

**COMMITTENTE**

COMUNE DI GENOVA

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO  
**ALBERTO BITOSSI**  
 IL DIREGENTE ESECUTORE DEL CONTRATTO  
**ANTONIO ROSSA**

## **PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)**

**PROGETTAZIONE****MANDANTARIA****MANDANTE****MANDANTE****MANDANTE****Italferr S.p.A.****GAVETTE - IMPIANTI MECCANICI****RELAZIONE TECNICA**

SCALA:

IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE

Dott. Ing. Luca Bernardini

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

E	2	1	D	0	6	D	1	7	R	O	I	T	0	2	0	0	0	0	1	C
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	D. Mariantoni	Settembre 2021	M. Damiani	Settembre 2021	A. Peresso	Settembre 2021	A. Falaschi Ottobre 2021
B	Emissione a seguito commenti della stazione appaltante	D. Mariantoni	Settembre 2021	M. Damiani	Settembre 2021	A. Peresso	Settembre 2021	
C	Emissione a seguito commenti della stazione appaltante	D. Mariantoni	Ottobre 2021	M. Damiani	Ottobre 2021	A. Peresso	Ottobre 2021	

File: E21D06D17ROIT0200001C

n. Elab.:

U.O. IMPIANTI INDUSTRIALI E TECNOLOGICI  
 Dott. Ing. ALFREDO PALASCHI  
 Ordine Ingegneri di Viterbo  
 N. 363

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO E21D            06 D 17       RO            IT020 001       C            2 di 71

## INDICE

1	PREMESSA.....	5
2	CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE .....	6
3	NORME DI RIFERIMENTO.....	7
3.1	Leggi e decreti .....	7
3.2	Norme tecniche.....	7
4	IMPIANTO ARIA COMPRESSA.....	9
4.1	Consistenza dell'intervento.....	9
4.2	Dimensionamento della rete .....	9
4.2.1	Dati di base .....	9
4.2.2	Rete di distribuzione .....	10
4.2.3	Risultati di calcolo .....	12
4.3	Caratteristiche dei componenti .....	13
4.4	Centrale di produzione.....	13
5	ASCENSORI .....	16
5.1	Estensione dell'intervento .....	16
6	IMPIANTO ACQUA INDUSTRIALE .....	18
6.1	Estensione dell'intervento .....	18
6.2	Consistenza dell'intervento .....	18
6.2.1	Calcoli impianto acqua industriale .....	18
7	IMPIANTO IDRICO SANITARIO PALAZZINA SERVIZI .....	21
7.1	Estensione dell'intervento .....	21
7.2	Descrizione dell'impianto .....	22
7.3	Pre-dimensionamento della rete di adduzione idrica.....	25
7.3.1	Criteri di Pre-Dimensionamento Rete Idrica .....	25
7.3.2	Portate nominali e pressioni dei rubinetti.....	25
7.3.3	Portata massima contemporanea .....	26
7.3.4	Allegati di calcolo .....	28
7.4	Pre-dimensionamento delle reti di scarico.....	30

 <b>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</b>    	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	<b>COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO</b> <b>E21D            06 D 17        RO            IT020 001        C            3 di 71</b>

7.4.1	Criteri di Pre-Dimensionamento Rete di scarico.....	30
8	<b>IMPIANTO IDRICO SANITARIO PALAZZINA MOVIMENTO .....</b>	35
8.1	Estensione dell'intervento.....	35
8.2	Descrizione dell'impianto .....	35
8.3	Pre-dimensionamento della rete di adduzione idrica.....	37
8.3.1	Criteri di Pre-Dimensionamento Rete Idrlica .....	37
8.3.2	Portate nominali e pressioni dei rubinetti .....	37
8.3.3	Portata massima contemporanea .....	38
8.3.4	Allegati di calcolo .....	39
8.4	Pre-dimensionamento delle reti di scarico.....	40
8.4.1	Criteri di Pre-Dimensionamento Rete di scarico.....	40
9	<b>IMPIANTO HVAC DELLA PALAZZINA SERVIZI .....</b>	45
9.1	Estensione dell'intervento .....	45
9.2	Normativa di riferimento.....	45
9.3	Descrizione dell'impianto HVAC .....	47
9.3.1	Inquadramento .....	47
9.3.2	Contabilizzazione dell'energia .....	47
9.3.3	Interfacciamento con altri sistemi .....	48
9.4	Caratteristiche e consistenza degli impianti .....	49
9.4.1	Impianto di aria primario e fancoil .....	49
9.4.2	Impianto di ventilazione nel locale locale compressori .....	52
9.5	Centrale termofrigorifera .....	53
9.5.1	Gruppo polivalente .....	53
9.6	Calcoli di pre-dimensionamento .....	55
9.6.1	Dati tecnici di progetto .....	55
9.6.2	Predimensionamento .....	57
9.6.3	Dimensionamento elettropompe .....	58
10	<b>IMPIANTO HVAC DEL DEPOSITO .....</b>	59

 <b>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</b>    	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	<b>COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO</b> <b>E21D            06 D 17          RO            IT020 001          C            4 di 71</b>

10.1.1	Pre-dimensionamento.....	59
11	IMPIANTO HVAC DELLA PALAZZINA MOVIMENTO .....	61
11.1	Estensione dell'intervento .....	61
11.2	Descrizione dell'impianto HVAC .....	61
11.2.1	Inquadramento.....	61
11.2.2	Contabilizzazione dell'energia .....	61
11.2.3	Interfacciamento con altri sistemi .....	62
11.3	Caratteristiche e consistenza degli impianti .....	63
11.3.1	Impianto di aria primario e fancoil.....	63
11.3.2	Impianto di ventilazione nel locale cabina di trasformazione.....	66
11.4	Centrale termofrigorifera .....	67
11.4.1	Gruppo polivalente .....	67
11.5	Calcoli di pre-dimensionamento .....	69
11.5.1	Dati tecnici di progetto .....	69
11.5.2	Predimensionamento .....	71
11.5.3	Dimensionamento elettropompe .....	71

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO E21D            06 D 17        RO            IT020 001        C            5 di 71

## 1 PREMESSA

La presente relazione tecnica, allegata alla documentazione di progetto esecutivo, ha per oggetto la descrizione degli impianti meccanici nell'ambito delle opere di rifacimento del deposito di Gavette.

In particolare, vengono riportati e descritti:

- i contenuti e limiti di fornitura e la descrizione degli interventi previsti;
- la normativa di riferimento applicabile agli impianti in oggetto;
- i parametri tecnici di progetto e di riferimento previsti per il dimensionamento degli impianti meccanici;
- le specifiche tecniche e prestazionali dei principali componenti di impianto.

L'intervento generale consiste nella ristrutturazione dell'attuale deposito e nella realizzazione di due fabbricati servizi all'interno dell'area dell'impianto. La copertura del deposito inoltre sarà in parte destinata ad un'area verde ed in parte destinata ad ospitare un impianto fotovoltaico.

Gli interventi previsti all'interno del deposito sono i seguenti:

- impianto acqua industriale a servizio del deposito;
- impianto aria compressa a servizio del deposito;
- impianto hvac a servizio della palazzina uffici e spogliatoi;
- impianto idrico sanitario a servizio della palazzina uffici e spogliatoi.
- impianto hvac a servizio della palazzina movimento;
- impianto idrico sanitario a servizio della palazzina movimento.

Nei successivi paragrafi saranno date indicazioni sull'architettura degli impianti meccanici elencati precedentemente e sulle scelte progettuali fatte, mentre nel disciplinare tecnico saranno date indicazioni sulle apparecchiature da utilizzare nell'ottica di realizzare un impianto funzionale e conforme alle normative vigenti.

Sono parte integrante di questo documento gli elaborati grafici di progetto, con la rappresentazione delle reti di distribuzione di nuova installazione e la disposizione delle nuove apparecchiature.

Il presente elaborato è rappresentativo dei soli impianti meccanici; per gli altri impianti e per gli aspetti architettonici e strutturali si rimanda ai relativi specifici elaborati.

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO E21D            06 D 17       RO            IT020 001       C            6 di 71

## 2 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE

Le soluzioni proposte, nel rispetto della normativa e legislazione vigente, sono caratterizzate dall'affidabilità e dalla economicità di gestione. Nelle scelte progettuali sono stati considerati i seguenti fattori:

- semplicità di funzionamento per ottenere una notevole affidabilità del sistema e dei suoi componenti;
- massima standardizzazione dei componenti per avere la garanzia di una futura facile reperibilità sia in caso di modifiche che di sostituzione in fase manutentiva o per invecchiamento;
- frazionabilità di ogni sezione del sistema per ottenere una gestione flessibile, economica e di facile controllo;
- adattabilità degli impianti alle strutture del complesso, soprattutto nell'ottica di garantire una facile accessibilità durante le operazioni di manutenzione e controllo;
- sicurezza degli impianti nei confronti degli utenti e delle condizioni di utilizzo.

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO E21D            06 D 17        RO            IT020 001        C            7 di 71

### 3 NORME DI RIFERIMENTO

Gli impianti meccanici, nel loro complesso e nei singoli componenti, saranno realizzati in conformità ai testi di legge ed alle normative tecniche vigenti ed in particolare a:

#### 3.1 Leggi e decreti

- D.M. 22 gennaio 2008, n. 37 - “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”.
- D.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 - “Attuazione dell’articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”.
- D.lgs. 3 agosto 2009, n. 106 - “Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”.
- D.M. 12 aprile 1996 - “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l’esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi”.
- D.M.I. 24 novembre 1984 - “Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l’accumulo e l’utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8”.
- D.M. 16 aprile 2008 - “Regola tecnica per la progettazione, costruzione, collaudo, esercizio e sorveglianza delle opere e dei sistemi di distribuzione e di linee dirette del gas naturale con densità non superiore a 0,8”.

#### 3.2 Norme tecniche

- UNI 9860:2006 - “Impianti di derivazione di utenza del gas - Progettazione, costruzione, collaudo, conduzione, manutenzione e risanamento”.
- UNI 11528:2014 - “Impianti a gas di portata termica maggiore di 35 kW - Progettazione, installazione e messa in servizio”.
- UNI EN 10216-1:2014 - “Tubi di acciaio senza saldatura per impieghi a pressione - Condizioni tecniche di fornitura - Parte 1: Tubi di acciaio non legato per impieghi a temperatura ambiente”.
- UNI EN 10255:2007 - “Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura - Condizioni tecniche di fornitura”.
- UNI EN 12201-1:2012 - “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell’acqua, e per scarico e fognature in pressione - Polietilene (PE) - Parte 1: Generalità”.
- UNI EN 12201-2:2013 - “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell’acqua, e per scarico e fognature in pressione - Polietilene (PE) - Parte 2: Tubi”.
- UNI EN 12201-3:2013 - “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell’acqua, e per scarico e fognature in pressione - Polietilene (PE) - Parte 3: Raccordi”.

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO <b>E21D</b> <b>06 D 17</b> <b>RO</b> <b>IT020 001</b> <b>C</b> <b>8 di 71</b>

- UNI EN 12201-4:2012 - "Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua, e per scarico e fognature in pressione - Polietilene (PE) - Parte 4: Valvole".
- UNI EN 12201-5:2012 - "Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua, e per scarico e fognature in pressione - Polietilene (PE) - Parte 5: Idoneità allo scopo del sistema".
- UNI CEN/TS 12201-7:2014 - "Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua, e per scarico e per fognature in pressione - Polietilene (PE) - Parte 7: Guida per la valutazione della conformità".
- UNI EN 1253-1:2015 - "Pozzetti per edilizia - Parte 1: Pozzetti a pavimento con sifone con una profondità della tenuta idraulica di almeno 50 mm".
- UNI EN 10240:1999 - "Rivestimenti protettivi interni e/o esterni per tubi di acciaio - Prescrizioni per i rivestimenti di zincatura per immersione a caldo applicati in impianti automatici.". .
- UNI 9182/2014 "Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda Progettazione, installazione e collaudo"
- Norma UNI EN 12056-1/2001: Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Requisiti generali e prestazioni;
- Norma UNI EN 12056-2/2001: Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo;
- Norma UNI EN 12056-3/2001: Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo;
- Norma UNI EN 12056-4: Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Stazioni di pompaggio di acque reflue - Progettazione e calcolo;
- Norma UNI 752/2008: Connessioni di scarico e collettori di fognatura all'esterno degli edifici;
- UNI 8065-2019 – Trattamento dell'acqua negli impianti termici ad uso civile.

In generale tutti gli impianti meccanici saranno realizzati, montati, posati in opera e collegati a perfetta regola d'arte e perfettamente funzionanti.

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO E21D            06 D 17       RO            IT020 001       C            9 di 71

## 4 IMPIANTO ARIA COMPRESSA

### 4.1 Consistenza dell'intervento

La presente progettazione prevede la realizzazione di un nuovo impianto di aria compressa a servizio del deposito di Staglieno.

L'impianto è essenzialmente costituito da una rete di distribuzione alimentata da una nuova centrale di aria compressa, situata in uno dei locali tecnici ubicato all'interno della palazzina uffici e spogliatoi (vedere elaborati grafici).

L'impianto d'aria compressa sarà costituito dei seguenti elementi principali:

- Centrale aria compressa;
- Distribuzione principale della rete d'aria compressa interrata;
- Punti attacco presa aria compressa formati da arrotolatori. Saranno posizionati in corrispondenza delle postazioni di lavoro e in corrispondenza dei punti di ricarica dei servizi degli autobus.

La rete principale d'aria compressa sarà a 10 bar sarà realizzata lungo i tratti perimetrali e in corrispondenza dei pilastri ubicati in mezzeria del deposito, con tubazioni in PEAD PN16, installate sottopavimento. Nei tratti in mezzeria ci saranno degli stacchi con i punti presa sia sui pilastri sia in alto con la tubazione in acciaio.

In corrispondenza di ogni stacco ci sarà un arrotolatore a servizio dell'attrezzature e a servizio delle ricariche dei compressori presenti sull'autobus quando questi sono parcheggiati.

L'allaccio dalla rete principale proviene dalla centrale dove si trovano i compressori, essiccatore e serbatoi.

### 4.2 Dimensionamento della rete

#### 4.2.1 Dati di base

L'aria compressa a bassa pressione dovrà avere caratteristiche compatibili con i servizi usualmente richiesti:

Pressione:	1000 kPa (10 bar);
Temperatura:	40 °C max;
Punto di rugiada:	-35 °C;
Contenuto di olio:	3 ppm max;
Contenuto impurità solide:	0,5% m cx (fino a 0,5 micron).

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO E21D            06 D 17       RO            IT020 001       C            10 di 71

## Deposito

Per il dimensionamento della rete è stata considerata la seguente portata:

Presa in bassa pressione:	(25 Nm <sup>3</sup> /h)
Contemporaneità d'utilizzo:	4 utenze
Portata richiesta:	<b>4 x 25 = 100 Nm<sup>3</sup>/h</b>

Le portate di progetto calcolate risultano quindi:

Circuito a bassa pressione:	100 Nm <sup>3</sup> /h
-----------------------------	------------------------

L'impianto sarà dotato di n.2 serbatoi di compenso da 1000 litri ognuno, installati ai due angoli opposti del deposito.

### 4.2.2 Rete di distribuzione

Nella progettazione della rete di distribuzione di aria compressa sono stati considerati i seguenti parametri:

- Caduta di pressione tra centrale ed utilizzatore più sfavorito ~ 0,2 bar per velocità ~ 10 m/sec;
- Perdite d'aria < 5% in vol. della capacità totale.

Imposta la velocità dell'aria mediante la formula 1 si determina il valore del diametro teorico necessario a garantire il flusso della portata desiderata, da cui ricavare quello del diametro unificato immediatamente maggiore:

da cui si ricava:

$$D = \sqrt{\frac{4 * \dot{m}}{\rho * v * \pi}}$$

**formula 1**

in cui è:

D = diametro (espresso in m);

$\dot{m}$  = portata massica (espressa in kg/s);

v = velocità (espressa in m/s);

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO E21D            06 D 17       RO            IT020 001       C            11 di 71

$\rho$  = densità (espressa in kg/mc).

Definiti i diametri interni dei vari tratti della rete, si verifica la caduta di pressione del tratto più sfavorito. Il calcolo delle perdite di carico nelle tubazioni può essere effettuato applicando la seguente relazione:

$$\Delta p = 1,6 * 10^8 * Q^{1,85} * L / (d^5 * p_0)$$

#### **formula 2**

in cui è:

$Q$  = portata d'aria (espressa in mc/s);

$L$  = lunghezza del tratto di tubazione in esame (espressa in m);

$d$  = diametro interno della tubazione (espresso in mm);

$p_0$  = pressione iniziale assoluta dell'aria compressa.

La lunghezza "L" indicata nelle formule comprende le resistenze puntuali dovute a riduzioni sezione, curve, valvole, diramazioni, ecc.

Le perdite di carico concentrate si determinano aggiungendo alla lunghezza fisica della tubazione una lunghezza equivalente che tiene conto delle perdite aggiuntive.

Le lunghezze equivalenti sono fornite da appositi grafici e/o tabelle (vedi tabella 2)

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO <b>E21D</b> <b>06 D 17</b> <b>RO</b> <b>IT020 001</b> <b>C</b> <b>12 di 71</b>

Tipo di resistenza	Lunghezza equivalente in metri di tubo						
	Diametro interno del tubo in mm						
	25	40	50	80	100	125	150
Valvola a flusso avviato	3-6	5-10	7-15	10-25	15-30	20-50	25-60
Valvola a diaframma	1.2	2.0	3.0	4.5	6	8	10
Saracinesca	0.3	0.5	0.7	1	1.5	2.0	2.5
Gomito	1.5	2.5	3.5	5	7	10	15
Curva R=d	0.3	0.5	0.6	1	1.5	2.0	2.5
Curva con R=2d	0.15	0.25	0.3	0.5	0.8	1	1.5
Ti	2	3	4	7	10	15	20
Riduzione	0.5	0.7	1	2	2.5	3.5	4.0

(con R=raggio di curvatura e d=diametro del tubo)

**Tabella 2 – lunghezze equivalenti di alcune tipologie di parti di un impianto**

#### 4.2.3 Risultati di calcolo

Il diametro della tubazione principale è stato calcolato considerando una lunghezza della tubazione pari a 520 m, una portata di 100 m<sup>3</sup>/h e una contemporaneità pari a n. 4 prese.

In base al risultato ottenuto la tubazione principale sarà De 63 in PEAD se interrata mentre gli stacchi saranno di diametro 1"1/4 in acciaio.

Il volume minimo dei serbatoi di compenso è stato calcolato utilizzando l'Equazione 1 sotto riportata.

**Equazione 1 – Calcolo volume minimo dei serbatoi di compenso.**

$$V = \frac{Q}{k} \quad \left\{ \begin{array}{ll} k = 50 \div 100 & Q < 100 \text{ m}^3/\text{h} \\ k = 100 \div 300 & 100 \text{ m}^3/\text{h} < Q < 600 \text{ m}^3/\text{h} \\ k = 300 & Q > 600 \text{ m}^3/\text{h} \end{array} \right.$$

Il volume minimo complessivo dei serbatoi di compenso risulta essere pari ad almeno 2.000 litri. Considerando il volume complessivo dell'aria contenuta all'interno delle tubazioni e nei serbatoi di compenso, è stato calcolato il

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO <b>E21D</b> <b>06 D 17</b> <b>RO</b> <b>IT020 001</b> <b>C</b> <b>13 di 71</b>

tempo di utilizzo di una presa senza l'attivazione del compressore, (con una variazione di pressione interna alla rete pari a 1 bar tra 10,5 e 9,5 bar).

#### 4.3 Caratteristiche dei componenti

Di seguito sono riportate le caratteristiche di componenti principali dell'impianto:

- Tubazioni fuori terra in acciaio al carbonio zincato a caldo, per pressioni nominali comprese tra i 10 e gli 12 bar, verniciate secondo le norme di sicurezza di colore azzurro; la verniciatura garantirà un'adeguata resistenza ai fenomeni di corrosione. Esse inoltre presenteranno una pendenza media dell'1%. Le tubazioni così posate permetteranno alla condensa di confluire negli appositi scaricatori presenti lungo il percorso in corrispondenza degli stacchi utenza.
- Tubazioni interrate, in PEAD PN16, posate al di sotto della pavimentazione in c.a. e della rispettiva sottofondazione ed avente pendenza media dell'1% con risalita in corrispondenza delle colonnine di supporto dei binari (fosse da visita) per l'attacco di utenza.
- Valvole di intercettazione a saracinesca necessarie al frazionamento in più settori.
- Valvole a sfera per il sezionamento del circuito nei punti di utilizzazione e per spurgo.
- Sistemi per lo spurgo dei circuiti.

Ciascun punto di prelievo della rete a bassa pressione sarà equipaggiato con:

- Valvola a sfera da 1"1/4.
- Arrotolatori

#### 4.4 Centrale di produzione

La produzione di aria compressa è affidata ad una coppia di motocompressori, generalmente uno di riserva all'altro ma con possibilità di funzionamento contemporaneo in caso di punte di richiesta; ciascun compressore è collegato ad un essiccatore e ad un serbatoio polmone.

#### Compressori

I compressori sono del tipo lubrificato, rotativi a vite, azionati da motori elettrici asincroni trifase e forniti di:

- Filtro silenziatore di aspirazione del tipo a secco, con efficienza maggiore del 99% per particelle di diametro superiore a 10 micron e grande capacità di accumulo,

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO <b>E21D</b> <b>06 D 17</b> <b>RO</b> <b>IT020 001</b> <b>C</b> <b>14 di 71</b>

- Valvola posta sull'aspirazione del compressore, del tipo modulante da 0—100% della portata nominale, per la regolazione,
- Serbatoio separatore aria compressa/olio lubrificante, con elemento filtrante a doppio stadio ad alta efficienza, completo di valvola manuale di drenaggio,
- Quadro elettrico di comando e controllo a bordo macchina, del tipo elettronico, in grado di monitorare e controllare il funzionamento dei componenti chiave del compressore quali i filtri dell'aria, dell'olio e del separatore dell'olio, e di programmarne la manutenzione preventiva in modo da ottimizzare il funzionamento delle macchine,
- Raccordi flessibili per aspirazione e mandata,
- Telaio di supporto, tramite elementi antivibranti, del compressore e del relativo motore elettrico, ricoperto da una cappottatura insonorizzante realizzata in lamiera di acciaio verniciata a polveri epossidiche e rivestita internamente con materiale fonoassorbente, in modo da produrre un livello di rumorosità inferiore a 70 dB(A) misurata a un metro dalla macchina.

Inoltre, una centralina di controllo comune ai due compressori, completa di selettore manuale/automatico, permette la gestione dell'inserimento e dello scambio di funzionamento.

### Essiccatore

Gli essiccatori sono a ciclo frigorifero e servono ad essiccare la quantità di aria prodotta dalle macchine al fine di avere un grado di umidità estremamente ridotto in modo da salvaguardare i servocomandi elettropneumatici installati sulle linee di distribuzione.

Gli essiccatori sono costituiti da:

- Cofanatura in lamiera di acciaio verniciata al forno, al cui interno trovano ubicazione:
  - compressore gas frigorifero,
  - condensatore con motoventola di raffreddamento,
  - evaporatore con annesso scambiatore di calore aria-aria,
- Separatore di condensa.
- Pannello di comando e controllo, per consentire la misurazione diretta e continua del punto di rugiada, fornito di selettore per la scelta del funzionamento in automatico o manuale,
- Prefiltro di ingresso con grado di efficienza del 99,99% riferito a particelle di diametro superiori ad un micron; olio residuo <= 0,5p.p.m.
- Filtro in uscita con grado di efficienza del 99,99% riferito a particelle di diametro superiori a 0,1 micron, olio residuo <= 0,1p.p.m.

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO E21D            06 D 17        RO            IT020 001        C            15 di 71

### **Serbatoi polmone**

I serbatoi di accumulo, in numero di due, immagazzinano l'aria compressa in modo da soddisfare la domanda quando questa è superiore alla portata del compressore e rappresentano un polmone quando viene a mancare l'energia elettrica. Questi serbatoi si trovano all'interno del locale compressori.

Sono del tipo verticale, costruiti secondo normativa ISPESL, collaudati e bollati e sono completi dei seguenti accessori:

- Valvola di sicurezza tarata alla pressione di collaudo,
- Manometro indicatore e rubinetto portamanometro,
- Scaricatore automatico di condensa.

Oltre ai serbatoi all'interno del locale compressori, saranno installati ulteriori due serbatoi, posizionati agli estremi del capannone principale, aventi capacità pari a 1000 litri ognuno.

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO E21D            06 D 17       RO            IT020 001       C            16 di 71

## 5 ASCENSORI

### 5.1 Estensione dell'intervento

All'interno della palazzina servizi saranno previsti due ascensori di tipo elettrico MRL, conformi alle normative UNI EN 81-20/50/70. Gli ascensori saranno realizzati all'interno di un vano nuovo, avranno una corsa di 8.85 m con tre fermate. Saranno previsti ascensori di tipo 3 (riferimento UNI EN 81-70).

Gli ascensori saranno elettrici, cioè ascensori nei quali il movimento sarà prodotto dal macchinario di sollevamento che trasmette il movimento alle funi che reggono la cabina. Gli ascensori saranno del tipo Machine Roomless (MRL) ovvero senza locale macchine e il macchinario di sollevamento è installato direttamente all'interno del vano ascensore con risparmio di spazio.

Dal quadro generale di distribuzione normale avverrà l'alimentazione degli ascensori con cavo quadripolare di F.M., per l'alimentazione principale 400 V ± 10% a 50 Hz. Non sarà prevista alimentazione in continuità.

Ogni ascensore sarà dotato di quadro elettrico di comando e controllo dell'impianto. Tale quadro sarà posizionato in testata.

Una protezione, realizzata con lastra isolante trasparente, sarà prevista per proteggere dai contatti accidentali quelle parti in vista a tensione superiore a quella di sicurezza.

Le targhette di indicazione, esplicative delle singole apparecchiature e loro funzione, saranno scritte in lingua italiana.

Nell'armadio dovrà essere realizzata internamente una tasca porta disegni, ove verranno custoditi tutti gli schemi elettrici d'impianto ed il manuale di manutenzione. La morsettiera, sia per i cavi di potenza, sia per quelli dei servizi ausiliari, sia per i cavi di telecomando e telecontrollo, dovrà essere montata su idonei profilati DIN. Gli interruttori automatici di protezione dovranno avere un potere di interruzione adeguato.

Il quadro elettrico dell'ascensore dovrà contenere le apparecchiature atte a consentire una completa gestione locale e remota dell'impianto ascensore.

Ogni ascensore di stazione sarà equipaggiato per essere interfacciato con l'impianto del sistema di supervisione.

Il sistema di gestione degli ascensori fornirà i seguenti contatti puliti per l'attivazione dei seguenti allarmi:

Elemento	Descrizione	Tipo	Segnale	Campo
01	Ascensore fermo (STOP)	DI	SPDT	ON/OFF
02	Ascensore in salita	DI	SPDT	ON/OFF
03	Ascensore in discesa	DI	SPDT	ON/OFF
04	Posizione sbarco inferiore	DI	SPDT	ON/OFF
05	Posizione sbarco superiore	DI	SPDT	ON/OFF
06	Posizione sbarco intermedio	DI	SPDT	ON/OFF
07	Porta sbarco inferiore, cabina aperta	DI	SPDT	ON/OFF
08	Porta sbarco superiore, cabina aperta	DI	SPDT	ON/OFF

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>					
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO E21D      06 D 17      RO      IT020 001      C      17 di 71					

09	Porta sbarco intermedio cabina aperta	DI	SPDT	ON/OFF
10	Corsa prova in esecuzione	DI	SPDT	ON/OFF
11	Guasto	DI	SPDT	ON/OFF
12	In servizio/fuori servizio	DI	SPDT	ON/OFF
13	In Manutenzione	DI	SPDT	ON/OFF
14	Chiamata di soccorso da cabina/sbarco	DI	SPDT	ON/OFF
15A1*	Segnale cabina non vuota	DI	SPDT	ON/OFF
15A2*	Segnale cabina vuota	DI	SPDT	ON/OFF
15B*	Segnale cabina non vuota	AI	4..20mA 0..10V	..xx Kg
16	Allarme vano ascensore fumi	DI	SPDT	ON/OFF
17	Allarme acqua in fossa	DI	SPDT	ON/OFF
18	Presenza rete	DI	SPDT	ON/OFF

Dall'informazione proveniente dal singolo contatto o dalla combinazione di più di essi saranno disponibili i seguenti allarmi:

- arresto fuori piano
- mancanza Tensione
- incendio Vano
- allarme acqua in fossa
- allarme cabina al piano a porte aperte ( $t>1\text{min}$ )
- impianto guasto
- allarme uomo a terra
- allarme passeggeri

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO E21D            06 D 17        RO            IT020 001        C            18 di 71

## 6 IMPIANTO ACQUA INDUSTRIALE

### 6.1 Estensione dell'intervento

La presente progettazione prevede la realizzazione di un nuovo impianto di distribuzione di acqua industriale a servizio del deposito.

Il punto di allaccio della rete acqua industriale sarà quello esistente.

### 6.2 Consistenza dell'intervento

I tratti interrati saranno realizzati con tubazioni in PeAD PN10, dotate di valvole a sfera d'intercettazione PN10 per il sezionamento di singoli tratti di impianto.

I tratti fuori terra saranno realizzati con tubazioni a vista, installate a soffitto e/o a parete, in acciaio al carbonio zincato a caldo.

La distribuzione principale sarà perimetralmente e in corrispondenza della mezzeria del deposito con tubazioni in PeAD da De 63.

L'intera distribuzione sarà realizzata con pendenza minima pari al 2%, con opportuni punti di scarico; i punti presa previsti, dotati di rubinetto da 3/4" e relativo attacco portagomma, saranno disposti ad intervalli pressoché regolari, distribuiti in maniera omogenea all'interno delle zone interessate.

La nuova rete di distribuzione andrà a servire anche la centrale dell'area di lavaggio.

Inoltre ci sarà una distribuzione di acqua potabile parallelamente alla rete di acqua industriale a servizio dei beverini installati a parete.

#### 6.2.1 Calcoli impianto acqua industriale

Le reti distribuzione dell'impianto idrico-sanitario sono state dimensionate in conformità alla norma UNI-EN 806-3 e alle norme di buona tecnica.

Il dimensionamento dei vari tratti delle reti di distribuzione interne sarà eseguito con il "metodo delle velocità massime" in base alle portate di progetto ( $G_{pr}$ ) ovvero alle portate massime previste nel periodo di maggior utilizzo dell'impianto e alle velocità massime ( $V_{max}$ ) consentite con cui l'acqua può defluire nei tubi.

Il valore della portata di progetto, determinato con il calcolo delle probabilità, dipende essenzialmente dalle seguenti grandezze e caratteristiche:

- portate nominali dei rubinetti degli apparecchi
- numero di rubinetti;

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO E21D            06 D 17       RO            IT020 001       C            19 di 71

- tipo di utenza;
- frequenza d'uso degli apparecchi;
- durate di utilizzo nei periodi di punta.

Alle varie utenze sono state assegnate le seguenti portate di progetto, che già tengono conto dei fattori di contemporaneità di utilizzo:

- Rubinetti acqua industriale: 6 l/min ciascuno (contemporaneità 10%):  $6 \times 0,1 \times 18 = 10,8 \text{ l/min}$
- Lavaggio sotto cassa: 20 l/min
- Lavaggio esterno cassa: 60 l/min

Le velocità massime ( $V_{\max}$ ) consentite (vedi tabella 1 e 2) sono i valori di velocità con cui l'acqua può defluire all'interno dei tubi senza causare rumori e vibrazioni. Il loro valore che dipende da molti fattori, quali ad esempio il tipo di impianto, il diametro e il materiale dei tubi, la natura e lo spessore dell'isolamento termico.

Il dimensionamento delle linee fino alle varie utenze è stato effettuato nel seguente modo:

1. sono state determinate le portate di progetto dei vari tratti della rete in relazione alle portate di ciascun'utenza;
2. sono stati scelti i diametri dei tubi in base alle portate di progetto e alle velocità massime consentite.

**Tabella 1 VELOCITA' MASSIME CONSENTITE**

Materiale tubi	ϕ tubi	$V_{\max}$ (m/s)
<b>Acciaio zincato</b>	fino a 3/4"	1,1
	1"	1,3
	1"1/4	1,6
	1"1/2	1,8
	2"	2,0
	2"1/2	2,2
	oltre 3"	2,5

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO E21D            06 D 17       RO            IT020 001       C            20 di 71

**Tabella 2 VELOCITA' MASSIME CONSENTITE**

Materiale tubi	$\phi$ tubi	$V_{max}$ (m/s)
<b>Pead PN10 e PN16</b>	fino a DN25	1,2
	DN 32	1,3
	DN 40	1,6
	DN 50	1,9
	DN 65	2,3
	DN 75	2,3
	oltre DN 90	2,5

Una volta eseguito il dimensionamento delle tubazioni e dei principali componenti delle reti di acqua fredda si procede al calcolo delle perdite di carico totali  $\Delta p_f$  [m c.a.] che rappresentano la pressione minima che deve essere garantita nel punto di fornitura.

La perdita di carico totale si determina con la seguente formula:

$$\Delta p_f = p_{min} + \Delta h + H_{comp.} + \Delta p K + \Delta p_{linee}$$

dove:

- $p_{min}$  è la pressione minima richiesta a monte del rubinetto più sfavorito [m c.a.];
- $\Delta h$  è il dislivello fra il punto di fornitura e il rubinetto più sfavorito [m c.a.];
- $H_{comp.}$  sono le perdite di carico dei principali componenti dell'impianto (contatore di alloggio, riduttore di pressione, miscelatore, ecc.) [m c.a.];
- $\Delta p K$  è la perdita di carico accidentale dovuta a valvole, curve e pezzi speciali [m c.a.];
- $\Delta p_{linee}$  è la perdita di carico delle linee di distribuzione che dal punto di fornitura alimentano l'apparecchio più sfavorito [m c.a.];

Per il calcolo delle perdite di carico il punto più sfavorito è in corrispondenza dell'impianto di lavaggio e si trova a circa 120 m dall'allaccio alla rete principale. La portata complessiva considerata per il dimensionamento è pari a 90,8 l/min.

Di seguito si riportano, per ciascun tratto di tubazione, materiale, diametro del tubo, portata, velocità, lunghezza e perdite di carico.

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>					
IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI Relazione tecnica		COMMESSA E21D	LOTTO 06 D 17	CODIFICA RO	DOCUMENTO IT020 001	REV. C

TRATTO	DN	Materiale tubazione	Diametro interno (mm)	Portata (l/s)	velocità (m/s)	Perdita di carico unitaria (Pa/m)	Lunghezza (m)	Perdita di carico totale (Pa)
Allaccio-lavaggio	63	HDPE	51.40	1.50	0.72	120.9	120	14513
Totale								14513
Maggiorazione per pezzi speciali + 50%								21769.5

Considerando:

- **p<sub>min</sub> 20 m.c.a** (pressione minima richiesta dall'utenza);
- **Δh 3 m.c.a.** (dislivello fra il punto di forniture e l'utenza);
- **H<sub>comp.</sub> 10 m.c.a** (perdita di carico componenti)
- **ΔpK + Δp<sub>linee</sub> 2,17 m.c.a.** è la perdita di carico delle linee di distribuzione (vedi tabella);

Dal punto di fornitura deve essere garantita una portata complessiva pari a

$$10,8 + 60 + 20 = 90,8 \text{ l/min} = 5,45 \text{ mc/h}$$

Ed una prevalenza pari a  $20+3+10+2,17 = 35,17 \text{ m.c.a}$

## 7 IMPIANTO IDRICO SANITARIO PALAZZINA SERVIZI

### 7.1 Estensione dell'intervento

La presente relazione tecnica, allegata alla documentazione di progetto esecutivo, ha per oggetto la descrizione degli impianti idrici-sanitari a servizio della palazzina servizi oggetto delle opere di rifacimento del deposito di Gavette.

In particolare, vengono riportati e descritti:

- i contenuti e limiti di fornitura e la descrizione degli interventi previsti;
- la normativa di riferimento applicabile agli impianti in oggetto;
- i parametri tecnici di progetto e di riferimento previsti per il dimensionamento degli impianti idrici-sanitari;
- le specifiche tecniche e prestazionali dei principali componenti di impianto.

Le opere oggetto dell'intervento comprendono la realizzazione dei seguenti impianti idrici-sanitari:

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO <b>E21D</b> <b>06 D 17</b> <b>RO</b> <b>IT020 001</b> <b>C</b> <b>22 di 71</b>

- Impianto idrico di adduzione acqua per i servizi igienici e per i locali docce.
- Impianto di scarico per i servizi igienici e per i locali docce.

Nei successivi paragrafi saranno date indicazioni sull'architettura degli impianti idrici-sanitari sopra elencati e sulle relative scelte progettuali mentre, nel disciplinare tecnico, saranno date indicazioni sulle apparecchiature da utilizzare nell'ottica di realizzare un impianto funzionale e conforme alle normative vigenti.

Sono parte integrante di questo documento gli elaborati grafici di progetto, con la rappresentazione delle reti di distribuzione di nuova installazione e la disposizione delle nuove apparecchiature.

Il presente elaborato è rappresentativo dei soli impianti idrici-sanitari; per gli altri impianti e per gli aspetti architettonici e strutturali si rimanda ai relativi specifici elaborati.

## 7.2 Descrizione dell'impianto

L'acqua potabile sarà fornita direttamente dall'acquedotto Comunale, attraverso un contatore posto in prossimità dell'ingresso al fabbricato in oggetto e da qui, attraverso una rete di distribuzione interna in acciaio sarà addotta fino all'isola tecnica in copertura dove, attraverso serbatoi di accumulo, bollitori e pompe di circolazione, raggiungerà le utenze.

La linea di adduzione idrica proveniente dall'acquedotto sarà dotata di un disconnettore idraulico, dispositivo in grado di prevenire la contaminazione da riflusso dell'acqua potabile verso l'acquedotto come stabilito dalla EN 1717-2000 e dalla EN 12729, e da un filtro dissabbiatore di sicurezza autopulente per eliminare dall'acqua sabbia e corpi estranei fino ad una granulometria di 90 micron al fine di prevenire corrosioni puntiformi e danni alle tubazioni, alle apparecchiature ed al valvolame.

Il filtro è idoneo per la filtrazione dell'acqua ad uso potabile, ad uso tecnologico e di processo e risponde a quanto prescritto dal D.M. Sanità 443/90, dal D.M. 37/08, dalla norma UNI 10304 e dalla norma UNI-CTI 8065.

L'acqua fredda sanitaria sarà provvista di un sistema di addolcimento costituito da un addolcitore automatico a scambio di basi con rigenerazione volumetrico statistica proporzionale, gestito da elettronica a microprocessori con programma multifunzione, in grado di gestire il sistema di autodisinfezione ad ogni rigenerazione.

Per il trattamento della legionella prima dell'ingresso al bollitore di produzione dell'acqua sanitaria sarà installato un sistema di dosaggio di una soluzione stabilizzata a base di perossido di idrogeno e argento che opera sfruttando l'attività igienizzante di ciascuno dei due principi attivi e l'azione sinergica che tra di essi si sviluppa.

La coibentazione delle tubazioni di acqua sanitaria dovrà essere realizzata con elastomero estruso espanso a struttura cellulare chiusa, con opportuni spessori ai sensi del D.P.R. n. 412/93. In particolare:

1. Le tubazioni di adduzione acqua fredda sanitaria saranno coibentate con elastomero estruso espanso a struttura cellulare chiusa, spessore 13 mm;

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO <b>E21D</b> <b>06 D 17</b> <b>RO</b> <b>IT020 001</b> <b>C</b> <b>23 di 71</b>

2. Le tubazioni di adduzione acqua calda sanitaria saranno coibentate con elastomero estruso espanso a struttura cellulare chiusa, spessore 19 mm;
3. Tutte le tubazioni passanti all'esterno del fabbricato e nei locali tecnici sono rivestite in lamierino di alluminio spessore 6/10 mm;
4. Le tubazioni dell'acqua fredda, calda e ricircolo dell'acqua calda sanitaria sono realizzate in acciaio zincato secondo la norma UNI EN 10255;

Il reintegro dell'acqua nel sistema di accumulo sarà controllato mediante valvole a galleggiante.

Per la distribuzione dell'acqua potabile ai vari piani del complesso verranno installate tre elettropompe, dotate di inverter, di cui due in funzione (ognuna per il 50% della portata) ed una di riserva.

Tutta la componentistica a contatto con il fluido sarà in acciaio inox AISI 304, per garantire un'elevata resistenza alla corrosione. Sulla mandata di ogni pompa, per il mantenimento in pressione dell'impianto e la protezione dai colpi di ariete saranno previste delle valvole di ritegno a clapet, PN16, corpo in ghisa sferoidale, battente in acciaio inox, guarnizioni in NBR o BUNA-N, perni e molle in acciaio inox.

Il basamento del gruppo sarà in profilati di acciaio zincati, ad elevata rigidità per garantire la limitazione dei fenomeni di vibrazione e risonanza, con bulloneria in acciaio zincato.

Il controllo del quadro distribuzione pompe "QBT Pompe" dovrà essere predisposto per essere interfacciato verso il sistema di supervisione con PLC.

Sarà programmato per gestire gli avviamenti ciclici delle pompe e dovrà prevedere gli ingressi optoisolati, le uscite digitali individualmente isolate e l'uscita ethernet con protocollo Modbus RTI e protocollo TCP/IP.

I segnali da poter gestire dovranno essere almeno quelli di seguito elencati:

- pompa in marcia e pompa ferma;
- anomalia centralina gestione pompe;
- pompa automatica o manuale;
- stato interruttori pompe;
- i segnali provenienti dal multimetro;
- livello misura acqua nei serbatoi.

Il PLC sarà progettato per garantire la protezione delle pompe dal funzionamento fuori curva e per l'attivazione dell'opzione di regolazione per pressione costante o pressione proporzionale. La logica Master/Slave sarà configurata per:

- Avviamento a rotazione;

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO <b>E21D</b> <b>06 D 17</b> <b>RO</b> <b>IT020 001</b> <b>C</b> <b>24 di 71</b>

- Entrata in servizio della prima pompa prevista dalla rotazione in caso di immotivato arresto di quella in funzione;
- Entrata in servizio in sequenza di tutte le pompe necessarie per far fronte ai carichi di punta.

Le pompe saranno controllate mediante pressostato di minima ed interruttore di livello per la segnalazione di mancanza acqua e protezione dalla marcia a secco.

Dovrà essere prevista sul fronte quadro la possibilità di avvio in manuale mediante selettori manuale/automatico e relativo comando e dovranno essere predisposte delle segnalazioni luminose/gemme per indicare se la pompa è in marcia e per indicare se è presenza tensione di alimentazione.

L'interruttore di alimentazione pompe sarà dotato di contattori per lo stato di "aperto/chiuso" e "scattato" oltre ad una bobina di sgancio. Il quadro sarà predisposto con appositi trasformatori nel caso ci siano apparecchiature per i servizi ausiliari non a 230V e sarà equipaggiato con resistenza anticondensa e luce interna scomparto.

Le caratteristiche delle pompe di pressurizzazione dell'acqua fredda sanitaria saranno:

- portata complessiva	1,7	l/s cad.
- prevalenza	40,0	m.c.a cad.
- Capacità serbatoio di accumulo acqua fredda	1500	litri
- Capacità bollitore	1100	litri

Le caratteristiche unitarie delle pompe di ricircolo saranno:

- portata (unitaria)	0,42	l/s cad.
- prevalenza	6,0	m.c.a cad.

Il circuito di ricircolo serve a mantenere il circuito di distribuzione dell'acqua calda sempre alla giusta temperatura in modo da disporre di acqua calda fin dall'apertura del rubinetto.

Il circuito attiverà ad intervalli regolari prestabiliti le pompe di ricircolo che, attraverso una seconda tubazione allacciata ai collettori di derivazione dell'acqua calda, manterrà il circuito in temperatura e riporterà il fluido freddo al boiler.

Le apparecchiature che hanno maggiore richiesta idrica sono le cassette dei wc. A fronte di tali necessità l'utenza "teorica" generale da prevedere al contatore generale, ovvero da richiedere all'ente erogatore è pari a circa 5,0 l/s a circa 4 bar.

 <b>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANO</b>    	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	<b>COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO</b> <b>E21D            06 D 17        RO            IT020 001        C            25 di 71</b>

Qualora la fornitura idrica dell'ente erogatore non garantisca la pressione richiesta, sarà necessario installare il gruppo di pressurizzazione e l'accumulo di acqua fredda sanitaria in apposito locale al piano terra del fabbricato anzichè nell'isola tecnica prevista al piano copertura.

La produzione dell'acqua calda sanitaria sarà affidata ad un bollitore della capacità di 1.100 lt con serpentino a superficie maggiorata idoneo per pompe di calore, installato nell'isola tecnica in copertura.

La distribuzione dell'acqua calda e fredda agli apparecchi sanitari sarà realizzata con tubazioni in acciaio zincato opportunamente coibentate installate a soffitto.

La rete di scarico delle acque usate sarà costituita:

- dalle diramazioni di scarico che collegheranno gli scarichi degli apparecchi igienici con i collettori di scarico;
- dalle colonne di scarico
- dai collettori di scarico sub orizzontali correnti nello spazio sottostante al pavimento che riceveranno le acque di scarico provenienti dalle diramazioni e le convoglieranno al pozetto di raccolta ubicato all'esterno dell'edificio;
- dalle tubazioni di ventilazione primaria fino in copertura.
- Valvole di aerazione per la ventilazione secondaria.
- Dai sifoni

La rete di scarico sarà realizzata con tubi in polietilene serie pesante per gli scarichi fino al pozetto di raccolta.

Le diramazioni della rete di scarico che viaggiano orizzontalmente saranno installate nel controsoffitto del piano inferiore.

Dal pozetto di raccolta le acque usate saranno convogliate al recapito finale (fogna comunale).

### 7.3 Pre-dimensionamento della rete di adduzione idrica

#### 7.3.1 Criteri di Pre-Dimensionamento Rete Idrica

Secondo Norma UNI 9182 "Impianti di alimentazione e distribuzione dell'acqua fredda e calda; criteri di progettazione, collaudo e gestione".

#### 7.3.2 Portate nominali e pressioni dei rubinetti

  	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>												
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI Relazione tecnica</b>	<table> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>06 D 17</td> <td>RO</td> <td>IT020 001</td> <td>C</td> <td>26 di 71</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	06 D 17	RO	IT020 001	C	26 di 71
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	06 D 17	RO	IT020 001	C	26 di 71								

<i>Apparecchio</i>	<i>Portata minima [l/s] calcolata a 3 bar</i>	<i>Pressione minima [kPa]</i>
Lavabi	0,10	100
Bidet	0,10	100
Vasi a cassetta	0,10	100
Vasi con passo rapido o flussometro	1,00	100
Vasca da bagno	0,3	100
Doccia	0,15	100
Lavello da cucina	0,15	100
Lavabiancheria	0,15	100
Orinatoio	0,15	100
Idrantino	0,40	100

Le velocità massime ammesse nei circuiti sono:

- 2 m/s per distribuzione primaria, colonne montanti, tubazioni di distribuzione al piano;
  - 4 m/s per la linea di adduzione alla singola utenza.

### 7.3.3 Portata massima contemporanea

Secondo il metodo delle unità di carico (UC), corrispondente alla portata convenzionale di un punto di espansione, definito per i vari utilizzatori della tabella A.

Il rapporto fra unità di carico e la portata d'acqua è riportata nella tabella B, relativa alle condizioni di utilizzo più gravose (edifici per comunità, ospedali etc.).

Le velocità di flusso sono le seguenti:

- Tubi collettori, colonne portanti, tubi di servizio del piano max 2,0 m/s
  - Tubi di collegamento a un accessorio (tratti terminali) max 4,0 m/s

## TABELLA A - Unità di carico (UC) per le utenze idriche

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>					
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA E21D	LOTTO 06 D 17	CODIFICA RO	DOCUMENTO IT020 001	REV. C	FOGLIO 27 di 71

Apparecchio singolo	Alimentazione	Unità di carico			Totale
		Acqua fredda	Acqua calda	--	
Lavabo	Gruppo miscelatore	1,50	1,50	--	2,00
Bidet	miscelatore	1,50	1,50	--	2,00
Doccia	miscelatore	3,00	3,00	--	4,00
Vaso	cassetta	5,00	--	--	5,00
Vaso	passo rapido	10,00	--	--	10,00
Orinatoio	rubinetto a vela	0,75	--	--	0,75
Orinatoio	Passo rapido o flussometro	10,00	--	--	10,00

TABELLA B - Determinazione della portata massima contemporanea per utenze degli edifici per uffici e simili con vasi a cassetta

Unità di carico (UC)	Portata (l/s)	Unità di carico (UC)	Portata (l/s)	Unità di carico (UC)	Portata (l/s)
6	0,30	120	2,90	1.250	11,30
8	0,40	140	3,20	1.500	12,40
10	0,50	160	3,50	1.750	13,60
12	0,60	180	3,75	2.000	14,50
14	0,67	200	3,95	2.250	15,40
16	0,75	225	4,25	2.500	16,20
18	0,82	250	4,50	2.750	17,00
20	0,89	275	4,80	3.000	18,00
25	1,05	300	5,05	3.500	19,50
30	1,18	400	6,00	4.000	21,00
35	1,35	500	6,90	4.500	22,00
40	1,45	600	7,55	5.000	23,50
50	1,65	700	8,30	6.000	25,50

 <b>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</b>	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>					
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA    LOTTO    CODIFICA    DOCUMENTO    REV.    FOGLIO <b>E21D      06 D 17      RO      IT020 001      C      28 di 71</b>					

Unità di carico (UC)	Portata (l/s)	Unità di carico (UC)	Portata (l/s)	Unità di carico (UC)	Portata (l/s)
60	1,90	800	8,80	7.000	27,50
70	2,10	900	9,50	8.000	29,00
80	2,25	1.000	10,00	9.000	30,50
90	2,45			10.000	32,00
100	2,60				

Le tubazioni saranno adeguatamente coibentate conformemente al DPR 412/93 e smi.

#### 7.3.4 Allegati di calcolo

Si riporta di seguito il pre-dimensionamento dei principali tratti di tubazione di adduzione acqua idrico-sanitaria.

Locale	Riferimento utenza N°	Ucf	Ucc	Tot AC+AF	Diametro tubazione a.f.	Diametro tubazione a.c.	Diametro tubazione rc
PT_WC01	Lavabo	1,5	1,5	2			
	Lavabo	1,5	1,5	2			
	Lavabo	1,5	1,5	2			
	Doccino WC	3	3	4			
	WC cassetta	5		5			
	WC cassetta	5		5			
Dorsale distribuzione PT	UC tot WC01	17,5	7,5	20			
P1_WC02	Lavabo	1,5	1,5	2			
	WC cassetta	5		5			
	WC cassetta	5		5			
Dorsale distribuzione P1	Uctot WC02	11,5	1,5	12			
P2_WC05	Lavabo	1,5	1,5	2			
	WC cassetta	5		5			
	WC cassetta	5		5			
	Uctot WC05	11,5	1,5	12			
P2_WC03	Lavabo	1,5	1,5	2			
	Lavabo	1,5	1,5	2			
	Lavabo	1,5	1,5	2			
	Lavabo	1,5	1,5	2			
	WC cassetta	5		5			
	WC cassetta	5		5			
	WC cassetta	5		5			

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)						
IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO E21D      06 D 17      RO      IT020 001      C      29 di 71						
	WC cassetta	5		5			
	Uctot WC03	26	6	28			
P2_WC04	Uctot WC04	26	6	28			
P2_DOCCE01	Piatto doccia	3	3	4			
	Piatto doccia	3	3	4			
	Piatto doccia	3	3	4			
	Piatto doccia	3	3	4			
	Piatto doccia	3	3	4			
	Piatto doccia	3	3	4			
	Piatto doccia	3	3	4			
	Uctot DOCCE01	24	24	32			
P2_DOCCE02	Uctot DOCCE02	24	24	32			
Dorsale distribuzione P2	UC tot WC+DOCCE	111,5	61,5	132			
P2_WC06	Lavabo	1,5	1,5	2			
	WC cassetta	5		5			
	WC cassetta	5		5			
	Uctot WC06	11,5	1,5	12			
P3_WC07	Lavabo	1,5	1,5	2			
	Lavabo	1,5	1,5	2			
	Lavabo	1,5	1,5	2			
	Lavabo	1,5	1,5	2			
	WC cassetta	5		5			
	WC cassetta	5		5			
	WC cassetta	5		5			
	WC cassetta	5		5			
	Uctot WC07	26	6	28			
P3_WC08	Uctot WC08	26	6	28			
P3_DOCCE03	Piatto doccia	3	3	4			
	Piatto doccia	3	3	4			
	Piatto doccia	3	3	4			
	Piatto doccia	3	3	4			
	Piatto doccia	3	3	4			
	Piatto doccia	3	3	4			
	Piatto doccia	3	3	4			
	Piatto doccia	3	3	4			
	Uctot DOCCE03	24	24	32			

 <b>ITALFERR</b> <small>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</small>	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>					
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA E21D      LOTTO 06 D 17      CODIFICA RO      DOCUMENTO IT020 001      REV. C      FOGLIO 30 di 71					

P3_DOCCE04	Uctot DOCCE04	<b>24</b>	<b>24</b>	32			
Dorsale distribuzione P3	UC tot WC+DOCCE	<b>111,5</b>	<b>61,5</b>	132			
Dorsali principali da Isola tecnica	UC Tot	<b>252</b>	<b>132</b>	296	2"1/2	2"	1"

## 7.4 Pre-dimensionamento delle reti di scarico

### 7.4.1 Criteri di Pre-Dimensionamento Rete di scarico

Il dimensionamento del sistema di scarico viene effettuato secondo Norma UNI EN 12056-2 “Sistemi di scarico funzionanti a gravità all’interno degli edifici – Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo” con il metodo delle unità di scarico (DU), delle quali sono riportati i valori in tabella D. Per unità di scarico si intende la portata media di scarico di un apparecchio sanitario espressa in litri al secondo.

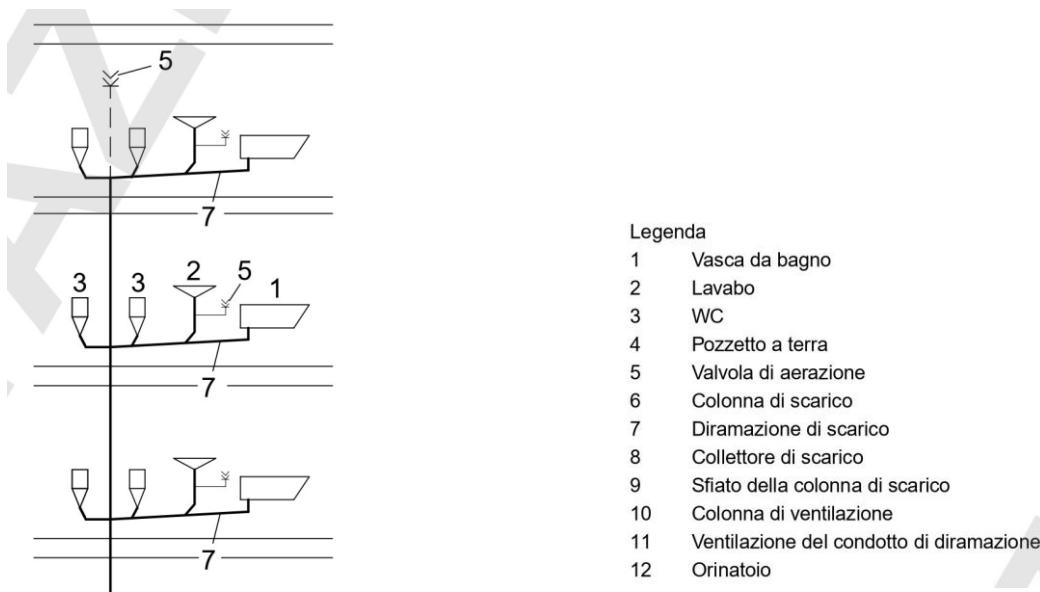
L’impianto di scarico dovrà assicurare:

- Una evacuazione rapida del flusso ( $v > 0,6 \text{ m/s}$ ).
- L’assenza di depositi e di residui.
- La tenuta idraulica e la tenuta ai gas.
- I livelli di pressione di progetto durante il funzionamento.
- Contenimento della rumorosità entro i termini di legge.

Il sistema preso in considerazione è di tipo I ovvero un sistema di scarico con colonna di scarico unica e diramazioni di scarico riempite parzialmente con ventilazione secondaria.

Lo schema sottostante riporta i componenti principali di un sistema di tipo I con ventilazione secondaria e diramazioni di scarico con ventilazione.

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO E21D      06 D 17      RO      IT020 001      C      31 di 71



La portata contemporanea di scarico è determinata in funzione della somma delle unità di scarico dei singoli apparecchi e del coefficiente di frequenza legato al differente utilizzo degli apparecchi in base alla destinazione d'uso dei fabbricati. La sopramenzionata tabella D illustra le portate previste per gli apparecchi sanitari impiegati nel progetto in base al sistema di scarico utilizzato.

TABELLA D - Unità di scarico (DU)

Unità di scarico (DU)	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV
Apparecchio sanitario	DU (l/s)	DU (l/s)	DU (l/s)	DU (l/s)
Lavabi	0,5	0,3	0,3	0,3
WC 7,5 l	2	1,8	1,8	2
Doccia senza tappo	0,6	0,4	0,4	0,4

In base al punto 6.3.1 della norma UNI 12056-2 la portata delle acque reflue prevista per un impianto di scarico al quale sono raccordati apparecchi sanitari viene calcolata mediante la seguente espressione:

$$Q_{ww} = K \sqrt{\sum DU}$$

Dove

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO <b>E21D</b> <b>06 D 17</b> <b>RO</b> <b>IT020 001</b> <b>C</b> <b>32 di 71</b>

**Q<sub>WW</sub>** è la portata di acque reflue espressa in l/s

**K** è il coefficiente di frequenza, pari a 0,5 per gli uffici (uso intermittente)

**ΣDU** è la somma delle unità di scarico

La portata delle acque reflue corrisponde, come minimo, alla portata dell'apparecchio con l'unità di scarico più grande.

Per il dimensionamento delle diramazioni di scarico con ventilazione si è fatto riferimento ai prospetti 7 e 8 della norma UNI 12056-2:

prospetto

#### 7 Portata idraulica massima ( $Q_{max}$ ) e diametro nominale (DN)

$Q_{max}$ l/s	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV
	DN	DN	DN	DN
0,60	*	30/30	Vedere prospetto 6	30/30
0,75	50/40	40/30		40/30
1,50	60/40	50/30		50/30
2,25	70/50	60/30		60/30
3,00	80/50**	70/40**		70/40**
3,40	90/60***	80/40****		80/40****
3,75	100/60	90/50		90/50

\* Non ammesso.  
 \*\* Senza WC.  
 \*\*\* Massimo due WC e cambiamenti di direzione per un totale massimo di 90°.  
 \*\*\*\* Massimo un WC.

prospetto

#### 8 Limiti di applicazione

Limiti di applicazione	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV
Lunghezza massima del tubo ( $l$ )	10,0 m	Senza limitazioni	Vedere prospetto 6	10,0 m
Numero max. di curve a 90°*	Senza limitazioni	Senza limitazioni		Senza limitazioni
Dislivello massimo ( $\Delta$ ) (inclinazione di 45° o maggiore)	3,0 m	3,0 m		3,0 m
Gradiente minimo	0,5%	1,5%		0,5%

\* Curva di raccordo non compresa.

Per il dimensionamento delle diramazioni di scarico senza ventilazione si è fatto riferimento ai prospetti 4 e 5 della norma UNI 12056-2:

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>					
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO E21D            06 D 17        RO            IT020 001        C            33 di 71					

prospetto 4 **Capacità idraulica ( $Q_{\max}$ ) e diametro nominale (DN)**

$Q_{\max}$	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV
I/s	DN	DN	DN	DN
0,40	*	30	Vedere prospetto 6	30
0,50	40	40		40
0,80	50	*		*
1,00	60	50		50
1,50	70	60		60
2,00	80**	70**		70**
2,25	90***	80****		80****
2,50	100	90		100
* Non ammesso. ** Senza WC. *** Massimo due WC e cambiamenti di direzione per un totale massimo di 90°. **** Massimo un WC.				

prospetto 5 **Limiti di applicazione**

Limiti di applicazione	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV
Lunghezza massima della tubazione (L)	4,0 m	10,0 m	Vedere prospetto 6	10,0 m
Numero massimo delle curve a 90°	3*	1*		3*
Dislivello massimo ( $\Delta$ ) (inclinazione di 45° o maggiore)	1,0 m	**60 m DN > 70 ***3,0 m DN = 70		1,0 m
Pendenza minima	1%	1,5%		1%
* Senza curva di raccordo. ** Se DN < 100 mm e vi è un WC collegato ad una diramazione senza ventilazione, nessun altro apparecchio sanitario può essere collegato entro una zona di 1 m al di sopra del raccordo ad un sistema ventilato.				

Per le colonne di scarico con ventilazione primaria si è fatto riferimento al prospetto 11 della norma UNI 12056-2.

**Capacità idraulica ( $Q_{\max}$ ) e diametro nominale (DN)**

Colonna di scarico e sfioro	Sistemi I, II, III e IV	
	$Q_{\max}$ (I/s)	
DN	Braga a squadra	Braga ad angolo
60	0,5	0,7
70	1,5	2,0
80*	2,0	2,6
90	2,7	3,5
100**	4,0	5,2
125	5,8	7,6

 <b>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</b>	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>											
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA    LOTTO    CODIFICA    DOCUMENTO    REV.    FOGLIO E21D        06 D 17      RO        IT020 001      C        34 di 71											

Per il dimensionamento del collettore è stata considerata una pendenza dell'1% in conformità con il seguente prospetto della norma

**Capacità di collettori di scarico con grado di riempimento del 50% ( $h/d = 0,5$ )**

Pendenza <i>i</i>	DN 100		DN 125		DN 150		DN 200		DN 225		DN 250		DN 300	
	<i>Q<sub>max</sub></i> l/s	<i>v</i> m/s												
0,50	1,8	0,5	2,8	0,5	5,4	0,6	10,0	0,8	15,9	0,8	18,9	0,9	34,1	1,0
1,00	2,5	0,7	4,1	0,8	7,7	0,9	14,2	1,1	22,5	1,2	26,9	1,2	48,3	1,4
1,50	3,1	0,8	5,0	1,0	9,4	1,1	17,4	1,3	27,6	1,5	32,9	1,5	59,2	1,8
2,00	3,5	1,0	5,7	1,1	10,9	1,3	20,1	1,5	31,9	1,7	38,1	1,8	68,4	2,0
2,50	4,0	1,1	6,4	1,2	12,2	1,5	22,5	1,7	35,7	1,9	42,6	2,0	76,6	2,3
3,00	4,4	1,2	7,1	1,4	13,3	1,6	24,7	1,9	38,9	2,1	46,7	2,2	83,9	2,5
3,50	4,7	1,3	7,6	1,5	14,4	1,7	26,6	2,0	42,3	2,2	50,4	2,3	90,7	2,7
4,00	5,0	1,4	8,2	1,6	15,4	1,8	28,5	2,1	45,2	2,4	53,9	2,5	96,9	2,9
4,50	5,3	1,5	8,7	1,7	16,3	2,0	30,2	2,3	48,0	2,5	57,2	2,7	102,8	3,1
5,00	5,6	1,6	9,1	1,8	17,2	2,1	31,9	2,4	50,6	2,7	60,3	2,8	108,4	3,2

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO E21D            06 D 17        RO            IT020 001        C            35 di 71

## 8 IMPIANTO IDRICO SANITARIO PALAZZINA MOVIMENTO

### 8.1 Estensione dell'intervento

La presente relazione tecnica, allegata alla documentazione di progetto esecutivo, ha per oggetto la descrizione degli impianti idrici-sanitari a servizio della palazzina movimento oggetto delle opere di rifacimento del deposito di Gavette.

In particolare, vengono riportati e descritti:

- i contenuti e limiti di fornitura e la descrizione degli interventi previsti;
- la normativa di riferimento applicabile agli impianti in oggetto;
- i parametri tecnici di progetto e di riferimento previsti per il dimensionamento degli impianti idrici-sanitari;
- le specifiche tecniche e prestazionali dei principali componenti di impianto.

Le opere oggetto dell'intervento comprendono la realizzazione dei seguenti impianti idrici-sanitari:

- Impianto idrico di adduzione acqua per i servizi igienici e per i locali docce.
- Impianto di scarico per i servizi igienici e per i locali docce.

Nei successivi paragrafi saranno date indicazioni sull'architettura degli impianti idrici-sanitari sopra elencati e sulle relative scelte progettuali mentre, nel disciplinare tecnico, saranno date indicazioni sulle apparecchiature da utilizzare nell'ottica di realizzare un impianto funzionale e conforme alle normative vigenti.

Sono parte integrante di questo documento gli elaborati grafici di progetto, con la rappresentazione delle reti di distribuzione di nuova installazione e la disposizione delle nuove apparecchiature.

Il presente elaborato è rappresentativo dei soli impianti idrici-sanitari; per gli altri impianti e per gli aspetti architettonici e strutturali si rimanda ai relativi specifici elaborati.

### 8.2 Descrizione dell'impianto

L'acqua potabile sarà fornita direttamente dall'acquedotto Comunale, attraverso un contatore posto in prossimità dell'ingresso al fabbricato in oggetto e da qui, attraverso una rete di distribuzione interna in acciaio sarà addotta fino all'isola tecnica dove, attraverso serbatoi di accumulo, scalda acqua a pompa di calore e pompe di circolazione, raggiungerà le utenze.

La linea di adduzione idrica proveniente dall'acquedotto sarà dotata di un disconnettore idraulico, dispositivo in grado di prevenire la contaminazione da rifiusso dell'acqua potabile verso l'acquedotto come stabilito dalla EN 1717-2000 e dalla EN 12729, e da un filtro dissabbiatore di sicurezza autopulente per eliminare dall'acqua sabbia e corpi estranei fino ad una granulometria di 90 micron al fine di prevenire corrosioni puntiformi e danni alle tubazioni, alle apparecchiature ed ai valvolame.

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO <b>E21D</b> <b>06 D 17</b> <b>RO</b> <b>IT020 001</b> <b>C</b> <b>36 di 71</b>

Il filtro è idoneo per la filtrazione dell'acqua ad uso potabile, ad uso tecnologico e di processo e risponde a quanto prescritto dal D.M. Sanità 443/90, dal D.M. 37/08, dalla norma UNI 10304 e dalla norma UNI-CTI 8065.

L'acqua fredda sanitaria sarà provvista di un sistema di addolcimento costituito da un addolcitore automatico a scambio di basi con rigenerazione volumetrico statistica proporzionale, gestito da elettronica a microprocessori con programma multifunzione, in grado di gestire il sistema di autodisinfezione ad ogni rigenerazione.

Per il trattamento della legionella prima dell'ingresso allo scaldacqua a pompa di calore di produzione dell'acqua sanitaria sarà installato un sistema di dosaggio di una soluzione stabilizzata a base di perossido di idrogeno e argento che opera sfruttando l'attività igienizzante di ciascuno dei due principi attivi e l'azione sinergica che tra di essi si sviluppa.

La coibentazione delle tubazioni di acqua sanitaria dovrà essere realizzata con elastomero estruso espanso a struttura cellulare chiusa, con opportuni spessori ai sensi del D.P.R. n. 412/93. In particolare:

5. Le tubazioni di adduzione acqua fredda sanitaria saranno coibentate con elastomero estruso espanso a struttura cellulare chiusa, spessore 13 mm;
6. Le tubazioni di adduzione acqua calda sanitaria saranno coibentate con elastomero estruso espanso a struttura cellulare chiusa, spessore 19 mm;
7. Tutte le tubazioni passanti all'esterno del fabbricato e nei locali tecnici sono rivestite in lamierino di alluminio spessore 6/10 mm;
8. Le tubazioni dell'acqua fredda, calda e ricircolo dell'acqua calda sanitaria sono realizzate in acciaio zincato secondo la norma UNI EN 10255;

Le apparecchiature che hanno maggiore richiesta idrica sono le cassette dei wc. A fronte di tali necessità l'utenza "teorica" generale da prevedere al contatore generale, ovvero da richiedere all'ente erogatore è pari a circa 0,9 l/s a circa 4 bar.

La produzione dell'acqua calda sanitaria sarà affidata ad uno scaldacqua a pompa di calore della capacità di 100 lt con serpantino a superficie maggiorata idoneo per pompe di calore, installato nel locale tecnico.

La distribuzione dell'acqua calda e fredda agli apparecchi sanitari sarà realizzata con tubazioni in acciaio zincato opportunamente coibentate installate a soffitto.

La rete di scarico delle acque usate sarà costituita:

- dalle diramazioni di scarico che collegheranno gli scarichi degli apparecchi igienici con i collettori di scarico;
- dalle colonne di scarico

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO <b>E21D</b> <b>06 D 17</b> <b>RO</b> <b>IT020 001</b> <b>C</b> <b>37 di 71</b>

- dai collettori di scarico sub orizzontali correnti nello spazio sottostante al pavimento che riceveranno le acque di scarico provenienti dalle diramazioni e le convoglieranno al pozzetto di raccolta ubicato all'esterno dell'edificio;
- dalle tubazioni di ventilazione primaria fino in copertura.
- Valvole di aerazione per la ventilazione secondaria.
- Dai sifoni

La rete di scarico sarà realizzata con tubi in polietilene serie pesante per gli scarichi fino al pozzetto di raccolta.

Le diramazioni della rete di scarico che viaggiano orizzontalmente saranno installate nel controsoffitto del piano inferiore.

Dal pozzetto di raccolta le acque usate saranno convogliate al recapito finale (fogna comunale).

### 8.3 Pre-dimensionamento della rete di adduzione idrica

#### 8.3.1 Criteri di Pre-Dimensionamento Rete Idrica

Secondo Norma UNI 9182 “Impianti di alimentazione e distribuzione dell’acqua fredda e calda; criteri di progettazione, collaudo e gestione”.

#### 8.3.2 Portate nominali e pressioni dei rubinetti

Apparecchio	Portata minima [l/s] calcolata a 3 bar	Pressione minima [kPa]
Lavabi	0,10	100
Bidet	0,10	100
Vasi a cassetta	0,10	100
Vasi con passo rapido o flussometro	1,00	100
Vasca da bagno	0,3	100
Doccia	0,15	100
Lavello da cucina	0,15	100
Lavabiancheria	0,15	100
Orinatoio	0,15	100
Idrantino	0,40	100

 <b>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</b>    	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>					
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	<b>COMMESSA</b> <b>E21D</b>	<b>LOTTO</b> <b>06 D 17</b>	<b>CODIFICA</b> <b>RO</b>	<b>DOCUMENTO</b> <b>IT020 001</b>	<b>REV.</b> <b>C</b>	<b>FOGLIO</b> <b>38 di 71</b>

Le velocità massime ammesse nei circuiti sono:

- 2 m/s per distribuzione primaria, colonne montanti, tubazioni di distribuzione al piano;
- 4 m/s per la linea di adduzione alla singola utenza.

### 8.3.3 Portata massima contemporanea

Secondo il metodo delle unità di carico (UC), corrispondente alla portata convenzionale di un punto di espansione, definito per i vari utilizzatori della tabella A.

Il rapporto fra unità di carico e la portata d'acqua è riportata nella tabella B, relativa alle condizioni di utilizzo più gravose (edifici per comunità, ospedali etc.).

Le velocità di flusso sono le seguenti:

- Tubi collettori, colonne portanti, tubi di servizio del piano max 2,0 m/s
- Tubi di collegamento a un accessorio (tratti terminali) max 4,0 m/s

TABELLA A - Unità di carico (UC) per le utenze idriche

<i>Apparecchio singolo</i>	<i>Alimentazione</i>	<i>Unità di carico</i>		
		<i>Acqua fredda</i>	<i>Acqua calda</i>	<i>Totale</i>
Lavabo	Gruppo miscelatore	1,50	1,50	2,00
Bidet	miscelatore	1,50	1,50	2,00
Doccia	miscelatore	3,00	3,00	4,00
Vaso	cassetta	5,00	--	5,00
Vaso	passo rapido	10,00	--	10,00
Orinatoio	rubinetto a vela	0,75	--	0,75
Orinatoio	Passo rapido o flussometro	10,00	--	10,00

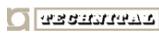
   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>					
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO E21D      06 D 17      RO      IT020 001      C      39 di 71					

TABELLA B - Determinazione della portata massima contemporanea per utenze degli edifici per uffici e simili con vasi a cassetta

Unità di carico (UC)	Portata (l/s)	Unità di carico (UC)	Portata (l/s)	Unità di carico (UC)	Portata (l/s)
6	0,30	120	2,90	1.250	11,30
8	0,40	140	3,20	1.500	12,40
10	0,50	160	3,50	1.750	13,60
12	0,60	180	3,75	2.000	14,50
14	0,67	200	3,95	2.250	15,40
16	0,75	225	4,25	2.500	16,20
18	0,82	250	4,50	2.750	17,00
20	0,89	275	4,80	3.000	18,00
25	1,05	300	5,05	3.500	19,50
30	1,18	400	6,00	4.000	21,00
35	1,35	500	6,90	4.500	22,00
40	1,45	600	7,55	5.000	23,50
50	1,65	700	8,30	6.000	25,50
60	1,90	800	8,80	7.000	27,50
70	2,10	900	9,50	8.000	29,00
80	2,25	1.000	10,00	9.000	30,50
90	2,45			10.000	32,00
100	2,60				

Le tubazioni saranno adeguatamente coibentate conformemente al DPR 412/93 e smi.

#### 8.3.4 Allegati di calcolo

Si riporta di seguito il pre-dimensionamento dei principali tratti di tubazione di scarico con i riferimenti nelle sottostanti planimetrie.

Locale	Riferimento utenza N°	Ucf	Ucc	Tot AC+AF	Diametro tubazione a.f.	Diametro tubazione a.c.	Diametro tubazione rc
PT_WC01	Lavabo	1,5	1,5	2			
	Lavabo	1,5	1,5	2			
	WC cassetta	5		5			
	WC cassetta	5		5			
	WC cassetta	5		5			

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO <b>E21D</b> <b>06 D 17</b> <b>RO</b> <b>IT020 001</b> <b>C</b> <b>40 di 71</b>

<b>Dorsale distribuzione PT</b>	UC tot WC01	<b>18</b>	<b>3</b>	<b>19</b>	<b>1"</b>	<b>3/4"</b>	<b>3/4"</b>
-------------------------------------	-------------	-----------	----------	-----------	-----------	-------------	-------------

## 8.4 Pre-dimensionamento delle reti di scarico

### 8.4.1 Criteri di Pre-Dimensionamento Rete di scarico

Il dimensionamento del sistema di scarico viene effettuato secondo Norma UNI EN 12056-2 “Sistemi di scarico funzionanti a gravità all’interno degli edifici – Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo” con il metodo delle unità di scarico (DU), delle quali sono riportati i valori in tabella D. Per unità di scarico si intende la portata media di scarico di un apparecchio sanitario espressa in litri al secondo.

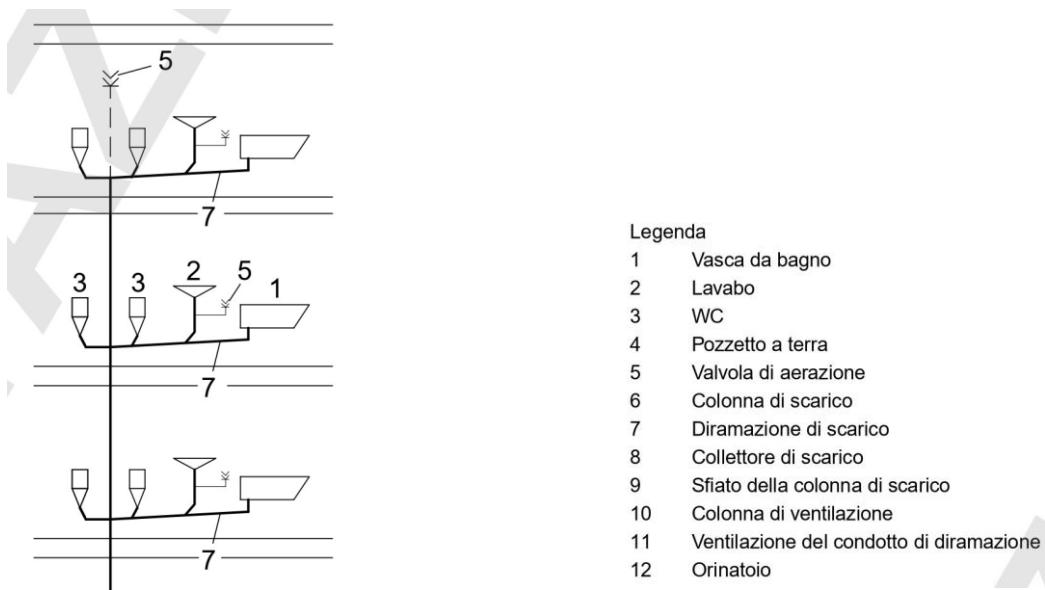
L’impianto di scarico dovrà assicurare:

- Una evacuazione rapida del flusso ( $v > 0,6 \text{ m/s}$ ).
- L’assenza di depositi e di residui.
- La tenuta idraulica e la tenuta ai gas.
- I livelli di pressione di progetto durante il funzionamento.
- Contenimento della rumorosità entro i termini di legge.

Il sistema preso in considerazione è di tipo I ovvero un sistema di scarico con colonna di scarico unica e diramazioni di scarico riempite parzialmente con ventilazione secondaria.

Lo schema sottostante riporta i componenti principali di un sistema di tipo I con ventilazione secondaria e diramazioni di scarico con ventilazione.

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO E21D      06 D 17      RO      IT020 001      C      41 di 71



La portata contemporanea di scarico è determinata in funzione della somma delle unità di scarico dei singoli apparecchi e del coefficiente di frequenza legato al differente utilizzo degli apparecchi in base alla destinazione d'uso dei fabbricati. La sopramenzionata tabella D illustra le portate previste per gli apparecchi sanitari impiegati nel progetto in base al sistema di scarico utilizzato.

TABELLA D - Unità di scarico (DU)

Unità di scarico (DU)	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV
Apparecchio sanitario	DU (l/s)	DU (l/s)	DU (l/s)	DU (l/s)
Lavabi	0,5	0,3	0,3	0,3
WC 7,5 l	2	1,8	1,8	2
Doccia senza tappo	0,6	0,4	0,4	0,4

In base al punto 6.3.1 della norma UNI 12056-2 la portata delle acque reflue prevista per un impianto di scarico al quale sono raccordati apparecchi sanitari viene calcolata mediante la seguente espressione:

$$Q_{ww} = K \sqrt{\sum DU}$$

Dove

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO <b>E21D</b> <b>06 D 17</b> <b>RO</b> <b>IT020 001</b> <b>C</b> <b>42 di 71</b>

**Qww** è la portata di acque reflue espressa in l/s

**K** è il coefficiente di frequenza, pari a 0,5 per gli uffici (uso intermittente)

**$\sum DU$**  è la somma delle unità di scarico

La portata delle acque reflue corrisponde, come minimo, alla portata dell'apparecchio con l'unità di scarico più grande.

Per il dimensionamento delle diramazioni di scarico con ventilazione si è fatto riferimento ai prospetti 7 e 8 della norma UNI 12056-2:

prospetto

#### 7 Portata idraulica massima ( $Q_{max}$ ) e diametro nominale (DN)

$Q_{max}$ l/s	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV
	DN	DN	DN	DN
0,60	*	30/30	Vedere prospetto 6	30/30
0,75	50/40	40/30		40/30
1,50	60/40	50/30		50/30
2,25	70/50	60/30		60/30
3,00	80/50**	70/40**		70/40**
3,40	90/60***	80/40****		80/40****
3,75	100/60	90/50		90/50

\* Non ammesso.  
 \*\* Senza WC.  
 \*\*\* Massimo due WC e cambiamenti di direzione per un totale massimo di 90°.  
 \*\*\*\* Massimo un WC.

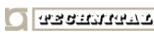
prospetto

#### 8 Limiti di applicazione

Limiti di applicazione	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV
Lunghezza massima del tubo ( $l$ )	10,0 m	Senza limitazioni	Vedere prospetto 6	10,0 m
Numero max. di curve a 90°*	Senza limitazioni	Senza limitazioni		Senza limitazioni
Dislivello massimo ( $H$ ) (inclinazione di 45° o maggiore)	3,0 m	3,0 m		3,0 m
Gradiente minimo	0,5%	1,5%		0,5%

\* Curva di raccordo non compresa.

Per il dimensionamento delle diramazioni di scarico senza ventilazione si è fatto riferimento ai prospetti 4 e 5 della norma UNI 12056-2:

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>					
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO E21D      06 D 17      RO      IT020 001      C      43 di 71					

prospetto 4 **Capacità idraulica ( $Q_{\max}$ ) e diametro nominale (DN)**

$Q_{\max}$	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV
I/s	DN	DN	DN	DN
0,40	*	30		30
0,50	40	40		40
0,80	50	*		*
1,00	60	50		50
1,50	70	60		60
2,00	80**	70**		70**
2,25	90***	80****		80****
2,50	100	90		100

\* Non ammesso.  
\*\* Senza WC.  
\*\*\* Massimo due WC e cambiamenti di direzione per un totale massimo di 90°.  
\*\*\*\* Massimo un WC.

Vedere prospetto 6

prospetto 5 **Limiti di applicazione**

Limiti di applicazione	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV
Lunghezza massima della tubazione ( $l$ )	4,0 m	10,0 m		10,0 m
Numero massimo delle curve a 90°	3*	1*		3*
Dislivello massimo ( $H$ ) (inclinazione di 45° o maggiore)	1,0 m	**60 m DN > 70 ***3,0 m DN = 70		1,0 m
Pendenza minima	1%	1,5%		1%

\* Senza curva di raccordo.  
\*\* Se DN < 100 mm e vi è un WC collegato ad una diramazione senza ventilazione, nessun altro apparecchio sanitario può essere collegato entro una zona di 1 m al di sopra del raccordo ad un sistema ventilato.

Vedere prospetto 6

Per le colonne di scarico con ventilazione primaria si è fatto riferimento al prospetto 11 della norma UNI 12056-2.

**Capacità idraulica ( $Q_{\max}$ ) e diametro nominale (DN)**

Colonna di scarico e sfato	Sistemi I, II, III e IV	
	$Q_{\max}$ (I/s)	
DN	Braga a squadra	Braga ad angolo
60	0,5	0,7
70	1,5	2,0
80*	2,0	2,6
90	2,7	3,5
100**	4,0	5,2
125	5,8	7,6

 <b>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</b>	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>											
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA    LOTTO    CODIFICA    DOCUMENTO    REV.    FOGLIO E21D        06 D 17      RO        IT020 001      C        44 di 71											

Per il dimensionamento del collettore è stata considerata una pendenza dell'1% in conformità con il seguente prospetto della norma

**Capacità di collettori di scarico con grado di riempimento del 50% ( $h/d = 0,5$ )**

Pendenza <i>i</i>	DN 100		DN 125		DN 150		DN 200		DN 225		DN 250		DN 300	
	<i>Q<sub>max</sub></i> l/s	<i>v</i> m/s												
0,50	1,8	0,5	2,8	0,5	5,4	0,6	10,0	0,8	15,9	0,8	18,9	0,9	34,1	1,0
1,00	2,5	0,7	4,1	0,8	7,7	0,9	14,2	1,1	22,5	1,2	26,9	1,2	48,3	1,4
1,50	3,1	0,8	5,0	1,0	9,4	1,1	17,4	1,3	27,6	1,5	32,9	1,5	59,2	1,8
2,00	3,5	1,0	5,7	1,1	10,9	1,3	20,1	1,5	31,9	1,7	38,1	1,8	68,4	2,0
2,50	4,0	1,1	6,4	1,2	12,2	1,5	22,5	1,7	35,7	1,9	42,6	2,0	76,6	2,3
3,00	4,4	1,2	7,1	1,4	13,3	1,6	24,7	1,9	38,9	2,1	46,7	2,2	83,9	2,5
3,50	4,7	1,3	7,6	1,5	14,4	1,7	26,6	2,0	42,3	2,2	50,4	2,3	90,7	2,7
4,00	5,0	1,4	8,2	1,6	15,4	1,8	28,5	2,1	45,2	2,4	53,9	2,5	96,9	2,9
4,50	5,3	1,5	8,7	1,7	16,3	2,0	30,2	2,3	48,0	2,5	57,2	2,7	102,8	3,1
5,00	5,6	1,6	9,1	1,8	17,2	2,1	31,9	2,4	50,6	2,7	60,3	2,8	108,4	3,2

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO E21D            06 D 17        RO            IT020 001        C            45 di 71

## 9 IMPIANTO HVAC DELLA PALAZZINA SERVIZI

### 9.1 Estensione dell'intervento

Il presente capitolo della relazione tecnica ha per oggetto la descrizione degli impianti meccanici HVAC a servizio della palazzina servizi oggetto delle opere di rifacimento del deposito di Gavette.

Nello specifico il progetto prevede la realizzazione dei seguenti impianti:

- Impianto ad aria primaria per la ventilazione degli ambienti;
- Impianto di condizionamento a ventilconvettori a 4 tubi;
- Isola tecnica in copertura;

### 9.2 Normativa di riferimento

La progettazione è stata redatta con riguardo alla seguente normativa:

- UNI 10349 "Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici"
- UNI 10339 "Impianti aeraulici al fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti"
- UNI EN 13779 - 2008 - Ventilazione degli edifici non residenziali. Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e di climatizzazione
- CEI EN 50272-2 – Prescrizioni di sicurezza per batterie di accumulatori e loro installazioni
- Decreto Ministeriale 12 Aprile 1996 “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi”.
- DM 22 Febbraio 2006 “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio di edifici e/o locali destinati ad uffici”
- INAIL Raccolta R edizione 2009 “Specificazioni tecniche applicative del Titolo II del DM 1.12.75 ai sensi dell'art. 26 del decreto medesimo”
- UNI 10375:2011. Metodo di calcolo della temperatura interna estiva degli ambienti.
- UNI EN 12831 "Impianti di riscaldamento negli edifici - Metodo di calcolo del carico termico di progetto";
- UNI TS 11300 "Prestazioni energetiche degli edifici";
- Regole tecniche applicabili
- Repubblica Italiana, documento n° Legge 9 gennaio 1991 n° 10, intitolato "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.", e pubblicato nel gennaio del 1991. (e S.M.I.).
- Repubblica Italiana, documento n° DPR 29 agosto 1993 n° 412, intitolato "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10.", e pubblicato nel gennaio del 1991 (e S.M.I.).

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO <b>E21D</b> <b>06 D 17</b> <b>RO</b> <b>IT020 001</b> <b>C</b> <b>46 di 71</b>

- Repubblica Italiana, documento n° DPR 15 novembre 1996 n° 660, intitolato "Regolamento per l'attuazione della Direttiva 92/42/CEE concernente i requisiti di rendimento delle nuove caldaie ad acqua calda, alimentate con combustibili liquidi o gassosi.", e pubblicato nel dicembre del 1996. (e S.M.I).
- Repubblica Italiana, documento n° DPR 21 dicembre 1999 n° 551, intitolato "Regolamento recante modifiche al decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, in materia di
- progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia.", e pubblicato nell'aprile del 2000.
- Repubblica Italiana, documento n° DL 19 agosto 2005 n° 192, intitolato "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.", e pubblicato nel settembre del 2005. (e S.M.I).
- Repubblica Italiana, documento n° DL 29 dicembre 2006 n° 311, intitolato "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.", e pubblicato nel febbraio del 2007.
- Repubblica Italiana, documento n° DL 30 maggio 2008 n° 115, intitolato "Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE", e pubblicato nel luglio del 2008. (e S.M.I).
- Repubblica Italiana, documento n° DPR 2 aprile 2009 n° 59, intitolato "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.", e pubblicato nel giugno del 2009. (e S.M.I)
- Decreto del Ministero dello sviluppo economico 26 giugno 2015: Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici.
- Disposizioni particolari che possano essere impartite eventualmente da altri Enti ed Autorità (VV.F., INAIL etc.) che, per legge, possono comunque avere ingerenze nei lavori.
- Istruzione dei costruttori per l'installazione delle apparecchiature impiegate.
- altre leggi, decreti, circolari, disposizioni e norme eventualmente non citate, ma comunque, vigenti al momento in cui si effettuerà l'intervento.

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO <b>E21D</b> <b>06 D 17</b> <b>RO</b> <b>IT020 001</b> <b>C</b> <b>47 di 71</b>

### 9.3 Descrizione dell'impianto HVAC

#### 9.3.1 Inquadramento

Il fluido termovettore, (caldo e freddo contemporaneo), è prodotto da un gruppo termo frigorifero polivalente di potenza termica nominale pari a circa 255 kWf e 281 kWt dotato di fluido refrigerante R410A con 4 compressori scroll e doppio circuito frigorifero per una massima affidabilità di funzionamento (vedere layout isola tecnica).

Il fluido termovettore prodotto dall'unità viene inviato, attraverso le elettropompe gemellari presenti all'interno di ogni macchina, rispettivamente al collettore dell'acqua calda e a quello dell'acqua refrigerata (circuito primario); da tali collettori, attraverso sistemi di circolazione a portata variabile e tubazioni installate in copertura e nei cavedi/controsoffitti, il fluido viene inviato alle macchine utilizzatrici quali ventilconvettori e UTA.

Il sistema di termoregolazione unitamente al gruppo polivalente modulante, ai sistemi di circolazione a portata variabile, all'inverter sul ventilatore dei ventilconvettori ed alle valvole a due vie e tre vie di regolazione acqua, consente una gestione ottimizzata del carico e quindi un notevole risparmio energetico. Inoltre, attraverso il circuito di riscaldamento ed apposito bollitore a singolo serpantino verrà prodotta acqua calda sanitaria per i servizi igienici e per le docce.

Le opere di intervento sono costituite essenzialmente dalla realizzazione di un impianto di ventilazione ad aria primaria con UTA ed un impianto di condizionamento con Unità esterna Polivalente ed unità interne del tipo ventilconvettori a 4 tubi installati a soffitto per i seguenti locali:

1. Uffici e corridoi;
2. Spogliatoi, docce e servizi igienici.

#### 9.3.2 Contabilizzazione dell'energia

Al fine di contabilizzare i consumi di energia del fabbricato, ai sensi del d.lgs. 102/2014 di recepimento della direttiva 2012/27/UE e s.m.i., le tubazioni per gli impianti di climatizzazione, acqua fredda e calda sanitaria saranno dotati di misuratori di portata ed energia di tipo certificato, in grado di conferire con il sistema di supervisione che computerà i consumi di ogni singolo impianto per ogni fabbricato. I misuratori di portata saranno posizionati in corrispondenza degli stacchi delle tubazioni dai collettori principali previsti nell'isola tecnica ed in particolare sulle seguenti tubazioni:

- 1 contatore di energia termica sulla tubazione di ritorno dell'acqua fredda;
- 1 contatore di energia termica dal collettore di ritorno acqua calda.

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO <b>E21D</b> <b>06 D 17</b> <b>RO</b> <b>IT020 001</b> <b>C</b> <b>48 di 71</b>

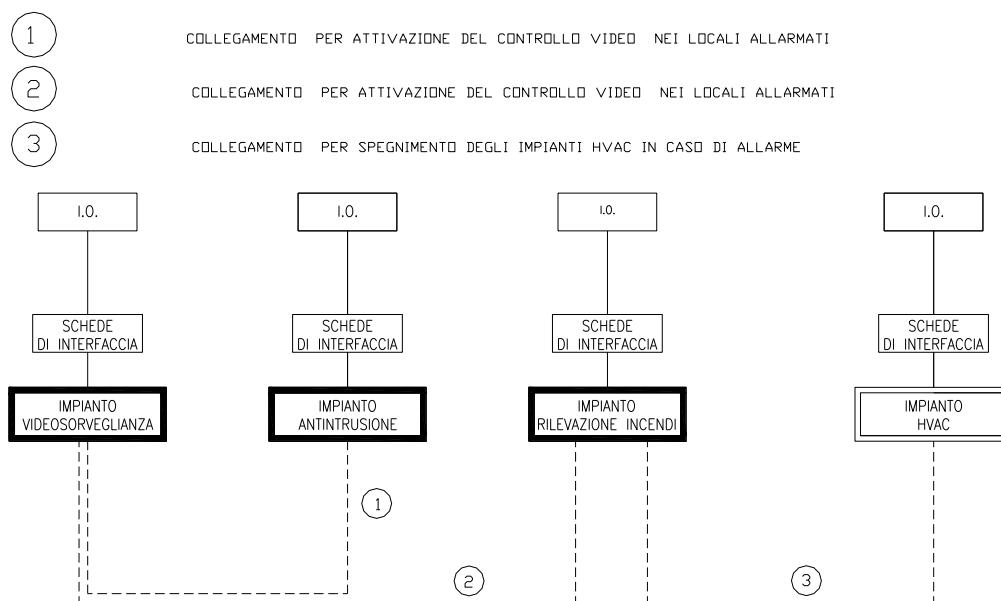
### 9.3.3 *Interfacciamento con altri sistemi*

L'unità di controllo della temperatura sarà dotata di sonde di temperatura e microprocessori interni che permettono un'attivazione automatica delle apparecchiature in funzione di logiche di funzionamento impostabili. L'unità di controllo, dotata di apposita scheda di conversione BACNET o MODBUS RTU Ethernet, permetterà l'interfacciamento con il sistema di supervisione e renderà disponibili almeno i seguenti stati/allarmi e comandi:

- Comando marcia/arresto
- Il segnale di stato
- L'allarme generale
- Stato on/off della macchina
- Segnalazione filtri intasati
- Allarme generale macchina
- Segnalazione ventilatore on/off
- Segnalazione compressore on/off
- Comando per distacco antincendio

In caso di incendio gli impianti HVAC a servizio dei locali allarmati, saranno interfacciati con la centrale di rivelazione incendi la quale, in caso di allarme, tramite opportuno teleruttore di comando, provvederà al loro spegnimento.

Schema funzionale di interfaccia:



   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO E21D            06 D 17        RO            IT020 001        C            49 di 71

## 9.4 Caratteristiche e consistenza degli impianti

### 9.4.1 Impianto di aria primario e fancoil

In tutti gli ambienti destinati ad uffici verranno installati fan-coil del tipo a quattro tubi per montaggio nel controsoffitto, la distribuzione dell'aria di raffrescamento/riscaldamento sarà effettuata tramite diffusori quadrati completi di serranda di taratura.

I circuiti secondari per la distribuzione dell'acqua refrigerata/calda alle batterie dei fan-coil avranno origine dai collettori ubicati in centrale termo frigo (isola tecnica) in copertura e da qui, attraverso tubazioni e montanti nei cavedi, arriveranno al controsoffitto dei vari piani per poi essere distribuiti con tubazioni orizzontali fino ai fan-coil installati a soffitto.

La portata d'acqua circolante nelle batterie dei fan-coil sarà controllata mediante valvole di regolazione a due vie e la circolazione avverrà con portata variabile attraverso le elettropompe gemellari ubicate in centrale.

Per il drenaggio della condensa, che potrebbe formarsi sulle batterie dei fan-coil soprattutto in estate, sono previste tubazioni in polietilene (tubazioni per scarichi) posate in controsoffitto. Queste tubazioni, opportunamente sifonate (con sifone alimentato dalla rete di distribuzione con scarico automatico temporizzato), saranno collegate ai più vicini scarichi di acque meteoriche o dei locali bagni.

I fan-coil saranno alimentati da linee elettriche aventi origine dai quadri di piano dell'edificio (esclusi dal progetto degli impianti meccanici).

Il controllo della temperatura nei singoli ambienti sarà effettuato dal sistema di regolazione dei fan-coil costituito da:

1. Regolatore a microprocessore con logica DDC;
2. Sonda di temperatura posta sulla ripresa del fan-coil;
3. Unità da ambiente con commutatore/interruttore per la gestione della velocità di rotazione del ventilatore, già gestita in maniera automatica dal regolatore e potenziometro per la variazione del set-point di temperatura di  $\pm 2K$ ;
4. Una valvola servocomandata a due vie o a tre vie.

I regolatori a microprocessore avranno uscite bus per il collegamento al sistema di supervisione. Il regolatore acquisirà dal campo ed invierà, tramite l'uscita bus, i seguenti segnali alla postazione centrale:

1. Valore del set-point di temperatura;
2. Valore della temperatura ambiente;
3. Valore (in percentuale) di apertura delle valvole.

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO <b>E21D</b> <b>06 D 17</b> <b>RO</b> <b>IT020 001</b> <b>C</b> <b>50 di 71</b>

Dalla postazione centrale sarà invece possibile modificare il set-point del regolatore di temperatura.

Nel seguito sono indicate, per i fan-coil previsti, la portata d'aria alla velocità di rotazione media del ventilatore e la potenza termica di progetto.

## FC1

Ventilcovettore da controsoffitto con diffusore a 4 vie

- Potenza frigorifera: 2.890 W (Media velocità)(7/12°C)
- Potenza termica: 3.110 W (Media velocità)(45/40°C)
- Portata aria: 318 mc/h (Media velocità)
- Assorbimento elettrico: 30 W (Media velocità)
- Alimentazione elettrica: 230V/50Hz

## FC2

Ventilcovettore da controsoffitto con diffusore a 4 vie

- Potenza frigorifera: 4.711 W (Media velocità)(7/12°C)
- Potenza termica: 6.512 W (Media velocità)(45/40°C)
- Portata aria: 970 mc/h (Media velocità)
- Assorbimento elettrico: 63 W (Media velocità)
- Alimentazione elettrica: 230V/50Hz

Per il fabbricato in oggetto l'apporto di aria primaria di rinnovo sarà garantito da n.2 UTA (una a servizio dei locali Uffici da 2000 mc/h ed una a servizio dei locali Spogliatoi e docce da 3000 mc/h) installate nell'isola tecnica in copertura. Tale aria, una volta trattata, sarà inviata in ambiente attraverso un sistema di canali in lamiera zincata opportunamente isolati fino alle bocchette di immissione aria posizionate a soffitto di ogni locale.

Ogni UTA sarà costituita da:

1. Una sezione di presa aria esterna con serranda;
2. Recuperatore di calore a flussi incrociati;
3. Una sezione filtrante contenente filtri piani (prefiltri);

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO <b>E21D</b> <b>06 D 17</b> <b>RO</b> <b>IT020 001</b> <b>C</b> <b>51 di 71</b>

4. Una sezione filtrante contenente filtri a tasche;
5. Una sezione di scambio termico promiscua contenente una batteria di raffreddamento e deumidificazione/preriscaldamento;
6. Una sezione di umidificazione adiabatica con acqua a perdere seguita dal separatore di gocce;
7. Una sezione di scambio termico contenente una batteria di post-riscaldamento;
8. Una sezione ventilante di mandata e di ripresa contenente un ventilatore del tipo plug-fan , azionato da motore elettrico controllato da inverter ;
9. Una sezione contenente un attenuatore acustico a setti fonoassorbenti.

L'acqua di alimentazione prima dell'ingresso negli umidificatori, dopo essere stata addolcita, sarà trattata tramite prodotto alghicida, biocida, non ossidante, contro la proliferazione di alghe, funghi, muffe, batteri.

Ogni UTA avrà le seguenti caratteristiche, con motore elettrico controllato da inverter, espleterà almeno le seguenti prestazioni:

**UTA 01**       $Q_{mandata} = 3.000 \text{ mc/h}$  -  $H_{utile} = 250 \text{ Pa}$

**UTA 02**       $Q_{mandata} = 2.000 \text{ mc/h}$  -  $H_{utile} = 250 \text{ Pa}$

Le batterie di preriscaldamento/raffreddamento e /post-riscaldamento saranno alimentate da tubazioni derivanti dall'unità polivalente installata anch'essa nell'isola tecnica in copertura.

La portata dell'acqua circolante nelle batterie sarà controllata da valvola di regolazione a tre vie.

L'aria immessa negli ambienti uffici di ogni piano fluirà verso i corridoi/atri tramite lo spazio tra le porte rialzate ed il pavimento e da qui sarà poi aspirata con delle griglie a parete.

L'aria immessa negli ambienti spogliatoi sarà invece convogliata, attraverso griglie di transito (GT) installate sulle porte, negli ambienti docce e servizi igienici da dove sarà poi aspirata (realizzando pertanto anche la funzione di aspirazione aria dai servizi igienici);

Le U.T.A. saranno alimentate da linee elettriche aventi origine dal quadro dell'area tecnica. Il quadro e le linee elettriche di alimentazione costituiscono parte del progetto delle opere elettriche.

Le U.T.A. saranno dotate di quadro elettrico di alimentazione e controllo e di unità periferica di controllo presente all'interno del quadro elettrico, che espleterà le seguenti funzioni:

1. Programmi orari di accensione e spegnimento;
2. Controllo della serranda di by-pass;
3. Controllo della temperatura a valle dell'umidificatore;

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO <b>E21D</b> <b>06 D 17</b> <b>RO</b> <b>IT020 001</b> <b>C</b> <b>52 di 71</b>

4. Controllo dell'umidità relativa in ambiente;
5. Controllo della temperatura dell'aria in mandata.

Per i ventilatori delle U.T.A. saranno riportati all'unità periferica i seguenti stati/allarmi:

1. Il comando;
2. Lo stato;
3. L'allarme termico;
4. Il segnale locale/remoto.

#### 9.4.2 *Impianto di ventilazione nel locale locale compressori*

Per il locale compressori è invece previsto un sistema di ventilazione meccanica grazie al quale potrà essere garantita una temperatura massima in ambiente non superiore ai 35°C.

Per il dimensionamento della portata di estrazione è stato valutato un carico termico da smaltire pari a 20 kW.

La differenza di temperatura tra aria immessa ed estratta è pari a 10°C (Temperatura interna massima accettabile 35°C con aria esterna immessa a 25°C).

#### Dati di input

$$P = \text{calore da smaltire} = 20.000 \text{ Watt}$$

$$\Delta T = \text{differenza di temperatura dell'aria immessa/estratta} = 35^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C} = 10^\circ\text{C}$$

$$c_p = \text{calore specifico dell'aria} = 1005 \text{ J / kg K}$$

$$\rho = \text{densità dell'aria} = 1,29 \text{ kg/m}^3$$

#### Risultato di calcolo

$$Q = P / (\Delta T \times c_p \times \rho) = 5.400 \text{ m}^3/\text{h}$$

L'aria esterna verrà immessa in ambiente attraverso delle griglie con serranda di sovrapressione posizionate sulla porta di accesso del locale.

Alla luce dei calcoli suddetti i ventilatori avranno le seguenti caratteristiche:

Portata aria: 7.500 m<sup>3</sup>/h

Prevalenza: 250 Pa

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO E21D            06 D 17       RO            IT020 001       C            53 di 71

Potenza elettrica assorbita: 1,5 kW

Alimentazione elettrica: 400/3/50 V/F/Hz

Saranno previsti due elettroventilatori di cui uno in funzione ed uno in riserva.

Il funzionamento del sistema di ventilazione è gestito da un quadro di comando e controllo che, in base ai valori di temperatura rilevata nel locale, aziona progressivamente fino a n.2 ventilatori.

## 9.5 Centrale termofrigorifera

### 9.5.1 Gruppo polivalente

La centrale termofrigorifera è costituita da un gruppo polivalente del tipo a 4 tubi di potenza frigorifera di 255 kWf e 281 kWt, il quale dovrà garantire la produzione contemporanea ed indipendente di acqua calda per riscaldamento ed acqua refrigerata e dovrà essere idoneo ad installazione all'aperto e resistente a temperature variabili tra -15°C e 40°C.

Il gruppo polivalente sarà a servizio dei circuiti (ventilconvettori, UTA e produzione acqua calda sanitaria) e sarà equipaggiato con compressori ermetici rotativi di tipo scroll, con R410A, ventilatori centrifughi, scambiatore a piastre saldo- brasate, valvola di espansione termostatica e modulo idronico. Dovrà inoltre possedere le seguenti caratteristiche:

*Gruppo polivalente in raffreddamento:*

- Potenza frigorifera 255 kW.
- Potenza assorbita totale 90 kW.
- Temperatura di ingresso 12,0 °C.
- Temperatura di uscita 7,0 °C.
- Portata acqua raffreddamento 47 mc/h.

*Gruppo polivalente in riscaldamento:*

- Potenza termica 281 kW
- Potenza assorbita totale 90 kW
- Temperatura di ingresso 40,0 °C
- Temperatura di uscita 45,0 °C
- Portata acqua raffreddamento 50 mc/h

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO <b>E21D      06 D 17      RO      IT020 001      C      54 di 71</b>

Tale macchina sarà adatta per servire impianti a quattro tubi (fluido termo-vettore costituito da acqua calda in regime invernale e refrigerata in regime estivo).

Sul circuito primario, del tipo non a pressione, sono posti due collettori cui sono collegate le tubazioni di mandata verso i circuiti utilizzatori:

*Collettore circuito freddo*

- Batteria fredda fancoils (tipologia a quattro tubi);
- Batteria promiscua UTA 1;
- Batteria promiscua UTA 2;

*Collettore circuito caldo*

- Batteria calda fancoils (tipologia a quattro tubi);
- Batteria promiscua e post-riscaldamento UTA 1;
- Batteria promiscua e post-riscaldamento UTA 2;
- Serpantino bollitore ACS

Per limitare il numero di spunti orari del gruppo polivalente, un serbatoio inerziale di capacità 1000 l sarà inserito sulla tubazione di ritorno del circuito primario dell'acqua refrigerata, allo stesso modo sulla tubazione di ritorno del circuito di produzione acqua calda sarà installato un serbatoio inerziale di capacità 1000 l.

Per il riempimento dei circuiti di acqua refrigerata e acqua calda saranno installati sistemi di dosaggio costituiti da prodotto condizionante bilanciato a base di polialchilammone e poliacrilati in grado di proteggere dalle incrostazioni calcaree e dalle corrosioni,

  	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>												
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI Relazione tecnica</b>	<table> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>06 D 17</td> <td>RO</td> <td>IT020 001</td> <td>C</td> <td>55 di 71</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	06 D 17	RO	IT020 001	C	55 di 71
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	06 D 17	RO	IT020 001	C	55 di 71								

## 9.6 Calcoli di pre-dimensionamento

### **9.6.1 Dati tecnici di progetto**

Il dimensionamento degli impianti è stato effettuato in modo da garantire le prestazioni richieste, nelle condizioni di funzionamento di sequito elencate:

Condizioni termoigrometriche esterne (rif. UNI 10339 – 10349):

Inverno

- Temperatura minima 0 °C
  - Umidità relativa corrispondente 63 %

Estate

- Temperatura massima 30 °C
  - Umidità relativa corrispondente 60 %

#### Condizioni termoigrometriche interne:

Inverno

- Locali climatizzati con presenza di persone 20°C

## Estate

- Locali climatizzati con presenza di persone 24°C

Tolleranz-

- Temperatura  $\pm 1^\circ\text{C}$
  - Umidità relativa  $\pm 10\%$

Coefficienti di trasmittanza termica (Decreto 26/01/2010):

Chiusure trasparenti comprensive degli infissi 2,0  $\frac{W}{m^2 \cdot K}$

Strutture verticali opache  $0,29 \frac{W}{m^2 \cdot K}$

  	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>												
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI Relazione tecnica</b>	<table> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>06 D 17</td> <td>RO</td> <td>IT020 001</td> <td>C</td> <td>56 di 71</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	06 D 17	RO	IT020 001	C	56 di 71
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	06 D 17	RO	IT020 001	C	56 di 71								

Strutture verticali opache orizzontali o inclinate di copertura

$$0,26 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Strutture verticali opache orizzontali di pavimento

$$0,34 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

*Irradianza solare:*

- In accordo alla UNI 10349

## *Funzionamento degli impianti:*

- Impianti di riscaldamento: secondo D.P.R. 412/93
  - Impianti di climatizzazione e raffrescamento: 24h/24 secondo necessità

#### *Livelli di rumorosità:*

#### All'esterno:

- secondo disposizioni della legge 447/95 e relativi regolamenti alternativi, in particolare il D.P.R. del 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".

#### *All'interno (uffici):*

- secondo UNI 8199 " Acustica in edilizia - Collaudo acustico di impianti a servizio di unità immobiliari  
- Linee guida contrattuali e modalità di misurazione all'interno degli ambienti serviti".

### *Rinnovi d'aria:*

### *Immissione*

- Uffici: 0.12 [Pers/m<sup>2</sup>] x 11 [(l/s)/Pers]

## Estrazione

- Servizi igienici: 8 [vol/h]

### *Carichi termici interni:*

 <b>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</b>    	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	<b>COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO</b> <b>E21D            06 D 17          RO            IT020 001          C            57 di 71</b>

- Illuminazione Uffici 15 [W/m<sup>2</sup>]; Atrio 15 [W/m<sup>2</sup>].
- Apparecchiature Uffici 20 [W/m<sup>2</sup>]; Atrio 0 [W/m<sup>2</sup>].
- Persone Sensibile 65 [W/Pers.]; Latente 45 [W/Pers.].

#### 9.6.2 Predimensionamento

Si riportano di seguito le portate ed i carichi termici da smaltire per ogni locale.

PIANO	AMBIENTE	Area	H*	Volume	Portata minima da normativa [mc/h]	Carico termico del locale [W]
Terra	WC	7	3	21	200	700
Terra	Corridoio	23	4,91	112,93		2300
Terra	Ufficio 01	40,5	4,91	198,855	250	4050
Terra	Locale compressori					
Primo	WC	3,5	3,11	10,885	250	
Primo	Disimpegno					
Primo	Ufficio 01	41,5	3,11	129,065	250	4150
Secondo	Doccie 01	15	3,11	46,65	300	
Secondo	WC 03	9	3,11	27,99	300	
Secondo	Spogliatoio 01	36,8	3,11	114,448	550	3680
Secondo	Corridoio	24	3,11	74,64	100	2400
Secondo	Spogliatoio 02	30	3,11	93,3	550	3000
Secondo	WC 04	9	3,11	27,99	300	
Secondo	Docce 02	15	3,11	46,65	300	
Secondo	Ufficio 02	41,5	3,11	129,065	250	4150
Secondo	WC 05	3,5	3,11	10,885	250	
Terzo	Doccie 01	15	3,11	46,65	300	
Terzo	WC 03	9	3,11	27,99	300	
Terzo	Spogliatoio 01	36,8	3,11	114,448	550	3680
Terzo	Corridoio	24	3,11	74,64	100	2400
Terzo	Spogliatoio 02	30	3,11	93,3	550	3000
Terzo	WC 04	9	3,11	27,99	300	
Terzo	Docce 02	15	3,11	46,65	300	
Terzo	Ufficio 02	41,5	3,11	129,065	250	4150
Terzo	WC 05	3,5	3,11	10,885	250	

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO E21D            06 D 17       RO            IT020 001       C            58 di 71

### 9.6.3 Dimensionamento elettropompe

Si riportano di seguito le portate e la prevalenza di progetto delle elettropompe a servizio dell'impianto HVAC da installare nell'isola tecnica in copertura.

**TABELLA ELETTROPOMPE**

Nº	CIRCUITO	TIPO	H [m.c.a]	Q [l/h]
EP01	BATTERIA FREDDA UTA BAGNI-SPOGLIAZI	GEMELLARE 1+1 PROVVISTA DI INVERTER	8,0	3.800
EP02	BATTERIA FREDDA UTA UFFICI	GEMELLARE 1+1 PROVVISTA DI INVERTER	8,0	7.500
EP03	FAN COIL BATTERIA FREDDA FABBRICATO	GEMELLARE 1+1 PROVVISTA DI INVERTER	6,0	18.000
EP04	BATTERIE CALDE UTA BAGNI-SPOGLIAZI	GEMELLARE 1+1 PROVVISTA DI INVERTER	8,0	3.100
EP05	BATTERIE CALDE UTA UFFICI	GEMELLARE 1+1 PROVVISTA DI INVERTER	8,0	6.000
EP06	FAN COIL BATTERIA CALDA FABBRICATO	GEMELLARE 1+1 PROVVISTA DI INVERTER	6,0	18.000
EP07	SERPENTINO BOILER ACS	GEMELLARE 1+1 PROVVISTA DI INVERTER	8,0	7.800

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO E21D            06 D 17       RO            IT020 001       C            59 di 71

## 10 IMPIANTO HVAC DEL DEPOSITO

All'interno del deposito, in corrispondenza delle seguenti postazioni di lavoro, lavorazioni meccaniche, lavorazioni di carrozzeria, lavorazioni pneumatiche e officina meccanica/elettrica e magazzino, saranno installate delle lampade infrarosso per il riscaldamento.

Queste lampade hanno le seguenti caratteristiche:

- Potenza 2000 Watt
- Indice di protezione IP25 per ambienti interni ed esterni
- Tensione 230V
- Inclusi di staffa di supporto
- Tipo di emissività: onde media non abbaglianti.

In totale saranno installate n.51 lampade (vedere elaborati grafici per individuare la posizione).

### 10.1.1 Pre-dimensionamento

Il predimensionamento è stato realizzato considerando la potenza di irraggiamento necessaria a garantire le condizioni di comfort per un lavoratore che svolge la sua attività prevalentemente in piedi e con attività fisica media. Per garantire queste condizioni di comfort anche nel caso di portoni e aperture di ventilazione sempre aperte è stata considerata una potenza termica radiante per unità di superficie pari a 150 W/m<sup>2</sup>

Le aree del deposito da riscaldare sono state divise per zone di lavoro e per ciascuna zona è stata calcolata la potenza termica complessiva necessaria a garantire il comfort dei lavoratori che operano intorno all'autobus.

In base ai dati prestazionali delle termostrisce con  $\Delta T = 80^{\circ}\text{C}$  è stato calcolato il numero, la larghezza e la lunghezza delle termostrisce necessarie a garantire la potenza termica necessaria per ciascuna zona.

Zona	Area (m <sup>2</sup> )	Potenza termica calcolata (kW)	Termostrisce previste	Potenza termica installata (kW)
Lavorazioni meccaniche	200	30	n.21 Lampade da 2 kW ciascuna	42
Lavorazioni carrozzeria	135	20	n.12 Lampade da 2 kW ciascuna	24
Lavorazioni pneumatiche	135	20	n.12 Lampade da 2 kW ciascuna	24

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO E21D            06 D 17       RO            IT020 001       C            60 di 71

Stoccaggio pneumatico	25	3,75	n.2 Lampade da 2 kW ciascuna	4
Officina elettrica/meccanica	25	3,75	n.2 Lampade da 2 kW ciascuna	4
Magazzino	25	3,75	n.2 Lampade da 2 kW ciascuna	4
<b>POTENZA TERMICA TOTALE INSTALLATA</b>				<b>102 kW</b>

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO E21D            06 D 17        RO            IT020 001        C            61 di 71

## 11 IMPIANTO HVAC DELLA PALAZZINA MOVIMENTO

### 11.1 Estensione dell'intervento

Il presente capitolo della relazione tecnica ha per oggetto la descrizione degli impianti meccanici HVAC a servizio della palazzina movimento oggetto delle opere di rifacimento del deposito di Gavette.

Nello specifico il progetto prevede la realizzazione dei seguenti impianti:

- Impianto ad aria primaria per la ventilazione degli ambienti;
- Impianto di condizionamento a ventilconvettori a 4 tubi;

### 11.2 Descrizione dell'impianto HVAC

#### 11.2.1 Inquadramento

Il fluido termovettore, (caldo e freddo contemporaneo), è prodotto da un gruppo termo frigorifero polivalente di potenza termica nominale pari a circa 66 kWf e 75 kWt dotato di fluido refrigerante R410A.

Il fluido termovettore prodotto dall'unità viene inviato, attraverso le elettropompe gemellari presenti all'interno di ogni macchina, rispettivamente al collettore dell'acqua calda e a quello dell'acqua refrigerata (circuito primario); da tali collettori, attraverso sistemi di circolazione a portata variabile e tubazioni installate in copertura e nei cavedi/controsoffitti, il fluido viene inviato alle macchine utilizzatrici quali ventilconvettori e UTA.

Il sistema di termoregolazione unitamente al gruppo polivalente modulante, ai sistemi di circolazione a portata variabile, all'inverter sul ventilatore dei ventilconvettori ed alle valvole a due vie e tre vie di regolazione acqua, consente una gestione ottimizzata del carico e quindi un notevole risparmio energetico. Inoltre, attraverso il circuito di riscaldamento ed apposito bollitore a singolo serpantino verrà prodotta acqua calda sanitaria per i servizi igienici e per le docce.

Le opere di intervento sono costituite essenzialmente dalla realizzazione di un impianto di ventilazione ad aria primaria con UTA ed un impianto di condizionamento con Unità esterna Polivalente ed unità interne del tipo ventilconvettori a 4 tubi installati a soffitto per i seguenti locali:

3. Uffici ed atrii;
4. Spogliatoi, docce e servizi igienici.

#### 11.2.2 Contabilizzazione dell'energia

Al fine di contabilizzare i consumi di energia del fabbricato, ai sensi del d.lgs. 102/2014 di recepimento della direttiva 2012/27/UE e s.m.i., le tubazioni per gli impianti di climatizzazione, acqua fredda e calda sanitaria saranno dotati di misuratori di portata ed energia di tipo certificato, in grado di conferire con il sistema di

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO <b>E21D</b> <b>06 D 17</b> <b>RO</b> <b>IT020 001</b> <b>C</b> <b>62 di 71</b>

supervisione che computerà i consumi di ogni singolo impianto per ogni fabbricato. I misuratori di portata saranno posizionati in corrispondenza degli stacchi delle tubazioni dai collettori principali previsti nell'isola tecnica ed in particolare sulle seguenti tubazioni:

- 1 contatore di energia termica sulla tubazione di ritorno dell'acqua fredda;
- 1 contatore di energia termica dal collettore di ritorno acqua calda.

#### 11.2.3 *Interfacciamento con altri sistemi*

L'unità di controllo della temperatura sarà dotata di sonde di temperatura e microprocessori interni che permettono un'attivazione automatica delle apparecchiature in funzione di logiche di funzionamento impostabili. L'unità di controllo, dotata di apposita scheda di conversione BACNET o MODBUS RTU Ethernet, permetterà l'interfacciamento con il sistema di supervisione e renderà disponibili almeno i seguenti stati/allarmi e comandi:

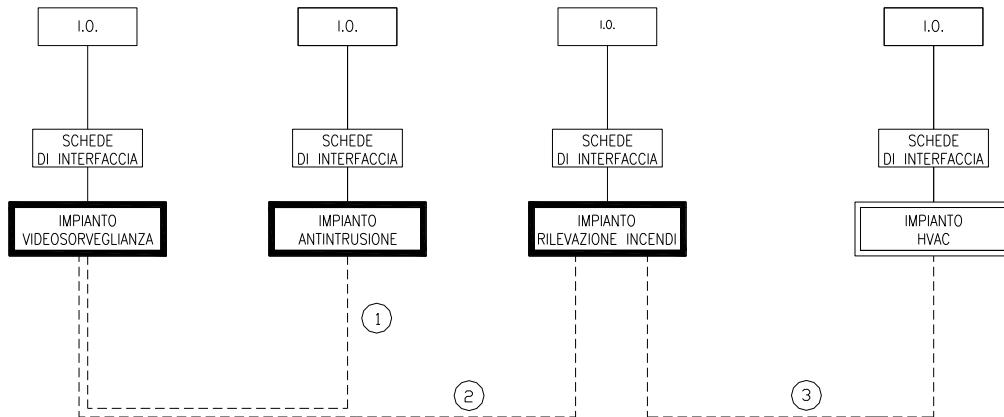
- Comando marcia/arresto
- Il segnale di stato
- L'allarme generale
- Stato on/off della macchina
- Segnalazione filtri intasati
- Allarme generale macchina
- Segnalazione ventilatore on/off
- Segnalazione compressore on/off
- Comando per distacco antincendio

In caso di incendio gli impianti HVAC a servizio dei locali allarmati, saranno interfacciati con la centrale di rivelazione incendi la quale, in caso di allarme, tramite opportuno teleruttore di comando, provvederà al loro spegnimento.

Schema funzionale di interfaccia:

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA E21D      LOTTO 06 D 17      CODIFICA RO      DOCUMENTO IT020 001      REV. C      FOGLIO 63 di 71

- (1) COLLEGAMENTO PER ATTIVAZIONE DEL CONTROLLO VIDEO NEI LOCALI ALLARMATI
- (2) COLLEGAMENTO PER ATTIVAZIONE DEL CONTROLLO VIDEO NEI LOCALI ALLARMATI
- (3) COLLEGAMENTO PER SPEGNIMENTO DEGLI IMPIANTI HVAC IN CASO DI ALLARME



## 11.3 Caratteristiche e consistenza degli impianti

### 11.3.1 Impianto di aria primario e fancoil

In tutti gli ambienti destinati ad uffici verranno installati fan-coil del tipo a quattro tubi per montaggio nel controsoffitto, la distribuzione dell'aria di raffrescamento/riscaldamento sarà effettuata tramite diffusori quadrati completi di serranda di taratura.

I circuiti secondari per la distribuzione dell'acqua refrigerata/calda alle batterie dei fan-coil avranno origine dai collettori ubicati in centrale termo frigo (isola tecnica) in copertura e da qui, attraverso tubazioni e montanti nei cavedi, arriveranno al controsoffitto dei vari piani per poi essere distribuiti con tubazioni orizzontali fino ai fan-coil installati a soffitto.

La portata d'acqua circolante nelle batterie dei fan-coil sarà controllata mediante valvole di regolazione a due vie e la circolazione avverrà con portata variabile attraverso le elettropompe gemellari ubicate in centrale.

Per il drenaggio della condensa, che potrebbe formarsi sulle batterie dei fan-coil soprattutto in estate, sono previste tubazioni in polietilene (tubazioni per scarichi) posate in controsoffitto. Queste tubazioni, opportunamente sifonate (con sifone alimentato dalla rete di distribuzione con scarico automatico temporizzato), saranno collegate ai più vicini scarichi di acque meteoriche o dei locali bagni.

I fan-coil saranno alimentati da linee elettriche aventi origine dai quadri di piano dell'edificio (esclusi dal progetto degli impianti meccanici).

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO <b>E21D</b> <b>06 D 17</b> <b>RO</b> <b>IT020 001</b> <b>C</b> <b>64 di 71</b>

Il controllo della temperatura nei singoli ambienti sarà effettuato dal sistema di regolazione dei fan-coil costituito da:

5. Regolatore a microprocessore con logica DDC;
6. Sonda di temperatura posta sulla ripresa del fan-coil;
7. Unità da ambiente con commutatore/interruttore per la gestione della velocità di rotazione del ventilatore, già gestita in maniera automatica dal regolatore e potenziometro per la variazione del set-point di temperatura di ±2K;
8. Una valvola servocomandata a due vie o a tre vie.

I regolatori a microprocessore avranno uscite bus per il collegamento al sistema di supervisione. Il regolatore acquisirà dal campo ed invierà, tramite l'uscita bus, i seguenti segnali alla postazione centrale:

4. Valore del set-point di temperatura;
5. Valore della temperatura ambiente;
6. Valore (in percentuale) di apertura delle valvole.

Dalla postazione centrale sarà invece possibile modificare il set-point del regolatore di temperatura.

Nel seguito sono indicate, per i fan-coil previsti, la portata d'aria alla velocità di rotazione media del ventilatore e la potenza termica di progetto.

## FC1

Ventilcovettore da controsoffitto con diffusore a 4 vie

- Potenza frigorifera: 2.890 W (Media velocità)(7/12°C)
- Potenza termica: 3.110 W (Media velocità)(45/40°C)
- Portata aria: 318 mc/h (Media velocità)
- Assorbimento elettrico: 30 W (Media velocità)
- Alimentazione elettrica: 230V/50Hz

## FC2

Ventilcovettore da controsoffitto con diffusore a 4 vie

- Potenza frigorifera: 4.711 W (Media velocità)(7/12°C)

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO <b>E21D</b> <b>06 D 17</b> <b>RO</b> <b>IT020 001</b> <b>C</b> <b>65 di 71</b>

- Potenza termica: 6.512 W (Media velocità)(45/40°C)
- Portata aria: 970 mc/h (Media velocità)
- Assorbimento elettrico: 63 W (Media velocità)
- Alimentazione elettrica: 230V/50Hz

Per il fabbricato in oggetto l'apporto di aria primaria di rinnovo sarà garantito da una UTA da 2000 mc/h installata nell'isola tecnica in copertura. Tale aria, una volta trattata, sarà inviata in ambiente attraverso un sistema di canali in lamiera zincata opportunamente isolati fino alle bocchette di immissione aria posizionate a soffitto di ogni locale.

L'UTA sarà costituita da:

10. Una sezione di presa aria esterna con serranda;
11. Recuperatore di calore a flussi incrociati;
12. Una sezione filtrante contenente filtri piani (prefiltri);
13. Una sezione filtrante contenente filtri a tasche;
14. Una sezione di scambio termico promiscua contenente una batteria di raffreddamento e deumidificazione/preriscaldamento;
15. Una sezione di umidificazione adiabatica con acqua a perdere seguita dal separatore di gocce;
16. Una sezione di scambio termico contenente una batteria di post-riscaldamento;
17. Una sezione ventilante di mandata e di ripresa contenente un ventilatore del tipo plug-fan , azionato da motore elettrico controllato da inverter ;
18. Una sezione contenente un attenuatore acustico a setti fonoassorbenti.

L'acqua di alimentazione prima dell'ingresso negli umidificatori, dopo essere stata addolcita, sarà trattata tramite prodotto alghicida, biocida, non ossidante, contro la proliferazione di alghe, funghi, muffe, batteri.

L'UTA avrà le seguenti caratteristiche, con motore elettrico controllato da inverter, esplorera almeno le seguenti prestazioni:

**UTA** Qmandata= 2.000 mc/h - Hutile= 250 Pa

Le batterie di preriscaldamento/raffreddamento e /post-riscaldamento saranno alimentate da tubazioni derivanti dall'unità polivalente installata anch'essa nell'isola tecnica in copertura.

La portata dell'acqua circolante nelle batterie sarà controllata da valvola di regolazione a tre vie.

L'aria immessa negli ambienti uffici di ogni piano fluirà verso i corridoi/atri tramite lo spazio tra le porte rialzate ed il pavimento e da qui sarà poi aspirata con delle griglie a parete.

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO <b>E21D      06 D 17      RO      IT020 001      C      66 di 71</b>

L'aria immessa negli ambienti spogliatoi sarà invece convogliata, attraverso griglie di transito (GT) installate sulle porte, negli ambienti docce e servizi igienici da dove sarà poi aspirata (realizzando pertanto anche la funzione di aspirazione aria dai servizi igienici);

L' U.T.A. sarà alimentata da linee elettriche aventi origine dal quadro dell'area tecnica. Il quadro e le linee elettriche di alimentazione costituiscono parte del progetto delle opere elettriche.

L' U.T.A. sarà dotata di quadro elettrico di alimentazione e controllo e di unità periferica di controllo presente all'interno del quadro elettrico, che espleterà le seguenti funzioni:

6. Programmi orari di accensione e spegnimento;
7. Controllo della serranda di by-pass;
8. Controllo della temperatura a valle dell'umidificatore;
9. Controllo dell'umidità relativa in ambiente;
10. Controllo della temperatura dell'aria in mandata.

Per i ventilatori dell' U.T.A. saranno riportati all'unità periferica i seguenti stati/allarmi:

5. Il comando;
6. Lo stato;
7. L'allarme termico;
8. Il segnale locale/remoto.

#### 11.3.2 *Impianto di ventilazione nel locale cabina di trasformazione*

Per il locale trasformatore è invece previsto un sistema di ventilazione meccanica grazie al quale potrà essere garantita una temperatura massima in ambiente non superiore ai 35°C.

Per il dimensionamento della portata di estrazione è stato valutato un carico termico da smaltire pari a 20 kW.

La differenza di temperatura tra aria immessa ed estratta è pari a 10°C (Temperatura interna massima accettabile 35°C con aria esterna immessa a 25°C).

#### Dati di input

P = calore da smaltire = 20.000 Watt

$\Delta T$  = differenza di temperatura dell'aria immessa/estratta = 35°C – 25°C = 10°C

cp = calore specifico dell'aria= 1005 J / kg K

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO E21D            06 D 17       RO            IT020 001       C            67 di 71

$\rho$  = densità dell'aria 1,29 kg/m<sup>3</sup>

#### Risultato di calcolo

$$Q = P / (\Delta T \times c_p \times \rho) = 5.400 \text{ m}^3/\text{h}$$

L'aria esterna verrà immessa in ambiente attraverso delle griglie con serranda di sovrapressione posizionate sulla porta di accesso del locale.

Alla luce dei calcoli suddetti i ventilatori avranno le seguenti caratteristiche:

Portata aria: 7.500 m<sup>3</sup>/h

Prevalenza: 250 Pa

Potenza elettrica assorbita: 1,5 kW

Alimentazione elettrica: 400/3/50 V/F/Hz

Saranno previsti due elettroventilatori di cui uno in funzione ed uno in riserva.

Il funzionamento del sistema di ventilazione è gestito da un quadro di comando e controllo che, in base ai valori di temperatura rilevata nel locale, aziona progressivamente fino a n.2 ventilatori.

## 11.4 Centrale termofrigorifera

### 11.4.1 Gruppo polivalente

La centrale termofrigorifera è costituita da un gruppo polivalente del tipo a 4 tubi di potenza frigorifera di 66 kWf e 75 kWt, il quale dovrà garantire la produzione contemporanea ed indipendente di acqua calda per riscaldamento ed acqua refrigerata e dovrà essere idoneo ad installazione all'aperto e resistente a temperature variabili tra -15°C e 40°C.

Il gruppo polivalente sarà a servizio dei circuiti (ventilconvettori ed UTA) e sarà equipaggiato con compressori ermetici rotativi di tipo scroll, con R410A, ventilatori centrifughi, scambiatore a piastre saldo- brasate, valvola di espansione termostatica e modulo idronico. Dovrà inoltre possedere le seguenti caratteristiche:

*Gruppo polivalente in raffreddamento:*

- Potenza frigorifera 66 kW.
- Potenza assorbita totale 30 kW.
- Temperatura di ingresso 12,0 °C.

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO E21D            06 D 17       RO            IT020 001       C            68 di 71

- Temperatura di uscita      7,0 °C.

*Gruppo polivalente in riscaldamento:*

- Potenza termica      75 kW
- Potenza assorbita totale      40 kW
- Temperatura di ingresso      40,0 °C
- Temperatura di uscita      45,0 °C

Tale macchina sarà adatta per servire impianti a quattro tubi (fluido termo-vettore costituito da acqua calda in regime invernale e refrigerata in regime estivo).

Sul circuito primario, del tipo non a pressione, sono posti due collettori cui sono collegate le tubazioni di mandata verso i circuiti utilizzatori:

*Collettore circuito freddo*

- Batteria fredda fancoils (tipologia a quattro tubi);
- Batteria promiscua UTA;
- 

*Collettore circuito caldo*

- Batteria calda fancoils (tipologia a quattro tubi);
- Batteria promiscua e post-riscaldamento UTA;

Per limitare il numero di spunti orari del gruppo polivalente, un serbatoio inerziale di capacità 500 l sarà inserito sulla tubazione di ritorno del circuito primario dell'acqua refrigerata, allo stesso modo sulla tubazione di ritorno del circuito di produzione acqua calda sarà installato un serbatoio inerziale di capacità 500 l.

Per il riempimento dei circuiti di acqua refrigerata e acqua calda saranno installati sistemi di dosaggio costituiti da prodotto condizionante bilanciato a base di polialchilammime e poliacrilati in grado di proteggere dalle incrostazioni calcaree e dalle corrosioni,

  	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>												
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI Relazione tecnica</b>	<table> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>06 D 17</td> <td>RO</td> <td>IT020 001</td> <td>C</td> <td>69 di 71</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	06 D 17	RO	IT020 001	C	69 di 71
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	06 D 17	RO	IT020 001	C	69 di 71								

## 11.5 Calcoli di pre-dimensionamento

### **11.5.1 Dati tecnici di progetto**

Il dimensionamento degli impianti è stato effettuato in modo da garantire le prestazioni richieste, nelle condizioni di funzionamento di seguito elencate:

Condizioni termoigrometriche esterne (rif. UNI 10339 – 10349):

Inverno

- Temperatura minima 0 °C
  - Umidità relativa corrispondente 63 %

Estate

- Temperatura massima 30 °C
  - Umidità relativa corrispondente 60 %

#### Condizioni termoigrometriche interne:

Inverno

- Locali climatizzati con presenza di persone 20°C

Estate

- Locali climatizzati con presenza di persone 24°C

### Tolleranz:

- Temperatura  $\pm 1^\circ\text{C}$
  - Umidità relativa  $\pm 10\%$

Coefficienti di trasmittanza termica (Decreto 26/01/2010):

Chiusure trasparenti comprensive degli infissi 2,0  $\frac{W}{m^2 \cdot K}$

Strutture verticali opache  $0,29 \frac{W}{m^2 \cdot K}$

   	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI</b> Relazione tecnica	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO E21D            06 D 17       RO            IT020 001       C            70 di 71

Strutture verticali opache orizzontali o inclinate di copertura

$$0,26 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

Strutture verticali opache orizzontali di pavimento

$$0,34 \frac{W}{m^2 \cdot K}$$

#### *Irradianza solare:*

- In accordo alla UNI 10349

#### *Funzionamento degli impianti:*

- Impianti di riscaldamento: secondo D.P.R. 412/93
- Impianti di climatizzazione e raffrescamento: 24h/24 secondo necessità

#### *Livelli di rumorosità:*

#### *All'esterno:*

- secondo disposizioni della legge 447/95 e relativi regolamenti alternativi, in particolare il D.P.R. del 14/11/97 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore".

#### *All'interno (uffici):*

- secondo UNI 8199 "Acustica in edilizia - Collaudo acustico di impianti a servizio di unità immobiliari - Linee guida contrattuali e modalità di misurazione all'interno degli ambienti serviti".

#### *Rinnovi d'aria:*

#### *Immissione*

- Uffici:                            0,12 [Pers/m<sup>2</sup>] x 11 [(l/s)/Pers]

#### *Estrazione*

- Servizi igienici:                            8 [vol/h]

#### *Carichi termici interni:*

- Illuminazione                                    Uffici 15 [W/m<sup>2</sup>]; Atrio 15 [W/m<sup>2</sup>].

  	<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)</b></p>
<b>IMPIANTI MECCANICI ELABORATI GENERALI Relazione tecnica</b>	COMMESSA      LOTTO      CODIFICA      DOCUMENTO      REV.      FOGLIO <b>E21D      06 D 17      RO      IT020 001      C      71 di 71</b>

- Apparecchiature Uffici 20 [W/m<sup>2</sup>]; Atrio 0 [W/m<sup>2</sup>].
  - Persone Sensibile 65 [W/Pers.]; Latente 45 [W/Pers.].

### **11.5.2 Predimensionamento**

Si riportano di seguito le portate ed i carichi termici da smaltire per ogni locale e le planimetrie del fabbricato.

PIANO	AMBIENTE	Area	H*	Volume	Portata minima da normativa [mc/h]	Carico termico del locale [W]
Terra	Atrio	37,4	4,95	185,13		3740
Terra	Ufficio 01	18,9	4,95	93,555	118,8	1890
Terra	Ufficio 02	15,6	4,95	77,22	118,8	1560
Terra	Loc tecnico	58	4,95	287,1		
Terra	Cabina trasformazione	151	4,95	747,45		
Terra	Cabina di consegna	29	4,95	143,55		
Primo	WC 01	5	3,15	15,75	126	
Primo	Corridoio/disimpegni	20	3,15	63		2000
Primo	Ufficio 03	18,9	3,15	59,535	118,8	1890
Primo	Ufficio 04	14,6	3,15	45,99	118,8	1460
Primo	Ufficio 05	15,8	3,15	49,77	118,8	1580
Primo	Ufficio 06	21,2	3,15	66,78	118,8	2120

### 11.5.3 Dimensionamento elettropompe

Si riportano di seguito le portate e la prevalenza di progetto delle elettropompe a servizio dell'impianto HVAC da installare nell'isola tecnica in copertura.

## TABELLA ELETTROPOMPE

N°	CIRCUITO	TIPO	H [m.c.a]	Q [l/h]
EP01	BATTERIA FREDDA UTA BAGNI-SPOGLIAZI	GEMELLARE 1+1 PROVVISTA DI INVERTER	6,0	3.800
EP02	FAN COIL BATTERIA FREDDA FABBRICATO	GEMELLARE 1+1 PROVVISTA DI INVERTER	6,0	6.000
EP03	BATTERIE CALDE UTA BAGNI-SPOGLIAZI	GEMELLARE 1+1 PROVVISTA DI INVERTER	6,0	3.100
EP04	FAN COIL BATTERIA CALDA FABBRICATO	GEMELLARE 1+1 PROVVISTA DI INVERTER	6,0	6.000