi finitura: la prova va effettuata secondo i criteri esposti nelle norme UNI EN 805, UNI EN 806, UNI EN 11466 e UNI EN 11467 man mano che si esegue l'impianto alla pressione massima corrispondente alla massima prevalenza della pompa in condizione di mandata.
sarà effettuata, inoltre, la verifica, dopo bilanciamento delle portate tra i vari rami dell'impianto per verificare la corretta circolazione del fluido;
- c) Verifica delle temperature di prelievo termico di progetto mediante lettura con adeguato strumento con classe di accuratezza non maggiore di 0.3 gradi centigradi sia lato stazione sia lato terreno;
- d) Verifica delle portate di prelievo termico di progetto mediante lettura con adeguato strumento con classe di accuratezza non maggiore di 0.3 gradi centigradi sia lato stazione sia lato terreno;
- e) verifica delle funzionalità dei dispositivi di controllo e sicurezza provvedendo a:
- settaggio della temperatura al valore di progetto sul dispositivo di regolazione della pompa di calore
 - verifica dell'intervento dei pressostati di minima
 - verifica dell'intervento dei termostati di sicurezza;
 - verifica puntuale dell'assorbimento elettrico della pompa lato stazione con prova effettuata alla massima portata prevista,
 - verifica puntuale dell'assorbimento elettrico della pompa lato generatore con prova effettuata alla massima portata prevista,
 - verifica dell'assorbimento elettrico del compressore.

5.5 Impianti idrico antincendio

Per gli impianti idrico antincendio vanno seguite le seguenti norme:

UNI EN 10779 (impianti a idranti)

UNI EN 14384 (idranti soprasuolo)

UNI EN 12845 (impianti spegnimento automatici sprinkler)

UNI EN 12259-2 (componenti sistemi sprinkler)

UNI 11292 (Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianti antincendio)

UNI 14972-1 (Impianti Water Mist)

UNI 11149 (prove tenuta tubazioni in PE per fluidi in pressione)

UNI 11137 (prova tenuta tubazioni in acciaio)

Si fa riferimento anche quanto richiamato dall'art. 4 del D.M. 20/12/2012, gli impianti devono essere realizzati e mantenuti, a regola d'arte, secondo quanto prescritto dalle specifiche regolamentazioni, dalle norme di buona tecnica e dalle istruzioni fornite dal fabbricante.

5.5.1 Impianto idranti e spegnimento automatico sprinkler

In particolare, andranno eseguite:

- a) verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura del materiale costituente gli impianti quantitativamente e qualitativamente corrisponda alle prescrizioni tecniche e contrattuali e che la posa in opera ed il montaggio di tubazioni, apparecchiature ed ogni altro componente dell'impianto sia corretto secondo quanto previsto dalla normativa in vigore. Per le tubazioni che corrono in cavedi chiusi od in tracce le prove devono essere eseguite prima della chiusura;
- b) esecuzione di prova idrostatica delle tubazioni ad una pressione di almeno 1,5 volte la pressione di esercizio dell'Impianto con un minimo di 1,5 MPa per 2 h. In caso di utilizzo di tubazioni in polietilene dovranno essere seguite le procedure previste dalla norma UNI 11149:2005 – Posa in opera e collaudo di sistemi di tubazioni di polietilene per il trasporto di liquidi in pressione – Parte 15. Collaudo in opera;
- c) prova di portata rete acqua, per accertare che l'impianto sia in grado di erogare la portata alla pressione stabilita quando sia funzionante un numero di erogazioni pari a quelle previste dai coefficienti di contemporaneità. Si devono seguire le seguenti modalità:
 - apertura di un numero di erogatori pari a quello stabilito dal coefficiente di contemporaneità, calcolato per il numero totale di apparecchi installati;
 - le utenze funzionanti devono essere distribuite a partire dalle colonne più sfavorite (scelte in rapporto alla distanza ed al numero di apparecchi serviti), in maniera tale che ciascun tronco del collettore orizzontale alimenti il numero di apparecchi previsto dalla contemporaneità. Nelle condizioni suddette si deve verificare che la portata alle utenze più sfavorite sia almeno quella prescritta, e che la portata totale misurata all'organo erogatore non sia inferiore alla portata prevista, in rapporto alle utenze funzionanti. La prova potrà

essere ripetuta distribuendo le utenze in modo da verificare il corretto dimensionamento delle varie colonne montanti, sempre nelle condizioni di contemporaneità previste;

- d) verifica della circolazione della rete acqua, per misurare il volume di acqua erogato.

5.5.2 Impianto di spegnimento Water Mist

Per gli impianti idrici devono essere seguiti i riferimenti relativi alle prove di cui alla UNI EN 14972-1, EN 12845, UNI 11292. In particolare, andranno eseguite:

- a) verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura del materiale costituente gli impianti quantitativamente e qualitativamente corrisponda alle prescrizioni contrattuali e che la posa in opera ed il montaggio di tubazioni, apparecchiature ed ogni altro componente dell'impianto sia corretto secondo quanto previsto dalla normativa in vigore. Per le tubazioni che corrono in cavedi chiusi od in tracce le prove devono essere eseguite prima della chiusura;
- b) esecuzione di prova idrostatica delle tubazioni ad una pressione di almeno 1,5 volte la pressione di esercizio dell'Impianto con un minimo di 1,5 MPa per 2 h;
- c) prova di portata rete acqua, per accertare che l'impianto sia in grado di erogare la portata alla pressione stabilita quando sia funzionante un numero di erogazioni pari a quelle previste dai coefficienti di contemporaneità. Si devono seguire le seguenti modalità:
- apertura di un numero di utenze pari a quello stabilito dal coefficiente di contemporaneità, calcolato per il numero totale di apparecchi installati;
 - le utenze funzionanti devono essere distribuite a partire dalle colonne più sfavorite (scelte in rapporto alla distanza ed al numero di apparecchi serviti), in maniera tale che ciascun tronco del collettore orizzontale alimenti il numero di apparecchi previsto dalla contemporaneità. Nelle condizioni suddette si deve verificare che la portata alle utenze più sfavorite sia almeno quella prescritta, e che la portata totale misurata all'organo erogatore non sia inferiore alla portata prevista, in rapporto alle utenze funzionanti. La prova potrà essere ripetuta distribuendo le utenze in modo da verificare il corretto dimensionamento delle varie colonne montanti, sempre nelle condizioni di contemporaneità previste;
- d) verifica della circolazione della rete acqua, per misurare il volume di acqua erogato.

5.5.3 Impianto di spegnimento a gas inerti

Per gli impianti a gas inerti devono essere seguiti i riferimenti relativi alle prove di cui alla UNI EN 15004-1, e UNI 15004-10. In particolare, andranno eseguite:

- a) verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura del materiale costituente gli impianti quantitativamente e qualitativamente corrisponda alle prescrizioni contrattuali e che la posa in opera ed il montaggio di tubazioni, apparecchiature ed ogni altro componente dell'impianto

- sia corretto secondo quanto previsto dalla normativa in vigore. Per le tubazioni che corrono in cavedi chiusi od in tracce le prove devono essere eseguite prima della chiusura;
- b) verifica del corretto staffaggio delle bombole alla rastrelliera e del collettore di mandata;
 - c) controllo della data di collaudo delle bombole;
 - d) verifica dei valori di pressione indicati dai manometri e dell'assenza di segnalazioni di bombola scarica;
 - e) prova "in bianco" impianto di spegnimento automatico per verificare il buono stato di funzionamento degli automatismi del sistema senza provocare la scarica dell'estinguente;
 - f) esecuzione di prova idrostatica delle tubazioni ad una pressione di almeno 1,5 volte la pressione di esercizio dell'impianto con un minimo di 1,5 MPa per 2 h;
 - g) effettuazione del DOOR FAN TEST, secondo la norma di riferimento UNI 15004.

5.6 Impianto aria compressa:

- a) verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura del materiale costituente gli impianti quantitativamente e qualitativamente corrisponda alle prescrizioni contrattuali e che la posa in opera ed il montaggio di tubazioni, apparecchiature ed ogni altro componente dell'impianto sia corretto secondo quanto previsto dalla normativa in vigore. Per le tubazioni che corrono in cavedi chiusi od in tracce le prove devono essere eseguite prima della chiusura;
- b) prova alla pressione massima, pari a 1,5 volte la pressione massima di esercizio. Per pressione massima di esercizio si intende la pressione per la quale è stato dimensionato l'impianto onde assicurare l'erogazione al punto più alto e più lontano con la contemporaneità prevista e con la pressione residua di progetto;
- c) verifica che il rumore sia contenuto entro i limiti normativi;
- d) prova di portata, per accertare che l'impianto sia in grado di erogare la portata alla pressione stabilita quando sia funzionante un numero di erogazioni pari a quelle previste dai coefficienti di contemporaneità di progetto. Si devono seguire le seguenti modalità:
 - apertura di un numero di utenze pari a quello stabilito dal coefficiente di contemporaneità, calcolato per il numero totale di apparecchi installati;
 - verifica che la pressione finale alle utenze più sfavorite sia almeno quella prescritta. La prova potrà essere ripetuta distribuendo le utenze in modo da verificare il corretto dimensionamento delle varie dorsali, sempre nelle condizioni di contemporaneità previste;

5.7 Impianti idrico sanitari, adduzione acque di lavaggio e irrigazione:

Per gli impianti idrico sanitari devono essere seguiti i riferimenti relativi alle prove di cui alla UNI EN 12056-1/5 e UNI EN 806 1-5. In particolare, andranno eseguite:

- a) verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura del materiale costituente gli impianti quantitativamente e qualitativamente corrisponda alle prescrizioni contrattuali e che la posa in opera ed il montaggio di tubazioni, apparecchiature ed ogni altro componente dell'impianto sia corretto secondo quanto previsto dalla normativa in vigore.

Per le canalizzazioni che corrono in cavedi chiusi od in tracce le prove devono essere eseguite prima della chiusura;

- b) prova di tenuta delle tubazioni prima dell'applicazione di qualsiasi finitura: la prova va effettuata secondo i criteri esposti nelle seguenti norme: UNI EN 9182 e UNI EN 1610, man mano che si esegue l'impianto alla pressione massima corrispondente alla massima prevalenza delle pompe;
- c) prova di erogazione. La prova va effettuata per una durata minima di 30 minuti consecutivi, facendo funzionare contemporaneamente tutte le bocche di erogazione previste nel calcolo. La prova si ritiene superata se, in tale periodo, il flusso dell'acqua da ogni bocca rimane nei valori di calcolo con una tolleranza del 10%.

5.8 Impianti di aggettamento e scarico in pressione e drenaggio acque a gravità

Per gli impianti di aggettamento di deposito devono essere seguiti i riferimenti relativi alle prove di cui alla UNI EN 12056-1/5 e UNI EN 806 1-5 In particolare andranno eseguite:

- a) verifica preliminare intesa ad accertare che la fornitura del materiale costituente gli impianti quantitativamente e qualitativamente corrisponda alle prescrizioni contrattuali e che la posa in opera ed il montaggio di tubazioni, apparecchiature ed ogni altro componente dell'impianto sia corretto secondo quanto previsto dalla normativa in vigore. Per le canalizzazioni che corrono in cavedi chiusi od in tracce le prove devono essere eseguite prima della chiusura;
- b) prova di tenuta delle tubazioni prima dell'applicazione di qualsiasi finitura: la prova va effettuata secondo i criteri esposti nelle seguenti norme: UNI EN 11149 (per i tubi in PE in pressione) UNI 11137 (tubi in acciaio), man mano che si esegue l'impianto alla pressione massima corrispondente alla massima prevalenza delle pompe.
- c) Prova di funzionamento della valvola di flussaggio delle pompe secondo i criteri specificati dal fornitore.

6. PROVE DI COLLAUDO DEFINITIVO

Per la stesura del verbale di accettazione definitiva occorre procedere al collaudo definitivo, che ha lo scopo di accertare il perfetto funzionamento degli impianti e la rispondenza a quanto prescritto. Dove possibile, per i collaudi valgono le norme EN, UNI relative, oltre a tutti requisiti previsti dal presente Capitolato.

Prima del collaudo l'Appaltatore dovrà fornire schemi e disegni aggiornati degli impianti con inclusi i riferimenti dettagliati per individuazione di punti singolari come sensori, serrande, valvole, stacchi, in diretto riferimento agli elaborati architettonici, compreso il manuale di conduzione e manutenzione.

L'Appaltatore deve inoltre mettere a disposizione il riscontro fotografico completo relativamente ad impianti sottotraccia, sottopavimento o posti all'interno di zone di controsoffitto non direttamente ispezionabili.

Tali documenti devono descrivere con precisione gli impianti, come risultano effettivamente in opera, con la precisazione di dimensioni e caratteristiche di tutto quanto installato, compresi particolari costruttivi delle apparecchiature, schemi di funzionamento, con particolare attenzione posta verso le parti di impianto non in vista (quali colonne, tubazioni, ecc.).

La determinazione delle modalità di collaudo avverrà tramite la presentazione alla D.L. in fase di esecuzione dei lavori di una procedura tecnica da approvare suddivisa per tipologia di impianto contenente tutte le norme, le leggi di riferimento oltre alle specifiche attività menzionate nei paragrafi costituenti questo capitolato.

Si specifica inoltre che le attività di collaudo dovranno tenere conto delle condizioni relative alla gestione anche parziale degli impianti da parte della Committente e del SISTEMISTA; pertanto, la tempistica delle prove sarà soggetta all'approvazione della struttura dell'Esercizio, del Sistema e del responsabile del gruppo di collaudo nominato dalla Commissione competente.

A tal proposito verranno rilasciati caso per caso idonei permessi di accesso alle varie zone di deposito e di galleria (all'interno dell'area Deposito) interessate, come previsto dal regolamento sulla sicurezza attualmente in vigore. La Committente si riserva di informare l'Appaltatore circa tutte le procedure di accesso che saranno in essere al momento della esecuzione delle prove. I collaudi potranno essere pianificati durante le ore notturne e festive senza il riconoscimento di ulteriori oneri all'Appaltatore. Si specifica che gli oneri derivanti dagli approvvigionamenti idrici o energetici necessari alle prove di verifica del presente capitolo sono da intendersi a carico dell'Appaltatore e che tutti i test di seguito descritti dovranno essere eseguiti mediante dispositivi di misura con idonee caratteristiche e tarature in ottemperanza alle norme in vigore, l'Appaltatore è tenuto alla registrazione ed alla verbalizzazione delle misurazioni effettuate.

Ai sensi del DM 21 ottobre 2015, oltre che il collaudo dei singoli impianti intesi separatamente così come descritti nei paragrafi successivi, sono da prevedere dei collaudi per l'intero sistema di emergenza (costituito dalla ventilazione di emergenza, gli impianti idrici antincendio e gli impianti elettrici ad esso asserviti) che preveda l'attivazione coordinata dei suddetti sistemi in presenza di fumi freddi secondo lo scenario appositamente studiato nell'ambito della modellazione secondo gli scenari previsti in progetto in analogia a quanto prescritto dal decreto per la parte di galleria, officine e area di parcheggio riferita al D.M. 2015 (per le parti applicabili).

6.1 Impianti di ventilazione di emergenza:

Per il collaudo degli impianti di ventilazione in condizioni di emergenza devono essere seguiti, oltre ai requisiti del presente capitolato, i riferimenti esposti nella UNI EN 12599 e riportati nell'immagine seguente:

Tabella 5. Riepilogo test e misurazioni UNI EN 12599

Table 1 - Summary of tests, measurements and report to verify the quality of the systems			
Required Steps	Purpose	Activities	Annexes
<u>Step a</u> Completeness checks	To ensure that the ventilating and air conditioning system has been installed entirely in accordance with contract	1. Comparison of equipment with the installation list 2. Compliance with technical rules (contract and official) 3. Accessibility 4. Cleanliness 5. Balancing 6. Air tightness 7. Documents necessary for operating	Annex A With more specified information on the activities 1 to 7
<u>Step b</u> Functional checks	Verifying the operation of the system	1. Put system into use 2. Operation of components and system	<u>Annex C</u> Determination of extent <u>Annex B</u> Survey of performance of components and systems
<u>Step c</u> Functional measurements	Verifying on a statistical basis that the system achieves the values according to design	1. Determine which measurements and recordings are necessary 2. Extent of functional measurements, specified by means of classes A, B, C, and D 3. Measurements 4. Accompanying measurements (see 6.4)	<u>Annex C</u> Determination of extent <u>Annex D</u> Measuring methods and measuring devices

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6
 Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

<u>Step d</u> Special measurements (if necessary)	In case of doubts concerning the quality of parts of the system after application of steps a to c or especially agreed	1. Determine which measurements and recordings are necessary 2. Determine uncertainty of the measurements 3. Measurements	<u>Annex D + E</u> Measuring methods and measuring devices and Special measurements
<u>Step e</u> Report See chapter 9		1. Report 2. Handing over the report	<u>Annex A</u> Example of completeness check report <u>Annex I</u> Examples of measuring protocols

Inoltre, dovranno essere eseguite le seguenti prove al fine di effettuare un collaudo generale di prestazione dell'impianto di Deposito atto a verificare la congruenza dei riferimenti progettuali e quelli reali:

1. test di portata effettiva sui ventilatori in corrispondenza dei vari regimi di funzionamento previsti sia in immissione che estrazione in condizione di emergenza, sarà verificata la corrispondenza della curva dei ventilatori in relazione ai predetti regimi.
2. test di inversione dei ventilatori con misurazione e verifica del tempo necessario ad invertire il funzionamento dalla massima portata in immissione alla massima portata in estrazione, in relazione ai limiti imposti dalla specifica a seconda della tipologia, si specifica che i tempi di inversione devono essere compatibili e congruenti con quanto previsto nelle relazioni progettuali relative alla modellazione per le singole stazioni e per le gallerie.
3. misure di portata di tutti le griglie di ventilazione di Deposito e relativa taratura.
4. misure di portata e pressione delle condotte principali.
5. verifiche di corrispondenza tra la portata, pressione e temperatura effettiva misurata ed i valori riscontrati dagli strumenti di rilevazione distribuiti lungo la rete di canali e connessi allo SCADA IGNS
6. verifica del funzionamento delle serrande motorizzate in relazione ai vari regimi richiamati dallo SCADA IGNS
7. tutte le prove richieste dai componenti del gruppo di collaudo designato dagli organi competenti.

Si specifica che tutti i test dovranno essere eseguiti mediante dispositivi di misura con idonee caratteristiche e tarature in ottemperanza alle norme in vigore, l'Appaltatore è tenuto alla registrazione ed alla verbalizzazione delle misurazioni effettuate.

Oltre alle prove sopra elencate l'Appaltatore dovrà eseguire una prova di verifica della capacità dell'impianto di ventilazione, in assetto di emergenza, di smaltire i fumi provocati da un incendio, e mantenere le stazioni in condizioni da garantire l'esodo attraverso le vie di fuga.

Le prove da effettuare a cura dell'Appaltatore dovranno seguire la casistica di studio degli scenari relativi alla modellazione CFD (anche a fumi freddi) e di esodo di cui al progetto.

Per tutte le prove l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione il personale:

- per movimentare i macchinari e le attrezzature necessarie allo svolgimento delle prove;
- per l'effettuazione delle prove (è a carico dell'Appaltatore il carico, il trasporto e la restituzione degli apparati di produzione fumi artificiali e di post-riscaldamento);
- per attivare i ventilatori di stazioni o di pozzo per la gestione dei diversi assetti della ventilazione.

6.2 Impianti di ventilazione ordinaria:

Per il collaudo degli impianti di ventilazione in condizioni di esercizio normale devono essere seguiti, oltre ai requisiti del presente capitolato, i riferimenti esposti nella UNI EN 12599 e riportati nell'immagine seguente:

Tabella 6. Riepilogo test e misurazioni UNI EN 12599

Table 1 - Summary of tests, measurements and report to verify the quality of the systems			
Required Steps	Purpose	Activities	Annexes
<u>Step a</u> Completeness checks	To ensure that the ventilating and air conditioning system has been installed entirely in accordance with contract	1. Comparison of equipment with the installation list 2. Compliance with technical rules (contract and official) 3. Accessibility 4. Cleanliness 5. Balancing 6. Air tightness 7. Documents necessary for operating	Annex A With more specified information on the activities 1 to 7
<u>Step b</u> Functional checks	Verifying the operation of the system	1. Put system into use 2. Operation of components and system	<u>Annex C</u> Determination of extent <u>Annex B</u> Survey of performance of components and systems

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6
 Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

<u>Step c</u> Functional measurements	Verifying on a statistical basis that the system achieves the values according to design	1. Determine which measurements and recordings are necessary 2. Extent of functional measurements, specified by means of classes A, B, C, and D 3. Measurements 4. Accompanying measurements (see 6.4)	<u>Annex C</u> Determination of extent <u>Annex D</u> Measuring methods and measuring devices
<u>Step d</u> Special measurements (if necessary)	In case of doubts concerning the quality of parts of the system after application of steps a to c or especially agreed	1. Determine which measurements and recordings are necessary 2. Determine uncertainty of the measurements 3. Measurements	<u>Annex D + E</u> Measuring methods and measuring devices and Special measurements
<u>Step e</u> Report See chapter 9		1. Report 2. Handing over the report	<u>Annex A</u> Example of completeness check report <u>Annex I</u> Examples of measuring protocols

Inoltre, dovranno essere eseguite le seguenti prove al fine di effettuare un collaudo generale di prestazione dell'impianto di Deposito atto a verificare la congruenza dei riferimenti progettuali e quelli reali:

1. test di portata effettiva sui ventilatori in corrispondenza dei vari regimi di funzionamento previsti sia in immissione che estrazione in condizione normale, sarà verificata la corrispondenza della curva dei ventilatori in relazione ai predetti regimi.
2. misure di portata di tutti le griglie di ventilazione di Deposito e relativa taratura.
3. misure di portata e pressione delle condotte principali.
4. verifiche di corrispondenza tra la portata, pressione e temperatura effettiva misurata ed i valori riscontrati dagli strumenti di rilevazione distribuiti lungo la rete di canali e connessi allo SCADA IGNS.
5. verifica del funzionamento delle serrande motorizzate in relazione ai vari regimi richiamati dallo SCADA IGNS.
6. tutte le prove richieste dai componenti del gruppo di collaudo designato dagli organi competenti.

Si specifica che tutti i test dovranno essere eseguiti mediante dispositivi di misura con idonee caratteristiche e tarature in ottemperanza alle norme in vigore, l'Appaltatore è tenuto alla registrazione ed alla verbalizzazione delle misurazioni effettuate.

Per tutte le prove l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione il personale:

- per movimentare i macchinari e le attrezzature necessari;
- per l'effettuazione delle prove (è a carico dell'Appaltatore il carico, il trasporto e la restituzione delle stazioni di post-riscaldamento);
- per attivare i ventilatori di stazioni o di pozzo per la gestione dei diversi assetti della ventilazione.

6.3 Impianti termici e di condizionamento (HVAC):

Per gli impianti di climatizzazione HVAC si intendono interamente richiamate le prove già descritte al precedente paragrafo 6.1 a cui si aggiungono le prove di seguito descritte:

1. test di portata effettiva degli impianti termici in corrispondenza dei vari regimi di funzionamento, sarà verificata la corrispondenza della curva di efficienza delle macchine in relazione ai predetti regimi.
2. misure di portata e pressione delle tubazioni principali.
3. verifiche di corrispondenza tra la portata, pressione e temperatura effettiva misurata ed i valori riscontrati dagli strumenti di rilevazione distribuiti lungo la rete di distribuzione (tubazioni e canali) connessi allo SCADA IGNS.
4. verifica del funzionamento delle valvole motorizzate in relazione ai vari regimi richiamati dallo SCADA IGNS.
5. tutte le prove richieste dai componenti del gruppo di collaudo designato dagli organi competenti.

In merito al contesto acustico fare riferimento al par. 3.3.1 e alla corrispondente Progettazione Ambientale.

Per tutte le prove l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione il personale:

- per movimentare i macchinari e le attrezzature necessari;
- per l'effettuazione delle prove (è a carico dell'Appaltatore il carico, il trasporto e la restituzione delle stazioni di post-riscaldamento ove necessario);
- per attivare i dispositivi necessari alla verifica dei diversi assetti di funzionamento.

6.4 Impianti geotermici da strutture energetiche:

Per il collaudo degli impianti geotermici devono essere seguiti, oltre ai requisiti del presente capitolato, i riferimenti esposti nella UNI EN 11467 e riportati qui di seguito:

- verifica delle temperature di prelievo termico di progetto mediante lettura con adeguato strumento con classe di accuratezza non maggiore di 0,3 °C sia lato edificio sia lato terreno;
- verifica delle portate di prelievo termico di progetto mediante lettura con adeguato strumento di accuratezza non maggiore di 0,3 °C sia lato edificio sia lato terreno;
- verifica delle funzionalità dei dispositivi di controllo e di sicurezza provvedendo a:
- settaggio della temperatura al valore di progetto sul dispositivo di regolazione della pompa di calore,
- verifica dell'intervento dei pressostati di minima,
- verifica dell'intervento dei termostati di sicurezza,
- verifica puntuale dell'assorbimento elettrico della pompa lato edificio; qualora la pompa sia a portata variabile, la prova si effettua alla massima portata prevista,
- verifica puntuale dell'assorbimento elettrico della pompa lato terreno; qualora la pompa sia a portata variabile, la prova si effettua alla massima portata prevista,
- verifica dell'assorbimento elettrico del compressore;
- rilevazione delle prestazioni previste (COP/GUE/EER) elaborando i dati sopra ottenuti confrontandoli con i dati di progetto.
- I dati rilevati devono essere indicati in un certificato apposito e consegnati al committente

In aggiunta dovranno essere eseguite le seguenti prove al fine di effettuare un collaudo generale di prestazione dell'impianto atto a verificare la congruenza dei riferimenti progettuali e quelli reali:

1. test di portata effettiva allo scambiatore di calore geotermico sia lato generazione che lato utilizzatore in corrispondenza dei vari regimi di funzionamento previsti, sarà verificata la corrispondenza con quanto previsto a progetto in relazione ai predetti regimi.
2. misure di portata di tutti le griglie di ventilazione di stazione e relativa taratura.
3. misure di portata e pressione delle condotte principali.
4. verifiche di corrispondenza tra la portata, pressione e temperatura effettiva misurata ed i valori riscontrati dagli strumenti di rilevazione distribuiti lungo la rete di distribuzione primaria fino allo scambiatore e connessi allo SCADA IGNS.
5. verifiche di corrispondenza tra la portata, pressione e temperatura effettiva misurata ed i valori riscontrati dagli strumenti di rilevazione distribuiti lungo la rete di distribuzione secondaria a valle dello scambiatore e connessi allo SCADA IGNS. La verifica deve attestare la rispondenza con quanto previsto a progetto per lo specifico utilizzatore
6. tutte le prove richieste dai componenti del gruppo di collaudo designato dagli organi competenti.

Nella fase di collaudo dell'impianto geotermico si devono prevedere prove ad hoc per verificare la rispondenza con il progetto dei rami di impianto verso recettori esterni alla linea Metropolitana anche qualora fossero solo in predisposizione.

Nello specifico, qualora non dovessero essere ancora stati individuati i recettori esterni al servizio della linea Metropolitana e, quindi, non fosse nota la potenza termica richiesta dall'utilizzatore, l'appaltatore dovrà in ogni caso effettuare le prove come previsto al precedente punto 4 e prove di verifica delle caratteristiche di temperatura a valle dello scambiatore (secondario) atte a certificare l'efficienza dello scambiatore in regime di funzionamento.

Qualora fosse già stato scelto l'utilizzatore e fosse nota la potenza richiesta dal recettore l'appaltatore dovrà in ogni caso effettuare le prove come previsto al precedente punto 4 e prove di verifica delle caratteristiche di temperatura a valle dello scambiatore (secondario) atte a certificare l'effettiva potenza fornita.

Si specifica che tutti i test dovranno essere eseguiti mediante dispositivi di misura con idonee caratteristiche e tarature in ottemperanza alle norme in vigore, l'Appaltatore è tenuto alla registrazione ed alla verbalizzazione delle misurazioni effettuate.

Per tutte le prove l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione il personale:

- per movimentare i macchinari e le attrezzature necessari;
- per l'effettuazione delle prove;
- per attivare i dispositivi necessari alla verifica dei diversi assetti di funzionamento.

6.5 Impianti idrici antincendio:

Per gli impianti idrici antincendio devono essere seguiti, oltre ai requisiti del presente capitolato, i riferimenti relativi alle prove di cui alla UNI EN 12845 e UNI 10779.

Dovranno essere eseguite le seguenti prove al fine di effettuare un collaudo generale di prestazione dell'impianto sprinkler e idranti di Deposito atto a verificare la congruenza dei riferimenti progettuali e quelli reali per singolo sistema/gruppo di surpressione (Idranti, sprinkler, diluvio):

1. test di portata effettiva del gruppo di surpressione
2. test di attivazione di tutte le utenze antincendio, diluvio ed idranti contemporaneamente previste con partenza automatica del gruppo di surpressione:
 - linee diluvio e relative valvole
 - erogatori sprinkler e relativa valvola ad umido
3. test di attivazione utenze antincendio idranti con partenza automatica del gruppo di surpressione:
 - nr. 4 idranti UNI 70 disposti all'esterno

4. verifica segnali sblocco valvole, stato valvole, flussostati
5. tutte le restanti prove previste dalla normativa di riferimento
6. tutte le prove richieste dai componenti del gruppo di collaudo designato dagli organi competenti.

Si specifica che tutti i test dovranno essere eseguiti mediante dispositivi di misura con idonee caratteristiche e tarature in ottemperanza alle norme in vigore, l'Appaltatore è tenuto alla registrazione ed alla verbalizzazione delle misurazioni effettuate.

Per tutte le prove l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione il personale:

- per movimentare i macchinari e le attrezzature necessari;
- per l'effettuazione delle prove;
- per attivare i dispositivi necessari alla verifica dei diversi assetti di funzionamento.

6.5.1 Impianto idranti e spegnimento automatico sprinkler

Per gli impianti idrici a servizio del deposito devono essere seguiti i riferimenti relativi alle prove di cui alla UNI EN 12845 e UNI 10779. In particolare, andranno eseguite:

1. misure di portata dell'idrante più sfavorito avendo in funzione il numero di terminali contemporaneo previsto.
2. verifica del funzionamento delle stazioni di controllo, agendo sui test point (sprinkler di prova) e sui trimmer delle stazioni a diluvio.
3. tutte le prove richieste dai componenti del gruppo di collaudo designato dagli organi competenti.

Si specifica che tutti i test dovranno essere eseguiti mediante dispositivi di misura con idonee caratteristiche e tarature in ottemperanza alle norme in vigore, l'Appaltatore è tenuto alla registrazione ed alla verbalizzazione delle misurazioni effettuate.

Per tutte le prove l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione il personale:

- per movimentare i macchinari e le attrezzature necessari;
- per l'effettuazione delle prove;
- per attivare i dispositivi necessari alla verifica dei diversi assetti di funzionamento.

6.5.2 Impianto di spegnimento Water Mist

Per gli impianti idrici devono essere seguiti i riferimenti relativi alle prove di cui alla UNI EN 14972-1. In particolare, andranno eseguite:

1. test di portata effettiva sulle pompe in corrispondenza delle differenti zone di attivazione, sarà verificata la corrispondenza della curva delle stesse in relazione a tali attivazioni.

2. verifica del funzionamento delle stazioni di controllo, agendo sui test point (sprinkler di prova) e sui trimmer delle stazioni a diluvio.
3. tutte le prove richieste dai componenti del gruppo di collaudo designato dagli organi competenti.

Si specifica che tutti i test dovranno essere eseguiti mediante dispositivi di misura con idonee caratteristiche e tarature in ottemperanza alle norme in vigore, l'Appaltatore è tenuto alla registrazione ed alla verbalizzazione delle misurazioni effettuate.

Per tutte le prove l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione il personale:

- per movimentare i macchinari e le attrezzature necessari;
- per l'effettuazione delle prove;
- per attivare i dispositivi necessari alla verifica dei diversi assetti di funzionamento.

6.5.3 Impianto di spegnimento a gas inerti

Per gli impianti idrici devono essere seguiti i riferimenti relativi alle prove di cui alla UNI EN 15004-1 e UNI 15004-10, In particolare andranno eseguite:

1. effettuazione del Door Fan Test secondo la norma **UNI 11280:2020**.
2. verifica del corretto funzionamento di porte e serrande e dei relativi dispositivi di chiusura.
3. esecuzione di prove "in bianco" per verificare il buono stato di funzionamento degli automatismi del sistema senza provocare la scarica dell'estinguente.
4. verifica dello stato di usura degli azionamenti meccanici, lubrificando se necessario.
5. verifica del corretto staffaggio delle bombole alla rastrelliera.
6. tutte le prove richieste dai componenti del gruppo di collaudo designato dagli organi competenti.

Si specifica che tutti i test dovranno essere eseguiti mediante dispositivi di misura con idonee caratteristiche e tarature in ottemperanza alle norme in vigore, l'Appaltatore è tenuto alla registrazione ed alla verbalizzazione delle misurazioni effettuate.

Per tutte le prove l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione il personale:

- per movimentare i macchinari e le attrezzature necessari;
- per l'effettuazione delle prove;
- per attivare i dispositivi necessari alla verifica dei diversi assetti di funzionamento.

Verifica e integrazione ad opera del progettista specialistico

6.6 Impianto ad aria compressa

Per gli impianti idrici devono essere seguiti i riferimenti relativi alle prove di cui alla UNI EN 12209, UNI ISO 6301-1 e UNI ISO 5182-1, In particolare andranno eseguite:

1. test di portata effettiva sui compressori in corrispondenza delle differenti zone di attivazione, sarà verificata la corrispondenza degli stessi in relazione a tali attivazioni.
2. misure di portata di tutti gli erogatori.
3. misure di portata e pressione delle condotte principali.
4. verifiche di corrispondenza tra la portata, pressione effettiva misurata ed i valori riscontrati dagli strumenti di rilevazione distribuiti lungo la rete.
5. tutte le prove richieste dai componenti del gruppo di collaudo designato dagli organi competenti.

Si specifica che tutti i test dovranno essere eseguiti mediante dispositivi di misura con idonee caratteristiche e tarature in ottemperanza alle norme in vigore, l'Appaltatore è tenuto alla registrazione ed alla verbalizzazione delle misurazioni effettuate.

Per tutte le prove l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione il personale:

- per movimentare i macchinari e le attrezzature necessari;
- per l'effettuazione delle prove;
- per attivare i dispositivi necessari alla verifica dei diversi assetti di funzionamento.

6.7 Impianti idrico sanitari, lavaggio e irrigazione:

Per gli impianti in cui è previsto il passaggio di acque cariche le prove sotto descritte dovranno essere effettuate prima con acqua pulita e, in seguito al superamento di queste, le prove dovranno essere ripetute con acque cariche in modo da ricreare le effettive condizioni di funzionamento.

Per gli impianti idrici devono essere seguiti i riferimenti relativi alle prove di cui alla UNI EN 12056-1/5 e UNI EN 806 1-5. In particolare, andranno eseguite:

1. test di portata effettiva sulle pompe, sarà verificata la corrispondenza della curva delle stesse in relazione all'effettiva portata di funzionamento.
2. misure di portata e pressione delle condotte principali.
3. verifiche di corrispondenza tra la portata, pressione effettiva misurata ed i valori riscontrati dagli strumenti di rilevazione distribuiti lungo la rete
4. verifica del funzionamento delle valvole poste lungo la rete
5. tutte le prove richieste dai componenti del gruppo di collaudo designato dagli organi competenti.

Si specifica che tutti i test dovranno essere eseguiti mediante dispositivi di misura con idonee caratteristiche e tarature in ottemperanza alle norme in vigore, l'Appaltatore è tenuto alla registrazione ed alla verbalizzazione delle misurazioni effettuate.

Per tutte le prove l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione il personale:

- per movimentare i macchinari e le attrezzature necessari;
- per l'effettuazione delle prove;
- per attivare i dispositivi necessari alla verifica dei diversi assetti di funzionamento.

6.8 Impianti di scarico e rilancio acque nere

Per gli impianti in cui è previsto il passaggio di acque cariche le prove sotto descritte dovranno essere effettuate prima con acqua pulita e, in seguito al superamento di queste, le prove dovranno essere ripetute con acque cariche in modo da ricreare le effettive condizioni di funzionamento.

Per gli impianti idrici devono essere seguiti i riferimenti relativi alle prove di cui alla UNI EN 12056-1/5 e UNI EN 806 1-5. In particolare, andranno eseguite:

1. test di portata effettiva sulle pompe, sarà verificata la corrispondenza della curva delle stesse in relazione all'effettiva portata di funzionamento.
2. misure di portata e pressione delle condotte principali.
3. verifiche di corrispondenza tra la portata, pressione effettiva misurata ed i valori riscontrati dagli strumenti di rilevazione distribuiti lungo la rete
4. verifica del funzionamento delle valvole poste lungo la rete
5. tutte le prove richieste dai componenti del gruppo di collaudo designato dagli organi competenti.

Si specifica che tutti i test dovranno essere eseguiti mediante dispositivi di misura con idonee caratteristiche e tarature in ottemperanza alle norme in vigore, l'Appaltatore è tenuto alla registrazione ed alla verbalizzazione delle misurazioni effettuate.

7. IMPIANTI DI VENTILAZIONE DI EMERGENZA:

7.1 Canali dell'aria in calcio silicato

Canale in silicato di calcio, specificatamente progettato per il controllo dei fumi per comparti multipli, provvisto di marcatura CE, secondo UNI EN 1201-7.

Classificazione: EI 120 (ve ho) S 1500 multi:

Il canale deve garantire una tenuta/integrità ai fumi caldi ed isolamento per 120 minuti e tenuta ai fumi freddi S per una pressione di esercizio tra -1500 Pa e +500 Pa.

Tenuta ai fumi con una perdita inferiore ai 5 m³/h per m².

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto.

Tale tipologia di condotta deve essere prevista secondo quanto riportato nel modello e negli elaborati grafici, e comunque in adesione alle prescrizioni della norma UNI 9494-2.

Nel presente progetto, vista la promiscuità degli impianti di ventilazione di emergenza e di condizionamento, tale tipologia di componente verrà utilizzato, in esercizio ordinario, alla stregua di un canale di distribuzione dell'aria.

Il produttore deve accompagnare la fornitura con: le certificazioni che attestano il rispetto delle prestazioni che determinano la classificazione del prodotto, secondo quanto previsto dalle normative sopra citate; un manuale di installazione che dettagli le specifiche di posa ed i limiti di impiego, in modo che rimangano garantite le prestazioni antincendio del prodotto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

7.2 Serrande di sovrappressione

La serranda di sovrappressione è progettata con deflettori in alluminio grezzo e chiusura/apertura automatica associata a una serranda tagliafuoco per installazione a parete.

La serranda deve essere dotata di sufficienti botole di ispezione di grandezza idonea a permettere la manutenzione.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;

- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

7.3 Serrande di intercettazione adatte a resistere alle pressioni dei ventilatori di emergenza

La serranda è del tipo a più alette ed ha una robusta costruzione, progettata specificatamente per applicazioni in metro. Le serrande devono essere progettate per resistere alle severe condizioni d'esercizio, permettendo così durabilità, affidabilità nelle prestazioni durante l'intera vita operativa. La resistenza alla corrosione deve essere definita secondo EN 12944-2 Categoria Corrosività C4 – alta. La serranda di intercettazione tipo on/off deve essere in acciaio zincato e deve essere adatta a resistere alle pressioni sviluppate dai ventilatori.

La serranda, l'attuatore e gli accessori devono avere le seguenti caratteristiche:

- Operatività in emergenza con temperatura di 400° per 120 minuti
- Trafilamento non superiore a 0.1 mc/m² a 1000Pa
- Differenza massima di pressione 6.000 Pa

La cassa deve essere realizzata con uno spessore minimo di 2 mm di acciaio dolce secondo DIN EN 10111 e zincato a caldo secondo ISO 1461.

La profondità della cassa e le flange variano in funzione delle dimensioni totali della serranda; per le dimensioni, le caratteristiche tecniche e prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto.

Le alette sono previste a doppio profilo con minimo 1,5 mm di spessore in acciaio pre zincato secondo JIS G3302 SGHC-RCS Z27 (275 g/m² di zinco su entrambe i lati), gli alberi delle alette sono in acciaio inossidabile AISI 316L (EN 1,4404) con un diametro almeno di 19 mm, essi e devono rendere la serranda resistente in modo da poter funzionare correttamente lungo l'arco della vita operativa. Tutti i leverismi sono previsti in acciaio inossidabile AISI 316L (EN 1,4404) così pure le tenute al trafilemento laterali del tipo a molla con uno spessore di 0,25 mm al fine di garantire il trafilemento entro e non oltre i limiti di progetto.

L'attuatore sarà del tipo a chiusura in sicurezza, idoneo per il funzionamento in condizioni standard e in caso d'emergenza, deve essere adatto per funzionare a 400 C° per 120 minuti (F400) secondo EN 12101-3; sono inoltre previsti contatti di fine corsa idonei per il funzionamento in condizioni standard e in caso di emergenza sono classificati F400 (400 °C per 120 minuti).

La serranda deve fornire le prestazioni tecniche specificate provata secondo AMCA 500D (perdita di carico), trafilemento secondo UL 5555-Class I. La serranda completa è certificata resistente al fuoco secondo BS 476-20.

La serranda è costruita rispettando pienamente i requisiti della ISO 9001:2015.

Il marchio CE (attuatore) è un requisito essenziale per essere conformi alle Direttive Europee. Apponendo il Marchio CE il Costruttore autocertifica che il prodotto rispetta i requisiti essenziali richiesti. Il rispetto dei requisiti è confermato dalla Dichiarazione di Conformità CE che attesta la rispondenza alle Direttive Europee applicabili ed alle Norme Tecniche Armonizzate ove richiesto.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

È richiesto un test presenziato di verifica e collaudo delle principali tipologie presso la sede di fabbricazione.

7.4 Serrande motorizzate per il controllo dei fumi

La serranda di controllo dei fumi per comparti multipli è specificatamente progettata per il controllo dei fumi e provviste di marcatura CE.

La serranda potrà essere:

- del tipo ad alette contrapposte
- del tipo a pala unica

Dovrà avere classificazione EI 120 e dovrà garantire tenuta/integrità ai fumi caldi ed isolamento per 120 minuti; sarà del tipo installabile in verticale ed in orizzontale, per installazione all'interno ed all'esterno, dovrà garantire la tenuta ai fumi freddi S per una pressione di esercizio tra -1500 e +500 Pa; sarà idonea agli impianti combinati per il controllo dei fumi e per la climatizzazione; idonea all'attivazione automatica.

Tenuta ai fumi inferiore a 200 m³/h/m².

e in grado di garantire una resistenza alla curva di incendio per 120 minuti e tenuta ai fumi freddi S per una pressione di esercizio da -1.500 Pa a 500 Pa e fattore di perdita inferiore a 200 mc/h mq).

La serranda motorizzata deve essere dotata di motorizzazione a 230V e Micro -switches di stato Aperta/Chiusa

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Il produttore deve accompagnare la fornitura con le certificazioni che attestano il rispetto delle prestazioni che determinano la classificazione del prodotto, secondo quanto previsto dalle normative sopra citate; un manuale di installazione che dettagli le specifiche di posa ed i limiti di impiego, in modo che rimangano garantite le prestazioni antincendio del prodotto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;

- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

È richiesto un test presenziato di verifica e collaudo delle principali tipologie presso la sede di fabbricazione.

7.5 Servomotori per serrande controllo fumi

Per il comando ON/OFF o modulante delle serrande si dovranno adottare servocomandi aventi le seguenti caratteristiche:

- corsa angolare di 90° (aggiustabile);
- azionamento elettrico in entrambi i sensi (in alimentazione privilegiata e cavi resistenti al fuoco);
- attuatore elettrico, alimentazione monofase 230 V/50 Hz, dimensionato per il 200% della coppia massima richiesta dalla serranda in condizioni di esercizio; isolamento motore in classe F, protezione termostatica incorporata
- servizio attuatori on-off, S 2-15 min – 60 avviamenti/ora
- servizio attuatori in regolazione, S 4 – 25% - 1200 avviamenti/ora
- l'attuatore garantisce l'apertura della serranda anche in caso di avaria o mancanza di alimentazione elettrica all'attuatore stesso; se le dimensioni della serranda lo richiedono, possono essere posizionati due o più attuatori interconnessi tra loro. Il tempo di apertura della serranda è contenuto in un massimo di 15 secondi; il tempo di chiusura è identico. I tempi di movimentazione delle serrande devono essere comunque compatibili con le tempistiche di attivazione del sistema di ventilazione di emergenza, come definite nella modellazione CFD e nella simulazione di esodo. Il posizionamento ed il fissaggio dell'attuatore sarà tale da permettere una facile ispezione e manutenzione.
- l'attuatore sarà certificato per operare a temperatura di 250 °C per 2 ore (anche per disposizione di protezione termica)
- custodia con grado di protezione IP 67
- controllo con segnale 4-20 mA o 0-5V
- contatti fine corsa indipendenti con segnale di serranda aperta e chiusa (caso on off)
- contatti di fine corsa e stato intermedio con segnale 4-20 mA in uscita (caso regolazione)
- indicatore meccanico di posizione esterno
- resistenza anticondensa
- dispositivo di comando manuale a volantino

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte.

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

7.6 Serrande di non ritorno

La serranda è stata progettata per garantire che l'aria possa fluire in un solo senso. Per permettere di mantenere lo schema di pressione previsto.

La serranda impedisce all'aria di seguire una direzione opposta a quella prevista.

Il telaio della serranda è realizzato in lamiera d'acciaio zincata G90, mentre le due pale della serranda a molla sono in alluminio H14. Le alette della serranda sono posizionate su un'asta centrale in ottone e sono controllate da molle di torsione in acciaio inox. La serranda deve poter essere installata in qualsiasi posizione, verticale o orizzontale, a seconda della direzione del flusso d'aria.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte.

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

È richiesto un test presenziato di verifica e collaudo delle principali tipologie presso la sede di fabbricazione.

7.7 Misuratori di portata aria

Presso i punti di diramazione principali della rete aerea è prevista l'installazione di dispositivi di misura della portata dell'aria, costituiti da: un trasmettitore multifunzione, una scheda di pressione, un'ala di misura.

7.7.1 Trasmettitore multifunzione

Caratteristiche principali:

- 2 ingressi per sonde intercambiabili;
- 4 allarmi visivi (LED a 2 colori) e sonori;
- 2 uscite analogiche (4 fili) 0/5-10 V o 0/4-20 mA (2 uscite aggiuntive opzionali);
- display con visualizzazione simultanea da 1 a 4 parametri;
- alloggiamento per scheda di acquisizione intercambiabile;

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- alimentazione 24 Vdc/VAC o 115/230 Vac;
- diagnostica delle uscite;
- custodia in ABS con parte frontale in acciaio inossidabile, IP65, con display grafico retroilluminato;
- sistema di montaggio con piastra per fissaggio al muro, con rotazione di ¼".

Specifiche tecniche

Alimentazione	24 Vac / Vdc $\pm 10\%$ 100-240 Vac, 50-60 Hz
Uscite	2 x 0/4-20 mA o 2 x 0-5/10 V (4 fili) Ulteriori uscite opzionali : 2 x 0/4-20 mA or 2 x 0-5/10 V (consumo aggiuntivo modello 24 V : 1 VA / modello 115-230 V : 2 VA) Tensione di modo comune <30 VAC Carico massimo : 500 Ohm (0/4-20 mA) Carico minimo : 1 K Ohm (0-5/10 V)
Isolamento galvanico	Dispositivo completamente protetto da isolamento doppio o rinforzato: Ingressi (alimentazione) e uscite (sui modelli 115 Vac/230 Vac) Uscite (sui modelli 24 Vac/Vdc)
Consumo con sonde	6 VA
Connessioni elettriche	Morsettiera per cavi da 0.05 a 2.5 mm ² o da 30 a 14 AWG Secondo il codice di buon utilizzo
Relé (opzionale)	4 relè di scambio. NO (normalmente aperto) : 5A / NC (normalmente chiuso) : 3A / 240 Vac (consumo aggiuntivo modello 24 V : 5 VA / modello 115-240 V : 8 VA)
Comunicazione Ethernet (opzionale)	Modulo di comunicazione Ethernet che permette la trasmissione, il monitoraggio e la manutenzione dei trasmettitori attraverso una rete Ethernet in 10 BASE-T e 100 BASE-TX LAN/WAN usando il protocollo TCP/IP (consumo aggiuntivo modello 24 V e 115-240 V : 1 VA)
Allarme acustico	Buzzer (70 dB a 10 cm)
Ambiente e tipo di fluido	Aria e gas neutri
Temperatura di stoccaggio	Da -10 a +70 °C
Sicurezza	Classe di protezione 2; Grado di inquinamento 2;

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6
Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

Categoria di sovratensione 2

Caratteristiche della custodia

Materiale	ABS VO secondo standard UL94
Protezione	IP65
Display	Grafico da 1 a 4 righe, 240 x 128 px; Dimensioni : 86 x 51 mm, Retroilluminazione Dimensioni digits: Valori : 10 mm; Unità : 5 mm
Passacavo	In poliammide per cavi di massimo Ø9 mm
Peso	700 g
Ingombro massimo	158x(111+25)x81 mm LxHxP

Relé e allarmi

Il trasmettitore C 310 è dotato di 4 allarmi indipendenti e configurabili: sono visivi e sonori ed è possibile associarli a 3 relé (opzionale).

Impostazioni disponibili:

- Selezione del parametro (pressione, velocità dell'aria, temperatura,...)
- Durata dei ritardi da 0 a 600 s
- Azione dell'allarme: limite crescente, limite decrescente, monitoraggio o stato del trasmettitore
- Modalità di lavoro dei relé : sicurezza negativa o positiva (opzionale)
- Attivazione dell'allarme sonoro (buzzer) che può essere riconosciuto dalla tastiera frontale (opzionale)

Il misuratore di portata deve indicare, gestire e registrare i valori medi della velocità dell'aria e del flusso d'aria mediante l'interfaccia su SCADA IGNS.

7.8 Ventilatori di estrazione/immissione aria di emergenza

Il ventilatore assiale reversibile deve essere specificatamente progettato per resistere alle severe condizioni d'esercizio delle metropolitane; i materiali e la costruzione sono ingegnerizzati per garantire una durabilità ed affidabilità delle prestazioni durante l'intera vita dell'infrastruttura.

Per la girante, completamente reversibile, si richiede un profilo alare che permetta di ottenere uguali prestazioni fluidodinamiche in entrambe le direzioni.

La girante deve essere costituita da un mozzo con pale regolabili da fermo, in modo tale da ottimizzare, le prestazioni aerauliche (portata aria, pressione) entro i valori consentiti della potenza motore.

Le pale in lega d'alluminio devono avere caratteristica di resistenza al clima salino secondo BS EN 1676 Grado LM13. Le pale devono essere soggette al controllo radiografico a raggi X secondo ASTM 155 Lastra E.

Il mozzo è fissato all'albero motore con un inserto a bussola conica.

La girante completa è staticamente e dinamicamente bilanciata secondo ISO 21940-11 e ISO 14694 Grado G 6.3 o G2.5 in funzione della potenza motore. Tutte le pale sono lavorate meccanicamente alla sommità per raggiungere il corretto gioco fra girante e cassa per raggiungere la Classe F400 (funzionamento minimo di 120 minuti, EN 12101-3)

La cassa di alloggiamento sarà corredata da flange sbordate o saldate su entrambi i lati, lo spessore della cassa potrà variare da 5 a 8 mm, il materiale sarà acciaio dolce secondo DIN EN 10111.

Tutte le parti devono essere saldate in continuo. Flange e forature sono realizzate secondo ISO 13351. Sulla cassa è fissata la morsettiera elettrica. Il ventilatore è completo di piedi di supporto o profilati per poter essere installato orizzontalmente (o verticalmente nel caso delle stazioni S1L).

Motore asincrono trifase con rotore a gabbia di scoiattolo; prestazioni secondo IEC 60034-1 e raffreddamento secondo IEC 60072-1.

Il raffreddamento motore previsto secondo IEC 60034-6 Codice IC 0141 tipo TEFC (Totally Enclosed Fan Cooled).

La costruzione meccanica deve essere secondo IEC 60034-7 Codice I IMB3/Codice II IM1001.

Classe isolamento H secondo IEC 60085, per funzionamento continuo con aria ambiente da 20 C° a 55 C°; in caso d'emergenza è adatto per funzionare a 400 C° per 120 minuti (F400) secondo EN 12101-3.

I cuscinetti possono essere sia prelubrificati o con lubrificazione programmata, secondo ISO 281:2007, L10 con una vita minima di 20.000 ore e una vita media di 100.000 ore con le condizioni operative specificate.

Il motore e la morsettiera motore devono essere dotati di una protezione meccanica IP55 secondo IEC 60034-5; un cavo flessibile, privo d'alogeno e resistente alla fiamma, collega direttamente la morsettiera del motore alla morsettiera esterna, i collegamenti elettrici sono eseguiti esclusivamente in fabbrica. La morsettiera esterna disposta sulla cassa deve essere dotata di una protezione meccanica IP65.

Albero motore con sede chiavetta, la sommità è con filettatura in modo tale da ricevere il bullone di fissaggio della girante, è richiesto un dispositivo meccanico di sicurezza anti-svitamento.

I ventilatori saranno provvisti dei seguenti accessori:

- **Boccaglio di aspirazione** a profilo toroidale realizzato in acciaio dolce zincato a caldo dopo la lavorazione
- **Piedi di supporto a squadra** realizzati in acciaio dolce di spessore adeguato e zincato a caldo dopo la lavorazione
- **Giunto antivibrante**, realizzato in tessuto intrecciato, costituito da fili metallici resistenti al fuoco per 2 ore a 400°C, completo di 2 controflange in acciaio dolce zincato dopo la lavorazione
- **Complesso di molle** dimensionate per assorbire le vibrazioni caratteristiche del complesso ventilante, corredata di curva per la scelta dimensionale
- **Basamento inerziale** costituito da profilati a C in acciaio saldato, da riempire internamente di calcestruzzo, corredata di molle antivibranti in acciaio da interporre fra il basamento ed il pavimento, deflessione statica in funzione del carico, grado di isolamento superiore all'80%. Finitura: una mano di antiruggine sulle superfici esterne. Il basamento inerziale avrà un peso pressoché simile a quello del ventilatore. Sarà cura dell'impresa analizzare i carichi sulla soletta ed eventualmente realizzare, per una migliore distribuzione del peso, un basamento in calcestruzzo.
- **Rete di protezione** realizzata in filo di acciaio dolce zincato dopo la lavorazione
- **Tronco di trasformazione** tondo/tondo in acciaio zincato completo di flangia forata sia sul lato ventilatore sia sul lato opposto dove la flangia sarà collegata alla piastra metallica di connessione alla parete dotata di griglia di protezione. Il raccordo è dotato di 2 supporti di sostegno regolabili in altezza, in acciaio zincato.

Zincatura a caldo della cassa del ventilatore e dei componenti in acciaio zincato, eseguita secondo UNI EN ISO 1461, secondo gli spessori della lamiera.

I ventilatori saranno accessoriati con un sistema di controllo delle vibrazioni, composto da un trasmettitore di vibrazioni in accordo alla DIN ISO 10816.

Caratteristiche:

- campo di misura 0 e 25 mm/s. Il sensore sarà dotato di filetto M8 e potrà essere fissato direttamente sulla cassa del ventilatore o sul motore.
- livello di allarme tarabile tra 0 e 25mm/s con un tempo di ritardo da 1-60s.
- campo di temperatura di funzionamento -25°C/+ 80°C
- grado di protezione IP67
- correnti di alimentazione tra 18 e 32V DC.

Uscite disponibili: normalmente chiuso 1x DC PNP / 1 x analogica 4 ... 20 mA.

Il trasmettitore di vibrazione sarà precablato a una morsettiera separata in alluminio verniciato, con grado di protezione IP65 e fissata alla cassa del ventilatore così da rendere facile ed agevole il collegamento al sistema di supervisione/manutenzione.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento alla tabella riepilogativa di seguito riportata e agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari, tutte le prestazioni e somministrazioni necessarie per consegnare gli apparecchi in opera completi e montati a regola d'arte.

7.8.1 Documentazione

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'Appaltatore la fornitura della seguente documentazione necessaria per tutti i ventilatori:

- disegni quotati di insieme e delle singole parti;
- certificazione delle prove eseguite in fabbrica;
- certificazione della prova di funzionamento a 400°C per due ore con indicazione delle metodologie e normative seguite;
- caratteristiche costruttive, dimensionali e funzionali dei singoli componenti;
- diagrammi con le curve pressione, portata, potenza e rendimenti;
- elenco delle parti di ricambio suggerite per due anni di esercizio;
- manuali d'istruzione e corsi di addestramento;
- è richiesto un test presenziato di verifica e collaudo delle principali tipologie presso la sede di fabbricazione.

7.9 Ventilatori di estrazione fumi locale tecnici

7.9.1 Estrattori di tipo assiale

L'estrattore assiale reversibile è specificatamente progettato per resistere alle severe temperature dei fumi caldi generati dalla combustione con le seguenti caratteristiche:

- certificati secondo EN 12101-3, 400°C/120min.
- marchio di conformità CE.
- Installabili sia all'interno che all'esterno del comparto incendio.
- Funzionamento in continuo nell'intervallo di temperatura -20°C/55°C. Direzione aria da motore a girante.
- Girante a pale regolabili che permettono una flessibile e precisa selezione del punto di lavoro desiderato mantenendo alta l'efficienza. L'angolo pala è pre-impostato in fabbrica.
- Le giranti devono essere costruite con pale profilate in lega di alluminio pressofuso.
- Girante bilanciata dinamicamente secondo ISO 21940-11 e ISO 14694, qualità G6,3.
- Cassa in acciaio zincato a caldo secondo ISO 1461.
- Flange pre-forate secondo Eurovent 1/2 poste su entrambi i lati che forniscono stabilità aggiuntiva.
- Morsettiera pre-cablata riportata esternamente alla cassa con grado di protezione IP65 (IEC 60034-5)
- Motore per funzionamento 400°/120min e 55°C in continuo.
- Motore asincrono trifase ad alta efficienza con rotore a gabbia di scoiattolo, posto all'interno del flusso dell'aria.
- Classe protezione motore IP55 (IEC 60034-5), classe d'isolamento H.
- Velocità regolabile tramite inverter, funzionamento consentito fino a 10Hz.
- alimentazione: 3~400V/50Hz

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento alla tabella riepilogativa di seguito riportata e agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari, tutte le prestazioni e somministrazioni necessarie per consegnare gli apparecchi in opera completi e montati a regola d'arte.

7.9.2 Estrattori di tipo centrifugo

Il ventilatore centrifugo è specificatamente progettato per resistere alle severe temperature dei fumi caldi generati dalla combustione con le seguenti caratteristiche:

- Certificati secondo EN 12101-3, 400°C/120min.
- Marchio di conformità CE.
- Installabili sia all'interno che all'esterno del comparto incendio.
- Installabile in ogni posizione (orientamento).

- Funzionamento in continuo nell'intervallo di temperatura -20°C/40°C
- Pale di tipo rovescio, in acciaio zincato.
- Cassa in acciaio zincato a caldo secondo ISO 1461 o standard equivalente.
- Motore per funzionamento 400°/120min e 40°C in continuo.
- Motore asincrono trifase ad alta efficienza, posto all'esterno del flusso dell'aria.
- Classe protezione motore IP55 (IEC 60034-5), classe d'isolamento F.
- Velocità regolabile tramite inverter, funzionamento consentito fino a 10Hz.
- Alimentazione: 3~400V/50Hz

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari, tutte le prestazioni e somministrazioni necessarie per consegnare gli apparecchi in opera completi e montati a regola d'arte.

7.9.3 Documentazione

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'Appaltatore la fornitura della seguente documentazione necessaria per tutti i ventilatori:

- disegni quotati di insieme e delle singole parti;
- certificazione delle prove eseguite in fabbrica;
- certificazione della prova di funzionamento a 400°C per due ore con indicazione delle metodologie e normative seguite;
- caratteristiche costruttive, dimensionali e funzionali dei singoli componenti;
- diagrammi con le curve pressione, portata, potenza e rendimenti;
- elenco delle parti di ricambio suggerite per due anni di esercizio;
- manuali d'istruzione e corsi di addestramento;
- è richiesto un test presenziato di verifica e collaudo delle principali tipologie presso la sede di fabbricazione.

7.9.4 Dati prestazionali estrattori di fumo

Tabella 7. Caratteristiche tecniche estrattori fumo

N.	Quantità – nr.	Potenza (kW)	Portata (m ³ /h)
1	9	4,89	32.400
2	10	4,56	21.600
3	1	9,95	34.560
4	3	30,2	97.200
5	4	9,95	35.400

8. IMPIANTI DI VENTILAZIONE ORDINARIA:

8.1 Canali dell'aria in lamiera zincata

Condotti idonei al convogliamento dell'aria in diverse condizioni di temperatura e pressione, conformi alla norma UNI 10381.

I canali debbono essere realizzati in lamiera di ferro zincato a caldo, avente spessore e dispositivi di irrigidimento sufficienti a impedire ogni deformazione.

Il sistema di canalizzazioni per la distribuzione dell'aria ai vari ambienti, con canali di mandata e di espulsione, è illustrato nei disegni allegati.

Anche se tali disegni sono esecutivi e non costruttivi, il tracciato e il dimensionamento riportati si intendono vincolanti e non semplicemente indicativi ai fini della realizzazione costruttiva pratica: la Ditta installatrice non è autorizzata ad apportare alcun tipo di cambiamento, a meno di chiedere l'approvazione preventiva della D.L.

La superficie interna dei condotti deve essere liscia ed esente da asperità.

La costruzione dei canali deve ridurre al minimo le perdite di carico; in particolare, le curve saranno costruite con un raggio di curvatura pari a 1,5 volte la larghezza del canale. Qualora, per ragioni di ingombro, fosse necessario eseguire curve a raggio stretto, le curve stesse dovranno essere munite internamente di alette direttrici per il convogliamento dei filetti d'aria, allo scopo di evitare fenomeni di turbolenza.

Le reti aerauliche, tanto di mandata che di ripresa, dovranno essere **pulibili e sanitizzabili**; allo scopo occorrerà prevedere opportuni **portelli di ispezione**, che garantiscano quando chiusi la perfetta tenuta, disposti ogni 15 metri di tratto rettilineo principale e comunque nel numero sufficiente da consentire l'accesso a tutti i punti dei condotti.

8.1.1 Condotti a sezione rettangolare

In linea di massima, tenuto conto delle pressioni di esercizio, gli spessori da prevedere sono come risulta dalla tabella.

I canali a sezione rettangolare verranno realizzati mediante piegatura delle lamiere e graffatura longitudinale dei bordi eseguita a macchina: non saranno pertanto ammessi canali giuntati longitudinalmente con sovrapposizione dei bordi e rivettatura. I canali, il lato maggiore dei quali superi 400 mm, dovranno essere irrigiditi mediante nervature trasversali, intervallate con passo compreso fra 150 e 250 mm oppure con croci di S. Andrea. Per i canali nei quali la dimensione del lato maggiore superi 800 mm, l'irrigidimento dovrà essere eseguito mediante nervature trasversali.

Tabella 8. Spessore canali

Lato maggiore	spessore
fino a 300 mm	0,6 mm
tra 300 e 600 mm	0,8 mm
tra 610 e 1200 mm	1,0 mm
tra 1200 e 1800 mm	1,2 mm
tra 1800 e 2400 mm	1,5 mm
oltre 2410 mm	2,0 mm

8.1.2 Condotti a sezione circolare

Si potranno impiegare canali realizzati in lamiera di ferro zincato a caldo, avente spessore e dispositivi di irrigidimento sufficienti a impedire ogni deformazione, o, in alternativa, *tubi spiroidali* del tipo disponibile in commercio.

8.1.3 Modalità di posa in opera

I canali verranno posati in tratti giuntati longitudinalmente. Le giunzioni dovranno essere sigillate oppure munite di idonee guarnizioni per evitare perdite di aria dalle canalizzazioni stesse.

Quando in una canalizzazione intervengono cambiamenti di sezione o di forma, oppure derivazioni, i tronchi di differenti caratteristiche dovranno essere raccordati fra di loro mediante adatti pezzi speciali di raccordo.

Gli stacchi laterali, tanto nei canali di mandata che in quelli di aspirazione, non dovranno in genere venire realizzati con pezzi speciali a "T" a 90°, ma con una presa dinamica curva a sezione crescente nel verso del flusso; nei condotti circolari si adotteranno stacchi a 45°, tipo braghe a "Y". Fanno eccezione i casi nei quali la perdita di pressione dinamica nella diramazione è desiderata ai fini del bilanciamento della rete.

In corrispondenza delle diramazioni principali, tanto di mandata che di estrazione, potranno venire richiesti serrande di taratura o captatori regolabili, manovrabili con facilità dall'esterno.

Diramazioni, bocchette e anemostati dovranno essere posizionati a una distanza dalle curve non inferiore a 7,5 volte la larghezza del canale. Ove questo requisito non possa venire rispettato, dovranno venire installate nel canale alette direttrici per regolarizzare il flusso dell'aria.

Onde impedire introduzione accidentale di polvere o di corpi estranei nei canali, nel corso del lavoro di montaggio, occorrerà evitare che le aperture rimangano esposte, disponendo le opportune protezioni durante i lavori stessi.

Nell'attraversamento delle pareti, i fori di passaggio entro le strutture dovranno essere chiusi con guarnizioni di tenuta in materiale fibroso o spugnoso. In corrispondenza di ogni eventuale attraversamento di superfici REI, dovrà venire installata una serranda tagliafuoco.

I supporti per il sostegno delle canalizzazioni saranno intervallati, in funzione delle dimensioni dei canali, in modo da evitare l'inflessione degli stessi.

Nell'attacco ai gruppi di ventilazione, sia in mandata che in aspirazione, i canali dovranno essere collegati con interposizione di idonei giunti antivibranti del tipo a soffietto flessibile.

Il soffietto dovrà essere eseguito in tessuto ininflammabile e tale da resistere sia alla pressione che alla temperatura dell'aria convogliata. Gli attacchi saranno del tipo a flangia o del tipo in lamiera graffiata al tessuto stesso.

Le canalizzazioni nelle vicinanze dei punti di attacco dovranno essere sostenute mediante supporti rigidi.

La D.L. si riserva la facoltà di ordinare la demolizione e il successivo rifacimento di tratti di condotto eseguiti non in conformità a quanto indicato nelle specifiche tecniche o nel progetto esecutivo, per quanto riguarda, ad esempio, il dimensionamento *preciso* delle sezioni indicate.

Tali lavori di demolizione e ripristino saranno considerati tutti interamente a carico della Ditta esecutrice, senza riserva alcuna.

Condotti a sezione rettangolare

I vari tronchi di canale saranno giuntati fra di loro mediante flange di tipo scorrevole o realizzate con angolari di ferro 30 x 3 mm; tra flangia e controflangia dovrà venire interposta una guarnizione a perfetta tenuta.

I supporti per i canali a sezione rettangolare saranno costituiti da staffe formate da un angolare di sostegno, in profilato di ferro a C, sostenuto da tiranti regolabili ancorati alle strutture del soffitto.

Fra le staffe ed i canali dovrà essere interposto uno strato di neoprene, o materiale equivalente, in funzione di antivibrante.

Condotti a sezione circolare

Per raccordi, stacchi, trasformazioni e pezzi speciali in genere si potranno impiegare elementi prefabbricati commerciali, sempre però nel rispetto delle norme di buona costruzione e delle indicazioni riportate nel presente Capitolato; sono ad esempio da evitare i raccordi a "T" a 90°, quando non esplicitamente richiesti dal progetto, tanto nei condotti di mandata che in quelli di aspirazione.

Per lo staffaggio si impiegheranno collari fissati a una staffa o appesi a un pendino di sospensione. Fra le staffe ed i condotti dovrà essere interposto uno strato di neoprene, o materiale equivalente, in funzione di antivibrante.

8.2 Canali in lamiera zincata con materassino antifluoco

La protezione REI 120 dei canali è realizzata con materassini costituiti da doppio strato di feltro in fibra minerale non biopersistente additivato con speciale resina e ulteriore protezione isolante formata da tessuto di vetro antispolvero. I due strati saranno applicati separatamente avvolgendo la condotta da coibentare. La tenuta meccanica dell'intera coibentazione sarà affidata ad una rete in acciaio a maglia esagonale.

La lavorazione dovrà essere completata con la chiusura degli spigoli, la realizzazione delle finiture particolari in corrispondenza delle valvole di taratura dei canali, passaggi impiantistici ecc, e quant'altro per dare l'opera finita e certificata.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento alla tabella riepilogativa di seguito riportata e agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari, tutte le prestazioni e somministrazioni necessarie per consegnare gli apparecchi in opera completi e montati a regola d'arte.

8.3 Serrande tagliafuoco

Le serrande tagliafuoco rappresentano una protezione passiva contro il fuoco, progettata con l'aiuto della compartimentazione per impedire la diffusione di gas tossici, fumo e fuoco.

Le serrande tagliafuoco con classe di resistenza 120 minuti sono progettate per essere certificate secondo la norma EN 15650 e testate in base ai criteri EIS secondo la norma EN 1366-2 con le seguenti caratteristiche:

- cassa in lamiera zincata.
- pala è costituita da materiale isolante privo di amianto,
- guarnizione in gomma per la tenuta ai fumi freddi e di una guarnizione intumescente che si espande in caso di incendio

- sportello di ispezione
- Classe di tenuta 3C

Le serrande devono essere fornite con un attuatore dotato di microinterruttori, il servomotore chiude la pala quando riceve il comando dal sistema di gestione dell'edificio o con la rottura del fusibile termico, dopo il raggiungimento o il superamento della temperatura ambiente di 72°C. Quando il circuito di alimentazione dell'attuatore viene interrotto e la sua molla chiude la pala della serranda entro 20 secondi.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

8.4 Serrande di taratura ed intercettazione aria

Organi meccanici idonei a creare una perdita di carico localizzata nei condotti dell'aria o a bloccare totalmente il flusso dell'aria stessa.

Le serrande per canali rettangolari saranno costituite da un telaio, eseguito con profilati a U zincati, comprendente una serie di alette multiple in alluminio con i necessari leverismi di azionamento. Le alette saranno munite di perno centrale ruotante su boccole di ottone o di nylon.

Le alette per le serrande di taratura saranno del tipo cavo, a sezione aerodinamica, a movimento contrapposto.

Le alette per le serrande di intercettazione saranno del tipo sagomato ad unica parete, a movimento contrapposto o parallelo, con sovrapposizione dei bordi nella posizione di chiusura.

Il movimento delle alette potrà essere del tipo manuale, con apposita maniglia da sistemarsi all'esterno del telaio, completa di dispositivo di fine corsa e fissaggio, oppure del tipo automatico, mediante azionamento a mezzo di un servomotore.

Le serrande per canali circolari potranno essere del tipo a farfalla o a "iris".

Le serrande sui canali di presa d'aria esterna dovranno essere costruite in alluminio o sue leghe, o in acciaio inossidabile.

Nelle serrande, sia del tipo manuale che del tipo automatico, dovrà essere chiaramente riportata l'indicazione di "aperto" e "chiuso". In posizione di chiusura le alette devono assicurare una perfetta tenuta all'aria, con una pressione di 100 mm c.a.

8.4.1 Valvole autoregolanti per canali d'aria

Dispositivi in grado di mantenere costante il valore di portata impostato, al variare della resistenza del circuito aeraulico.

Si dovrà pertanto prevedere sempre, a monte della serranda stessa, un tratto rettilineo di condotto

di lunghezza pari ad almeno 2 diametri.

Moduli di regolazione

Ogni valvola sarà costituita da due parti:

- membrana di regolazione;
- supporto.

Il supporto sarà composto da un corridoio di passaggio per l'aria e da un attacco centrale dove è fissata la membrana. Tale corridoio avrà un diametro esterno normalizzato. Il materiale costituente il supporto sarà plastica (polipropilene).

La membrana sarà realizzata in siliconi, flessibili; sarà perfettamente preformata, con forma di un cilindro schiacciato al centro, per permettere il massimo passaggio d'aria. Per effetto di una differenza di pressione tra monte e valle del modulo, la membrana si gonfia automaticamente modificando la sezione di passaggio dell'aria. Grazie alla differenza di pressione tra monte e valle della valvola potrà così essere mantenuta la portata costante prefissata.

La valvola autoregolante per esplicare la sua azione richiede una differenza di pressione (tra monte e valle della valvola) compresa tra 50 e 250 Pa. Il livello sonoro medio prodotto, al variare della differenza di pressione, dovrà risultare inferiore a 38 dB(A).

Serrande autoregolanti

Serrande in grado di mantenere il valore della portata pari a quello impostato direttamente su di un dispositivo montato a bordo della serranda stessa.

La taratura dovrà poter essere effettuata sul posto, con facilità, conservando la facoltà di cambiarla eventualmente in seguito.

Le serrande dovranno essere autoazionate, senza necessità di servomeccanismi esterni di alcun genere.

Dovranno essere in grado di funzionare con bassi valori di Δp tra monte e valle: in corrispondenza di una differenza di pressione di 5 mm c.a., lo scostamento del valore reale rispetto a quello nominale della portata dovrà mantenersi entro il 10%.

8.4.2 Modalità di posa in opera

Le serrande debbono essere montate direttamente sui canali, se di dimensione compatibile. In caso contrario, dovranno essere interposti i necessari raccordi conici, i quali dovranno avere un angolo non superiore a 30° a monte della serranda e a 45° a valle.

Nell'installazione delle serrande di taratura si dovrà aver cura di evitare che l'aria entri nella serranda in condizioni turbolente. Le serrande dovranno pertanto venire montate a una distanza non inferiore a 5 diametri dalla ultima accidentalità precedente e non inferiore a 3 diametri dalla prima accidentalità seguente. Qualora non sia possibile rispettare queste specifiche, occorrerà interporre, a monte della serranda, un raddrizzatore di filetti.

In taluni casi potrà essere necessario prevedere la costruzione di plenum di calma e/o l'installazione di equalizzatori di flusso.

8.5 Servomotori per serrande

Per il comando ON/OFF o modulante delle serrande si dovranno adottare servocomandi aventi le seguenti caratteristiche:

- corsa angolare di 90° (aggiustabile);
- azionamento elettrico in entrambi i sensi (in alimentazione privilegiata e cavi resistenti al fuoco);
- attuatore elettrico, alimentazione monofase 230 V/50 Hz, dimensionato per il 200% della coppia massima richiesta dalla serranda in condizioni di esercizio; isolamento motore in classe F, protezione termostatica incorporata
- servizio attuatori on-off, S 2-15 min – 60 avviamenti/ora
- servizio attuatori in regolazione, S 4 – 25% - 1200 avviamenti/ora
- l'attuatore garantisce l'apertura della serranda anche in caso di avaria o mancanza di alimentazione elettrica all'attuatore stesso; se le dimensioni della serranda lo richiedono, possono essere posizionati due o più attuatori interconnessi tra loro. Il tempo di apertura della serranda è contenuto in un massimo di 10 secondi; il tempo di chiusura è identico. Il posizionamento ed il fissaggio dell'attuatore sarà tale da permettere una facile ispezione e manutenzione.
- l'attuatore sarà certificato per operare a temperatura di 250°C per 2 ore (anche per disposizione di protezione termica)
- custodia con grado di protezione IP 67
- controllo con segnale 4-20 mA o 0-5V
- contatti fine corsa indipendenti con segnale di serranda aperta e chiusa (caso on off)
- contatti di fine corsa e stato intermedio con segnale 4-20 mA in uscita (caso regolazione)
- indicatore meccanico di posizione esterno
- resistenza anticondensa
- dispositivo di comando manuale a volantino

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

8.6 Bocchette, diffusori e griglie

Dispositivi atti alla diffusione e/o all'aspirazione dell'aria in ambiente o all'esterno.

Le bocchette di estrazione saranno in alluminio anodizzato, a semplice ordine di alette fisse, con serranda di taratura. Saranno munite di telaio, con controtelaio da murare o per fissaggio a canale. Per la taratura delle bocchette si adotteranno serrande del tipo ad alette contrapposte.

Le griglie di presa dell'aria e di espulsione avranno semplice filare di alette fisse, profilo antipioggia, e saranno complete di rete antivolatile, di controtelaio da murare o per fissaggio a canale, e di tegolo rompigoce.

Comunque vengano realizzate, le prese d'aria esterna dovranno venire posizionate in modo da rispettare la norma UNI 10339 e le eventuali norme igieniche specifiche della località di installazione; in particolare, dovranno essere poste in modo da non risentire della presenza di scarichi di fumi o espulsioni di aria viziata, e ad un'altezza non minore di **4 metri** dal piano stradale più elevato di accesso all'edificio.

8.6.1 Valvole di aspirazione aria

Le valvole di aspirazione dell'aria per servizi igienici, antibagni e spogliatoi, saranno costruite interamente in acciaio zincato verniciato, o in polipropilene antistatico.

Saranno complete di controtelaio per il fissaggio al canale di aspirazione. Albero e dado saranno in acciaio zincato.

La regolazione della portata sarà ottenuta facendo ruotare il disco centrale della valvola.

Le bocchette cosiddette "a passaggio totale" non avranno invece tale dispositivo di taratura, e saranno quindi caratterizzate da bassissima perdita di carico.

8.6.2 Criteri di scelta

Bocchette e anemostati dovranno essere scelti per lancio, caduta e cono di diffusione necessari, valutando caso per caso la velocità dell'aria relativa alla portata e alla sezione del canale interessato, la geometria del locale e le condizioni di installazione, nel rispetto della norma UNI 10339. La **velocità residua** nella zona occupata dovrà essere contenuta entro il valore **0,12 m/s** (0,20 m/s per ambienti industriali), salvo ulteriori restrizioni eventualmente richieste dal progetto o dalle norme.

Il livello di rumorosità generata da una singola bocchetta, diffusore o griglia non dovrà superare il valore **NR 35** *quando la serranda di taratura è in posizione di regolazione al 50% di chiusura*; per le griglie di transito il valore massimo consentito è invece **NR 30**. La Ditta installatrice è tenuta a prendere tutti i provvedimenti del caso per garantire il contenimento del rumore entro tale limite. Alcune situazioni particolari, in corrispondenza di alti valori di velocità, potranno richiedere la costruzione di un plenum di calma, coibentato acusticamente dall'interno, immediatamente a monte di una bocchetta o del collo di un anemostato: tali eventualità dovranno essere preventivamente considerate e, qualora dovessero verificarsi, non potranno costituire oggetto di variazione del prezzo concordato.

8.6.3 Modalità di posa in opera

I dispositivi verranno posati lungo le linee, in tratti orizzontali, non troppo vicino ad accidentalità precedenti o seguenti.

Le serrande di taratura, in ogni caso, saranno in alluminio anodizzato; non sono ammesse serrande del tipo "a farfalla". Dovranno essere previsti equalizzatori di flusso per assicurare la regolarità dei

filetti fluidi in prossimità di ogni bocchetta o collo di anemostato, ogni qual volta la situazione possa fare temere che il dispositivo risenta della vicinanza di curve, diramazioni o altre accidentalità. Nel caso di montaggio da controsoffitto, il dispositivo dovrà venire centrato sul singolo quadrotto, costruendo opportunamente le reti di canali e i raccordi terminali, senza impiegare tubazioni flessibili.

8.7 Unità di trattamento aria

Dispositivo preposto al trattamento dell'aria, che può comprendere: filtrazione, riscaldamento o raffreddamento, umidificazione o deumidificazione. I componenti necessari sono alloggiati in un unico cassone in lamiera, che ospita anche uno o più ventilatori.

Deve essere costruita con pannellatura a doppia parete, in lamiera di acciaio zincato di spessore non minore di 0,6 mm, con interposto uno strato di materiale coibente termoacustico, di adeguata densità. Lo spessore complessivo del pannello non dovrà essere inferiore a 45 mm; la zincatura dovrà essere eseguita con grammatura adeguata.

In alternativa alla lamiera zincata, si potranno utilizzare pannelli in leghe di alluminio (peralluman, anticorodal), in lastre di spessore non inferiore a 10/10 mm.

La pannellatura sarà certificata per esterno.

La struttura portante sarà in profilati di alluminio con taglio termico e profili interni arrotondati, per consentire la sanificazione dell'unità.

Le pareti laterali dell'unità, sia quelle fisse che quelle smontabili, debbono resistere senza deformazioni alla pressione di esercizio. Queste pareti laterali e i relativi giunti debbono essere a perfetta tenuta, e non può essere ammessa alcuna perdita di aria o di acqua.

Gli elementi interni, quali filtri, batterie di scambio termico, ventilatori, ecc. debbono essere facilmente smontabili e accessibili per mezzo di pannelli ad apertura rapida, o di portelli di ispezione sufficientemente ampi; in ogni caso, si dovranno prevedere guarnizioni tali da assicurare una perfetta tenuta all'aria, sia in pressione che in depressione.

I pannelli saranno costruiti in modo da potere effettuare l'eventuale manutenzione degli scambiatori senza dovere smontare le condotte idrauliche di alimentazione; il diametro dei fori per il passaggio delle tubazioni dovrà essere maggiorato per consentire il passaggio dell'ideale coibentazione.

Le serrande di regolazione sui canali in entrata e in uscita devono essere del tipo ad alette contrapposte, a profilo alare, in acciaio zincato. Quella sulla presa d'aria esterna dovrà essere in alluminio o sue leghe, oppure in acciaio inox.

Per l'accettazione dei materiali, la Ditta esecutrice dovrà fornire, prima dell'inizio dei lavori, una dichiarazione del costruttore delle macchine dalla quale risultino le caratteristiche delle macchine stesse: potenzialità di tutti i componenti, temperature di calcolo, ranghi delle batterie, velocità, ecc.

8.7.1 Isolamento

L'isolante potrà essere fibra di vetro o resina fenolica; sono richieste caratteristiche di reazione al fuoco in classe 1.

Tutta la superficie del pannello dovrà presentare uniformità di isolamento; le giunzioni e i montanti dovranno essere anch'essi isolati, per evitare la formazione di ponti termici. I pannelli saranno uniti alla struttura mediante inserti di facile e rapida installazione, così da permettere, all'occorrenza, un rapido smontaggio dei pannelli stessi. La giunzione delle varie sezioni e la tenuta d'aria dovranno essere effettuate per mezzo di giunti speciali che assicurino la massima tenuta, senza l'impiego di mastici o guarnizioni.

L'isolamento acustico deve essere realizzato in modo che il livello di rumorosità con l'impianto in normale funzionamento sia al massimo uguale a 60 dB(A), misurati a 5 metri dalla unità di trattamento.

8.7.2 Filtrazione

Le sezioni filtranti debbono essere provviste di filtri rigenerabili, di efficienza diversa, a seconda dell'impiego; deve essere prevista una apertura che consenta facilmente la sostituzione dei filtri intasati. In ogni caso, ove non diversamente specificato, la batteria di filtri e prefiltri dovrà avere un'efficienza di filtrazione minima pari alla classe **G4**.

8.7.3 Batterie

Gli scambiatori di calore saranno normalmente inseriti all'interno dell'unità; in alcuni casi, potranno essere montati sul canale dell'aria.

I collettori degli scambiatori saranno costruiti nello stesso materiale dei tubi, con profilo terminale a bordo rovesciato e flangia girevole non vincolata.

Le batterie di scambio termico debbono essere a pacco, con tubi in rame e alettatura in alluminio, con passo delle alette non minore di 2,5 mm. Devono essere alloggiare in guide di scorrimento per la rapida estrazione.

Uno sfogo d'aria nel punto più alto e uno scarico nel punto più basso debbono permettere di sfogare e vuotare completamente ogni batteria.

Il dimensionamento termico di queste batterie deve essere eseguito in relazione alla velocità di attraversamento dell'aria, e con un **marginale di sicurezza del 10%** per tenere conto della perdita di efficienza dovuta all'insudiciamento.

La velocità dell'acqua nelle tubazioni costituenti la batteria non dovrà essere inferiore a 0,3 m/s, per evitare la formazione di bolle d'aria.

La velocità di attraversamento dell'aria, misurata relativamente alla superficie effettiva della batteria, non dovrà superare i **2,5 m/s**.

La batteria di raffreddamento dovrà avere almeno 6 ranghi, e dovrà essere calcolata per una temperatura di ingresso dell'acqua refrigerata superiore di 1°C alla temperatura di progetto dell'acqua di mandata alla batteria stessa.

Le batterie di riscaldamento dovranno essere calcolate per una temperatura di ingresso dell'acqua calda inferiore di 5°C alla temperatura di progetto dell'acqua di mandata alle batterie stesse.

Il cassone della batteria di raffreddamento deve essere a tenuta, con una bacinella inferiore per la raccolta del condensato e un foro di scarico, raccordato alla rete di drenaggio dell'acqua mediante un sifone di altezza proporzionata alle caratteristiche di funzionamento del ventilatore, e comunque non inferiore a 5 cm.

Tale vasca di raccolta condensa dovrà essere in acciaio inossidabile AISI 304 con coibentazione termica esterna in materiale schiumoso, di tipo estruso a struttura cellulare completamente chiusa, a base di gomma sintetica (tipo Armaflex o similari), di adeguato spessore (comunque non inferiore a 9 mm) e densità.

8.7.4 Ventilatore

Ventilatore centrifugo a singola aspirazione direttamente accoppiato, del tipo **plug fan**.

Il motore elettrico sarà del tipo "Brushless EC, in classe di efficienza **IE3**, classe di isolamento F e grado di protezione IP 55.

Una volta montato il sistema completo di canalizzazioni, la Ditta esecutrice dovrà verificare la reale portata della macchina, misurando la potenza assorbita dal ventilatore e verificando tale valore con quello fornito dal costruttore in corrispondenza della portata nominale; in caso di discordanza, dovrà eseguire immediatamente i necessari interventi sulle pulegge del motore per adeguarne le prestazioni a quanto richiesto in progetto. Prima del collaudo, la Ditta dovrà dichiarare di avere effettuato tali operazioni, con esito finale rispondente alle aspettative.

Girante centrifuga realizzata in alluminio con 7 pale curve indietro saldate, energeticamente ottimizzate per funzionare senza coclea, grazie allo speciale design di pala con diffusore rotante, per il recupero dell'energia statica, per più elevata efficienza ed ottimale comportamento acustico.

Bilanciatura statica e dinamica dell'intero assieme (motore/girante), realizzata in accordo alla norma DIN ISO 1940. Grado di bilanciatura G6.3.

Motore a rotore esterno a commutazione elettronica (EC), con elettronica integrata e protetta dal sovraccarico grazie a gestione attiva della temperatura.

L'intera elettronica è immersa in un bagno di resina speciale (tecnica potting) che garantisce una migliore resistenza all'umidità, elimina problemi di vibrazioni e di punti critici di temperatura, determinando un incremento della vita utile della scheda.

Controllo standard della velocità di rotazione tramite ingresso analogico 0-10V dedicato.

Alimentazione integrata 10V e 24V per dispositivi esterni.

Led di stato integrato.

Relay programmabile per segnalazione guasti. Protezione motore e funzionalità motor heating integrate.

Tensione di alimentazione 380-480V 50-60Hz.

Motore con grado di protezione IP54, classe termica 155.

Colorazione motore ultramarine blue

Temperatura di esercizio -25°C /+60°C.

Efficienze energetiche superiori agli obiettivi della seconda fase (anno 2015) del regolamento UE 327/2011, sulle modalità di applicazione della direttiva europea 2009/125/CE.

Efficienza energetica del motore in accordo to IE4 (draft)

Conforme alle norme EMC e CE di prodotto.

Motore e ventilatore sono fissati su robusta e compatta struttura in lamiera zincata comprensiva di boccaglio in aspirazione in acciaio zincato e sonda di pressione integrata per la misura della portata d'aria.

Ventilatore completo di potenziometro per la regolazione della portata d'aria.

Ventilatore compreso di strumento per la visualizzazione istantanea della portata d'aria a bordo macchina.

La prevalenza indicata in progetto è sempre la *prevalenza statica utile*; per la scelta del ventilatore, dovranno essere quindi sommate le perdite di carico dei componenti dell'unità: filtri, batterie, ecc. Il ventilatore dovrà venire selezionato nell'intorno del punto di massimo rendimento della curva di funzionamento.

In ogni caso, è sempre compresa negli oneri della Ditta esecutrice la verifica delle reali perdite di carico del sistema di canalizzazioni e dell'unità di trattamento stessa, in modo da definire la prevalenza effettivamente richiesta al ventilatore; il motore da accoppiare dovrà venire scelto di conseguenza, in modo da escludere in qualunque caso il rischio di sovraccarico del motore stesso.

8.7.5 Conformità

L'UTA dovrà essere conforme alla Direttiva Ecodesign 2018. Saranno previsti micro di sicurezza sulle porte, pulsanti di emergenza e quant'altro secondo standard utilizzato da Michelin nei

propri stabilimenti; l'impresa è tenuta a verificare la conformità con tali standard prima della formulazione dell'offerta.

Si dovranno garantire i requisiti essenziali della sicurezza (R.E.S.) **dell'impianto inteso come "macchina"**, secondo Direttiva Macchine 2006/42/CE, ed in particolare:

- Occorre fornire alla committente la valutazione dei rischi della macchina.
- Occorre fornire un nuovo manuale d'istruzioni d'uso e manutenzione comprensivo della parte meccanica e dell'equipaggiamento elettrico.
- In particolare, il manuale dovrà contenere le indicazioni per la manutenzione in sicurezza della macchina (cambio filtri, registrazioni, pulizia, etc.).
- L'impianto dovrà essere marchiato CE e sarà applicata una targhetta identificativa secondo D.M. 2006/42/CE.
- Dovrà essere fornita la dichiarazione di conformità CE secondo l'allegato II, 1 A della Direttiva Macchine 2006/42/CE, con le indicazioni di conformità alle direttive 2006/95/CE, 2005/108/CE ed i riferimenti alla norma tecnica CI EN 60204-1 e tutte le norme tecniche armonizzate alla D.M. applicabili al caso.

8.7.6 Dati prestazionali

Tabella 9. Caratteristiche di portata UTA

N.	NUMERO	PORTATA MANDATA (m3/h)	PORTATA RITORNO (m3/h)
1	1	13.300	12.700
2	1	18.900	17.800
3	1	7.500	6.900
4	1	26.500	26.500
5	1	10.100	9.900
6	1	5.800	5.800
7	1	4.900	4.200

8.7.7 Modalità di posa in opera

Ogni unità di trattamento deve essere montata sopra un apposito telaio in profilati metallici, ad altezza tale da rendere accessibile per manutenzione la parte inferiore dell'unità stessa.

L'unità di trattamento deve essere raccordata a tutti i canali di aria in ingresso ed uscita dall'unità stessa mediante giunti flessibili in tela olona o materiale equivalente.

Su tutti i canali, sia in ingresso che in uscita dell'unità, dovranno venire inseriti termometri, per la misura della temperatura dell'aria che scorre in essi.

Se l'apparecchiatura viene installata in locale diverso da quello del quadro elettrico, è obbligatorio l'inserimento di uno o più sezionatori IP 55.

8.8 Isolamento dei canali

Per i canali di mandata dell'aria destinati alla ventilazione e/o al condizionamento degli ambienti, posti in locali non condizionati, lo spessore dell'isolante per i coibenti con conducibilità termica λ di valore pari a 0,04 (W/m·°C) deve essere di 25 mm; nel caso di impiego di materiali isolanti di diversa natura, lo spessore suddetto va moltiplicato per il rapporto λ'/λ , dove:

λ = conducibilità termica di riferimento;

λ' = conducibilità termica del materiale impiegato.

Nei tratti esterni, lo spessore suddetto deve venire raddoppiato. I canali che corrono in locali condizionati dovranno essere invece provvisti solo di adeguato rivestimento antistillicidio.

L'isolamento termico, applicato **all'esterno** dei canali dell'aria, potrà essere eseguito mediante materassini di lana di vetro a fibra lunga, trattata con resina termoindurente, peso specifico non inferiore a 30 kg/m³, ininfiammabile, non igroscopica, rivestita su una faccia con foglio di alluminio, rinforzata con rete di filo di vetro. In alternativa, potrà venire impiegato un materassino sintetico applicato con adesivo idoneo per l'uso. Nel caso di condotti correnti all'interno di plenum per l'aria, come negli impianti a controsoffitto radiante, non potrà venire utilizzato nessun tipo di materiale fibroso, come la lana di vetro, all'interno dei plenum stessi, a meno che l'isolamento venga protetto con un rivestimento che escluda assolutamente il rilascio di fibre.

Per i tratti di canale correnti all'esterno dell'edificio, o anche internamente nei tratti a vista, o ancora in centrale o in cavedio, l'isolamento sarà protetto esternamente con **fogli di lamierino di alluminio**, spessore 6/10 mm.

8.8.1 Attestazione di non pericolosità dei materiali

I materiali da coibentazione impiegati dovranno essere corredati da scheda di sicurezza che ne attesti il superamento dei test previsti dalla nota "Q" del D.M. Sanità 1/9/98 (attuazione della Direttiva CE 97/69) e che escluda la marchiatura "R 40".

8.8.2 Modalità di posa in opera

Dovranno essere prese tutte le precauzioni nel fissaggio del materiale applicato, utili per evitare qualunque pericolo di distacco del materiale stesso durante il servizio dell'impianto. Si utilizzerà a tal scopo l'adesivo prescritto dal fornitore dell'isolante per il proprio prodotto e, se il caso, si fisserà il materiale con le apposite aggraffature in materiale plastico.

La Ditta installatrice dovrà presentare la propria soluzione proposta alla Direzione Lavori, e procedere alla posa in opera dello strato coibente solo dopo averne ottenuta l'approvazione.

9. IMPIANTI TERMICI E DI CONDIZIONAMENTO (HVAC):

9.1 Tubi in ferro Mannesmann nero

Tubazioni per il convogliamento dei vari fluidi impiegati negli impianti, conformi alla norma **UNI 10216**.

Debbono essere in acciaio trafilato nero senza saldatura, tipo Mannesmann, prima qualità e scelta, con le relative curve stampate, raccorderia, pezzi speciali, staffaggi di sostegno, e quanto occorrente. Le tubazioni dovranno essere dei seguenti tipi: tubo di acciaio nero senza saldatura, tipo gas serie media, fino al diametro nominale di 1½" e tipo liscio commerciale, a partire dal diametro 48/54. Non sarà in nessun caso ammesso l'impiego di tubi saldati.

Le tubazioni sopra indicate possono essere impiegate per il convogliamento di acqua, a qualsiasi temperatura, in circuiti di tipo **chiuso**.

Il materiale sarà costituito da acciaio del tipo previsto dalle tabelle della norma citata, con le tolleranze di lavorazione ammesse dalla norma stessa.

In ogni caso, gli spessori dei tubi non dovranno essere inferiori a quanto indicato nella norma tecnica UNI ISO 4200 e nella tabella.

9.1.1 Modalità di posa in opera

Prima di essere posti in opera, tutti i tubi dovranno essere accuratamente puliti, ed inoltre in fase di montaggio le loro estremità libere dovranno essere protette per evitare l'intromissione accidentale di materiali che possano in seguito provocarne l'ostruzione.

Le giunzioni debbono essere realizzate mediante saldatura autogena, limitando per quanto possibile i collegamenti filettati.

Le giunzioni fra tubi di differente diametro dovranno essere effettuate mediante idonei raccordi conici, non essendo permesso, in nessun caso, l'innesto diretto di un tubo di diametro inferiore entro quello di diametro maggiore. Le giunzioni saranno eseguite con raccordi normalmente a saldare od a flangia.

Tutte le tubazioni dovranno essere montate in maniera da permettere la libera dilatazione senza il pericolo che possano lesionarsi o danneggiare le strutture di ancoraggio prevedendo, nel caso, l'interposizione di idonei giunti di dilatazione atti ad assorbire le sollecitazioni termiche.

Nei tratti orizzontali le tubazioni dovranno avere un'adeguata pendenza verso i punti di spurgo.

Tutti i punti alti della rete di distribuzione che non possano sfogare l'aria direttamente nell'atmosfera dovranno essere dotati di barilotti a fondi bombati, realizzati con tronchi di tubo delle medesime caratteristiche di quelli impiegati per la costruzione della corrispondente rete, $\varnothing 3/8"$, muniti in alto di tubo di sfianto $\varnothing 3/8"$ e valvola di sfogo aria, con in serie valvola a sfera di intercettazione, oppure di valvola automatica, sempre con relativa intercettazione. Deve essere resa agevole la manovra da parte di un operatore, riportando la valvola in basso.

In tutti i punti bassi debbono essere installate analoghe valvole per il completo svuotamento del sistema.

Per i cambiamenti di direzione verranno utilizzate curve prefabbricate aventi raggio di curvatura non inferiore a 1,5 volte il diametro, normalmente a saldare oppure montate mediante raccordi a vite e manicotto o mediante flange, dove espressamente indicato dalla D.L. Le curve saranno realizzate in conformità alla norma UNI 7929.

Per piccoli diametri, inferiori ad $1\frac{1}{2}"$, saranno ammesse curve ottenute mediante piegatura a freddo.

Le derivazioni verranno eseguite utilizzando raccordi filettati oppure curve a saldare tagliate a scarpa. Tali curve saranno posizionate in maniera che il loro verso sia concordante con la direzione di convogliamento dei fluidi.

Nelle derivazioni nelle quali i tubi vengano giuntati mediante saldatura, non sarà comunque ammesso per nessuna ragione l'infilaggio del tubo di diametro minore entro quello di diametro

Tabella 10. Spessore tubi Mannesmann nero

Ø esterno [mm]	spessore minimo [mm]
< 30	2,0
30 ÷ 40	2,3
40 ÷ 55	2,6
60 ÷ 76	2,9
80 ÷ 100	3,2
100 ÷ 120	3,6
130 ÷ 140	4,0
150 ÷ 180	4,5
190 ÷ 210	5,4
219 ÷ 230	5,9
240 ÷ 300	6,3
310 ÷ 340	7,1
350 ÷ 390	8,0
400 ÷ 430	8,8
450 ÷ 490	10,0
500 ÷ 540	11,0
> 550	2,3% Ø est.

maggiore.

Le tubazioni che debbano essere collegate ad apparecchiature che possano trasmettere vibrazioni all'impianto dovranno essere montate con l'interposizione di idonei giunti elastici antivibranti.

Per l'esecuzione dei collettori di distribuzione dell'acqua dovranno essere impiegati tubi di acciaio nero senza saldatura, con fondelli bombati, completi di attacchi flangiati con controflange, bulloni e guarnizioni, o attacchi filettati, mensole di sostegno, rivestimento isolante.

9.1.2 Prova idraulica

Prima della posa del rivestimento isolante, le tubazioni debbono essere sottoposte a prova idraulica iniettando acqua alla pressione di 6 kg/cm² e mantenendo tale pressione per almeno 6 ore; la prova avrà esito positivo dopo l'accertamento da parte della Direzione Lavori della assoluta assenza di perdite.

9.1.3 Norme per le saldature

Le saldature dovranno essere eseguite a completa penetrazione, previa preparazione dei lembi da saldare mediante bisellature.

Per le tubazioni aventi diametro uguale o superiore a 80 mm, le giunzioni verranno eseguite mediante saldature elettriche.

Le saldature, dopo la loro esecuzione, dovranno essere martellate e spazzolate con spazzola di ferro. Tutte le saldature dovranno risultare idonee al controllo radiografico e i difetti rientrare nella Classe III della Raccolta "S"-ANCC.

9.1.4 Collegamenti flangiati

Le controflange debbono essere in acciaio fucinato, conformi alla norma UNI EN 1092, in esecuzione PN 10, PN 16 o PN 25 in relazione al campo di pressione richiesto dall'impianto.

9.1.5 Collegamenti con giunti

Le giunzioni avverranno tramite collari inseriti in scanalature ottenute sui tubi per deformazione plastica, secondo sistema Victaulic.

Questo metodo è prescritto per le tubazioni degli impianti antincendio, al di sopra del diametro 1½".

9.2 Tubi in ferro Mannesmann zincato

Tubazioni per il convogliamento dei vari fluidi impiegati negli impianti, conformi alla norma **UNI 10255**, serie **media**.

Le tubazioni dovranno essere in acciaio zincato senza saldatura, tipo gas serie media, con estremità filettabili; complete di relative curve stampate, raccorderia, pezzi speciali, staffaggi di sostegno, e quanto occorrente.

Non sarà in nessun caso ammesso l'impiego di tubi saldati.

Le tubazioni sopra indicate possono essere impiegate per il convogliamento di acqua, a qualsiasi temperatura, in circuiti di tipo **aperto**, o ancora per la formazione della rete degli scarichi di condensa.

Il materiale sarà costituito da acciaio del tipo previsto dalle tabelle della norma citata, con le tolleranze di lavorazione ammesse dalla norma stessa.

In ogni caso, gli spessori dei tubi non dovranno essere inferiori a quanto indicato nella tabella.

Le tubazioni zincate e i relativi pezzi speciali dovranno avere le superfici interne ed esterne protette con zincatura effettuata secondo le prescrizioni della norma UNI EN 10240. I raccordi e i pezzi speciali filettati saranno eseguiti in ghisa malleabile bianca GMB-40, UNI EN 1562, in esecuzione zincata.

9.2.1 Modalità di posa in opera

Prima di essere posti in opera, tutti i tubi dovranno essere accuratamente puliti, ed inoltre in fase di montaggio le loro estremità libere dovranno essere protette per evitare

l'intromissione accidentale di materiali che possano in seguito provocarne l'ostruzione.

Le giunzioni debbono essere realizzate mediante raccordi a vite e manicotto, oppure mediante flange.

Le giunzioni fra tubi di differente diametro dovranno essere effettuate mediante idonei raccordi conici, non essendo permesso, in nessun caso, l'innesto diretto di un tubo di diametro inferiore entro quello di diametro maggiore. Le giunzioni saranno eseguite con raccordi normalmente a saldare od a flangia.

Tutte le tubazioni dovranno essere montate in maniera da permettere la libera dilatazione senza il pericolo che possano lesionarsi o danneggiare le strutture di ancoraggio prevedendo, nel caso, l'interposizione di idonei giunti di dilatazione atti ad assorbire le sollecitazioni termiche.

Nei tratti orizzontali le tubazioni dovranno avere un'adeguata pendenza verso i punti di spurgo.

Tutti i punti alti della rete di distribuzione che non possano sfogare l'aria direttamente nell'atmosfera dovranno essere dotati di barilotti a fondi bombati, realizzati con tronchi di tubo delle medesime caratteristiche di quelli impiegati per la costruzione della corrispondente rete, $\varnothing 3/8"$, muniti in alto di tubo di sfiato $\varnothing 3/8"$ e valvola di sfogo aria, con in serie valvola a sfera di intercettazione, oppure di valvola automatica, sempre con relativa intercettazione. Deve essere resa agevole la manovra da parte di un operatore, riportando la valvola in basso.

In tutti i punti bassi debbono essere installate analoghe valvole per il completo svuotamento del sistema.

Per i cambiamenti di direzione verranno utilizzate curve prefabbricate aventi raggio di curvatura non inferiore a 1,5 volte il diametro, normalmente a saldare oppure montate mediante raccordi a vite e manicotto o mediante flange, dove espressamente indicato dalla D.L.

Le derivazioni verranno eseguite utilizzando raccordi filettati; non sarà comunque ammesso per nessuna ragione l'infilaggio del tubo di diametro minore entro quello di diametro maggiore.

Le tubazioni che debbano essere collegate ad apparecchiature che possano trasmettere vibrazioni all'impianto dovranno essere montate con l'interposizione di idonei giunti elastici antivibranti.

Per l'esecuzione dei collettori di distribuzione dell'acqua dovranno essere impiegati tubi di acciaio zincato senza saldatura, con fondelli bombati, completi di attacchi flangiati con controflange, bulloni e guarnizioni, o attacchi filettati, mensole di sostegno, rivestimento isolante.

Tabella 11. Spessore tubi Mannesmann zincati

\varnothing esterno [mm]	spessore minimo [mm]
< 18	2,3
20 ÷ 28	2,6
30 ÷ 50	3,2
60 ÷ 80	3,6
90 ÷ 100	4,0
100 ÷ 125	4,5
> 130	3,5% \varnothing est.

9.2.2 Prova idraulica

Prima della posa del rivestimento isolante, le tubazioni debbono essere sottoposte a prova idraulica iniettando acqua alla pressione di 6 kg/cm² e mantenendo tale pressione per almeno 6 ore; la prova avrà esito positivo dopo l'accertamento da parte della Direzione Lavori della assoluta assenza di perdite.

9.2.3 Collegamenti flangiati

Nell'eventualità di dovere realizzare dei collegamenti flangiati, le controflange dovranno essere in acciaio fucinato, conformi alla norma UNI EN 1092, in esecuzione PN 10, PN 16 o PN 25 in relazione al campo di pressione richiesto dall'impianto.

9.3 Tubazioni in acciaio inossidabile

Le linee di distribuzione dell'aria compressa e dell'acqua potabile (calda-fredda-ricircolo) saranno realizzate con tubo in acciaio inox **AISI 304**.

Le giunzioni, ridotte all'indispensabile, saranno effettuate con saldature a TIG in atmosfera inerte, lucidate internamente ed esternamente.

Qualora per montare in modo corretto le tubazioni costituenti l'impianto fosse necessario utilizzare anche della raccorderia, si prescrive il tipo a doppia ferula (doppio anello di serraggio).

9.3.1 Modalità di posa in opera

Prima di essere posti in opera, tutti i tubi dovranno essere accuratamente puliti, ed inoltre in fase di montaggio le loro estremità libere dovranno essere protette per evitare l'intromissione accidentale di materiali che possano in seguito provocarne l'ostruzione.

Occorre evitare ogni forma di contaminazione, per esempio ferrosa, che potrebbe verificarsi durante lo stoccaggio o per effetto di utensili precedentemente usati su acciaio al carbonio.

Le giunzioni saldate con materiale di apporto devono essere eseguite con elettrodo compatibile con il metallo di base, mentre le unioni meccaniche devono prevedere che i materiali costituenti l'organo di collegamento, ad esempio i bulloni, siano anch'esse in acciaio inossidabile; si eviteranno in tal modo fenomeni di corrosione dovuta ad accoppiamento galvanico.

Le giunzioni fra tubi di differente diametro dovranno essere effettuate mediante idonei raccordi conici, non essendo permesso, in nessun caso, l'innesto diretto di un tubo di diametro inferiore entro quello di diametro maggiore. Le giunzioni saranno eseguite con raccordi normalmente a saldare od a flangia.

Per i cambiamenti di direzione verranno utilizzate curve prefabbricate aventi raggio di curvatura non inferiore a 1,5 volte il diametro, normalmente a saldare oppure montate mediante raccordi a vite e manicotto o mediante flange, dove espressamente indicato dalla D.L.

Nelle derivazioni nelle quali i tubi vengano giuntati mediante saldatura, non sarà comunque ammesso per nessuna ragione l'infilaggio del tubo di diametro minore entro quello di diametro maggiore.

9.3.2 Prova idraulica

Le tubazioni debbono essere sottoposte a prova idraulica con aria compressa alla pressione di 6 kg/cm², mantenendo tale pressione per almeno 6 ore; la prova avrà esito positivo dopo l'accertamento da parte della Direzione Lavori della assoluta assenza di perdite.

9.4 Tubazioni multistrato metallo plastiche

Tubazioni multistrato metallo plastiche per il convogliamento dei vari fluidi impiegati negli impianti di adduzione dell'alimentazione idrica (calda e fredda) e di riscaldamento.

La tubazione sarà del tipo PE-Xb /AL/ PE-HD in conformità alla **UNI 10954 - 1 – classe 1 – tipo A**, ossia composta da un rivestimento interno in polietilene autoreticolabile, uno strato legante, uno strato intermedio in alluminio saldato di testa longitudinalmente, uno strato legante e da un rivestimento esterno in polietilene alta densità.

La tubazione dovrà essere contrassegnata dal marchio IIP dell'Istituto Italiano dei Plastici e/o equivalente marchio europeo, secondo quanto previsto dal "Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11 febbraio 1994, n° 109, e successive modifiche" attestante la rispondenza delle tubazioni stesse alle norme sopraccitate.

Le tubazioni saranno prodotte per estrusione e saranno fornite in rotoli o in barre a seconda del diametro).

Esternamente Il tubo sarà di colorazione distintiva della tipologia (per acqua sanitaria ovvero per riscaldamento) e potrà essere rivestito con isolante in polietilene espanso a cellule chiuse dello spessore di 6 mm, secondo quanto previsto dalla legge 10/91 e successive modifiche.

9.4.1 Caratteristiche della tubazione

Le caratteristiche della tubazione dovranno essere tali da rispettare i parametri riportati in tabella.

Le tubazioni dovranno essere contrassegnate da apposita marcatura indelebile, realizzata per impressione chimica o meccanica, che dovrà riportare, come richiesto dalle norme di riferimento, sempre almeno le seguenti informazioni:

- Normativa di riferimento UNI EN 10954;
- Nome del produttore e/o nome commerciale del prodotto;
- Diametro nominale;
- Tipo A;
- Identificazione strati materiale;
- Pressione esercizio;
- Classe d'appartenenza;
- Serie d'appartenenza;
- Codice identificativo azienda;
- Data di produzione.

Tabella 12. Tubi plastici

Diametro nominale	Approvvigion.
16 mm	Rotoli/barre
20 mm	Rotoli/barre
26 mm	Rotoli/barre
32 mm	Barre
40 mm	Barre
50 mm	Barre
63 mm	Barre
75 mm	Barre

Tabella 13. Caratteristiche termiche tubi plastici

Conduttività termica	0,43 W/mK
Coefficiente di dilatazione termica	0,026 W/mK
Temperatura d'esercizio	0 -70 °C
Temperatura di punta di breve durata (DIN 1988)	95° C (max 150 ore anno)
Pressione d'esercizio	10 bar

9.4.2 Modalità di posa in opera

Prima di essere posti in opera, tutti i tubi dovranno essere accuratamente puliti; inoltre, in fase di montaggio, le loro estremità libere dovranno essere protette per evitare l'intrusione accidentale di materiali che possano in seguito provocarne l'ostruzione.

Prima della posa in opera definitiva, la tubazione verrà modellata a mano dall'installatore in modo tale da seguire la geometria del percorso da realizzare minimizzando l'impiego di raccordi intermedi ed evitando l'esecuzione di repentine variazioni di direzione, curve a gomito e, in generale, punti di non continuità.

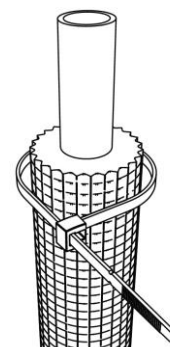
Le eventuali giunzioni dovranno essere realizzate mediante l'utilizzo di raccorderia in ottone stampato e/o bronzo e/o con superficie esterna nichelata, con o-ring in EPDM e rondella in PE-LD anti elettrocorrosione, o con raccorderia in PVDF (fluoruro di polivinilide) con o-ring in EPDM.

La giunzione della tubazione sarà del tipo pressfitting e si effettuerà pressando direttamente il tubo sul raccordo con apposite attrezzature omologate dal produttore del sistema.

Le giunzioni fra tubi di differente diametro, così come le derivazioni, dovranno essere effettuate esclusivamente mediante idonei raccordi.

Tutti i punti alti della rete di distribuzione che non possano sfogare l'aria direttamente nell'atmosfera dovranno essere dotati di barilotti a fondi bombati, realizzati con tronchi di tubo delle medesime caratteristiche di quelli impiegati per la costruzione della corrispondente rete, \varnothing 3/8", muniti in alto di tubo di sfiao \varnothing 3/8" e valvola di sfogo aria, con in serie valvola a sfera di intercettazione, oppure di valvola automatica, sempre con relativa intercettazione. Deve essere resa agevole la manovra da parte di un operatore, riportando la valvola in basso.

In tutti i punti bassi debbono essere installate analoghe valvole per il completo svuotamento del sistema.



9.4.3 Prova idraulica

Il tubo dovrà essere garantito per una pressione d'esercizio di 10 bar, con intervalli di temperature di esercizio da 0°C a 70°C, e con punta massima di 95°C, per 150 ore/anno, per 50 anni.

Prima della posa del rivestimento isolante, le tubazioni dovranno essere sottoposte a prova idraulica iniettando acqua alla pressione di 6 kg/cm² e mantenendo tale pressione per almeno 6 ore; la prova avrà esito positivo dopo l'accertamento da parte della Direzione Lavori della assoluta assenza di perdite.

9.5 Linee di fluido frigorifero per sistema VRF

Le tubazioni saranno in rame, di tipo certificato idoneo per circuiti frigoriferi.

Si userà, ove disponibile sul mercato, **tubo di rame accoppiato preisolato** conforme EN 12735-1 autoestinguente anticondensa. Classe 1 per condizionamento a gas refrigerante. Tubo in rame CuDHP 99.9% conforme EN 12735-1.

Isolamento in polietilene a cellule chiuse a bassa conducibilità, atossico, esente da CFC, inodore. Guaina protettiva in polietilene antistrappo. Identificazione e metratura riportate progressivamente. Confezionato in bobine.

Per diametri maggiori, ove non sia disponibile il tubo preisolato, si farà uso di tubo in rame nudo, isolato in opera.

9.5.1 Dati dimensionali

Tabella 14. Tubazioni in rame preisolato

Diametro esterno tubazione (mm)	Spessore (mm)	Tipologia
6,35	1	In rotoli preisolati
9,52	1	In rotoli preisolati
12,70	1	In rotoli preisolati
15,87	1	In rotoli preisolati
19,05	1	In rotoli preisolati
22,22	1	In rotoli preisolati
25,4	1	In barre di rame nudo isolate in opera
28,58	1.5	In barre di rame nudo isolate in opera
34,9	1.5	In barre di rame nudo isolate in opera
41,3	1.5	In barre di rame nudo isolate in opera
53,98	1.5	In barre di rame nudo isolate in opera

9.5.2 Caratteristiche tecniche tubo

- Lega: Cu-DHP (Cu: 99.90% min., P: 0.015÷0.040%) secondo UNI EN 12449.
- Dimensioni, tolleranze, pulizia interna secondo UNI EN 12735-1 certificato IGQ P112.
- Residuo carbonioso <0,05 mg/dm².

9.5.3 Collaudo

Terminata la stesura della tubazione, prima di chiudere le tracce, effettuare collaudo come previsto da normativa "UNI 10339: impianti aerulici ai fini di benessere" dove, al punto 8.4, sono riportati gli obblighi dell'installatore.

9.5.4 Carica del refrigerante

L'unità del compressore è stata caricata in fabbrica con il refrigerante, ma a seconda delle tubazioni esistenti potrebbe essere necessario caricarne una quantità aggiuntiva.

La fornitura del refrigerante necessario è parte integrante dell'appalto e si considera compresa nel prezzo a corpo finale.

Prima del caricamento del refrigerante, assicurarsi che le tubazioni del refrigerante esterne dell'unità del compressore siano state sottoposte a verifica (prova di perdita ed essiccazione sotto vuoto).

Il caricamento di refrigerante aggiuntivo si compone tipicamente delle seguenti fasi:

- Valutazione della quantità di refrigerante aggiuntivo da caricare
- Caricamento del refrigerante aggiuntivo (precaricamento e/o caricamento manuale)

- Compilazione dell'etichetta sui gas serra fluorinati e applicazione della stessa all'interno dell'unità del compressore

9.5.5 Modalità di messa in opera

Le tubazioni devono essere posate nei controsoffitti, nelle contropareti o sottotraccia. In caso di tratti a vista (ad esempio nella sottocentrale), proteggere con apposite canaline o nastri alluminizzati le guaine isolanti rimanenti all'esterno o comunque esposte alla luce.

Evitare saldobrasature di giunzione.

Serrare sulla tubazione l'estremità della guaina con fascetta o similare in modo da impedire infiltrazioni tra tubo ed isolamento.

Per la curvatura dei tubi, usare una curvatrice per tubi. Tutte le curve dei tubi devono avere un raggio il meno accentuato possibile (il raggio di curvatura deve essere di 30~40 mm o maggiore).

Durante la brasatura, eseguire la soffiatura con azoto per impedire la formazione di una pellicola ossidata spessa sulla parte interna della tubazione. Questa pellicola ha un effetto negativo sulle valvole e sui compressori nel sistema di refrigerazione e ne impedisce il corretto funzionamento.

Per l'installazione del giunto di diramazione refrigerante a Y, fare riferimento al manuale di installazione in dotazione con il kit. Lo stesso dicasi per i collettori.

9.6 Staffaggio impianti

I sostegni di tubazioni e condotti delle reti termofluidiche saranno in profilato metallico, con appoggi fissi e scorrevoli per consentire il libero movimento delle reti, il profilo delle quali deve essere realizzato in modo da non indurre sforzi anormali nei materiali.

Il motore e il cavo motore saranno progettati per utilizzo sommerso.

9.6.1 Modalità di posa in opera

La distanza fra i supporti dovrà essere calcolata sia in funzione del diametro della tubazione sostenuta che della sua pendenza, al fine di evitare la formazione di sacche dovute all'inflessione della tubazione stessa.

L'interasse dei sostegni, siano essi singoli o per più tubazioni contemporaneamente, non potrà superare 1,8 m, in modo da evitare qualunque deformazione dei tubi.

Tutte le tubazioni installate all'esterno saranno staffate mediante carpenteria zincata a bagno dopo la lavorazione. L'eventuale bulloneria utilizzata per l'assemblaggio dovrà essere in acciaio inox.

Nelle centrali e sottocentrali le tubazioni che corrono sotto soffitto potranno essere sostenute mediante collari e tiranti, a loro volta collegati a staffe vincolate al soffitto. Il rivestimento isolante ricoprirà il collare e realizzerà una superficie continua e senza interruzioni.

Le tubazioni convoglianti acqua fredda dovranno essere appoggiate alle staffe di sostegno frappo- nendo fra tubo e staffa uno strato di idoneo materiale coibente (sughero o altro), approvato dalla D.L., che impedisca il raffreddamento della staffa evitando il rischio di condensazione superficiale e stillicidi. Per lo stesso fine, qualora si utilizzino delle sospensioni con collari pensili, questi dovranno essere dotati di guarnizioni isolanti in gomma.

Per il sostegno dei collettori addossati alla parete dovranno essere realizzati staffaggi e supporti fissi e scorrevoli, per permettere i loro movimenti; tali staffaggi, in profilato metallico, potranno venire vincolati alla parete.

L'assemblaggio degli elementi metallici di sostegno di maggiori dimensioni, in corrispondenza delle strutture prefabbricate, dovrà sempre venire realizzato con dime, onde evitare forzature nella fase di fissaggio del manufatto al fabbricato.

I disegni di fissaggio dovranno essere sviluppati in dettaglio dall'Impresa sottoponendo la relativa completa documentazione alla Direzione Lavori per approvazione.

Nel caso l'Impresa intendesse modificare i sistemi di fissaggio già definiti nei disegni di progetto, dovrà preventivamente avere l'approvazione della D.L., presentando le varianti con disegni e/o con un modello.

9.7 Isolamento delle tubazioni

Per le tubazioni si dovrà impiegare guaine di isolante tubolare flessibile e schiumoso, di tipo estruso a struttura cellulare completamente chiusa, a base di gomma sintetica (tipo Armaflex o similari), di adeguato spessore (comunque non inferiore a 6 mm) e densità.

In tutti i tratti soggetti alle intemperie, o all'esterno, o anche internamente nelle centrali e sottocentrali, dovrà sempre essere previsto il rivestimento di finitura in alluminio, spessore 6/10 mm.

Tutto il valvolame ed i collettori relativi alle tubazioni in oggetto dovranno essere coibentati con lo stesso materiale e chiusi con scatole presagomate, apribili con cerniere e clips; nel caso di rivestimento in alluminio, il lamierino dovrà avere uno spessore minimo di 8/10 mm.

I valori di conducibilità λ (W/m · K) sono ricavati da *Certificati di Prova* rilasciati da Laboratori autorizzati dal Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato, aumentati del 20%. Lo spessore equivalente di un isolante avente conducibilità termica λ' di valore diverso da una conducibilità λ nota si può ricavare mediante la formula seguente.

$$s' = \left[\left(1 + \frac{2s}{d} \right)^{\frac{\lambda'}{\lambda}} - 1 \right] \cdot \frac{d}{2}$$

in cui:

- λ = conducibilità termica di riferimento, definita precedentemente;
- s = spessore minimo dell'isolante di riferimento [m];
- λ' = conducibilità termica del materiale impiegato;
- s' = spessore minimo del materiale di conducibilità λ' ;
- d = diametro esterno della tubazione [m].

9.7.1 Attestazione di non pericolosità dei materiali

I materiali da coibentazione impiegati dovranno essere corredati da scheda di sicurezza che ne attesti il superamento dei test previsti dalla nota "Q" del D.M. Sanità 1/9/98 (attuazione della Direttiva CE 97/69) e che escluda la marchiatura "R 40".

9.7.2 Isolamento tubazioni nude in rame

Tabella 15. Isolamenti tubazioni in rame nudo

Diametro esterno tubazioni (mm)	Luogo installazione	Spessore isolamento (mm)	Eventuale finitura
25,4	Vani esterni di ventilazione	30	Carter metallico di protezione (lamierino in alluminio)
28,58	Vani esterni di ventilazione	30	Carter metallico di protezione (lamierino in alluminio)
34,9	Vani esterni di ventilazione	30	Carter metallico di protezione (lamierino in alluminio)
41,3	Vani esterni di ventilazione	40	Carter metallico di protezione (lamierino in alluminio)
53,98	Vani esterni di ventilazione	40	Carter metallico di protezione (lamierino in alluminio)
25,4	Controsoffitto/cavedi	15	Pellicola PVC
28,58	Controsoffitto/cavedi	15	Pellicola PVC
34,9	Controsoffitto/cavedi	15	Pellicola PVC
41,3	Controsoffitto/cavedi	20	Pellicola PVC
53,98	Controsoffitto/cavedi	20	Pellicola PVC

La finitura dei tubi preisolati in caso di passaggio nei vani esterni di ventilazione sarà realizzata in analogia a quanto previsto per i tubi nudi e coibentati in opera.

9.7.3 Modalità di posa in opera

L'isolamento deve essere posato con uniformità. La superficie esterna deve presentarsi liscia e la lastratura di protezione deve coprire interamente l'isolante, senza lasciare alcun punto esposto.

9.8 Organi di intercettazione

Organi di intercettazione di fluidi convogliati, da applicare sulle tubazioni: valvole, saracinesche, farfalle, rubinetti.

Devono essere di tipo e modello adatti all'impiego specifico.

Per impianti ad acqua, a temperatura inferiore a 100 °C, devono essere impiegati rubinetti o valvole a sfera in esecuzione PN 10, in ottone nichelato e cromato, fino al diametro di 2½"; al di sopra di tale diametro si impiegheranno saracinesche in ghisa, corpo ovale, ugualmente PN 10, o valvole a farfalla di prima qualità, in grado di assicurare una perfetta tenuta.

Per impianti di gas industriali o aria compressa si useranno esclusivamente valvole a sfera, di tipo e materiale compatibili meccanicamente e chimicamente con il fluido convogliato.

Per impianti a vapore devono essere impiegate valvole a flusso avviato in esecuzione PN 16, ovvero PN 25, flangiate, secondo il campo di pressione richiesto.

Per impianti ad acqua surriscaldata è prescritto l'impiego di valvole a flusso avviato in esecuzione PN 25, in acciaio.

Per liquidi chimicamente aggressivi o a purezza controllata si userà esclusivamente acciaio inossidabile o, in alternativa, plastica di tipo compatibile con le esigenze specifiche di impiego.

Le saracinesche a corpo ovale avranno corpo, cuneo, cappello, premistoppa e volantino in ghisa, anelli di tenuta, bussola e dadi del premistoppa in ottone, albero in ottone trafilato e stampato, controflange, bulloni e guarnizioni.

I rubinetti avranno corpo in bronzo, otturatore in ottone a tenuta verso l'esterno mediante bussola precompressa in amianto grafitato.

Al di sopra del diametro nominale 150 mm, gli organi di intercettazione dovranno essere dotati di **riduttore manuale** per agevolarne la manovra.

9.8.1 Detentori per corpi scaldanti

I detentori dovranno essere costruiti in ottone, o bronzo, ed essere di tipo diritto o ad angolo, secondo le esigenze di installazione o quanto specificato.

Dovranno essere idonei alle funzioni di intercettazione e prerogolazione della portata d'acqua attraverso i corpi scaldanti.

L'apertura e la chiusura del detentore dovrà essere possibile solo con chiave o cacciavite dopo avere tolto il cappuccio di plastica a copertura dell'asta; ad operazione avvenuta, il cappuccio deve essere ricollocato.

9.8.2 Valvole di ritegno in ghisa

Le valvole di ritegno in ghisa saranno di tipo clapet a passaggio libero PN 10, corpo, coperchio e battente in ghisa, con anello di tenuta del battente in gomma e sede di tenuta del corpo in ottone, attacchi flangiati, complete di controflange, bulloni e guarnizioni.

9.8.3 Modalità di posa in opera

Gli organi di intercettazione dovranno venire inseriti sulle tubazioni prevedendo i necessari attacchi flangiati o filettati, con gli eventuali raccordi conici di riduzione del diametro.

9.9 Pompe

Organi meccanici idonei ad aumentare la pressione di liquidi.

Dovranno essere conformi alle specifiche delle norme tecniche esistenti; in particolare, le pompe centrifughe ad asse orizzontale dovranno essere unificate secondo le norme UNI 2858, DIN 24255 o EN 733.

Dovranno essere progettate e costruite per: pressione nominale adeguata all'esercizio, e comunque non inferiore a 10 bar; temperatura di funzionamento adeguata all'esercizio, e comunque non inferiore a 100°C.

Le pompe saranno dotate di attacchi a flangia corredati di controflangia, guarnizioni di tenuta, bulloni.

I motori dovranno avere incorporata una protezione termica contro surriscaldamento; il fattore di potenza dovrà essere non inferiore a 0,9. Lo smontaggio del motore dovrà poter essere effettuato lasciando il corpo pompe collegato alle tubazioni.

9.9.1 Pompe ad asse orizzontale

Saranno costituite e corredate da:

- corpo in ghisa con trattamento interno ed esterno anticorrosivo e corredato di piede d'appoggio;
- girante in ghisa o in bronzo;
- albero in acciaio inossidabile;
- tenuta meccanica idonea ai vari impieghi;
- motore elettrico trifase, protezione IP54 o superiore, isolamento classe F.

Salvo diversa indicazione, i motori saranno di tipo chiuso a ventilazione esterna.

9.9.2 Pompe ad asse verticale

Tali pompe hanno le giranti costantemente immerse nel liquido da sollevare e non necessitano quindi di nessun adescamento.

Saranno costituite e corredate da:

- testata di appoggio;
- linea d'asse;
- tronco pompa ad una o più giranti.

La testata ha il compito di sostenere tutto il peso del gruppo; la bocca di erogazione in essa incorporata permette il raccordo con la tubazione di mandata sopra il piano di posa. Porta i cuscinetti a sfere od a rulli che reggono il peso delle parti rotanti e la spinta assiale delle giranti.

La linea d'asse collega il tronco della pompa alla testata; trasmette il movimento alle giranti, convoglia l'acqua sollevata alla bocca di erogazione e posiziona il tronco di pompa alla profondità voluta. Comprende la colonna e l'albero di trasmissione guidato da speciali boccole di gomma, lubrificate dalla stessa acqua sollevata.

Tale linea d'asse è realizzata in tronchi di diverse lunghezze standard per potere ottenere la misura desiderata, funziona della profondità della vasca, o bacino, in cui la pompa deve operare.

Il tronco pompa è costantemente adescato, essendo immerso nel liquido da sollevare. È fissato alla linea d'asse ed è costituito da uno o più corpi pompa contenenti le giranti di tipo elicocentrifugo, calettate sull'albero di trasmissione.

9.9.3 Modalità di posa in opera

Le pompe debbono essere montate su appoggi che non trasmettano vibrazioni e collegate ai circuiti utilizzatori mediante giunti antivibranti, tanto sul lato aspirante quanto su quello premente, i quali avranno corpo elastico di forma sferica, in gomma, con rete di supporto in nylon e filo di acciaio.

Se l'apparecchiatura viene installata in locale diverso da quello del quadro elettrico, è obbligatorio l'inserimento di un sezionatore IP 55.

9.10 Pompa di calore aria/acqua

Unità monoblocco, in grado di produrre acqua calda o refrigerata, con un ciclo frigorifero invertibile. La macchina sarà reversibile sul circuito frigo. Il gas refrigerante previsto è **R32**, che ha un basso potenziale di riscaldamento Globale (GWP = 675), e garantisce un impatto ambientale ridotto ad un terzo rispetto al refrigerante tradizionale R-410A (GWP = 2088).

Unità caratterizzata da elevata efficienza stagionale ed altissimo EER in raffreddamento a pieno carico, possibile grazie agli alti livelli prestazionali della tecnologia del compressore, all'elevata

efficienza degli scambiatori termici e dei ventilatori della sezione esterna, e alla funzionalità di recupero energetico parziale.

9.10.1 Struttura

Struttura portante e basamento interamente realizzati in robusta lamiera d'acciaio, spessore dai 30/10 ai 40/10, con trattamento superficiale di zincatura a caldo e verniciatura, per le parti a vista, a polveri poliestere RAL 9001, che garantisce ottime caratteristiche meccaniche ed elevata resistenza alla corrosione nel tempo.

9.10.2 Antivibranti di base a molla

Antivibranti di base a molla da fissare in appositi alloggiamenti sui longheroni di appoggio con la funzione di smorzare le vibrazioni prodotte dalla macchina riducendo i rumori trasmessi alle strutture di appoggio.

9.10.3 Compressore

Compressore ermetico Scroll ad alta efficienza a spirale orbitante completo di carica olio, protezione del motore contro le sovratemperature, sovracorrenti e contro temperature eccessive del gas di mandata con riscaldatore dell'olio ad inserimento automatico per prevenirne la diluizione da parte del refrigerante all'arresto del compressore. Compressori, montati su gommini antivibranti per evitare la trasmissione di rumore e vibrazioni, collegati in TANDEM oppure TRIO su un unico circuito frigo con equalizzazione bifasica dell'olio, che consentono di raggiungere elevate efficienze a carico parziale. Processo di compressione uniforme con ridotto numero di parti in movimento che garantiscono livelli molto bassi di rumorosità e vibrazioni.

9.10.4 Scambiatore esterno

Scambiatore a pacco alettato, realizzato con tubi di rame disposti su file sfalsate ed espansi meccanicamente per meglio aderire al collare delle alette. Alette in alluminio con particolare superficie corrugata adeguatamente spaziate per garantire il massimo rendimento di scambio termico. Circuito di sottoraffreddamento che garantisce una corretta alimentazione della valvola di espansione. Scambiatori a pacco alettato direttamente raffreddati dal flusso d'aria dei propri specifici ventilatori.

9.10.5 Ventilatori

Ventilatori elicoidali ad alte prestazioni e bassa rumorosità, equilibrati dinamicamente e staticamente, con pale in lamiera d'alluminio rivestite in PP e profilate a falce con "Winglets" all'estremità, convogliatore in lamiera d'acciaio zincato, motore elettrico trifase direttamente accoppiati al rotore esterno con grado di protezione IP54 ed isolamento in classe F. Ventilatori alloggiati in boccagli sagomati aerodinamicamente e dotati di griglie antinfortunistiche in acciaio.

9.10.6 Griglie di protezione batterie a pacco alettato

Griglia in trafilato d'acciaio elettrosaldato e verniciato per proteggere la batteria esterna dal contatto accidentale con cose o persone. Ideale nei luoghi di installazione dove ci sia possibilità di passaggio di persone quali parcheggi, terrazze ecc. Accessorio fornito installato a bordo macchina.

9.10.7 Scambiatore interno

Scambiatore ad espansione diretta del tipo a piastre saldobrasate in acciaio inox AISI 316, in pacco senza guarnizioni utilizzando il rame come materiale di brasatura, a basso contenuto di refrigerante ed elevata superficie di scambio, completo di: - isolamento termico esterno anticondensa di spessore 9,5 mm, in elastomero espanso estruso a celle chiuse. - pressostato differenziale lato acqua; - resistenza antigelo a protezione dello scambiatore lato acqua per evitare la formazione di ghiaccio qualora la temperatura dell'acqua scenda sotto un valore prefissato. Massima pressione di esercizio dello scambiatore: 10 bar lato acqua.

9.10.8 Circuito frigorifero

Quattro circuiti frigoriferi indipendenti e realizzati in rame, assemblati in fabbrica, e saldati con soluzione di continuità metallica, completi di:

- filtro deidratatore a cartuccia solida antiacido ricambiabile completo di attacco per carica rapida del refrigerante
- indicatore di passaggio del liquido e di umidità
- ricevitore di liquido
- valvola di espansione elettronica
- valvola di non ritorno
- valvola di inversione del ciclo a 4 vie
- Pressostato di sicurezza alta pressione
- termostato sicurezza contro sovratemperature scarico compressore
- valvola di sicurezza per alta pressione
- valvola di sicurezza per bassa pressione
- rubinetto di intercettazione sulla linea del liquido
- separatore di liquido in aspirazione
- tubazione di aspirazione isolata termicamente con materiale isolante in elastomero a celle chiuse altamente flessibile a base di gomma EPDM

Ogni circuito frigorifero è testato a pressione per verificare eventuali perdite e fornito completo della carica di gas refrigerante

9.10.9 Valvole di espansione elettroniche

Valvola di espansione elettronica a regolazione rapida e precisa in funzione dell'effettivo carico richiesto all'utilizzo, consente una elevata efficienza dell'unità ed una maggiore durata dei compressori. Il dispositivo comprende: controllo del surriscaldamento per prevenire fenomeni nocivi per il compressore, come sovratemperatura e ritorno di liquido, trasmettitore di pressione e sensore di temperatura.

9.10.10 Recupero energetico parziale

Composto da scambiatori di calore del tipo a piastre saldobrasate in acciaio Inox AISI 316 isolato termicamente, idonei a recuperare parte della potenza dissipata dall'unità. Massima pressione di esercizio dello scambiatore: 10 bar lato acqua e 45 bar lato refrigerante.?

La configurazione consente la produzione gratuita di acqua calda durante il funzionamento in raffreddamento, grazie al recupero di parte del calore di condensazione che verrebbe altrimenti smaltito sulla sorgente termica esterna. Tale opzione è nota anche come 'desurriscaldatore'. Il dispositivo di recupero parziale si considera in funzione quando è alimentato dal flusso d'acqua da riscaldare. Questa condizione migliora le prestazioni dell'unità. Quando la temperatura dell'acqua da riscaldare è particolarmente bassa, è necessario regolare la portata (lato utente) in modo tale da mantenere la temperatura in uscita al recupero maggiore di 35°C ed evitare così la condensazione del refrigerante nello scambiatore a piastre. La potenza erogabile dal recupero parziale è pari a circa il 20% della potenza termica dissipata (potenza frigorifera + potenza elettrica assorbita dai compressori).

9.10.11 Configurazione acustica supersilenziata

Unità allestita con insonorizzazione vano compressori mediante rivestimento sul lato interno di materiale fonoassorbente e fonoimpedente per contenere i livelli sonori dell'unità. Per mezzo della bassa velocità dei ventilatori si ottiene un'ulteriore riduzione delle emissioni di rumore.

9.10.12 Dispositivo per la riduzione dei consumi dei ventilatori della sezione esterna

Dispositivo che permette la riduzione dei consumi dei ventilatori della sezione esterna con regolazione a modulazione fine della loro velocità. Costituito da motore elettrico, di tipo Brushless, a rotore esterno con magnete permanente a commutazione elettronica dello statore, indotta dal controllo elettronico integrato, con protezione termica incorporata in esecuzione IP54 ed isolamento in classe F. Consente di ottimizzare la fase di condensazione a basse temperature esterne parzializzano i ventilatori o di attivare la funzione booster ad alte temperature, garantendo sempre ridotti livelli sonori.

9.10.13 Quadro elettrico

L'unità è dotata di 2 quadri elettrici, 1 quadro Master e 1 quadro Slave. Il quadro Slave è alimentato direttamente dal quadro Master.

Completamente realizzato e cablato in conformità alla norma EN 60204. La sezione di potenza comprende:

- sezionatore generale blocco porta;
- morsetti alimentazione principale (400V/3Ph/50Hz);
- trasformatore di isolamento per l'alimentazione del circuito ausiliario (230V/24V);
- magnetotermico di protezione compressore;
- magnetotermici di protezione ventilatori;
- contattore comando compressore.

La sezione di controllo comprende:

- Regolazione proporzionale-integrale-derivativa della temperatura dell'acqua
- protezione antigelo
- gestione accensione unità da locale o da remoto
- programmatore giornaliero, settimanale di accensione e spegnimento e set point

- protezione e temporizzazione compressore
- sistema di autodiagnosi con visualizzazione immediata del codice guasto
- funzionalità di preallarme per antigelo acqua e per alta pressione gas refrigerante
- visualizzazione ore funzionamento compressore
- terminale di interfaccia con display grafico
- comando ON/OFF a distanza
- controllo rotazione automatica avviamenti compressori per bilanciarne l'usura (spunti+ore di funzionamento)
- relè per la remotizzazione della segnalazione di allarme cumulativo
- funzione di visualizzazione dei valori impostati, dei codici guasti e dell'indice parametri
- compensazione del set point con sonda aria esterna
- presa di servizio (max 400W)

9.10.14 Monitore di fase multifunzione

Il monitor di fase controlla i parametri elettrici della linea di alimentazione dell'unità. Agisce sul circuito di comando e ordina lo spegnimento dell'unità in uno dei seguenti casi: quando il collegamento delle fasi non rispetta la sequenza corretta, oppure quando si ha sovratensione per un certo intervallo di tempo: i valori limite di sovratensione e di sottotensione e l'intervallo di tempo sono impostabili manualmente e separatamente. Quando le condizioni di linea vengono ristabilite, il riarmo dell'unità è di tipo automatico. Dispositivo installato e cablato a bordo macchina.

9.10.15 Modulo di comunicazione seriale per supervisore modbus

Modulo che consente il collegamento seriale a sistemi di supervisione, utilizzando Modbus come protocollo di comunicazione. Permette l'accesso all'elenco completo di variabili di funzionamento, comandi ed allarmi. Con questo accessorio ogni unità può dialogare con i principali sistemi di supervisione. Dispositivo installato e cablato a bordo macchina. La lunghezza totale di ogni singola linea seriale non deve superare i 1000 metri e la linea va collegata in tipologia bus (entra/esci).

9.10.16 Contatti puliti per stato compressori

Contatti puliti a quadro elettrico per visualizzazione remota stato compressori, accesi o spenti.

9.10.17 Ventilazione quadro elettrico

Comprende un ventilatore termostato per proteggere i componenti del quadro elettrico da surriscaldamento, dalle elevate temperature esterne e dall'irraggiamento solare

9.10.18 Doppio set point

Ingresso digitale per abilitazione doppio set point acqua refrigerata, per consentire mediante comando esterno la variazione di temperatura dell'acqua prodotta.

9.10.19 Collaudo

Unità sottoposta a collaudo funzionale in fabbrica a fine linea di produzione ed a prova di tenuta in pressione delle tubazioni del circuito frigorifero (con azoto ed idrogeno), prima della spedizione.

9.10.20 Dati di funzionamento nominali

Tabella 16. Caratteristiche tecniche pompa di calore aria/acqua

N.	Quantità	Potenza in riscaldamento (kW)	Potenza elettrica assorbita in riscaldamento (kW)	Potenza in raffreddamento (kW)	Potenza elettrica assorbita in raffreddamento (kW)	Potenza desurriscaldatore (kW)
1	3	684	209	635	222	95

9.11 Pompa di calore acqua/acqua

Unità monoblocco, in grado di produrre acqua calda o refrigerata, con un ciclo frigorifero invertibile. La macchina sarà reversibile sul circuito frigo. Il gas refrigerante previsto è **R410A**.

9.11.1 Struttura

Struttura portante interamente realizzata in lamiera Zinco-Magnesio che garantisce ottime caratteristiche meccaniche ed un'elevata resistenza alla corrosione nel tempo.

9.11.2 Pannellatura

Pannellatura esterna in lamiera zinco-magnesio verniciata RAL 9001. Ogni pannellatura è facilmente rimovibile per permettere la completa accessibilità ai componenti interni. Ogni pannello è rivestito sul lato interno con materiale termoisolante e fonoassorbente.

9.11.3 Antivibranti di base a molla

Antivibranti di base a molla da fissare in appositi alloggiamenti sui longheroni di appoggio con la funzione di smorzare le vibrazioni prodotte dalla macchina riducendo i rumori trasmessi alle strutture di appoggio.

9.11.4 Compressore

Compressore ermetico Scroll ad alta efficienza a spirale orbitante completo di carica olio, protezione del motore contro le sovratemperature, sovracorrenti e contro temperature eccessive del gas di mandata con riscaldatore dell'olio ad inserimento automatico per prevenirne la diluizione da parte del refrigerante all'arresto del compressore. Compressori, montati su gommini antivibranti per evitare la trasmissione di rumore e vibrazioni, collegati in TANDEM oppure TRIO su un unico circuito frigo con equalizzazione bifasica dell'olio, che consentono di raggiungere elevate efficienze a carico.

parziale. Processo di compressione uniforme con ridotto numero di parti in movimento che garantiscono livelli molto bassi di rumorosità e vibrazioni.

9.11.5 Scambiatore esterno

Scambiatore ad espansione diretta del tipo a piastre saldobrasate INOX 316 con elevata superficie di scambio e completo di isolamento termico esterno anticondensa.
Le connessioni idrauliche dello scambiatore sono di tipo Victaulic.

9.11.6 Scambiatore interno

Scambiatore ad espansione diretta del tipo a piastre saldobrasate INOX 316 con elevata superficie di scambio e completo di isolamento termico esterno anticondensa.
Le connessioni idrauliche dello scambiatore sono di tipo Victaulic.

9.11.7 Circuito frigorifero

Circuito frigorifero completo di:

- Pressostato di sicurezza alta pressione
- valvola di espansione elettronica
- filtro deidratatore biflusso
- valvola inversione ciclo a 4 vie
- indicatore di passaggio del liquido e di umidità
- trasduttore di bassa pressione
- trasduttore di alta pressione
- valvola di sicurezza per alta pressione
- valvola di sicurezza per bassa pressione
- carica refrigerante

Ogni circuito frigorifero è testato a pressione per verificare eventuali perdite e fornito completo della carica di gas refrigerante

9.11.8 Valvole di espansione elettroniche

Valvola di espansione elettronica a regolazione rapida e precisa in funzione dell'effettivo carico richiesto all'utilizzo, consente una elevata efficienza dell'unità ed una maggiore durata dei compressori. Il dispositivo comprende: controllo del surriscaldamento per prevenire fenomeni nocivi per il compressore, come sovratemperatura e ritorno di liquido, trasmettitore di pressione e sensore di temperatura.

9.11.9 Circuito idraulico

Lato utilizzo:

- Giunti di collegamento di tipo victaulic
- rubinetto di scarico
- pressostato differenziale lato acqua

Lato sorgente:

- Giunti di collegamento di tipo victaulic
- rubinetto di scarico
- pressostato differenziale lato acqua

9.11.10 Recupero energetico parziale

Composto da scambiatori di calore del tipo a piastre saldobrasate in acciaio Inox AISI 316 isolato termicamente, idonei a recuperare parte della potenza dissipata dall'unità. Massima pressione di esercizio dello scambiatore: 10 bar lato acqua e 45 bar lato refrigerante.?

La configurazione consente la produzione gratuita di acqua calda durante il funzionamento in raffreddamento, grazie al recupero di parte del calore di condensazione che verrebbe altrimenti smaltito sulla sorgente termica esterna. Tale opzione è nota anche come 'desurriscaldatore'. Il dispositivo di recupero parziale si considera in funzione quando è alimentato dal flusso d'acqua da riscaldare. Questa condizione migliora le prestazioni dell'unità. Quando la temperatura dell'acqua da riscaldare è particolarmente bassa, è necessario regolare la portata (lato utente) in modo tale da mantenere la temperatura in uscita al recupero maggiore di 35°C ed evitare così la condensazione del refrigerante nello scambiatore a piastre. La potenza erogabile dal recupero parziale è pari a circa il 20% della potenza termica dissipata (potenza frigorifera + potenza elettrica assorbita dai compressori).

9.11.11 Configurazione acustica supersilenziata

Unità allestita con insonorizzazione vano compressori mediante rivestimento sul lato interno di materiale fonoassorbente e fonoimpedente per contenere i livelli sonori dell'unità.

9.11.12 Quadro elettrico

Completamente realizzato e cablato in conformità alla norma EN 60204. La sezione di potenza comprende:

- sezionatore generale blocco porta;
- morsetti alimentazione principale (400V/3Ph/50Hz);
- trasformatore di isolamento per l'alimentazione del circuito ausiliario (230V/24V);
- magnetotermico di protezione compressore;
- contattore comando compressore.

La sezione di controllo comprende:

- Regolazione proporzionale-integrale-derivativa della temperatura dell'acqua
- protezione antigelo
- gestione accensione unità da locale o da remoto
- programmatore giornaliero, settimanale di accensione e spegnimento e set point
- protezione e temporizzazione compressore
- sistema di autodiagnosi con visualizzazione immediata del codice guasto
- funzionalità di preallarme per antigelo acqua e per alta pressione gas refrigerante

- visualizzazione ore funzionamento compressore
- terminale di interfaccia con display grafico
- comando ON/OFF a distanza
- controllo rotazione automatica avviamenti compressori per bilanciarne l'usura (spunti+ore di funzionamento)
- relè per la remotizzazione della segnalazione di allarme cumulativo
- funzione di visualizzazione dei valori impostati, dei codici guasti e dell'indice parametri
- compensazione del set point con sonda aria esterna
- presa di servizio (max 400W)

9.11.13 Monitore di fase multifunzione

Il monitor di fase controlla i parametri elettrici della linea di alimentazione dell'unità. Agisce sul circuito di comando e ordina lo spegnimento dell'unità in uno dei seguenti casi: quando il collegamento delle fasi non rispetta la sequenza corretta, oppure quando si ha sovratensione o sottotensione per un certo intervallo di tempo: i valori limite di sovratensione e di sottotensione e l'intervallo di tempo sono impostabili manualmente e separatamente. Quando le condizioni di linea vengono ristabilite, il riarmo dell'unità è di tipo automatico. Dispositivo installato e cablato a bordo macchina.

9.11.14 Modulo di comunicazione seriale per supervisore modbus

Modulo che consente il collegamento seriale a sistemi di supervisione, utilizzando Modbus come protocollo di comunicazione. Permette l'accesso all'elenco completo di variabili di funzionamento, comandi ed allarmi. Con questo accessorio ogni unità può dialogare con i principali sistemi di supervisione. Dispositivo installato e cablato a bordo macchina. La lunghezza totale di ogni singola linea seriale non deve superare i 1000 metri e la linea va collegata in tipologia bus (entra/esci).

9.11.15 Contatti puliti per stato compressori

Contatti puliti a quadro elettrico per visualizzazione remota stato compressori, accesi o spenti.

9.11.16 Ventilazione quadro elettrico

Comprende un ventilatore termostato per proteggere i componenti del quadro elettrico da surriscaldamento, dalle elevate temperature esterne e dall'irraggiamento solare

9.11.17 Doppio set point

Ingresso digitale per abilitazione doppio set point acqua refrigerata, per consentire mediante comando esterno la variazione di temperatura dell'acqua prodotta.

9.11.18 Collaudo

Unità sottoposta a collaudo funzionale in fabbrica a fine linea di produzione ed a prova di tenuta in pressione delle tubazioni del circuito frigorifero (con azoto ed idrogeno), prima della spedizione.

9.11.19 Dati di funzionamento nominali

Tabella 17. Caratteristiche tecniche pompa di calore acqua/acqua

N.	Quantità	Potenza in riscaldamento (kW)	Potenza elettrica assorbita in riscaldamento (kW)	Potenza in raffreddamento (kW)	Potenza elettrica assorbita in raffreddamento (kW)	Potenza desurriscaldatore (kW)
1	1	265	63	269	40	93

9.12 Condizionatore tipo split-system per solo raffreddamento

Condizionatore tipo split-system /multi split-system costituito da due sezioni separate, una interna (a sua volta costituita da una o più unità) e l'altra esterna, collegate fra loro con tubi pre-caricati termoisolati, con attacchi rapidi per lunghezze inferiori a 50 m e con tubazioni di rame trattate in opera per lunghezze superiori, connessioni elettriche. Comprendente:

- unità interna di tipo ventilconvettore o "cassetta", per installazione a parete o a soffitto a seconda dei casi, costituita da batteria di scambio in tubi di rame espansi meccanicamente ed alette in alluminio, gruppo ventilante con girante di tipo centrifugo direttamente accoppiato al motore elettrico tipo chiuso a 3 velocità con condensatore permanentemente inserito, commutatore a 3 posizioni più stop, termostato ambiente, filtro di tipo rigenerabile, mobile di copertura, griglia di mandata, bacinella di raccolta condensa;
- unità esterna con compressore alternativo di tipo ermetico racchiuso in apposito vano separato o del tipo scroll, dotato di protezione termo-amperometrica e di valvola di by-pass interna, batteria di scambio termico tipo a pacco in tubi di rame ed alette in alluminio, componenti vari della circuitazione frigorifera, elettroventilatore di condensazione, riscaldatore del carter.

Completo di pannello di comando, protezione e controllo, occorrenti collegamenti idraulici ed elettrici. Avente le seguenti caratteristiche:

- Temperatura aria esterna = 35 °C
- Temperatura max ambiente = 30 °C

In merito alle unità esterne si prescrive il limite di funzionamento in cooling alla temperatura esterna invernale di -10°C. Si considera infatti che nel caso di temperature esterne inferiori al valore prescritto non vi sia necessità effettiva di condizionamento all'interno dei suddetti locali, i quali sono ventilati anche dal sistema di Deposito.

Si prescrive particolare attenzione alla remotizzazione dei segnali (previsti nella relativa documentazione di progetto) in merito al contesto del riavvio automatico delle unità di condizionamento nel caso di scambio dell'alimentazione elettrica. A tal proposito si specifica che dovrà essere possibile, tramite apposito comando impartito dallo SCADA IGNS, riavviare da remoto le unità di condizionamento (ad esempio nel caso di interruzione dell'alimentazione per inversione programmata dell'arteria di alimentazione).

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento al riepilogo sottostante e agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

9.13 Unità esterna impianto VRF

Unità esterna refrigerante/pompa di calore per sistema a portata di refrigerante variabile, con scambio termico Refrigerante-Acqua controllata da inverter, refrigerante R410A. Numero massimo di unità interne collegabili fino a 50 con un indice di collegabilità minimo del 50% e massimo del 200%. La configurazione dell'impianto viene realizzata tramite apposito software che gestisce tutte le operazioni di primo avviamento e personalizzazione del sistema.

Capacità Nominale in regime di Raffreddamento alle condizioni di temperatura interna 27°C BS/19°C BU, temperatura ingresso aria 35°C BS/24°C BU, in riscaldamento temperatura interna 20°C BS, temperatura esterna 7°CBS/6° CBU, lunghezza tubazione di collegamento 7,5 m, differenza di quota tra unità interna ed esterna 0 m. L'unità a pompa di calore dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- Alimentazione 3,380~415,50 Hz
- Struttura autoportante in pannelli di lamiera d'acciaio zincato verniciati di colore grigio caldo con trattamento superficiale e processo di cataforesi, un trattamento superficiale in grado di conferire una notevole resistenza alla corrosione al fine di proteggere l'unità esterna dagli agenti atmosferici.
- Pannello frontale e superiore asportabile per operazioni di connessione con il circuito frigorifero. Struttura autoportante in pannelli di lamiera d'acciaio zincato con trattamento adatto per esposizione esterna di colore grigio caldo.
- Scambiatore di calore lato acqua tipo a piastre in acciaio Inox, resistente alla pressione massima di 45 bar.
- Scambiatore di calore lato aria con pacco di alette in alluminio sagomate ad alta efficienza rivestite da un trattamento anticorrosione per conferire una migliore resistenza.
- Riscaldamento garantito in maniera continuativa, grazie all'adozione di uno scambiatore di calore suddiviso in due parti, che consente l'esecuzione di cicli di sbrinamento alternati, al fine di non interrompere l'erogazione di calore negli ambienti e garantire comfort costante agli utenti. Lo scambiatore di calore con circuito variabile seleziona in modo intelligente il percorso ottimale del refrigerante per il funzionamento in modalità riscaldamento o raffrescamento. Questa tecnologia assicura in media un aumento del 6% dell'efficienza per entrambe le modalità operative. Il numero di percorsi e la velocità dei circuiti sono regolati in funzione delle temperature e delle modalità operative per massimizzare l'efficienza; nei sistemi tradizionali, invece, l'efficienza risulta ridotta, perché i percorsi del refrigerante sono fissi e lo scambiatore lavora in modo non ottimale.
- Sistema di erogazione della capacità compost o da N°2 compressori ermetici di tipologia Scroll inverter ad avviamento diretto, controllo lineare della capacità ,campo di frequenza 10Hz-165Hz.
- Cuscinetti a lunga durata PEEK (PolyEtherEtherKetone, utilizzati nei motori degli aerei) in grado di funzionare più a lungo, senza ricaricare l'olio, rispetto ai sistemi tradizionali.
- Compressore ad iniezione di vapore, in grado di ricevere refrigerante in fase vapore nella zona di compressione per incrementare la temperatura di mandata del refrigerante in condizioni di lavoro a basse temperature esterne
- Separatore d'olio centrifugo con tecnologia ciclonica per garantire un ritorno ottimale dell'olio che viene immesso ad alta pressione direttamente nel compressore, senza perdite di energia. Carica di olio 1800 cc, tipologia (PVE) tipo FVC68D.

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- Circuito frigorifero ad R410A con distribuzione del fluido a due tubi, completo di filtri deidratori, valvola di inversione ciclo a 4 vie, controllo del refrigerante tramite valvola d'espansione elettronica EEV, valvola di bypass del gas caldo (per gestire meglio il circuito ai carichi parziali), separatore di refrigerante allo stato liquido con funzione di accumulo in aspirazione al compressore volume 7 litri, circuito di sottoraffreddamento con struttura a spirale di doppia grandezza per minimizzare le perdite di carico. Il circuito del refrigerante viene sottoposto a pulizia con aspirazione sotto vuoto di umidità, polveri e altri residui. Successivamente viene precaricato con il relativo refrigerante. Carica del refrigerante di 5,8 kg, GWP=2087, TCO_{2eq}=12,11.
- N°2 ventilatori di scambio termico con l'esterno di tipo elicoidale con mandata verticale. Tipologia di motore DC inverter con portata d'aria totale massima di 320 m³/min e basse rumorosità con prevalenza statica massima di 80 Pa e assorbimento massimo di 900 Wx2. Controllo delle velocità tramite microprocessore, tecnologia Esp Control, in grado di variare la velocità massima del ventilatore per poterlo adattare alle migliori condizioni di lavoro. Pala con superficie corrugata ad elevata portata e bassa rumorosità, progettata con tecnologia biomimetica, condotto di espulsione maggiorato per ottenere prevalenze superiori.
- Sensore di rilevazione temperatura e umidità esterna in grado di selezionare i parametri operativi ottimali per ottenere una elevata efficienza energetica e massimi livelli di comfort. Grazie al controllo che rileva l'umidità esterna, il sistema è in grado di aumentare il tempo in riscaldamento. Grazie al sensore di umidità, raggiunte le condizioni di sbrinamento, il sistema modifica la temperatura di evaporazione, agendo sul target di alta pressione.

9.13.1 Modalità di messa in opera

In ottemperanza alle richieste del costruttore e dove indicato negli elaborati di progetto. Occorre rispettare le distanze di rispetto richieste dal costruttore e indicate in progetto. In particolare:

- Lunghezza massima totale della tubazione 1.000 m, distanza massima di 40 m (estendibile fino a 90 m) tra la prima diramazione e l'unità interna più distante, dislivello massimo di 40 m tra le unità interne, dislivello massimo di 110 m tra l'unità esterna e le unità interne.
- Linea di trasmissione del segnale di controllo con cavo schermato bipolare di sezione minima 1,5mm², massima temperatura ammissibile 60°C, massima lunghezza ammissibile 300 m.
- Alimentazione trifase 380-415V 50 ,60 Hz.

La macchina dovrà venire montata su putrelle.

9.14 Unità interna VRF tipo canalizzabile ad alta prevalenza

Unità Interna per installazione a controsoffitto, per sistemi tipo VRF, costituita da telaio interno di supporto in acciaio zincato, refrigerante R410A.

Le caratteristiche tecniche dell'unità saranno:

- Alimentazione elettrica tipo monofase 50 Hz -220V.
- Scocca metallica di contenimento in lamiera d'acciaio zincata, con rivestimento in polistirene espanso.
- Scambiatore di calore costituito da tubi in rame ed alette in alluminio ad alta efficienza.
- Sistema di regolazione del flusso di refrigerante controllato da valvola modulante EEV con controllo continuo della potenza.
- Ventilatore con motore di ventilazione BLDC ad accoppiamento diretto con assorbimento Nom 184 W e Max di 350 W a più velocità. Il motore BLDC permette un controllo della portata d'aria a seconda delle perdite di carico, semplicemente utilizzando il comando a filo, garantendo in questo modo la prevalenza ottimale e riducendo al minimo la rumorosità.
- Pompa di scarico condensa di serie installata sull'unità interna per il drenaggio automatico della condensa quando quest'ultimo non può avvenire per gravità. Massima prevalenza 700 mm.
- Possibilità di rilevare la temperatura interna da due sensori, uno posto sull'unità interna, l'altro posto sul comando a filo. Il controllo può avvenire per singolo sensore, oppure combinato a doppio termistore, per ottenere ed ottimizzare la temperatura dell'aria interna.
- Collegamento al sistema di controllo esterno tramite bus di comunicazione di tipo non polarizzato.
- Livello sonoro dell'unità pari a 37-36-34 dB(A) in funzione della velocità del ventilatore.
- Scambiatore di calore a più ranghi con tubi di rame alettati in alluminio.
- Controllo del refrigerante tramite valvola d'espansione elettronica.

9.14.1 Modalità di messa in opera

In ottemperanza alle richieste del costruttore e dove indicato negli elaborati di progetto. Inoltre:

- Non deve esserci alcuna fonte di calore o vapore vicino all'unità.
- L'unità interna deve prevedere spazio a sufficienza per la manutenzione.

Il montaggio avverrà a soffitto. Occorrerà pertanto utilizzare la dima fornita dal costruttore, ancorandola alla soletta.

9.14.2 Caratteristiche prestazionali

Tabella 18. Tabella riassuntiva delle unità condizionamento interne

N.	AMBITO	Numero	Potenza totale in raffreddamento (kW)	Potenza elettrica assorbita (W)
1	SALA CONTROLLO	10	3,46	50
2	SALA CONTROLLO	5	5,55	50
3	SALA CONTROLLO	2	7,03	50
4	CABINA MT/BT	4	1,54	50
5	CABINA MT/BT	1	2,12	50
6	CABINA MT/BT	1	2,70	50
7	LOCALE TRAF0 1	2	8,08-8,16	50
8	LOCALE TRAF0 2	2	8,0	50
9	LOCALE QUADRI	1	10,69	80
10	LOCALE QUADRI	4	8,98-9,12	80
11	LOCALE SSE	4	9,9-9,18	80
12	LOCALE SSE	1	9,78	80
13	AMBIENTE PT	2	7,83-7,84	80
15	AMBIENTE PT	2	9,05-9,08	80
16	AMBIENTE P1	1	6,13	80
17	AMBIENTE P2	2	7,89-7,91	80
18	AMBIENTE P2	8	8,98-9,18	80
19	AMBIENTE P2	2	10,69-10,78	80

Tabella 19. Tabella riassuntiva delle unità VRF esterne

N.	AMBITO	Numero	Potenza totale in raffrescamento (kW)	Potenza elettrica assorbita (kW)
1	SALA CONTROLLO	1	34,64	8,7
2	SALA CONTROLLO	1	41,81	10,5
3	CABINA MT/BT	1	10,98	2,7
4	LOCALE TRAF0 1	2	8,08-8,16	2,2
5	LOCALE TRAF0 2	2	8,0	2,2
6	LOCALE QUADRI	1	46,94	11,7
7	LOCALE SSE	1	47,32	11,8
9	AMBIENTE PT/1/2	2	30,96	7,7
10	AMBIENTE P2	2	47,32	11,8

9.15 Regolazione automatica

Sistemi idonei al controllo automatico delle apparecchiature utilizzate negli impianti meccanici. Nelle descrizioni tecniche degli allegati, nonché negli schemi e nei disegni di progetto, è illustrato il principio di funzionamento dei sistemi di regolazione automatica previsti per gli impianti in oggetto. La Ditta installatrice, nel rispetto di quanto richiesto, dovrà sviluppare un proprio progetto costruttivo dei sistemi di regolazione e dei quadri elettrici di controllo, in relazione alle caratteristiche delle apparecchiature fornite: potenza assorbita, ingombro, ecc.

In ogni caso, la sezione dei cavi elettrici impiegati non dovrà essere inferiore a 1,5 mm².

Tutte le apparecchiature fornite dovranno essere di un'unica casa costruttrice.

Tutti i regolatori dovranno essere muniti di display digitale sul quale si possa leggere il valore istantaneo della grandezza regolata (es. temperatura o umidità) e lo stato degli attuatori (es. percentuale di apertura delle valvole).

9.15.1 Quadri

Dovranno venire costruiti e installati quadri di controllo dai quali sarà possibile effettuare la taratura degli elementi del sistema; ogni commutatore, indicatore o potenziometro dovrà recare chiaramente l'indicazione delle funzioni svolte.

In generale tutti i regolatori e gli organi di taratura dovranno essere nascosti dietro un portello trasparente con chiusura a chiave, attraverso al quale sia possibile vedere i segnali luminosi e gli indicatori delle apparecchiature, ma non manomettere la taratura dei sistemi di regolazione dopo la messa a punto iniziale.

Qualora le apparecchiature fornite necessitino di tensione di alimentazione a 24 V, il progetto del quadro elettrico dovrà tenere conto di tale esigenza.

9.15.2 Regolatori e logiche di controllo

Tutti i regolatori saranno di tipo elettronico digitale.

I loop chiusi dovranno sempre prevedere il controllo ad azione proporzionale+integrale; l'azione derivativa dovrà potersi inserire, eventualmente, qualora se ne ravvisasse la necessità in fase di taratura.

Per ogni sezione principale di impianto, dovrà essere prevista l'impostazione di un programma temporale giornaliero, settimanale e annuale.

I programmi temporali di avviamento/spegnimento delle diverse sezioni di impianto saranno sempre soggetti alla eventuale forzatura di un intervento manuale.

La temperatura esterna, misurata da sonde apposite, sarà una variabile di cui tenere conto in alcuni programmi di avviamento.

Sonde, termostati, pressostati, flussostati, servomotori, ecc. saranno di tipo **elettronico**.

Il sistema dovrà avviare e arrestare i motori di tutte le apparecchiature coinvolte: ventilatori, pompe, macchinari.

Per ogni motore dovranno essere previsti QUATTRO punti di controllo: lettura dello stato (on/off), riporto dello scatto termico, lettura della posizione del selettore manuale/automatico a quadro, uscita di comando.

La logica di avviamento potrà essere affidata a un programma temporale o alla lettura di una variabile (ad esempio, la temperatura esterna).

Nel caso di apparecchiature doppiate o triplate in gruppi che prevedono una riserva (gruppi frigoriferi, generatori di calore, pompe, ecc.), dovrà venire gestita la rotazione periodica automatica delle apparecchiature, a seconda dell'effettivo periodo di servizio. Ad esempio, tutti i gruppi di pompe dovranno essere gestiti secondo una logica di rotazione periodica, con la chiamata automatica della pompa di riserva, qualora risulti un guasto alla pompa di servizio.

9.15.3 Valvole

Il diametro nominale di tutte le valvole automatiche, così come risulta dai disegni di progetto, è da ritenersi indicativo; la Ditta esecutrice dovrà verificare tali valori, alla luce delle caratteristiche del materiale da lei scelto e fornito: K_v , perdita di carico sulle batterie di scambio termico, ecc. È richiesta un'autorità a delle valvole, calcolata come da equazione seguente, non inferiore a **0,5**.

$$a = \frac{\Delta p_v}{\Delta p_v + \Delta p_c} \quad \Delta p_v = \text{perdita di carico valvola}; \Delta p_c = \text{perdita di carico circuito regolato.}$$

In deroga a questa specifica, dovranno essere considerate autorità inferiori a 0,5 qualora l'eccessiva velocità del fluido faccia temere l'insorgere di rumorosità o di problemi funzionali della valvola.

Tutte le valvole di regolazione dovranno venire fornite con corpi in ghisa sferoidale con attacchi filettati PN 16 per dimensioni che vanno da 1/2" a 2" e con corpi in ghisa con attacchi flangiati PN 16 per dimensioni che vanno da 2 1/2" in su.

La sede e l'otturatore saranno in ottone o in acciaio, a seconda dell'impiego, con sede sostituibile; lo stelo sarà, in ogni caso, sempre in acciaio inossidabile del tipo AISI 316.

Gli organi interni di tutte le valvole (a 2 o 3 vie) dovranno essere in ottone o in acciaio inossidabile. La caratteristica delle valvole sarà *lineare* o *equipercentuale* in relazione allo schema di regolazione adottato.

Quando richiesto, o in funzione del fluido adottato nell'impianto, potranno montarsi sul corpo valvola, o sugli organi interni, accessori quali: alette di raffreddamento, guarnizioni in glicerina, ecc.

Le valvole per le quali sia previsto l'impiego a temperatura negativa dovranno prevedere, se necessario, il riscaldamento dello stelo.

9.15.4 Valvole a farfalla

Valvole a farfalla tipo WAFER, tenuta perfetta, corpo e lente in ghisa, albero in acciaio inox, membrana di tenuta in EPDM, da inserire tra flange UNI PN 16.

9.15.5 Sonde e interruttori automatici a sensore

La posizione prescelta dalla Ditta installatrice per l'installazione di tutte le sonde dovrà essere approvata dalla D.L. prima della posa in opera delle sonde stesse.

Sonde di temperatura

Il controllo della temperatura dell'aria e dell'acqua negli impianti avverrà mediante sonde di temperatura aventi le sottoindicate caratteristiche:

- le sonde devono essere del tipo **attivo** (alimentazione dal regolatore) e generare un segnale, variabile da 0 a 10 V cc, che sia direttamente proporzionale alla variazione della temperatura;
- l'elemento sensibile sarà PTC;
- il campo di misura deve essere lineare;
- il sensore sarà dotato di custodia in materiale plastico (IP 54 per canale/tubazione, IP 30 per ambiente).

Sonde di umidità

Il controllo dell'umidità dell'aria in impianti di ventilazione e condizionamento avverrà mediante sonde di umidità aventi le sottoindicate caratteristiche:

- le sonde devono essere del tipo attivo (alimentazione 15 V cc dal regolatore) e generare un segnale, variabile da 0 a 10 V cc, che sia direttamente proporzionale all'umidità relativa, in un campo 10÷90%;
- l'elemento sensibile sarà capacitivo a lamine dorate;
- il sensore sarà dotato di custodia in materiale plastico (IP 54 per canale/tubazione, IP 30 per ambiente).

Sonde di pressione e pressione differenziale

La rilevazione della pressione, o della pressione differenziale, in canali d'aria o in tubazioni dovrà essere effettuata mediante l'impiego di sonde di pressione e pressione differenziale aventi le seguenti caratteristiche:

- le sonde devono essere del tipo **attivo** (alimentazione dal regolatore) e generare un segnale, variabile da 0 a 10 V cc, che sia direttamente proporzionale alla pressione;
- l'elemento sensibile sarà a diaframma in gomma con camera/e in acciaio;
- il campo di funzionamento dovrà essere adeguato alle escursioni della variabile controllata;
- il sensore sarà dotato di custodia in alluminio o in materiale plastico (IP 54 per canale/tubazione, IP 30 per ambiente), secondo necessità di impiego.

Termostati

Il controllo della temperatura in condotte d'aria o tubazioni d'acqua del tipo ON/OFF, sarà effettuato tramite termostati aventi le seguenti caratteristiche:

- l'elemento sensibile sarà a bulbo (per termostati a capillare), a carica liquida o con polmone a tensione di vapore (per termostati ambiente), a bulbo rigido (per termostati ad inserzione diretta);
- il campo di funzionamento dovrà essere adeguato alle escursioni della variabile controllata;
- il differenziale potrà essere fisso o regolabile fra gli stadi, a seconda delle necessità di impiego;
- il riarmo sarà manuale o automatico in funzione dell'utilizzo;
- il sensore sarà dotato di custodia con grado di protezione IP 30.

Flussostati

Per il controllo del flusso dell'aria o dell'acqua in canali d'aria o tubazioni, si dovranno utilizzare flussostati aventi le caratteristiche sotto riportate:

- paletta in acciaio inox per aria, in bronzo fosforoso o in acciaio inox per acqua (in funzione della temperatura del fluido) per tubazioni da 1" a 8";
- interruttore micro spdt (in deviazione), con portata dei contatti 15 a 220 V ca;
- grado di protezione IP 43 (aria o acqua), IP 66 (acqua).

9.15.6 Modalità di posa in opera

Tutte le apparecchiature dovranno venire montate in ottemperanza alle indicazioni fornite dal costruttore.

9.15.7 Oneri particolari dell'Impresa

Prima dell'inizio dei lavori, la Ditta esecutrice dovrà sottoporre alla D.L., per approvazione, il proprio progetto, producendo gli schemi necessari a illustrare la propria soluzione proposta. Il progetto verrà valutato in sede di direzione dei lavori, fino ad addivenire ad una soluzione concordata.

10. IMPIANTI GEOTERMICI DA STRUTTURE ENERGETICHE:

10.1 Scambiatore a piastre

Scambiatore di calore a piastre ispezionabili a flussi paralleli, piastre corrugate in **AISI 316 spessore 0,5 mm** complete di guarnizioni in elastomero EPDM non incollate, tiranti in acciaio zincato e telaio in acciaio al carbonio verniciato epossidico.

Lo scambiatore dovrà essere conforme ai dati seguenti.

Tabella 20. Caratteristiche tecniche scambiatore a piastre

		Lato Caldo	Lato Freddo
Potenza termica scambiata	kW	300	
Portata	m ³ /h	51,55	51,55
Temperatura ingresso	°C	25	15
Temperatura uscita	°C	20	20
Perdite di carico	kPa	≤ 30	≤ 20
K coefficiente pulito	W/(m ² ·K)	4427	
Superficie di scambio	m ²	14,7	
Sovradimensionamento	%	8,54	
Dati termodinamici	Acqua	Acqua	Acqua
Densità	kg/m ³	996,3	997,2
Calore specifico	kJ/(kg·K)	4,19	4,19
Conducibilità termica	W/(m·K)	0,608	0,604
Direzione flusso		Controcorrente	
Materiale piastre/ spessore		AISI 316 / 0.50 mm	
Materiale guarnizioni		EPDM Clip	EPDM Clip
Materiale connessioni		Acciaio inox	Acciaio INOX
Diametro connessioni		100 mm	100 mm
Tipo connessioni		DN100 flangia DIN	
Normativa		PED, Cat.0	
Pressione di progetto	bar	10	10
Pressione di prova	bar	13	13
Temperatura di progetto	°C	80,0	80,0

Lo scambiatore dovrà essere fornito con coibentazione, costituita da un guscio smontabile rivestito in lamierino di alluminio lucido.

10.1.1 Modalità di posa in opera

Lo scambiatore dovrà venire posizionato su una zona di pavimento perfettamente piana.

11. IMPIANTI IDRICI ANTINCENDIO:

11.1 Gruppo di pompaggio antincendio

Gruppo costituito da:

- N°2 Pompe principali elettriche
- N°1 Pompa pilota Autoadescante Jet
- Quadro elettrico

Completamente assemblato in fabbrica, fornito su skid, con gli accessori di norma e qui riepilogati. La macchina è interamente prodotta e collaudata presso lo stabilimento del produttore, secondo i criteri stabiliti dalla Direttiva Europea 2006/42/CE – Direttiva macchine e a Norme UNI EN 12845 - UNI 10779.

TIPO INSTALLAZIONE: SOTTOBATTENTE

11.1.1 Funzionamento

Il funzionamento dei moduli delle pompe principali (PUMP SET) è completamente indipendente. In caso di caduta della pressione nel circuito, l'elettropompa pilota viene avviata ed arrestata automaticamente mediante un pressostato e mantiene in pressione il circuito antincendio.

In caso di caduta della pressione non compensabile dalla limitata portata della elettropompa pilota, si avvia in modo automatico la pompa principale.

Lo spegnimento della pompa principale è solo manuale, tramite interruttore posto sul relativo quadro di comando – come previsto dalla UNI EN 12845. Solo nel caso di gruppi al servizio esclusivo di impianti ad idranti secondo UNI 10779, è possibile lo spegnimento automatico delle pompe principali, secondo i criteri previsti da UNI 10779 A 1.2. Tale opzione è implementabile senza ulteriori costi a richiesta del cliente.

11.1.2 Gruppo pompa/motore

Di tipo modulare, preassemblato su basamento in profilati metallici, collegamento tramite giunto elastico spaziatore, completo di carter antinfortunistico UNI EN 12845 10.1 - N°: 2023-T-01824

Tutti i componenti principali sono verniciati di Rosso (RAL 3000).

Motore Elettrico: Asincrono TEFC - IE3 - IP55 - 2900 giri/minuto

Alimentazione 400/690 V, 50Hz

11.1.3 Colonna di mandata

DN 200 UNI EN 12845 10.5, con accessori idraulici allargati ad un diametro che consente di mantenere velocità inferiori a quelle previste dalla norma UNI EN 12845 13.2.3.

La colonna è composta dai seguenti componenti:

- N°1 valvola a farfalla di intercettazione di tipo lug con indicatore di posizione, possibilità di blocco e riduttore manuale dove richiesto.
- N°1 valvola di ritegno ispezionabile del tipo a clapet con perdite di carico ridotte
- N°1 Circuito pressostatico doppio composto da (UNI EN 12845 10.7.5.):
 - N°2 pressostati a doppia scala
 - N°1 manometro classe 1.6 Diametro 80 EN 12845:2015 8.5.2 TR/11438:2016 6.1.4

- N°1 valvola di ritegno
- N°1 rubinetto di scarico
- N°1 circuito diaframmato di ricircolo (a flusso continuo d' acqua) per il raffreddamento delle pompe principali durante il funzionamento a portata nulla e prevenire così il surriscaldamento delle pompe stesse. UNI EN 12845 10.5.

11.1.4 Collettore di mandata

In acciaio elettrosaldato e verniciato, biflangiato, completo degli attacchi alle pompe ed alle utenze, con un diametro che consente di mantenere velocità inferiori a quelle previste dalla norma UNI EN 12845 13.2.3:

- N°1 attacco per sprinkler a protezione del locale di pompaggio.
- Supporti di sostegno per evitare sollecitazioni meccaniche sulle pompe UNI EN 12845 10.1

11.1.5 Kit pompa pilota (Jockey)

Completa di:

- Elettropompa JET autoadescante
 - Motore elettrico asincrono trifase di tipo chiuso auto ventilato esternamente con rotore a gabbia IP 55, 2900 giri/min, . kW 2.2, 3+T 400V±10% 50Hz
 - Corpo e supporto: Ghisa
 - Albero: Acciaio Inox AISI 420
 - Girante: Otone
 - Tenuta meccanica: Grafite/Ceramica
- Circuito di comando composto da:
 - Pressostato a doppia scala
 - Manometro classe 1.6
 - Valvola di ritegno
 - Valvola di intercettazione
- Serbatoio a membrana da 20 l / 16 bar
- Quadro elettrico, avviamento diretto, IP54, conforme alla norma UNI EN 12845. Contatti di interfaccia a controller:
 - Troppo Tempo in moto
 - Numero eccessivo di avviamenti
 - Blocco termico

Idonea al mantenimento della pressione nell'impianto compensando eventuali perdite con portate massime compatibili con UNI EN 12845.

11.1.6 Kit aspirazione (sottobattente)

Componente da installare sul lato aspirante delle pompe principali per rispettare i requisiti della norma: "diametro minimo tubazione 65 mm, velocità massima dell'acqua nelle tubazioni di aspirazione 1,5 m/s alla portata di progetto". UNI EN 10.6.2.1.

Composto da:

- Cono eccentrico con la parte superiore orizzontale ed un angolo di apertura inferiore di 20° UNI EN 10.6.2.1 Il cono è realizzato senza spigoli ed ostruzioni, con sezioni di passaggio che abbattano la turbolenza e minimizzano con ciò le perdite di carico in aspirazione
- Manovuotometro con rubinetto
- Valvola di intercettazione a farfalla, posta sul lato con diametro maggiore (a leva fino DN100, con volantino e rid. man. per DN125 e superiori)

11.1.7 Flussimetro

Flussimetro a lettura rinviata - UNI EN 12845 8.5.2

Misuratore di portata a lettura rinviata, per installazione/orizzontale. Precisione ~ 5% su valore fondo scala. Circuito interno di ricircolo con funzione di auto pulizia

Consente la misura della portata delle pompe principali, durante il collaudo e le verifiche periodiche UNI EN 12845 20.3.2.5 – 20.3.4.2

11.1.8 Quadro Elettrico

Il quadro elettrico effettua il comando e controllo di gruppi di pompaggio con elettropompe conformi alla norma UNI EN 12845.

Gestisce elettropompe sia con avviamento diretto (Pot. < 22 kW) che stella-triangolo (Pot. ≥ 22 kW). Tutti i dati principali, legati agli eventi del gruppo di pompaggio antincendio, sono memorizzati all'interno della centralina in ordine cronologico, scaricabili tramite supporto di memoria USB.

Assemblato in cassa di lamiera verniciata con grado di protezione IP54, costruito secondo le norme CEI in vigore e conforme ai requisiti richiesti dalla norma UNI EN 12845.

I cablaggi all'interno del gruppo sono realizzati con cavi tipo FG16 OM16-0,6/1 kV, conformi rispetto alla norma aventi un comportamento alla combustione in conformità alla CEI EN 60332-1-2 e un diametro del conduttore pari ad almeno 2.5 mm² di Cu (UNI EN 12845 – 10.8.2).

11.1.9 Dati prestazionali

I gruppi di pompaggio sono costituiti da una elettropompa e una motopompa, di caratteristiche idrauliche aventi lo stesso punto di lavoro, oltre a una elettropompa jockey.

Tabella 21. Caratteristiche tecniche gruppi pompe antincendio

N.	IMPIANTO	Quantità	Prevalenza (m)	Portata (l/s)
1	IDRANTI	1	60	23,6
2	SPRINKLER	1	74	51,3

11.2 Gruppo di pompaggio water mist

Il sistema di spegnimento water mist sarà alimentato da una speciale pompa elettrica, certificata VdS.

Il gruppo di pompaggio sarà costituito da n°2 package di 3 pompe ad alta pressione ciascuno.

La pressione statica mantenuta nel sistema è di circa 25 bar; essa viene assicurata da una elettropompa jockey dedicata.

11.2.1 Pompa ad alta pressione

Unità di pompaggio modulare composta da 3 moduli e un quadro elettrico.

I moduli e l'armadio di controllo possono essere posizionati liberamente nel locale pompe, in qualsiasi posizione che soddisfi i requisiti dell'area di servizio.

Ognuna delle pompe in alta pressione è del tipo:

Pompa volumetrica a 3 pistoni in ceramica integrale, testata rinforzata in ottone stampato, carter in alluminio pressofuso trattato in cataforesi, sistema di tenuta con doppia guarnizione, albero in acciaio temprato, cuscinetti sovradimensionati a rulli/sfere. Presa di forza con albero cilindrico maschio Ø30 mm, una portata tra 99,2 e 143 l/m, una pressione massima di 130 bar.

Nell'unità pompa è sempre presente un modulo primario denominato modulo principale, dotato di sensori e valvole manuali.

La pompa ha diversi metodi di attivazione. Il gruppo pompa si attiva automaticamente, o viene attivato manualmente, sia localmente che tramite un segnale di avvio remoto. Il controller della pompa nel quadro elettrico aziona l'unità pompa con tecnologia PLC. Il sistema è progettato per avviare i moduli motore-pompa in sequenza all'attivazione, non creando così picchi di corrente elettrica troppo elevati, come avverrebbe se fossero avviati contemporaneamente.

Quando l'unità di pompaggio è in stato di standby, il pompaggio automatico di standby mantiene la pressione nella rete di distribuzione dell'acqua del sistema antincendio entro un intervallo appositamente impostato per adattarsi al sistema.

11.2.2 Dati prestazionali

Tabella 22. Caratteristiche tecniche pompa water mist

N.	Portata (l/s)	Prevalenza(m)
1	10,1	1.300

11.3 Cavo scaldante autoregolante

11.3.1 Cavo

Cavo scaldante autoregolante per mantenimento antigelo tubazioni acqua. Marchiato CE; prodotto in accordo ad ISO 9000; certificato IMQ, VDE, BS, BASEEFA, UL, FM, CSA, SAE, SEIT, NEMKI, PPL e CSTB.

Assorbimento: 10 W/m a +5°C.

Costituito da due conduttori in rame stagnato sez. 1,2 mm² con interposto nucleo semiconduttivo; due guaine in poliolefina reticolata con legame chimico-fisico permanente con interposta calza in rame stagnato per protezione meccanica e messa a terra.

- Tensione di alimentazione: 230V a.c.

- Temperatura massima d'esposizione: 65°C
- Raggio minimo di piegatura: 10 mm
- Lunghezza max circuito: 150 m
- Peso: 0,13 kg/m
- Resistenza d'isolamento: $\geq 20 \text{ M}\Omega$
- Resistenza della calza in rame stagnato: $\leq 0,010 \Omega$ al metro massimo

Il cavo dovrà essere protetto con interruttore magnetotermico con caratteristica curva C e differenziale da 30 mA e max 16A.

La connessione all'alimentazione e/o eventuali derivazioni devono essere eseguite con giunti rapidi, "sistema a freddo" IP68. Questi devono essere sigillabili (IP68) solo se le connessioni elettriche sono state eseguite a regola d'arte.

Il lato non alimentato dovrà essere sigillato con un terminale contenente uno speciale gel.

Sia le connessioni che la terminazione devono essere certificate VDE ed IMQ.

11.3.2 Termostato

Termostato per esterni IP65 come da EN 60529 con campo di regolazione da -5°C a 15°C. Con bulbo a contatto tubazione o ambiente.

Portata max: 16A max 250Vac ; Tensione : 230Vac (max 250Vac) con consumo $\leq 1,8 \text{ VA}$

Controllo visivo : tre led : verde (cavo scaldante in funzione); rosso (rottura del sensore); rosso (corto circuito del sensore)

Certificazione : CE

Sezione max cavi d'alimentazione elettrica : 2,5 mm²

Differenza di temperatura di commutazione : da 0,6 fino a 1K

Precisione : $\pm 1 \text{ K}$ a 5°C punto di taratura

Tipo di contatto: normalmente aperto

Involucro : selezione temperature all'interno ; temperatura d'esposizione : da -20°C a 50°C ; in ABS

Ingressi : 1 x M20 per cavo alimentazione ; 1 x M25 per cavo scaldante ; 1 x M16 per sensore

Sonda : PTC KTY 83-110 ; lunghezza cavo : 3 m ; \varnothing cavo sonda : 5,5 mm ; \varnothing sonda 6,5 mm ; temp. d'esposizione : 160°C.

11.3.3 Modalità di messa in opera

Dovranno essere rispettate rigorosamente le indicazioni del fabbricante.

12. IMPIANTI IDRICO SANITARI, ADDUZIONE ACQUE E SCARICO:

12.1 Dati di base

Il dimensionamento delle reti di adduzione e scarico è stato effettuato sulla base di un'ipotesi numerica dell'organico del personale presente e dei fabbisogni dell'impianto di lavaggio materiale rotabile.

In fase di progettazione esecutiva, dovrà venire rivisto il conto in base ai dati aggiornati, definendo le richieste da comunicare all'ente erogatore del servizio cittadino (SMAT).

12.2 Tubazioni in materiale termoplastico

Tubazioni in materiale plastico, con maggiore e minore memoria termica.

Queste tubazioni possono venire impiegate per la esecuzione delle reti di scarico e di ventilazione, o, in casi particolari, per le reti di adduzione dell'acqua o del gas metano, e dovranno corrispondere alle seguenti normative:

- ISO 2507, ISO 3506, UNI 7441, UNI 7447, ISO TC 138 SC1 doc. 94:
- Tubi di policloruro di vinile (PVC): tipi, dimensioni, caratteristiche, tolleranze;
- UNI 6462-69:
- Tubi di polietilene: tipi, dimensioni, caratteristiche;
- UNI 6463-69:
- Tubi di polietilene: metodi di prova;
- UNI 7055-72:
- Tubi termoplastici di polipropilene ("MOPLEN"): Sistemi di classificazione.

I tubi di **polietilene** devono presentare le seguenti caratteristiche:

massa volumica (ρ):	$\geq 0,94 \text{ kg/dm}^3$
resistenza a trazione minima:	150 kg/cm ²
allungamento a rottura minimo:	600%
temperatura di rammollimento:	124 °C

I tubi di **polipropilene** devono presentare le seguenti caratteristiche:

massa volumica (ρ):	0,92 kg/dm ³
temperatura di fusione minima:	170 °C
temperatura di impiego:	90 °C

I tubi di **PVC** devono presentare le seguenti caratteristiche:

massa volumica (ρ):	$\geq 1,4 \text{ kg/dm}^3$
modulo di elasticità:	320 kg/cm^2
temperatura di rammollimento:	$> 80 \text{ }^\circ\text{C}$

Per le reti fognarie interne ai fabbricati, per le colonne e i collettori di fognatura bianca e nera, si impiegheranno tubazioni in polietilene alta densità (GEBERIT o equivalente).

E' vietato l'impiego di tubazioni in materiale plastico diverso dal polietilene reticolare per l'adduzione di acqua calda al di sopra della temperatura di 50°C.

12.2.1 Modalità di posa in opera

Ogni operazione (trasporto, carico e scarico, accatastamento, ecc.) dovrà essere effettuata in modo da non provocare deterioramento o deformazione dei tubi, particolarmente per urti, eccessive inflessioni, ecc. e ciò specialmente alle basse temperature.

L'accatastamento dovrà essere effettuato in luogo riparato dai raggi solari e per altezza non superiore a 1,5 m.

Nel caso di tubazioni interrato, la posa e la prima parte del reinterro verranno eseguiti con l'impiego di materiale arido a granulometria minuta (possibilmente sabbia), per uno spessore di copertura non inferiore a 20 cm, costipato, curando opportunamente la protezione delle tubazioni nei riguardi dei carichi di superficie o di eventuali danneggiamenti accidentali. Lo scavo dovrà lasciare un franco laterale di 25 cm tra il tubo e le pareti dello scavo stesso.

Dovranno in particolare essere rispettate le prescrizioni riportate nella Pubblicazione n°3 dell'*Istituto Italiano dei Plastici (I.I.P.)*.

Nel caso di tubazioni esterne, il sostegno avverrà, per quelle verticali, a mezzo di collari serranti posizionati immediatamente sotto i bicchieri di collari guida posizionati lungo il resto del tubo; per quelli orizzontali, a mezzo di staffe a larga base (almeno 50 mm), interposte ogni 60-75 cm.

Dovrà comunque evitarsi che le tubazioni siano sistemate in prossimità di sorgenti di calore, o di altre tubazioni calde, specie se non coibentate.

Nel caso in cui le tubazioni siano inserite in un mobile (pareti perimetrali o servizi igienici), i supporti debbono essere progettati in modo da coordinare i fissaggi e le finiture di detti mobili.

In corrispondenza di ogni eventuale attraversamento di una superficie di compartimentazione, dovrà venire installato un manicotto REI.

12.3 Trattamento chimico dell'acqua

Di seguito i sistemi atti al trattamento chimico e/o batteriologico dell'acqua, in circuiti aperti o chiusi, con diverse finalità.

12.3.1 Prodotti chimici

Vengono qui riportate le caratteristiche dei prodotti e trattamenti da prevedere, individuando, nei diversi casi, le finalità dei trattamenti stessi ed i requisiti ai quali i prodotti dovranno rispondere.

Trattamento antincrostante

Si utilizzerà un prodotto stabilizzante, a base di sali minerali naturali, avente **caratteristiche alimentari**.

Può essere previsto, sia ad uso industriale che civile, per proteggere dalle incrostazioni calcaree e dalle corrosioni gli impianti e le apparecchiature per la distribuzione dell'acqua potabile calda e fredda, nonché i circuiti di raffreddamento con acqua a perdere. Il prodotto dovrà esplicare anche un'azione di progressivo risanamento degli impianti, eliminando residui di incrostazioni calcaree e corrosioni già esistenti.

L'uso del prodotto dovrà consentire il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- protezione dalle incrostazioni mediante la stabilizzazione dei sali di durezza;
- risanamento degli impianti dalle incrostazioni calcaree già esistenti;
- protezione dai depositi mediante la stabilizzazione degli ossidi e dei metalli pesanti;
- protezione anticorrosiva con scomparsa del fenomeno dell'acqua rossa.

Caso tipico è il trattamento dell'acqua di alimento degli impianti di produzione di acqua calda sanitaria.

Il dosaggio, variabile a seconda delle caratteristiche dell'acqua da trattare, sarà normalmente compreso tra 3 e 7 ppm.

Trattamento acqua in circuiti tecnologici chiusi

Si prevede l'impiego di un prodotto liquido, composto da una miscela di inibitori di corrosione filmanti e da agenti antincrostanti atti a mantenere puliti ed esenti da incrostazioni e corrosioni, migliorando lo scambio termico, i circuiti chiusi, anche non sigillati.

Il prodotto deve essere utilizzabile anche negli impianti che presentano dei componenti in alluminio, ottone o leghe leggere.

Il dosaggio, variabile a seconda delle caratteristiche dell'acqua da trattare, sarà normalmente da prevedere intorno a un valore indicativo di 3 kg per ogni m³ di acqua contenuto nell'impianto.

Trattamento antilegionella

Si prevede l'impiego di un prodotto biocida specificatamente formulato per la sanificazione di circuiti di distribuzione acqua fredda e calda sanitari contaminati fenomeni di proliferazione batterica es. Legionella pneumophilla, nonché per la sanificazione di superfici e contenitori in contatto con acqua destinata al consumo umano.

Si tratta di una soluzione stabilizzata a base di perossido di idrogeno e argento, che opera sfruttando l'attività disinfettante di ciascuno dei due principi attivi e l'azione sinergica che tra di essi si sviluppa. Il prodotto deve essere in grado di esplicare un'azione biocida ad ampio spettro nei confronti di microrganismi, virus, alghe, lieviti, muffe. L'azione combinata del perossido di idrogeno e

dell'argento lo rende particolarmente attivo nella demolizione del biofilm presente all'interno degli impianti.

Il prodotto non deve contenere cloro, in modo da non impartire odore all'acqua, e non generare sottoprodotti pericolosi per la salute umana; il perossido di idrogeno si trasforma in acqua e ossigeno. Il prodotto deve essere attivo anche in temperatura, così da potere essere utilizzato all'interno di circuiti alimentati da acqua fredda e calda sanitaria.

12.3.2 Apparecchiature

Stazione di dosaggio prodotti chimici

Sistema automatico di introduzione di prodotti condizionanti nelle tubazioni, proporzionalmente alla portata.

Sarà costituito da:

- pompa dosatrice ad iniezione frazionata, equipaggiata con valvola di sfiato sulla testata, valvole di dosaggio, linee di aspirazione e mandata, iniettore e filtro sull'aspirazione;
- serbatoio in polietilene a.d., stabilizzato contro gli UV, completo di coperchio;
- interruttore di livello a due stadi;
- contatore emettitore di impulsi per comando pompa dosatrice;
- centralina di comando.

La pompa dovrà essere realizzata con materiali idonei, resistenti alla corrosione da parte degli agenti chimici utilizzati.

La portata dovrà potere essere modificata manualmente, tramite l'elettronica di comando, che dovrà essere in grado di essere azionata:

- in modalità on/off;
- su segnale in corrente o in tensione;
- temporizzato su logica intera;
- a distanza (telecomando).

12.3.3 Modalità di posa in opera

Le apparecchiature dovranno essere poste in opera secondo gli schemi di progetto e le indicazioni del fornitore delle apparecchiature stesse.

Il dosaggio dei prodotti dovrà essere determinato in base all'analisi chimica dell'acqua.

Dovranno essere previsti, nei circuiti, punti di presa campioni, con valvola manuale, a valle delle stazioni di trattamento.

Laddove non siano previste stazioni di trattamento automatico, con pompe dosatrici, dovrà sempre essere predisposta una valvola con tappo cieco per l'introduzione di condizionanti mediante pompa manuale.

12.3.4 Oneri particolari dell'Impresa

È compreso tra gli oneri dell'impresa la scelta del tipo di prodotto chimico da utilizzare, da sottoporre per approvazione alla Direzione lavori, il calcolo delle quantità di prodotto necessarie, l'analisi chimica e la verifica dei risultati ottenuti con il trattamento.

12.4 Pompe di rilancio acque nere

12.4.1 Riferimenti normativi

- UNI EN ISO 9906: Pompe rotodinamiche - Prove di prestazioni idrauliche e criteri di accettazione -Livelli 1, 2 e 3 (ex Metodi di prova e condizioni di accettazione pompe secondo norma UNI-ISO 2548-C)
- Norme CEI per componenti elettrici.

12.4.2 Caratteristiche tecniche

Pompa trituratrice, anello di usura facilmente sostituibile montato sulla bocca di aspirazione. Costruzione in ghisa con trattamento delle superfici che sono a contatto con il liquido da pompare con primer alchidico e finitura esterna con vernice al clorocaucciù.

Le pompe saranno provviste di valvola di flussaggio, per evitare l'accumulo di solidi sospesi o detriti del fluido vasca.

Girante bilanciata dinamicamente mono o bicanale, in funzione delle prestazioni richieste.

Motore asincrono a gabbia di scoiattolo con avvolgimento a 2, 4, o 6 poli, fattore di servizio S1; avvolgimento dello statore secondo la classe di isolamento F; massimo numero di avviamenti/ora 15, con protezione termica incorporata nell'avvolgimento dello statore.

Alloggio statore dotato di alette di raffreddamento. La pompa viene raffreddata dall'aria o dal liquido circostante.

Albero comune per pompa e motore, con tenute meccaniche di costruzione compatta; l'albero forma un'unica unità con il rotore bilanciato dinamicamente. Due tenute meccaniche operano indipendentemente una dall'altra e assicurano il perfetto isolamento tra il motore e la parte idraulica. Alle due estremità l'albero è supportato da due robusti cuscinetti a sfera preingrassati.

Serbatoio olio morsettiera a tenuta stagna; entrata cavo a tenuta, con sistema di sicurezza che annulla i carichi eccessivi di trazione del cavo.

Dotazione di cavo elettrico sommergibile di lunghezza e sezione adeguata.

Apparecchiature elettriche rispondenti alle norme CEI 70-1 (IEC 529) con grado IP 68 ed alle norme CEI 2-16 (IEC 34-5) con grado di protezione IP 58.

Ogni pompa è dotata di speciale piede di accoppiamento installato sul fondo vasca e di sistema scorrevole con guide e catena per il sollevamento.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento al riepilogo sottostante e agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Tabella 23. Caratteristiche tecniche pompa acque nere

N.	Quantità	Prevalenza (m)	Portata (l/s)
1	2	20*	1,94

Nota*: prevalenza da confermare in relazione al punto di recapito in fognatura finale selezionato.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

13. IMPIANTI DI AGGOTTAMENTO IN PRESSIONE E DRENAGGIO ACQUE A GRAVITÀ

13.1 Descrizione architettura del sistema

INTRODUZIONE

L'impianto di aggotamento delle acque di Deposito sarà costituito da tre vasche di accumulo posizionate al livello -2. Le vasche saranno corredate di pompe di rilancio che indirizzeranno lo scarico verso la camera sifonata (inclusa nel presente appalto) e relativa connessione alla rete fognaria cittadina mediante interposizione delle tubazioni di risalita corredate di valvole di non ritorno e sezionamento.

Le pompe avranno la caratteristica di resistenza corrispondente alla tipologia delle acque collezionate ed ai residui in esse contenute; pertanto, avranno la caratteristica di trituratrice (per i punti bassi della vasca) e di rilancio con idonei sistemi di flusso della girante.

L'impianto risponderà anche al contesto emergenziale, ossia all'attivazione dell'impianto antincendio di Deposito quando le acque risultanti in vasca dovranno essere poi smaltite dall'impianto di aggotamento. Il dimensionamento risponde, in prima istanza, al caso relativo al funzionamento normale, consentendo un numero di attivazioni consono alla tipologia di pompe (sarà in ogni caso operata una rotazione delle unità attivate per mezzo di un PLC dedicato), senza compromettere l'azione delle squadre di intervento in Deposito in caso di incendio.

All'interno delle vasche di aggotamento è dunque presente un sistema di sollevamento delle portate drenate. Tale sistema sarà composto da un numero opportuno di elettropompe in grado di sollevare le portate raccolte fino al recettore finale individuato.

Sulla base dei dati relativi agli accumuli idrici derivati dalle precipitazioni e dall'attivazione del sistema antincendio (per il cui calcolo si rimanda alla relazione idraulica generale) si prevede l'utilizzo di:

- n° 2 pompe (P1 e P2) per il rilancio della portata di aggotamento con portata pari a 50 m³/h;
- n° 1 pompa di rilancio (P3) con funzione trituratrice e capacità di eliminazione delle parti solide che potrebbero accumularsi nella parte più bassa della vasca, con portata pari a 20 m³/h

L'obiettivo è quello di:

- Rilanciare le acque di lavaggio del materiale rotabile, livello -2;

- Rilanciare le acque di piattaforma relative al livello -2;
- Rilanciare le acque meteoriche provenienti dai livelli superiori e dalle griglie di ventilazione del pozzo Rebaudengo;
- Rilanciare gli accumuli idrici relativi all'attivazione dell'impianto antincendio

Le pompe saranno corredate di un quadro elettrico di comando e controllo che ne regolerà il funzionamento.

Le pompe si attiveranno in maniera sequenziale a seconda del livello dell'acqua in vasca misurato mediante sonde di livello e interruttori a galleggiante.

La prima pompa ad attivarsi sarà sempre la pompa trituratrice così da ridurre il rischio di immettere nelle tubazioni di risalita corpi solidi.

13.2 Pompe di rilancio portata di aggotamento

13.2.1 Riferimenti normativi

- UNI EN ISO 9906: Pompe rotodinamiche - Prove di prestazioni idrauliche e criteri di accettazione -Livelli 1, 2 e 3 (ex Metodi di prova e condizioni di accettazione pompe secondo norma UNI-ISO 2548-C)
- Norme CEI per componenti elettrici.

13.2.2 Caratteristiche tecniche

Corpo pompa con passaggio libero uniforme per evitare intasamenti, anello di usura facilmente sostituibile montato sulla bocca di aspirazione. Costruzione in ghisa con trattamento delle superfici che sono a contatto con il liquido da pompare con primer alchidico e finitura esterna con vernice al clorocaucciù.

Le pompe saranno provviste di valvola di flussaggio, per evitare l'accumulo di solidi sospesi o detriti del fluido vasca.

Girante bilanciata dinamicamente mono o bicanale, in funzione delle prestazioni richieste.

Motore asincrono a gabbia di scoiattolo con avvolgimento a 2, 4, o 6 poli, fattore di servizio S1; avvolgimento dello statore secondo la classe di isolamento F; massimo numero di avviamenti/ora 15, con protezione termica incorporata nell'avvolgimento dello statore.

Alloggio statore dotato di alette di raffreddamento. La pompa viene raffreddata dall'aria o dal liquido circostante.

Albero comune per pompa e motore, con tenute meccaniche di costruzione compatta; l'albero forma una unica unità con il rotore bilanciato dinamicamente. Due tenute meccaniche operano indipendentemente una dall'altra e assicurano il perfetto isolamento tra il motore e la parte idraulica. Alle due estremità l'albero è supportato da due robusti cuscinetti a sfera preingrassati.

Serbatoio olio morsettiera a tenuta stagna; entrata cavo a tenuta, con sistema di sicurezza che annulla i carichi eccessivi di trazione del cavo.

Dotazione di cavo elettrico sommergibile di lunghezza e sezione adeguata.

Apparecchiature elettriche rispondenti alle norme CEI 70-1 (IEC 529) con grado IP 68 ed alle norme CEI 2-16 (IEC 34-5) con grado di protezione IP 58.

Ogni pompa è dotata di speciale piede di accoppiamento installato sul fondo vasca e di sistema scorrevole con guide e catena per il sollevamento.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali fare riferimento al riepilogo sottostante e agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

Tabella 24. Caratteristiche tecniche pompe di aggotamento

N.	Vasca nr.	Quantità	Prevalenza (m)	Portata (l/s)
1	1	2	20*	14,0
2	2	2	20*	14,0
3	3	2	20*	14,0

Nota*: prevalenza da confermare in relazione al punto di recapito in fognatura finale selezionato.

13.3 Pompe con funzione trituratrice

13.3.1 Riferimenti normativi

- UNI EN ISO 9906: Pompe rotodinamiche - Prove di prestazioni idrauliche e criteri di accettazione -Livelli 1, 2 e 3 (ex Metodi di prova e condizioni di accettazione pompe secondo norma UNI-ISO 2548-C)
- Norme CEI per componenti elettrici.

13.3.2 Caratteristiche tecniche

Pompa trituratrice, anello di usura facilmente sostituibile montato sulla bocca di aspirazione. Costruzione in ghisa con trattamento delle superfici che sono a contatto con il liquido da pompare con primer alchidico e finitura esterna con vernice al clorocaucciù.

Le pompe saranno provviste di valvola di flussaggio, per evitare l'accumulo di solidi sospesi o detriti del fluido vasca.

Girante bilanciata dinamicamente mono o bicanale, in funzione delle prestazioni richieste.

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"
 Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6
 Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

Motore asincrono a gabbia di scoiattolo con avvolgimento a 2, 4, o 6 poli, fattore di servizio S1; avvolgimento dello statore secondo la classe di isolamento F; massimo numero di avviamenti/ora 15, con protezione termica incorporata nell'avvolgimento dello statore.

Alloggio statore dotato di alette di raffreddamento. La pompa viene raffreddata dall'aria o dal liquido circostante.

Albero comune per pompa e motore, con tenute meccaniche di costruzione compatta; l'albero forma un'unica unità con il rotore bilanciato dinamicamente. Due tenute meccaniche operano indipendentemente una dall'altra e assicurano il perfetto isolamento tra il motore e la parte idraulica. Alle due estremità l'albero è supportato da due robusti cuscinetti a sfera preingrassati.

Serbatoio olio morsettiera a tenuta stagna; entrata cavo a tenuta, con sistema di sicurezza che annulla i carichi eccessivi di trazione del cavo.

Dotazione di cavo elettrico sommergibile di lunghezza e sezione adeguata.

Apparecchiature elettriche rispondenti alle norme CEI 70-1 (IEC 529) con grado IP 68 ed alle norme CEI 2-16 (IEC 34-5) con grado di protezione IP 58.

Ogni pompa è dotata di speciale piede di accoppiamento installato sul fondo vasca e di sistema scorrevole con guide e catena per il sollevamento.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali nei singoli manufatti fare riferimento al riepilogo sottostante e agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari tutte le ulteriori prestazioni e somministrazioni necessarie per dare le apparecchiature in opera complete e montate a regola d'arte. In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- disegni d'assieme e di installazione;
- dichiarazione di conformità;
- certificati delle prove di accettazione;
- elenco delle parti di ricambio consigliate per la messa in servizio e per due anni di esercizio e degli attrezzi specifici per effettuare interventi di riparazione.

Tabella 25. Caratteristiche tecniche pompe di aggotamento trituratrici

N.	Vasca nr.	Quantità	Prevalenza (m)	Portata (l/s)
1	1	1	20*	5,5
2	2	1	20*	5,5
3	3	1	20*	5,5

Nota*: prevalenza da confermare in relazione al punto di recapito in fognatura finale selezionato.

13.4 Tubazioni in acciaio zincato e tubazioni in materiale plastico

Per le caratteristiche fare riferimento al paragrafo dedicato al capitolo 12

13.5 Valvole

Per le caratteristiche fare riferimento al paragrafo dedicato al capitolo 9

13.6 Regolatori di livello

- CEI EN 61058-1: Interruttori per apparecchi Parte 1 Prescrizioni generali

13.6.1 Caratteristiche tecniche

Tipo a sonda con sensore piezoresistivo con caratteristiche di resistenza idonee ai liquidi utilizzati con peso specifico compreso tra 0,65-1,5 kg/dm³ (a seconda delle applicazioni) e temperature 0-60°C. Cavo in PVC di lunghezza minima compresa tra 10-20 m (a seconda della tipologia di pompa: aggettamento accessi, vasca principale), grado di protezione IP 68.

Per le caratteristiche tecniche prestazionali fare riferimento agli elaborati specifici di progetto quali relazioni generali, relazioni di calcolo e elaborati grafici di ogni singolo manufatto.

Si devono intendere incluse e, quindi, compensate dai prezzi unitari, tutte le prestazioni e somministrazioni necessarie per dare i materiali in opera completi e montati a regola d'arte.

Sono comprese nella fornitura tutte le attrezzature per il calaggio e sollevamento delle pompe costituito da sistema di sospensione a catena e posizionamento.

In via indicativa, ma non esaustiva, è a carico dell'Appaltatore la fornitura della seguente documentazione:

- certificato di prova;
- manuali di montaggio, esercizio e manutenzione;
- disegni di insieme e di dettaglio delle installazioni;

14. IMPIANTI MECCANICI INDUSTRIALI

14.1 COMPRESSORI D'ARIA

È previsto l'impiego di compressori rotativi a camme **oil-free** full-feature con azionamento a velocità variabile. Le macchine integreranno anche essiccatori d'aria.

14.1.1 Funzionamento

L'aria viene aspirata nel compressore attraverso il filtro di aspirazione in cui l'aria viene pulita. Successivamente, l'aria passa attraverso una valvola a farfalla dotata di una valvola di scarico integrata, che gestisce la regolazione del carico/vuoto. L'aria passa quindi allo stadio di compressione.

Nel primo stadio di compressione, la pressione dell'aria viene aumentata fino al valore della pressione intermedia, dopodiché l'aria viene raffreddata nell'intercooler. Dall'intercooler, l'aria passa attraverso un sistema di separazione dell'umidità prima di entrare nello stadio di alta pressione.

Nello stadio di alta pressione, la pressione viene portata al valore della pressione finale. All'uscita da questa fase di alta pressione, l'aria passa tramite lo smorzatore di pulsazioni dotato di valvola di non ritorno integrata e va verso il refrigeratore finale, dove viene raffreddata e dove l'umidità viene separata ed eliminata. L'aria compressa esce quindi dal compressore tramite la flangia del raccordo di scarico.

L'aria compressa umida raffreddata viene ora miscelata con il 40% dell'aria di rigenerazione raffreddata ed entra nell'essiccatore. L'aria compressa secca con punto di rugiada garantito è ora pronta per l'uso nell'applicazione.

La pompa dell'olio aspira l'olio dalla coppa e lo pompa attraverso il radiatore dell'olio e il filtro ad alta efficienza, per fornire olio freddo e pulito ai cuscinetti, agli ingranaggi e alle camicie dell'elemento compressore. Durante l'intero processo, l'olio non entra in contatto con l'aria, garantendo così aria completamente oil-free.

14.1.2 Compressori

I compressori saranno del tipo **a vite** oil-free, caratterizzati da camere di compressione completamente prive di olio.

14.1.3 Circuito dell'aria

- Silenziatore della presa d'aria
- Filtro di aspirazione aria
- Valvola di aspirazione a farfalla con valvola e silenziatore di scarico integrati
- Elemento a bassa pressione ed elemento ad alta pressione
- Intercooler e refrigeratore finale
- Separatori d'acqua con separatore di umidità
- Scarichi elettronici
- Valvole di sicurezza per alta pressione
- Smorzatore di pulsazioni
- Valvola di non ritorno
- Flange di collegamento DIN, ANSI e JIS

- Versione Full-Feature (FF) - Essiccatore MD integrato o ID, comprensivo di motore, scatola ingranaggi, rotore di essiccazione, refrigeratore dell'aria di rigenerazione raffreddato ad acqua e separatore d'acqua con scarico elettronico

14.1.4 Sistema di azionamento e circuito olio

- Motore di azionamento principale a velocità variabile efficiente
- Giunto flessibile in gomma
- Pompa dell'olio volumetrica integrata
- Vetro spia di livello dell'olio
- Filtro dell'olio ad alta efficienza
- Radiatore dell'olio
- Valvola di regolazione della pressione dell'olio
- Scatola ingranaggi con ingranaggi scalati di precisione e sfiato dei fumi d'olio

14.1.5 Controllo e monitoraggio

- Pannello di controllo e armadio elettrico di alta qualità con classificazione SCCR
- Convertitore di frequenza integrato NEOS (eccezioni per alcuni modelli con azionamento Sinamics Siemens)
- Controller a microprocessore Touch
- Sensori di pressione e temperatura
- Comando a solenoide della valvola a farfalla
- Connettività SMARTlink

14.1.6 Dati prestazionali

Portata nominale FAD: 5,8 m³/min
Potenza elettrica motore: 37 kW

15. SOSTEGNI E SUPPORTI

15.1 IMPIANTI TERMICI E IDRAULICI

15.1.1 Riferimenti normativi

Studio sollecitazioni sismiche in riferimento a:

- Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 17/01/18 - par. 7.2.3 e par. 7.2.4
- Circolare Applicativa delle nuove tecniche per le costruzioni approvate con il D.M. 17/01/18 - par. C7.2.3 e par. C7.3.3.2.

15.1.2 Documentazione

- Relazione tecnica con dettagli inerenti il dimensionamento statico e sismico dei supporti per impianti eseguita con software certificato, approvata da tecnico abilitato.
- Schema di montaggio relativo al caso specifico e dettaglio costruttivo del supporto statico e sismico
- Relazione tecnica con dettagli inerenti al dimensionamento di ancoraggi meccanici e/o chimici eseguiti con software certificato, approvata da tecnico abilitato. La relazione dovrà contenere dettagli inerenti alle verifiche di trazione, di taglio e dell'azione combinata di taglio e trazione, e uno schema quotato relativo al caso specifico

15.2 Caratteristiche costruttive

- Lo staffaggio sarà costituito da sistemi modulari per applicazioni medio-pesanti.
- I binari utilizzati dovranno essere in acciaio S250 GD secondo UNI EN 10326 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori), con sezione a C nervata con bordi seghettati per favorire l'ingranamento con i bulloni di montaggio e protetti attraverso zincatura sendzimir di spessore minimo 20 micron.
- Tutti gli elementi di collegamento necessari dovranno essere in acciaio S235 JR secondo la UNI EN 10025 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori), realizzati con lamiera di spessore 4 mm con zincatura sendzimir di spessore 13 micron.
- Il fissaggio di accessori (angolari, basi binario, ecc.), su binari per sistemi di installazione, dovrà avvenire mediante bullone di collegamento universale zincato, con vite M10 in acciaio classe 8.8 e testa a martello già assemblate e con zigrinatura interna per consentire l'ingranamento sulla piegatura dei profili a C e per garantire resistenza a trazione e al taglio.
- La tubazione dovrà essere supportata da idonei collari in acciaio zincato S235 JR secondo UNI EN 10025 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori) o in acciaio zincato DD11 secondo UNI EN 10111 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori), che saranno vincolati ai binari tramite dadi a martello zincati e filettati internamente, idonei all'inserimento di barre filettate su profili per sistemi di installazione.

- La controventatura sismica trasversale e longitudinale sarà realizzata mediante:
- Angolare sismico in acciaio S275JR secondo UNI EN 10025-2 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori), realizzati con lamiera di spessore pari a minimo 4 mm con, con alette laterali con foro circolare diametro per consentire il fissaggio delle cerniere sismiche per controventature realizzate con binari o barre filettate. L'angolare è asolato con fori "a farfalla" per consentire l'aggancio a profili a C con bulloni di collegamento universali per sistemi di installazione; è fornito di una piegatura laterale ed un dente di innesto frontale che consentono di migliorare la tenuta del collegamento con il binario di montaggio a C. L'angolare si completa con una staffa di rinforzo ad U che consente di avvolgere il binario di montaggio longitudinale sottostante e viene fissato all'angolare attraverso doppio collegamento bullonato.
- Cerniera sismica preassemblata in acciaio S275 JR secondo la UNI EN 10025 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori). Costituita da due parti: la parte superiore, di spessore 4 mm, presenta uno o due fori asolati 35x19 mm "a farfalla" per consentire l'aggancio a profili a C con bulloni di collegamento universali; la parte inferiore, di spessore 6mm, presenta un foro circolare (diametro 11,5mm o 13,6mm) ed è collegata alla parte superiore attraverso collegamento bullonato.

15.3 Sistema di fissaggio

- Il sistema è costituito da:
- ancorante meccanico a vite per il fissaggio di elementi in acciaio strutturale su calcestruzzo per applicazioni su spessori e/o distanze dal bordo e/o interassi ridotti, il quale dovrà possedere marcatura CE e valutazione ETA, in categoria sismica C2 per i supporti sismo-resistenti
- ancorante meccanico sismico per il fissaggio di elementi in acciaio strutturale su calcestruzzo per applicazioni su spessori e/o distanze dal bordo e/o interassi ridotti. L'ancorante meccanico dovrà possedere marcatura CE e valutazione ETA, in categoria sismica C2. Il foro andrà realizzato mediante roto-percussione o mediante carotatrice o con sistemi di foratura automatica. Lo spazio anulare tra tassello e foro potrà essere riempito mediante utilizzo di riempimento sismico.

15.4 Criteri di posizionamento ed installazione

- Interassi staffaggi antisismici secondo "SMACNA" - *Seismic restraint Manual for Mechanical Systems*. Nel caso di impianti termoidraulici si riporta estratto del suddetto manuale:

Table 8-3 Steel and Copper Pipe with Welded, Brazed, Grooved, or Screwed Connections

Maximum Seismic Acceleration Input (g)	Maximum Transverse Brace Spacing, ft (m)	Maximum Longitudinal Brace Spacing, ft (m)
0.25	50 (15.2)	80 (24.4)
0.50	40 (12.2)	80 (24.4)
1.0	40 (12.2)	80 (24.4)
2.0	20 (6.1)	40 (12.2)

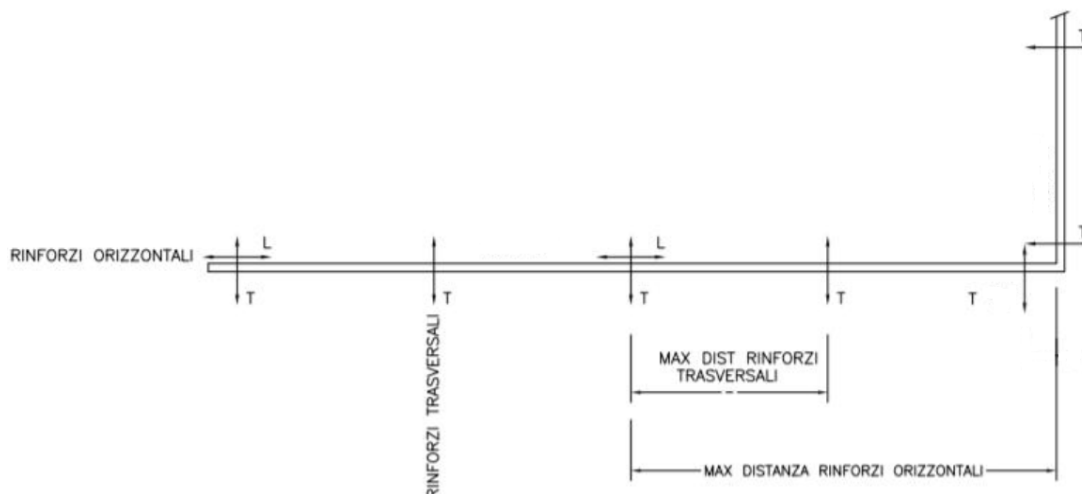
Table 8-4 PVC or PVDF Pipe with Solvent-Welded Connections

Maximum Seismic Acceleration Input (g)	Maximum Transverse Brace Spacing, ft (m)	Maximum Longitudinal Brace Spacing, ft (m)
0.25	25 (7.6)	40 (12.2)
0.50	20 (6.1)	40 (12.2)
1.0	20 (6.1)	40 (12.2)
2.0	10 (3.0)	20 (6.1)

Table 8-5 No-Hub Pipe with Shield and Clamp Connections

Maximum Seismic Acceleration Input (g)	Maximum Transverse Brace Spacing, ft (m)	Maximum Longitudinal Brace Spacing, ft (m)
0.25	25 (7.6)	40 (12.2)
0.50	20 (6.1)	40 (12.2)
1.0	20 (6.1)	40 (12.2)
2.0	10 (3.0)	20 (6.1)

- La disposizione delle staffe lungo le linee dovrà essere definita in funzione delle reali rigidzze degli elementi staffati. Si dovrà, inoltre, prevedere un'adeguata distribuzione delle staffe per evitare effetti torsionali e deformativi sugli elementi staffati che possano compromettere la funzionalità dello stesso.
- Si richiede comunque di posizionare staffe sismiche all'inizio ed alla fine di ogni tratto rettilineo e ad ogni cambio di direzione della linea di impianto. A titolo esemplificativo, si riporta in Figura un esempio di posizionamento dei controventi



15.5 Collaudi e Certificazioni

- Valutazione ETA- 98/0001 e Marcatura CE per ancorante meccanico sismico per applicazioni su calcestruzzo fessurato e non fessurato per carichi statici e sismici in alta sismicità (ETA C2) per applicazioni su foro eseguito a roto-percussione
- Valutazione ETA-13/1038 e Marcatura CE per ancorante a vite per applicazioni su calcestruzzo fessurato e non fessurato per carichi statici e sismici in alta sismicità (ETA C2) per applicazioni su foro eseguito a roto-percussione
- Esecuzione di test in situ con tester per la determinazione della qualità dell'applicazione in opera di ancoraggi fissati su supporto in calcestruzzo mediante prove non-distruttive, in accordo alle linee guida BS. Dovranno essere eseguiti test su un numero $\geq 5\%$ del totale degli ancoraggi installati con un numero minimo ≥ 3 . I tester dovranno essere dotati di opportuno sensore di spostamento e supporto distanziatore. Si dovrà fornire idonea documentazione corredata di grafici carico-spostamento e rilievo fotografico.

15.6 SISTEMA DI SUPPORTO SISMO-RESISTENTE PER IMPIANTI DI VENTILAZIONE

15.6.1 Riferimenti normativi

- Studio sollecitazioni sismiche in riferimento a:
- Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 17/01/18 - par. 7.2.3 e par. 7.2.4
- Circolare Applicativa delle nuove tecniche per le costruzioni approvate con il D.M. 17/01/18 - par. C7.2.3 e par. C7.3.3.2.

15.6.2 Documentazione

- Relazione tecnica con dettagli inerenti il dimensionamento statico e sismico dei supporti per impianti eseguita con software certificato, approvata da tecnico abilitato.
- Schema di montaggio relativo al caso specifico e dettaglio costruttivo del supporto statico e sismico
- Relazione tecnica con dettagli inerenti al dimensionamento di ancoraggi meccanici e/o chimici eseguiti con software certificato, approvata da tecnico abilitato. La relazione dovrà contenere dettagli inerenti alle verifiche di trazione, di taglio e dell'azione combinata di taglio e trazione, e uno schema quotato relativo al caso specifico

15.7 Caratteristiche costruttive

- Lo staffaggio sarà costituito da sistemi modulari per applicazioni medio-pesanti.
- I binari utilizzati dovranno essere in acciaio S250 GD secondo UNI EN 10326 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori), con sezione a C nervata con bordi seghettati per favorire l'ingranamento con i bulloni di montaggio e protetti attraverso zincatura sendzimir di spessore 20 micron.

- Tutti gli elementi di collegamento necessari dovranno essere in acciaio S235 JR secondo la UNI EN 10025 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori), realizzati con lamiera di spessore 4 mm con zincatura sendzimir di spessore minimo 13 micron.
- Il fissaggio di accessori (angolari, basi binario, ecc.) su binari per sistemi di installazione dovrà avvenire mediante bullone di collegamento universale zincato, con vita e testa a martello già assemblate e con zigrinatura interna per consentire l'ingranamento sulla piegatura dei profili a C e per garantire resistenza a trazione e al taglio.
- La controventatura sismica trasversale e longitudinale sarà realizzata mediante:
 - Angolare sismico in acciaio S275JR secondo UNI EN 10025-2 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori), realizzati con lamiera di spessore pari a 4 mm con, con alette laterali con foro circolare per consentire il fissaggio delle cerniere sismiche per controventature realizzate con binari o barre filettate. L'angolare è asolato con fori "a farfalla" per consentire l'aggancio a profili a C con bulloni di collegamento universali per sistemi di installazione; è fornito di una piegatura laterale ed un dente di innesto frontale che consentono di migliorare la tenuta del collegamento con il binario di montaggio a C. L'angolare si completa con una staffa di rinforzo ad U che consente di avvolgere il binario di montaggio longitudinale sottostante e viene fissato all'angolare attraverso doppio collegamento bullonato.
 - Cerniera sismica preassemblata in acciaio S275 JR secondo la UNI EN 10025 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori). Costituita da due parti: la parte superiore, di spessore minimo 4 mm, presenta uno o due fori asolati "a farfalla" per consentire l'aggancio a profili a C con bulloni di collegamento universali; la parte inferiore, di spessore minimo 6mm, presenta un foro circolare ed è collegata alla parte superiore attraverso collegamento bullonato.

15.8 Sistema di fissaggio

- Il sistema è costituito da:
 - ancorante meccanico a vite per il fissaggio di elementi in acciaio strutturale su calcestruzzo per applicazioni su spessori e/o distanze dal bordo e/o interassi ridotti, il quale dovrà possedere marcatura CE e valutazione ETA, in categoria sismica C2 per i supporti sismo-resistenti
 - ancorante meccanico sismico per il fissaggio di elementi in acciaio strutturale su calcestruzzo per applicazioni su spessori e/o distanze dal bordo e/o interassi ridotti. L'ancorante meccanico dovrà possedere marcatura CE e valutazione ETA, in categoria sismica C2. Il foro andrà realizzato mediante roto-percussione o mediante carotatrice o con sistemi di foratura automatica. Lo spazio anulare tra tassello e foro potrà essere riempito mediante utilizzo di riempimento sismico.

15.9 Criteri di posizionamento ed installazione

- Interassi staffaggi antisismici secondo "SMACNA" - Seismic restraint Manual for Mechanical Systems. Nel caso di impianti di ventilazione si riporta estratto del suddetto manuale:

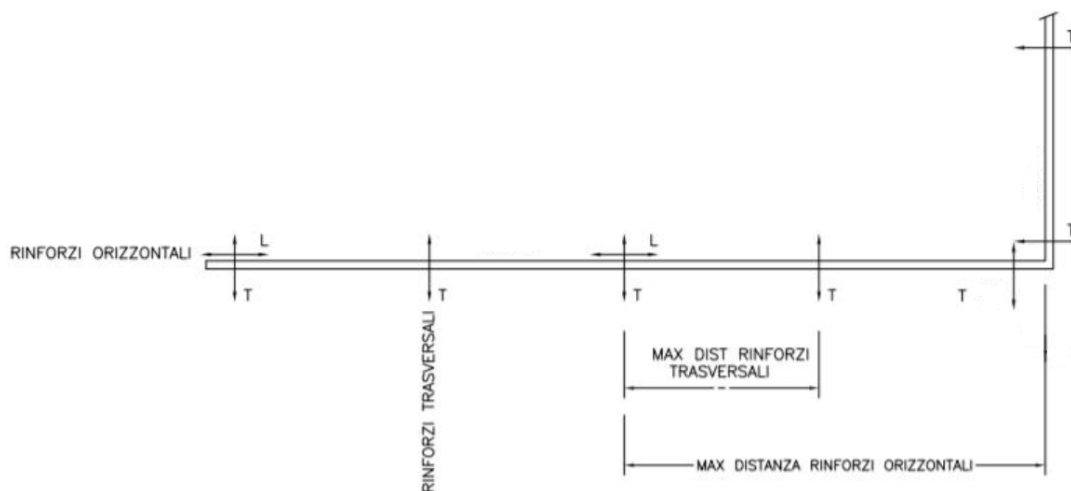
Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

- II. Transverse bracing shall be provided at 30 ft. maximum spacing for ducts conforming to SMACNA standards.
- III. Longitudinal bracing shall be provided at 60 ft. maximum spacing for ducts conforming to SMACNA standards.
- IV. Fiberglass, Plastic or other duct constructed of non-ductile material, shall have the brace spacing reduced to one-half of the maximum spacing for transverse and longitudinal braces listed above.

- La disposizione delle staffe lungo le linee dovrà essere definita in funzione delle reali rigidzze degli elementi staffati. Si dovrà, inoltre, prevedere un'adeguata distribuzione delle staffe per evitare effetti torsionali e deformativi sugli elementi staffati che possano compromettere la funzionalità dello stesso.
- Si suggerisce comunque di posizionare staffe sismiche all'inizio ed alla fine di ogni tratto rettilineo e ad ogni cambio di direzione della linea di impianto. Si riporta in Figura un esempio di posizionamento:



15.10 Collaudi e Certificazioni

- Valutazione ETA- 98/0001 e Marcatura CE per ancorante meccanico sismico per applicazioni su calcestruzzo fessurato e non fessurato per carichi statici e sismici in alta sismicità (ETA C2) per applicazioni su foro eseguito a roto-percussione.
- Valutazione ETA-13/1038 e Marcatura CE per ancorante a vite per applicazioni su calcestruzzo fessurato e non fessurato per carichi statici e sismici in alta sismicità (ETA C2) per applicazioni su foro eseguito a roto-percussione.
- Esecuzione di test in situ con tester per la determinazione della qualità dell'applicazione in opera di ancoraggi fissati su supporto in calcestruzzo mediante prove non-distruttive, in accordo alle linee guida BS. Dovranno essere eseguiti test su un numero $\geq 5\%$ del totale degli ancoraggi installati con un numero minimo ≥ 3 . I tester dovranno essere dotati di opportuno sensore di spostamento e supporto distanziatore. Si dovrà fornire idonea documentazione corredata di grafici carico-spostamento e rilievo fotografico.

15.11 SISTEMA DI SUPPORTO SISMO-RESISTENTE PER IMPIANTI ANTINCENDIO

15.11.1 Riferimenti normativi

- Studio sollecitazioni sismiche in riferimento a:
 - Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni D.M. 17/01/18 - par. 7.2.3 e par. 7.2.4
 - Circolare Applicativa delle nuove tecniche per le costruzioni approvate con il D.M. 17/01/18 - par. C7.2.3 e par. C7.3.3.2.
 - UNI 1607479 – Sistemi automatici sprinkler

- Studio sovraccarichi di progetto secondo:
 - UNI EN 12045 per rete sprinkler
 - UNI EN 10779 per rete idranti
 - Disposizione controventi secondo Linee Guida per la Riduzione della Vulnerabilità Sismica dell'Impiantistica Antincendio

15.11.2 Documentazione

- Relazione tecnica con dettagli inerenti il dimensionamento statico e sismico dei supporti per impianti eseguita con software certificato, approvata da tecnico abilitato.
- Schema di montaggio relativo al caso specifico e dettaglio costruttivo del supporto statico e sismico
- Relazione tecnica con dettagli inerenti al dimensionamento di ancoraggi meccanici e/o chimici eseguiti con software certificato, approvata da tecnico abilitato. La relazione dovrà contenere dettagli inerenti alle verifiche di trazione, di taglio e dell'azione combinata di taglio e trazione, e uno schema quotato relativo al caso specifico

15.12 Caratteristiche costruttive

- Lo staffaggio sarà costituito da sistemi modulari per applicazioni medio-pesanti.
- La tubazione dovrà essere supportata da idonei ganci per tubazioni (collari a pera) realizzati in lamiera galvanizzata da 1,5 a 2,5 mm di spessore, ad aggancio rapido e con omologazione FM, in acciaio zincato DX51D Z275 secondo DIN EN 10327, o da collari in acciaio zincato S235JRG secondo UNI EN 10025 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori), filettati internamente, idonei all'inserimento di barre filettate.
- I carichi orizzontali dovranno essere sostenuti da collari in acciaio zincato S235JRG secondo UNI EN 10025 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori) o da idonei collari in acciaio zincato S235 JR secondo UNI EN 10025 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori) o in acciaio zincato

DD11 secondo UNI EN 10111 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori).

- La controventatura sismica trasversale e longitudinale sarà realizzata mediante barre filettate e cerniere sismiche in acciaio zincato elettroliticamente S275JR secondo UNI EN 10025 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori).
- I binari, se utilizzati, dovranno essere in acciaio S250 GD secondo UNI EN 10326, con sezione a C nervata, con bordi seghettati per favorire l'ingranamento con i bulloni di montaggio e protetti attraverso zincatura sendzimir di spessore minimo 20 micron.
- Tutti gli elementi di collegamento necessari dovranno essere in acciaio S235 JR secondo la UNI EN 10025 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori), realizzati con lamiera di spessore 4 mm con zincatura sendzimir di spessore minimo 13 micron.
- Il fissaggio di accessori (angolari, basi binario, ecc.) su binari per sistemi di installazione dovrà avvenire mediante bullone di collegamento universale, con vite con testa a martello già assemblate e con zigrinatura interna per consentire l'ingranamento sulla piegatura dei profili a C e per garantire resistenza a trazione e al taglio.

15.13 Sistema di fissaggio

- Il sistema è costituito da:
- ancorante meccanico a vite per il fissaggio di elementi in acciaio strutturale su calcestruzzo per applicazioni su spessori e/o distanze dal bordo e/o interassi ridotti, il quale dovrà possedere marcatura CE e valutazione ETA, in categoria sismica C2 per i supporti sismo-resistenti
- ancorante meccanico sismico per il fissaggio di elementi in acciaio strutturale su calcestruzzo per applicazioni su spessori e/o distanze dal bordo e/o interassi ridotti. L'ancorante meccanico dovrà possedere marcatura CE e valutazione ETA, in categoria sismica C2. Il foro andrà realizzato mediante roto-percussione o mediante carotatrice o con sistemi di foratura automatica. Lo spazio anulare tra tassello e foro potrà essere riempito mediante utilizzo di riempimento sismico.

15.14 Criteri di posizionamento ed installazione

- Interassi staffaggi antisismici secondo "Linee di indirizzo per la riduzione della vulnerabilità sismica dell'impiantistica antincendio":

Metropolitana Automatica di Torino - Linea 2
 Tratta funzionale 1: "Politecnico – Rebaudengo"

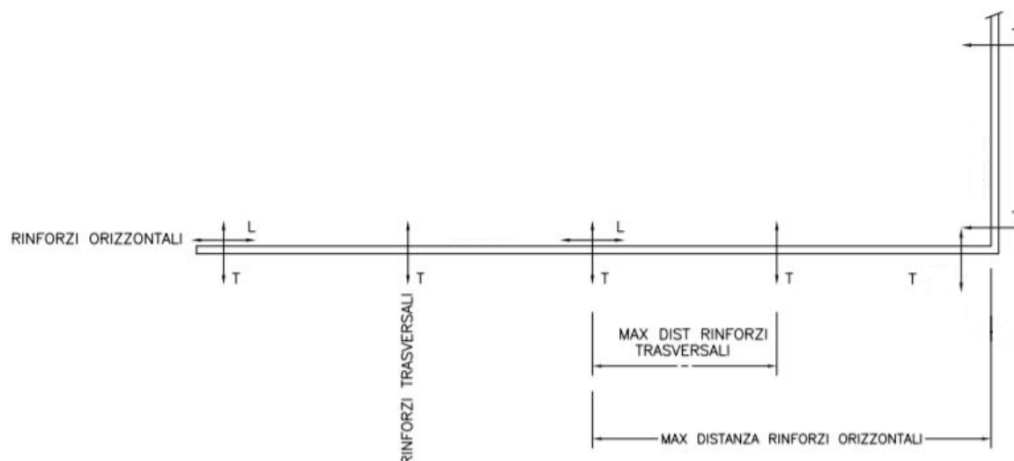
Capitolato Speciale d'Appalto – Parte B.6

Deposito/Officina Impianti non connessi al sistema – impianti meccanici

Tabella B2. Distanza tra le controventature (valori consigliati se non diversamente determinati)

Diametro nominale	Distanza massima fra le controventature		
	trasversali		longitudinali
	per tubazioni in acciaio (m)	per tubazioni in rame (m)	qualsiasi materiale (m)
DN 20	-	4.3	12
DN 25	8.5	4.3	
DN 32	9.0	4.5	
DN 40	9.3	4.7	
DN 50	10.8	5.4	
DN 65	12.0	6.0	
DN 80	12.9	6.5	
DN 100	14.7	7.4	
DN 125	15.3		
DN 150	16.8		
DN 200	20.4		
DN 300	22.0		

- La disposizione delle staffe lungo le linee dovrà essere definita in funzione delle reali rigidità degli elementi staffati. Si dovrà, inoltre, prevedere un'adeguata distribuzione delle staffe per evitare effetti torsionali e deformativi sugli elementi staffati che possano compromettere la funzionalità dello stesso.
- Si suggerisce comunque di posizionare staffe sismiche all'inizio ed alla fine di ogni tratto rettilineo e ad ogni cambio di direzione della linea di impianto. A titolo esemplificativo, si riporta in Figura un esempio di posizionamento:



15.15 Collaudi e Certificazioni

- Valutazione ETA- 98/0001 e Marcatura CE per ancorante meccanico sismico per applicazioni su calcestruzzo fessurato e non fessurato per carichi statici e sismici in alta sismicità (ETA C2) per applicazioni su foro eseguito a roto-percussione
- Valutazione ETA-13/1038 e Marcatura CE per ancorante a vite per applicazioni su calcestruzzo fessurato e non fessurato per carichi statici e sismici in alta sismicità (ETA C2) per applicazioni su foro eseguito a roto-percussione

- Esecuzione di test in situ con tester per la determinazione della qualità dell'applicazione in opera di ancoraggi fissati su supporto in calcestruzzo mediante prove non-distruttive, in accordo alle linee guida BS. Dovranno essere eseguiti test su un numero $\geq 5\%$ del totale degli ancoraggi installati con un numero minimo ≥ 3 . I tester dovranno essere dotati di opportuno sensore di spostamento e supporto distanziatore. Si dovrà fornire idonea documentazione corredata di grafici carico-spostamento e rilievo fotografico.

15.16 SISTEMA DI SUPPORTO SISMO-RESISTENTE PER IMPIANTI SPRINKLER

15.16.1 Riferimenti normativi

- Studio sovraccarichi di progetto e disposizione supporti statici secondo:
 - *FM Global - Data Sheet 2-0*
 - *NFPA 13*
- Studio sollecitazioni sismiche e disposizione controventi secondo linee guida:
 - *FM Global - Data Sheet 2-8*
 - *NFPA 13*

15.16.2 Documentazione

- Relazione tecnica con dettagli inerenti il dimensionamento statico e sismico dei supporti per impianti eseguita con software certificato, approvata da tecnico abilitato.
- Schema di montaggio relativo al caso specifico e dettaglio costruttivo del supporto statico e sismico
- Relazione tecnica con dettagli inerenti al dimensionamento di ancoraggi meccanici e/o chimici eseguiti con software certificato, approvata da tecnico abilitato. La relazione dovrà contenere dettagli inerenti alle verifiche di trazione, di taglio e dell'azione combinata di taglio e trazione, e uno schema quotato relativo al caso specifico

15.17 Caratteristiche costruttive

- Lo staffaggio sarà costituito da sistemi modulari per applicazioni medio-pesanti.
- La tubazione dovrà essere supportata da idonei ganci per tubazioni (collari a pera) realizzati in lamiera galvanizzata da 1,5 a 2,5 mm di spessore, ad aggancio rapido e con omologazione FM, in acciaio zincato DX51D Z275 secondo UNI EN 10346:2015 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori), filettati internamente, idonei all'inserimento di barre filettate.
- La controventatura sismica trasversale e longitudinale sarà realizzata mediante sistema supporto antisismico per impianto sprinkler omologato FM, opportunamente controventato sia longitudinalmente che trasversalmente: i carichi orizzontali dovranno essere sostenuti da

collari e da cerniere per i controventi longitudinali e per i controventi trasversali in acciaio S275JR secondo la UNI EN 10025 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori). Cerniere e collari saranno in acciaio S275JRJ secondo la UNI EN 10025 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori) con zincatura elettrolitica, collegati con binari in acciaio S250 GD secondo UNI EN 10326 (o costituiti da un acciaio di caratteristiche meccaniche/chimiche analoghe o superiori), con sezione a C nervata con bordi seghettati per favorire l'ingranamento con i bulloni di montaggio e protetti attraverso zincatura sendzimir di spessore minimo 20 micron.

- Il fissaggio di accessori (angolari, basi binario, ecc.) su binari per sistemi di installazione dovrà avvenire mediante bullone di collegamento universale zincato, con vite con testa a martello già assemblate e con zigrinatura interna per consentire l'ingranamento sulla piegatura dei profili a C e per garantire resistenza a trazione e al taglio.

15.18 Sistema di fissaggio

- Il sistema è costituito da:
 - ancorante meccanico a vite per il fissaggio di elementi in acciaio strutturale su calcestruzzo per applicazioni su spessori e/o distanze dal bordo e/o interassi ridotti, il quale dovrà possedere marcatura CE e valutazione ETA, in categoria sismica C2 per i supporti sismo-resistenti
 - ancorante meccanico sismico per il fissaggio di elementi in acciaio strutturale su calcestruzzo per applicazioni su spessori e/o distanze dal bordo e/o interassi ridotti. L'ancorante meccanico dovrà possedere marcatura CE e valutazione ETA, in categoria sismica C2. Il foro andrà realizzato mediante roto-percussione o mediante carotatrice o con sistemi di foratura automatica. Lo spazio anulare tra tassello e foro potrà essere riempito mediante utilizzo di riempimento sismico.

15.19 Criteri di posizionamento ed installazione

- Interassi staffaggi statici secondo quanto riportato nelle linee guida di riferimento:
- FM data sheet 2-0

Table 24. Maximum Distance Between Pipe Hangers

Piping Material	Maximum Horizontal Distance Between Pipe Hangers, ft (m)								
	Nominal Pipe Diameter, in. (mm)								
	1 (25)	1-¼ (32)	1-½ (40)	2 (50)	2-½ (65)	3 (80)	3-½ (90)	4 (100)	> 4 (> 100)
Steel Pipe ¹	12 (3.6)	12 (3.6)	15 (4.5)	15 (4.5)	15 (4.5)	15 (4.5)	15 (4.5)	15 (4.5)	15 (4.5)
CPVC ²	6 (1.8)	6-½ (1.95)	7 (2.1)	8 (2.4)	9 (2.7)	10 (3.0)	N/A	N/A	N/A

- NFPA 13

Table 9.2.2.1(b) Maximum Distance Between Hangers (m)

	Nominal Pipe Size (mm)											
	20	25	32	40	50	65	80	90	100	125	150	200
Steel pipe except threaded lightwall	NA	3.7	3.7	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
Threaded lightwall steel pipe	NA	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	3.7	NA	NA	NA	NA	NA
Copper tube	2.4	2.4	3.0	3.0	3.7	3.7	3.7	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
CPVC	1.7	1.8	2.0	2.1	2.4	2.7	3.0	NA	NA	NA	NA	NA
Ductile-iron pipe	NA	NA	NA	NA	NA	NA	4.6	NA	4.6	NA	4.6	4.6

NA: Not applicable.

- Interassi staffaggi antisismici secondo quanto riportato nelle linee guida di riferimento NFPA13, FM data sheet 2-8, indicativamente ogni 12 m per i controventi trasversali e ogni 24 m per i controventi longitudinali.
- A titolo esemplificativo, si riporta in Figura 1 esempio di posizionamento per linea guida NFPA 13:

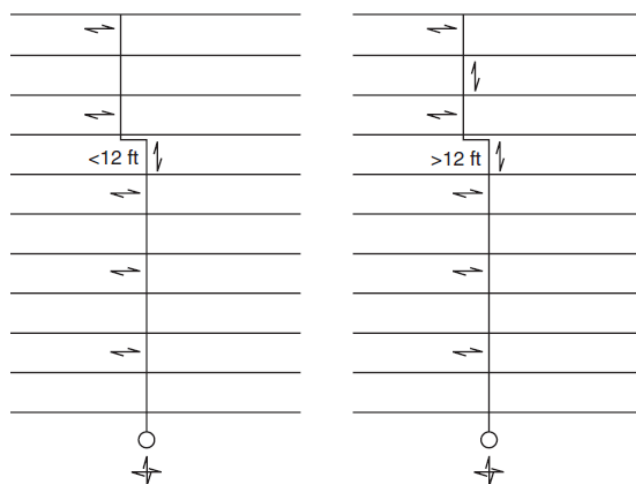


FIGURE A.9.3.5.7.2 Examples of Brace Locations for Change in Direction of Pipe.

15.20 Collaudi e Certificazioni

- Valutazione ETA- 98/0001 e Marcatura CE per ancorante meccanico sismico idoneo ad applicazioni su calcestruzzo fessurato e non fessurato, per carichi statici e sismici in alta sismicità (ETA C2) per applicazioni su foro eseguito a roto-percussione
- Valutazione ETA-13/1038 e Marcatura CE per ancorante a vite per applicazioni su calcestruzzo fessurato e non fessurato per carichi statici e sismici in alta sismicità (ETA C2) per applicazioni su foro eseguito a roto-percussione
- Esecuzione di test in situ per la determinazione della qualità dell'applicazione in opera di ancoraggi fissati su supporto in calcestruzzo mediante prove non-distruttive, in accordo alle linee guida BS. Dovranno essere eseguiti test su un numero $\geq 5\%$ del totale degli ancoraggi installati con un numero minimo ≥ 3 . I tester dovranno essere dotati di opportuno sensore di spostamento e supporto distanziatore. Si dovrà fornire idonea documentazione corredata di grafici carico-spostamento e rilievo fotografico