



CITTA' DI TORINO

DIVISIONE SERVIZI TECNICI - COORDINAMENTO
SERVIZIO EDILIZIA ABITATIVA PUBBLICA E PER IL SOCIALE

INTERVENTO DI RISTRUTTURAZIONE URBANISTICA IN TORINO - PIAZZA DELLA REPUBBLICA 13 - PER LA REALIZZAZIONE DI EDILIZIA RESIDENZIALE PUBBLICA. LOTTO 2

Responsabile Unico del Procedimento: Ing. Carmelo DI VITA

Supporto al R.U.P.: Arch. Lina MUNARI

Progettista opere : Arch. Alessandra CELORIA

Coprogettista opere : Arch. Diego NOVO

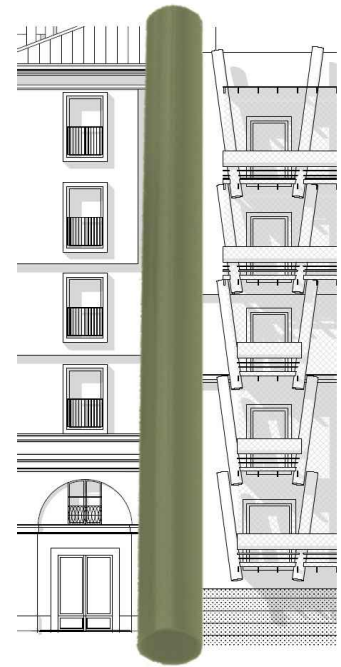
Coordinatrice
delle integrazioni specialistiche: Ing. Lucia REDA

Progettista della bonifica ambientale: Ing. Donato FIERRI

Collaboratori alla progettazione: Arch. Sabina CALI'

Geom. Claudio MASTELLOTTO

Geom. Vincenzo TORTOMANO



Progettista opere strutturali: Studio Ing. G. PATTA

Progettista opere Impiantistiche
e verifiche requisiti acustici : MTE INGEGNERIA s.r.l.

MTE INGEGNERIA SRL
VIA DEL PERLAR 100
37135 VERONA
T+39 045 891 91 45

CERVI
E ASSOCIATI
SOCIETÀ DI INGEGNERIA
Arch. Cesare CERVI

Coordinatore per al sicurezza
in fase di progettazione: SICURCANTIERI CO. s.r.l.

SICURCANTIERI CO.
HEALTH & SAFETY MANAGEMENT
Certified 9001 14001 18001 27001

PROGETTO DEFINITIVO

OGGETTO: IMPIANTI MECCANICI
RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTI MECCANICI

NOME-FILE C13.037-VD2-IM-RTC

SCALA /

ELABORATO

EMISSIONE OTTOBRE 2019

REVISIONE MARZO 2020

RTC

INDICE

1.	PREMESSA GENERALE.....	6
2.	TABELLE IMPIANTO DI SCARICO ACQUE NERE	6
2.1.	Aspetti di interesse per il dimensionamento:.....	6
2.2.	Verifica colonna di scarico N01 – Blocco A	7
2.3.	Massima portata di scarico attesa – Blocco A.....	8
2.4.	Verifica colonna di scarico N04 – Blocco B+C.....	9
2.5.	Massima portata di scarico attesa Blocco B+C	9
3.	TABELLE IMPIANTO DI SCARICO ACQUE METEORICHE	10
3.1.	Determinazione dell'evento meteorico di progetto complessivo	10
3.2.	Verifica dei pluviali nei confronti del carico idraulico atteso – Blocco A.....	13
3.3.	Verifica dei pluviali nei confronti del carico idraulico atteso – Blocco B	14
3.4.	Verifica dei pluviali nei confronti del carico idraulico atteso – Blocco C.....	15
3.5.	Verifica del diametro del collettore di adduzione acque meteoriche Lato Piazza Repubblica	16
3.6.	Verifica del diametro del collettore di adduzione acque meteoriche Lato Via Mameli	16
3.7.	Tabelle Dimensionamento Disoleatore Autorimessa	17
4.	TABELLE IMPIANTO IDRICO IGIENICO SANITARIO	19
4.1.	Verifica del massimo fabbisogno idrico sanitario dell'intero complesso	19
4.2.	Verifica del massimo fabbisogno idrico sanitario per il solo BLOCCO A.....	19
4.3.	Verifica del massimo fabbisogno idrico sanitario il solo BLOCCO B+C	20
4.4.	Verifica del massimo fabbisogno idrico sanitario per un appartamento tipo	20
4.5.	Verifica prevalenza dei gruppi di pressurizzazione idrica (GPR01) – BLOCCO A	21
4.5.1.	Calcolo della perdita di carico A.F.S.	21
4.5.2.	Calcolo della perdita di carico A.C.S.	23

4.6.	Verifica prevalenza dei gruppi di pressurizzazione idrica (GPR01) – BLOCCO B+C	24
4.6.1.	Calcolo della perdita di carico A.F.S.	24
4.6.2.	Calcolo della perdita di carico A.C.S.	25
4.7.	Tabelle dimensionamento rete ricircolo sanitario	26
4.7.1.	Calcolo della portata della pompa di ricircolo acs – BLOCCO A.....	26
4.7.2.	Calcolo della prevalenza della pompa di ricircolo – BLOCCO A.....	27
4.7.3.	Calcolo della portata della pompa di ricircolo acs – BLOCCO B+C.....	28
4.7.4.	Calcolo della prevalenza della pompa di ricircolo – BLOCCO B+C.....	29
4.8.	Dimensionamento serbatoio disconnessione idrica	29
5.	TABELLE DIMENSIONAMENTO ADDUZIONI GAS METANO AI GENERATORI	30
5.1.	Verifica dimensionamento adduzione gas metano – Blocco A.....	31
5.2.	Verifica dimensionamento adduzione gas metano – Blocco B+C.....	32
6.	TABELLE IMPIANTO IDRICO REINTEGRO CASSETTE W.C. E IRRIGAZIONE	33
6.1.	Verifica del fabbisogno idrico (reintegro cassette W.C. + irrigazione) – BLOCCO A ...	33
6.2.	Verifica del fabbisogno idrico (reintegro cassette W.C. + irrigaz.) – BLOCCO B+C.....	33
6.3.	Calcolo della perdita di carico A.F. RECUPERO – BLOCCO A.....	34
6.4.	Calcolo della perdita di carico A.F. RECUPERO – BLOCCO B+C.....	35
7.	TABELLE DIMENSIONAMENTO VASCA RECUPERO ACQUE METEORICHE	37
7.1.	Tabelle di dimensionamento vasca di accumulo BLOCCO A.....	37
7.2.	Tabelle di dimensionamento vasca di accumulo BLOCCO B+C.....	39
8.	TABELLE RIASSUNTIVE POTENZE TERMICHE IN CALDO ED IN FREDDO – BLOCCO A	42
9.	TABELLE RIASSUNTIVE POTENZE TERMICHE IN CALDO ED IN FREDDO – BLOCCO A	45
10.	CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DELLE RETI TERMOFLUIDICHE	46
10.1.	Generalità.....	46
10.2.	Esempio di dimensionamento circuito termofluidico – BLOCCO A (P02 a/b).....	47
10.2.1.	Calcolo della portata idronica del circuito termofluidico appartamenti BLOCCO A.....	47

10.2.2.	Verifica delle perdite di carico sul circuito.....	48
10.3.	Esempio di dimensionamento circuito termofluidico – BLOCCO B+C (P02 a/b)	49
10.3.1.	Calcolo della portata idronica del circuito termofluidico BLOCCO B+C	49
10.3.2.	Verifica delle perdite di carico sul circuito.....	50
10.4.	Dimensionamento del separatore idraulico a servizio dei Generatori	52
11.	DIMENSIONAMENTO VASI ESPANSIONE C.T. – BLOCCO A	54
11.1.	Calcolo volume vasi di espansione VE02-VE03	54
11.2.	Calcolo volume vasi di espansione VE04-VE05	55
11.3.	Calcolo volume vaso di espansione VE08 (a.c.s.).....	56
11.4.	Calcolo volume vasi di espansione solari VE06-VE07	57
12.	DIMENSIONAMENTO VASI ESPANSIONE C.T. – BLOCCO B+C	58
12.1.	Calcolo volume vasi di espansione VE02-VE03	58
12.2.	Calcolo volume vasi di espansione VE04-VE05	59
12.3.	Calcolo volume vaso di espansione VE08 (a.c.s.).....	60
12.4.	Calcolo volume vasi di espansione solari VE06-VE07	61
13.	CRITERI DI DIMENSIONAMENTO TERMINALI SCAMBIANTI.....	62
13.1.	Dimensionamento ventilconvettori – BLOCCO A	62
13.2.	Dimensionamento radiatori idronici	63
13.3.	Dimensionamento del deumidificatore.....	66
13.4.	Dimensionamento pannelli radianti – (invernale).....	66
14.	DIMENSIONAMENTO IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA	68
14.1.	Dimensionamento delle portate aerauliche di progetto	68
14.2.	Criteri di dimensionamento della distribuzione aeraulica	69
14.3.	Dimensionamento Canalizzazioni	69
14.4.	Dispositivi di immissione dell'aria	70
14.4.1.	Bocchette di mandata/ripresa dell'aria	71

14.5.	Esempio di verifica del dimensionamento di un tronco di canalizzazione	72
14.6.	Calcolo prevalenza utile ventilatori unità ventilante VMC-A	73
14.7.	Calcolo prevalenza utile ventilatori unità ventilante VMC-B.....	75
15.	NORMATIVE DI RIFERIMENTO IMPIANTI MECCANICI	77
15.1.	UNI - Impianti Di Riscaldamento.....	77
15.2.	UNI - Sistemi Di Ventilazione E Condizionamento	80
15.3.	UNI - Impianti Idrosanitari	81
15.4.	UNI - Impianti Di Scarico.....	81
15.5.	UNI - Impianti Gas metano.....	82
16.	NORMATIVE DI RIFERIMENTO IMPIANTI ELEVAZIONE VERTICALE	82

1. PREMESSA GENERALE



In questo documento vengono riportate, ordinandole per sezioni/argomenti, le tabelle di calcolo sviluppate ed alla base della progettazione. A differenza di quanto riportato nella Relazione Tecnica Specialistica in questo documento sono riportate tutte le tabelle sviluppate e che si ritiene possano fornire elementi utili ad una completa comprensione del progetto.

Si rimanda alla relazione tecnica specialistica laddove si desideri un inquadramento descrittivo dell'impianto oggetto di analisi anche al fine di meglio comprendere il significato delle tabelle di calcolo.

2. TABELLE IMPIANTO DI SCARICO ACQUE NERE

2.1. Aspetti di interesse per il dimensionamento:

I criteri per la progettazione di una rete di scarico di acque nere sono contenuti nella norma UNI 12056 che stabilisce anche le modalità per il calcolo delle portate idrauliche di scarico. Per quanto concerne il dimensionamento delle condotte, noto il carico idraulico, si possono utilizzare alcuni pratici abachi per il dimensionamento rapido sia delle diramazioni secondarie dalle utenze alla colonna che dei collettori interni:

 <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">pendenze in %</th> <th colspan="5">pendenze in %</th> </tr> <tr> <th>0,5%</th> <th>1,0%</th> <th>1,5%</th> <th>2,0%</th> <th>2,5%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$h/d=0,5$</td> <td>0,11</td> <td>0,15</td> <td>0,19</td> <td>0,22</td> <td>0,24</td> </tr> <tr> <td>\varnothing mm</td> <td colspan="5">portata Q in l/sec.</td> </tr> <tr> <td>34/40*</td> <td>0,21</td> <td>0,30</td> <td>0,37</td> <td>0,43</td> <td>0,48</td> </tr> <tr> <td>44/50*</td> <td>0,43</td> <td>0,61</td> <td>0,75</td> <td>0,87</td> <td>0,98</td> </tr> <tr> <td>57/63*</td> <td>0,72</td> <td>1,03</td> <td>1,26</td> <td>1,46</td> <td>1,64</td> </tr> <tr> <td>69/75*</td> <td>1,05</td> <td>1,53</td> <td>1,88</td> <td>2,18</td> <td>2,44</td> </tr> <tr> <td>83/90</td> <td>1,95</td> <td>2,79</td> <td>3,42</td> <td>3,96</td> <td>4,43</td> </tr> <tr> <td>101/110</td> <td>2,85</td> <td>4,05</td> <td>4,97</td> <td>5,75</td> <td>6,43</td> </tr> <tr> <td>115/125</td> <td>5,70</td> <td>8,23</td> <td>10,10</td> <td>11,68</td> <td>13,07</td> </tr> <tr> <td>147/160</td> <td>10,43</td> <td>14,80</td> <td>18,16</td> <td>21,00</td> <td>23,49</td> </tr> <tr> <td>187/200</td> <td>18,93</td> <td>26,86</td> <td>32,94</td> <td>38,07</td> <td>42,59</td> </tr> <tr> <td>234/250</td> <td>35,00</td> <td>49,62</td> <td>60,85</td> <td>70,32</td> <td>78,66</td> </tr> </tbody> </table> <p>* solo per scarichi senza WC.</p>	pendenze in %	pendenze in %					0,5%	1,0%	1,5%	2,0%	2,5%	$h/d=0,5$	0,11	0,15	0,19	0,22	0,24	\varnothing mm	portata Q in l/sec.					34/40*	0,21	0,30	0,37	0,43	0,48	44/50*	0,43	0,61	0,75	0,87	0,98	57/63*	0,72	1,03	1,26	1,46	1,64	69/75*	1,05	1,53	1,88	2,18	2,44	83/90	1,95	2,79	3,42	3,96	4,43	101/110	2,85	4,05	4,97	5,75	6,43	115/125	5,70	8,23	10,10	11,68	13,07	147/160	10,43	14,80	18,16	21,00	23,49	187/200	18,93	26,86	32,94	38,07	42,59	234/250	35,00	49,62	60,85	70,32	78,66	 <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">pendenze in %</th> <th colspan="5">pendenze in %</th> </tr> <tr> <th>1,0%</th> <th>1,5%</th> <th>2,0%</th> <th>2,5%</th> <th>3,0%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$h/d=0,7$</td> <td>0,9</td> <td>1,2</td> <td>1,4</td> <td>1,6</td> <td>1,7</td> </tr> <tr> <td>\varnothing mm</td> <td colspan="5">portata Q in l/sec.</td> </tr> <tr> <td>57/63*</td> <td>1,7</td> <td>2,0</td> <td>2,4</td> <td>2,6</td> <td>2,9</td> </tr> <tr> <td>69/75*</td> <td>2,5</td> <td>3,0</td> <td>3,5</td> <td>4,0</td> <td>4,3</td> </tr> <tr> <td>83/90*</td> <td>4,5</td> <td>5,5</td> <td>6,4</td> <td>7,1</td> <td>7,8</td> </tr> <tr> <td>101/110</td> <td>6,5</td> <td>8,0</td> <td>9,2</td> <td>10,3</td> <td>11,3</td> </tr> <tr> <td>115/125</td> <td>13,0</td> <td>16,0</td> <td>18,5</td> <td>21,0</td> <td>23,0</td> </tr> <tr> <td>147/160</td> <td>23,8</td> <td>29,2</td> <td>33,7</td> <td>37,7</td> <td>41,4</td> </tr> <tr> <td>187/200</td> <td>43,2</td> <td>53,0</td> <td>61,2</td> <td>68,5</td> <td>75,0</td> </tr> <tr> <td>234/250</td> <td>79,8</td> <td>97,8</td> <td>113,0</td> <td>126,5</td> <td>138,6</td> </tr> </tbody> </table> <p>* solo per scarichi senza WC.</p>	pendenze in %	pendenze in %					1,0%	1,5%	2,0%	2,5%	3,0%	$h/d=0,7$	0,9	1,2	1,4	1,6	1,7	\varnothing mm	portata Q in l/sec.					57/63*	1,7	2,0	2,4	2,6	2,9	69/75*	2,5	3,0	3,5	4,0	4,3	83/90*	4,5	5,5	6,4	7,1	7,8	101/110	6,5	8,0	9,2	10,3	11,3	115/125	13,0	16,0	18,5	21,0	23,0	147/160	23,8	29,2	33,7	37,7	41,4	187/200	43,2	53,0	61,2	68,5	75,0	234/250	79,8	97,8	113,0	126,5	138,6
pendenze in %		pendenze in %																																																																																																																																																									
	0,5%	1,0%	1,5%	2,0%	2,5%																																																																																																																																																						
$h/d=0,5$	0,11	0,15	0,19	0,22	0,24																																																																																																																																																						
\varnothing mm	portata Q in l/sec.																																																																																																																																																										
34/40*	0,21	0,30	0,37	0,43	0,48																																																																																																																																																						
44/50*	0,43	0,61	0,75	0,87	0,98																																																																																																																																																						
57/63*	0,72	1,03	1,26	1,46	1,64																																																																																																																																																						
69/75*	1,05	1,53	1,88	2,18	2,44																																																																																																																																																						
83/90	1,95	2,79	3,42	3,96	4,43																																																																																																																																																						
101/110	2,85	4,05	4,97	5,75	6,43																																																																																																																																																						
115/125	5,70	8,23	10,10	11,68	13,07																																																																																																																																																						
147/160	10,43	14,80	18,16	21,00	23,49																																																																																																																																																						
187/200	18,93	26,86	32,94	38,07	42,59																																																																																																																																																						
234/250	35,00	49,62	60,85	70,32	78,66																																																																																																																																																						
pendenze in %	pendenze in %																																																																																																																																																										
	1,0%	1,5%	2,0%	2,5%	3,0%																																																																																																																																																						
$h/d=0,7$	0,9	1,2	1,4	1,6	1,7																																																																																																																																																						
\varnothing mm	portata Q in l/sec.																																																																																																																																																										
57/63*	1,7	2,0	2,4	2,6	2,9																																																																																																																																																						
69/75*	2,5	3,0	3,5	4,0	4,3																																																																																																																																																						
83/90*	4,5	5,5	6,4	7,1	7,8																																																																																																																																																						
101/110	6,5	8,0	9,2	10,3	11,3																																																																																																																																																						
115/125	13,0	16,0	18,5	21,0	23,0																																																																																																																																																						
147/160	23,8	29,2	33,7	37,7	41,4																																																																																																																																																						
187/200	43,2	53,0	61,2	68,5	75,0																																																																																																																																																						
234/250	79,8	97,8	113,0	126,5	138,6																																																																																																																																																						
<p>Tabella speditiva dimensionamento <u>derivazioni dalle utenze alla colonna</u> - nel SISTEMA I il grado di riempimento è pari al 50%, pendenza attorno compresa fra 0,5% e 1,0 %</p>	<p>Tabella speditiva calcolo <u>collettori interni/esterni</u> - grado di riempimento pari al 70%, pendenza non inferiore allo 1,0 %</p>																																																																																																																																																										

All'interno di ciascun bagno o abitazione le condotte sub-orizzontali saranno dimensionate secondo diametri crescenti verso la colonna di scarico seguendo il prospetto 4 di dimensionamento previsto dalla norma UNI 12056-2 e riferendosi al sistema I:

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

Q_{max}	Sistema I	Sistema II	Sistema III	Sistema IV
l/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.

Per quanto concerne poi il dimensionamento delle colonne di scarico noto il carico idraulico e la tipologia della ventilazione è possibile utilizzare gli abachi sotto riportati:

<table border="1"> <thead> <tr> <th>ϕ interno/esterno mm</th> <th>portata Q l/sec.</th> <th>totale servizi tipo allacciabili</th> <th>servizi* tipo allacciabili per piano</th> <th>ventilazione parallela ϕ mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>83/90**</td> <td>4,0</td> <td></td> <td></td> <td>63</td> </tr> <tr> <td>101/110</td> <td>6,1</td> <td>30</td> <td>6</td> <td>75</td> </tr> <tr> <td>115/125</td> <td>7,0</td> <td>40</td> <td>7</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>147/160</td> <td>14,0</td> <td>160</td> <td>20</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table> <p>Tabella speditiva dimensionamento <u>colonne verticali</u> - nel caso di <u>ventilazione parallela diretta</u> o indiretta presente.</p>	ϕ interno/esterno mm	portata Q l/sec.	totale servizi tipo allacciabili	servizi* tipo allacciabili per piano	ventilazione parallela ϕ mm	83/90**	4,0			63	101/110	6,1	30	6	75	115/125	7,0	40	7	90	147/160	14,0	160	20	6	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ϕ interno/esterno mm</th> <th>portata Q l/sec.</th> <th>gruppo di unità allacciabili</th> <th>totale* servizi tipo allacciabili</th> <th>servizi* tipo allacciabili per piano</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>57/63**</td> <td>1,5</td> <td>4</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>69/75**</td> <td>2,0</td> <td>4</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>83/90**</td> <td>3,0</td> <td>6</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>101/110</td> <td>4,2</td> <td>10</td> <td>14</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>115/125</td> <td>5,0</td> <td>10</td> <td>20</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>147/160</td> <td>10,0</td> <td>10</td> <td>80</td> <td>22</td> </tr> <tr> <td>187/200</td> <td>15,0</td> <td>10</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>234/250</td> <td>27,0</td> <td>10</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>295/315</td> <td>50,0</td> <td>10</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Tabella speditiva dimensionamento <u>colonne verticali</u> - nel caso di <u> sola ventilazione primaria</u> (colonna aperta in sommità)</p>	ϕ interno/esterno mm	portata Q l/sec.	gruppo di unità allacciabili	totale* servizi tipo allacciabili	servizi* tipo allacciabili per piano	57/63**	1,5	4			69/75**	2,0	4			83/90**	3,0	6			101/110	4,2	10	14	6	115/125	5,0	10	20	7	147/160	10,0	10	80	22	187/200	15,0	10			234/250	27,0	10			295/315	50,0	10		
ϕ interno/esterno mm	portata Q l/sec.	totale servizi tipo allacciabili	servizi* tipo allacciabili per piano	ventilazione parallela ϕ mm																																																																								
83/90**	4,0			63																																																																								
101/110	6,1	30	6	75																																																																								
115/125	7,0	40	7	90																																																																								
147/160	14,0	160	20	6																																																																								
ϕ interno/esterno mm	portata Q l/sec.	gruppo di unità allacciabili	totale* servizi tipo allacciabili	servizi* tipo allacciabili per piano																																																																								
57/63**	1,5	4																																																																										
69/75**	2,0	4																																																																										
83/90**	3,0	6																																																																										
101/110	4,2	10	14	6																																																																								
115/125	5,0	10	20	7																																																																								
147/160	10,0	10	80	22																																																																								
187/200	15,0	10																																																																										
234/250	27,0	10																																																																										
295/315	50,0	10																																																																										

2.2. Verifica colonna di scarico N01 – Blocco A

La colonna di scarico N01 è quella maggiormente sollecitata per quanto concerne il blocco A, di seguito viene riportato il calcolo della massima portata attesa e quindi la verifica tramite abaco di dimensionamento della correttezza del diametro ϕ 110/101 assegnato:

MASSIMA PORTATA STIMATA INTERA COLONNA - N01				
SERVIZI W.C.		USC (l/s)	Nro.	USC Tot (l/s)
LAVABO		0,5	11	5,5
BIDE'		0,5	10	5
DOCCIA (SENZA TAPPO)		0,6	11	6,6
LAVELLO DA CUCINA		0,8	0	0
VASO CON CASSETTA (9,0 lt)		2,5	11	27,5
LAVASTOVIGLIE		0,8	0	0
LAVATRICE		0,8	0	0
				44,6
$Q_{ww} = K \times RADQ(USC_{tot})$	Con K = 0,5 (ABITAZIONI - UNI 12056)			3,3

Come di evince dalla tabella, la portata di scarico di progetto calcolata mediante l'applicazione degli algoritmi di cui alla norma UNI 12056 e mediata attraverso il coefficiente di contemporaneità K risulta pari a circa 3.3 l/s; Come si evince dall'abaco per il dimensionamento delle colonne di scarico verticali dotate di ventilazione parallela diretta, la massima portata convogliabile per la colonna N01 è di circa 6.1 l/s e pertanto sufficiente allo scopo.

2.3. Massima portata di scarico attesa – Blocco A

Di seguito viene proposta una tabella riepilogativa che illustra la portata di scarico totale attesa dall'edificio Blocco A:

MASSIMA PORTATA STIMATA INTERO EDIFICIO - BLOCCO A - UNI 12056				
		USC (l/s)	Nro.	USC Tot (l/s)
LAVABO		0,5	20	10
BIDE'		0,5	19	9,5
DOCCIA (SENZA TAPPO)		0,6	20	12
LAVELLO DA CUCINA		0,8	19	15,2
VASO CON CASSETTA (9,0 lt)		2,5	20	50
LAVASTOVIGLIE		0,8	19	15,2
LAVATRICE		0,8	19	15,2
				127,1
$Q_{ww} = K \times RADQ(USC_{tot})$	Con K = 0,5 (ABITAZIONI - UNI 12056)			5,6

Come di evince dalla tabella, la portata di scarico di progetto calcolata mediante l'applicazione degli algoritmi di cui alla norma UNI 12056 e mediata attraverso il coefficiente di contemporaneità K risulta pari a circa 5,6 l/s; il collettore esterno risulta avere un diametro esterno pari a Ø 160 mm (e quindi Ø interno pari a 147 mm) con una pendenza longitudinale di progetto non inferiore allo 1,0% e con un grado di riempimento h/d=0,7, in grado quindi di convogliare una portata di scarico massima pari a circa 13,0 l/s e dunque più che sufficiente allo scopo come visibile dal pratico abaco per colonne di scarico dotate di ventilazione parallela diretta riportato nella sezione precedente.

2.4. Verifica colonna di scarico N04 – Blocco B+C

La colonna di scarico N04 è quella maggiormente sollecitata per quanto concerne il blocco B+C, di seguito viene riportato il calcolo della massima portata attesa e quindi la verifica tramite abaco di dimensionamento della correttezza del diametro \varnothing 110/101 assegnato:

MASSIMA PORTATA STIMATA COLONNA N04				
SERVIZI W.C.		USC (l/s)	Nro.	USC Tot (l/s)
LAVABO		0,5	5	2,5
BIDE'		0,5	5	2,5
DOCCIA (SENZA TAPPO)		0,6	5	3
LAVELLO DA CUCINA		0,8	5	4
VASO CON CASSETTA (9,0 lt)		2,5	5	12,5
LAVASTOVIGLIE		0,8	5	4
LAVATRICE		0,8	5	4
				32,5
$Q_{ww} = K \times RADQ(USC_{tot})$	Con $K = 0,5$ (ABITAZIONI - UNI 12056)			2,9

Come di evince dalla tabella, la portata di scarico di progetto calcolata mediante l'applicazione degli algoritmi di cui alla norma UNI 12056 e mediata attraverso il coefficiente di contemporaneità K risulta pari a circa 2.9 l/s; Come si evince dall'abaco per il dimensionamento delle colonne di scarico verticali dotate di ventilazione parallela diretta, la massima portata convogliabile per la colonna N01 è di circa 6.1 l/s e pertanto sufficiente allo scopo.

2.5. Massima portata di scarico attesa Blocco B+C

Di seguito viene proposta una tabella riepilogativa che illustra la portata di scarico totale attesa dall'edificio Blocco B+C:

MASSIMA PORTATA STIMATA INTERO EDIFICIO - BLOCCO B+C - UNI 12056				
		USC (l/s)	Nro.	USC Tot (l/s)
LAVABO		0,5	18	9
BIDE'		0,5	18	9
DOCCIA (SENZA TAPPO)		0,6	18	10,8
LAVELLO DA CUCINA		0,8	18	14,4
VASO CON CASSETTA (9,0 lt)		2,5	18	45
LAVASTOVIGLIE		0,8	18	14,4
LAVATRICE		0,8	18	14,4
				117
$Q_{ww} = K \times RADQ(USC_{tot})$	Con $K = 0,5$ (ABITAZIONI - UNI 12056)			5,4

Come di evince dalla tabella, la portata di scarico di progetto calcolata mediante l'applicazione degli algoritmi di cui alla norma UNI 12056 e mediata attraverso il coefficiente di contemporaneità K risulta pari a circa 5,6 l/s; il collettore esterno risulta avere un diametro esterno pari a \varnothing 160 mm (e quindi \varnothing interno pari a 147 mm) con una pendenza longitudinale di progetto non inferiore allo 1,0%

e con un grado di riempimento $h/d=0,7$, in grado quindi di convogliare una portata di scarico massima pari a circa 13,0 l/s e dunque più che sufficiente allo scopo.

3. TABELLE IMPIANTO DI SCARICO ACQUE METEORICHE

3.1. Determinazione dell'evento meteorico di progetto complessivo

Dato fondamentale e propedeutico per la scelta dell'evento meteorico di progetto è la determinazione del tempo di corrivazione (T_c). Di seguito sono fornite le tabelle di calcolo che implementano due formule derivate dall'idraulica classica (Formola di Boyd) per la determinazione dei T_c delle zone scolanti (coperture e piano terra esterni).

CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE - COPERTURE					
SUPERFICIE CAPTANTE		746	mq	S (kmq)=	0,000746
				Surb (kmq)=	0,000746
COEFFICIENTE DEFUSSO MEDIO PONDERATO		0,87			
Tc=To+Tr					
to = Tempo di ruscellamento, ovvero il tempo necessario alla goccia d'acqua ad arrivare dal terreno alla rete fognaria					
tr= Tempo di percorrenza della rete fognaria					
I valori di to e di tr vengono calcolati con le seguenti formule					
(formula di Boyd)	$t_o = k * S^d$			$t_r = \frac{\sqrt{1.5 * S_{LRS}}}{v}$	
con				con	
k =	2,51	costante		v (m/s) =	1,00 costante
d =	0,38	costante		Surb (kmq) =	0,000746 Superficie
S (kmq) =	0,000746	Superficie area captante			area captante
to =	espresso in ore				
to(giorni) =	0,006779	tr (giorni) =	0,001394	tc (giorni) =	0,008
to (ore) =	0,16	tr (ore) =	0,03	tc (ore) =	0,20
to (minuti) =	9,76	tr (minuti) =	2,01	tc (minuti) =	11,77
to (secondi) =	585,74	tr (secondi) =	120,46	tc (secondi) =	706,20

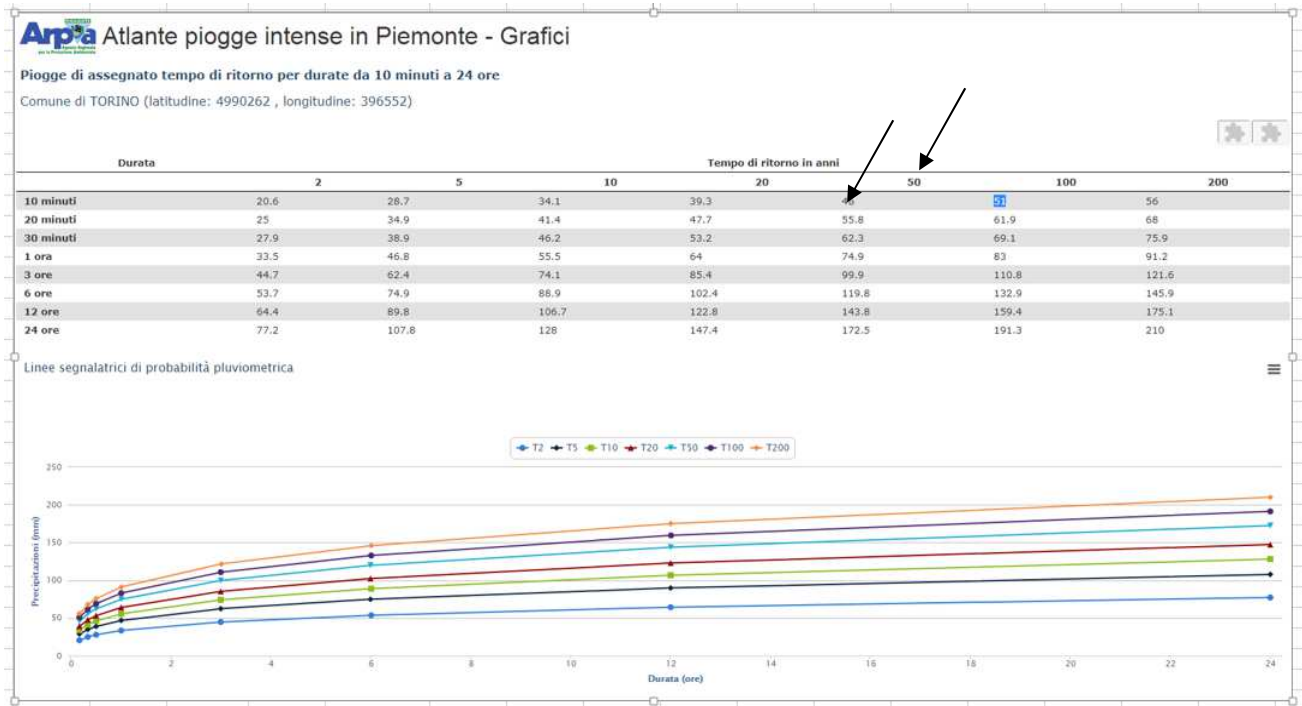


Figura 2: Curve di possibilità pluviometrica valide per la città di Torino

Viene scelto un $T_c = 11$ minuti.

Calcolo della portata idraulica massima attesa - coperture

Attraverso le curve di possibilità pluviometrica derivate dal servizio ARPA Piemonte e valide per la città di Torino è possibile derivare per un evento di durata pari a 11 minuti e tempo di ritorno pari a $T_r = 50$ anni una altezza di pioggia $h = 51$ mm.

Attraverso la determinazione delle caratteristiche di cui sopra è possibile stimare il carico idraulico massimo (portata di acque meteoriche) da evacuare e legata al drenaggio delle coperture e dei terrazzamenti dei tre blocchi A+B+C:

CALCOLO APPORTO METEORICO COPERTURE - (Q) - BLOCCO A+B+C	
Superficie captante complessiva coperture A:	297,2 mq
Superficie captante complessiva coperture B:	292 mq
Superficie captante complessiva coperture C:	157,2 mq
Superficie captante complessiva coperture A+B+C:	746,4 mq
Coefficiente di deflusso superficie coperture A	0,88
Coefficiente di deflusso superficie coperture B	0,9
Coefficiente di deflusso superficie coperture C	0,81
Coefficiente di deflusso medio ponderato:	0,87
Intensità pluviometrica	0,07 lt/sec mq
Portata attesa da drenare dalle coperture	47,06 lt/sec

Calcolo della portata massima attesa – piano terra esterni

CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE - ZONE ESTERNE PT			
SUPERFICIE CAPTANTE	1 025 mq	S (kmq)=	0,001025
		Surb (kmq)=	0,001025
COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERATO	0,64		
Tc=To+Tr			
to = Tempo di ruscellamento, ovvero il tempo necessario alla goccia d'acqua ad arrivare dal terreno alla rete fognaria			
tr= Tempo di percorrenza della rete fognaria			
I valori di to e di tr vengono calcolati con le seguenti formule			
(formula di Boyd)	$t_o = k * S^d$		
con		con	$t_r = \frac{\sqrt{1,5 * S_{LRB}}}{v}$
k =	2,51 costante	v (m/s) =	1,00 costante
d =	0,38 costante	Surb (kmq) =	0,001025 Superficie area captante
S (kmq) =	0,001025 Superficie area captante		
to =	espresso in ore		
to (giorni) =	0,007648	tr (giorni) =	0,001634
to (ore) =	0,18	tr (ore) =	0,04
to (minuti) =	11,01	tr (minuti) =	2,35
to (secondi) =	660,77	tr (secondi) =	141,16
		tc (giorni) =	0,009
		tc (ore) =	0,22
		tc (minuti) =	13,37
		tc (secondi) =	801,93

Viene scelto un Tc = 13 minuti.

Analogamente a quanto fatto per il calcolo della portata complessiva di drenaggio dalle coperture si procede per le superficie esterne al piano terra:

CALCOLO APPORTO METEORICO SUPERFICIE ESTERNE P.T. - (Q) - BLOCCO A+B+C		
Superficie captante complessiva PT Blocco A:	526	mq
Superficie captante complessiva PT Blocco B+C:	499	mq
Superficie captante complessiva PT A + B+C:	1025	mq
Coefficiente di deflusso superficie coperture A	0,63	
Coefficiente di deflusso superficie coperture B	0,65	
Coefficiente di deflusso medio ponderato:	0,64	
Intensità pluviometrica	0,07	
Portata attesa da drenare dalle superficie PT	43,34	lt/sec

La portata complessiva di acque meteoriche da drenare ai pubblici collettori di fognatura viene stimata in:

circa 47 lt/sec derivante dal drenaggio delle coperture;

circa 43 lt/sec derivante dal drenaggio delle aree esterne al piano terra;

3.2. Verifica dei pluviali nei confronti del carico idraulico atteso – Blocco A

Piano 6 (Terrazza)	N. pl.	S (mq)	Q lt/sec/mq	Fi	Q (lt/sec)	Q (mc/h)
	5	37,67	0,0941	0,88	3,13	11,26
	6	37,67	0,0941	0,88	3,13	11,26
	9	37,67	0,0941	0,88	3,13	11,26
	4	16	0,0941	0,88	1,33	4,78
	7	10,5	0,0941	0,88	0,87	3,14
	8	10,5	0,0941	0,88	0,87	3,14

La terrazza al piano 6 riceve apporti dal cielo e dai pluviali 4-7-8

12,45 lt/sec è l'apporto globale che deve essere drenato dalla terrazza e dalle fioriere del piano 6° ritenendo anche gli apporti dei pluviali numero 4-7-8 che drenano la copertura alta.

Vengono scelti pertanto pluviali \varnothing 83/90 ciascuno dei 3 pluviali A05 - A06 - A09 porta una portata cad. pari a circa: **4,15** lt/sec

Piano 4 (Terrazza)	N. pl.	S (mq)	Q lt/sec/mq	Fi	Q (lt/sec)	Q (mc/h)
	10	40,00	0,0941	0,88	3,32	11,96

3,32 lt/sec è la portata da drenare dal terrazzo del piano quarto

LA PORTATA COMPLESSIVA DEI PLUVIALI CHE SCENDONO RISULTA: **24,66** lt/sec

3.3. Verifica dei pluviali nei confronti del carico idraulico atteso – Blocco B

Valutazioni portate pluviali Coperture Blocco B						
Piano Copertura alta	N. pl.	S (mq)	Q lt/sec/mq	Fi	Q (lt/sec)	Q (mc/h)
	1	16,5	0,0948	0,90	1,41	5,07
	2	16,5	0,0948	0,90	1,41	5,07
					2,81	lt/sec è l'apporto della copertura alta che deve essere drenato dai pluviali 01- 02 Vengono scelti pertanto pluviali ø 83/90
Piano 6 (Terrazza)	N. pl.	S (mq)	Q lt/sec/mq	Fi	Q (lt/sec)	Q (mc/h)
	5	56,00	0,0948	0,90	4,78	17,20
	6	56,00	0,0948	0,90	4,78	17,20
	7	56,00	0,0948	0,90	4,78	17,20
					14,33	lt/sec è l'apporto globale che deve essere drenato dalla terrazza del piano 6° ritenendo anche gli apporti dei pluviali numero 1-2 che drenano la copertura alta. Vengono scelti pertanto pluviali ø 83/90 ciascuno dei 3 pluviali B05 - B06 - B07 porta una portata pari a circa: 4,78 lt/sec
Piano 4 (Terrazza)	N. pl.	S (mq)	Q lt/sec/mq	Fi	Q (lt/sec)	Q (mc/h)
	4	25,00	0,0948	0,90	2,13	7,68
	3	25,00	0,0948	0,90	2,13	7,68
					4,26	lt/sec è l'apporto globale che deve essere drenato dalla terrazza del piano 4° Vengono scelti pertanto pluviali ø 83/90 ciascuno dei 2 pluviali B03 - B04 porta una portata pari a circa: 2,13 lt/sec
Piano 2 (Terrazza)	N. pl.	S (mq)	Q lt/sec/mq	Fi	Q (lt/sec)	Q (mc/h)
	8	37,00	0,0948	0,90	3,16	11,36
	9	37,00	0,0948	0,90	3,16	11,36
					6,31	lt/sec è l'apporto globale che deve essere drenato dalla terrazza del piano 2° Vengono scelti pertanto pluviali ø 83/90 ciascuno dei 2 pluviali B08 - B09 porta una portata pari a circa: 3,16 lt/sec
LA PORTATA COMPLESSIVA DEI PLUVIALI CHE SCENDONO RISULTA:					24,91	lt/sec

3.4. Verifica dei pluviali nei confronti del carico idraulico atteso – Blocco C

Valutazioni portate pluviali coperture Blocco C							
Piano Copertura Blocco C - SC1 + SC2	N. pl.	S (mq)	Q lt/sec/mq	Fi	Q (lt/sec)	Q (mc/h)	
	1	42,73333	0,1160	0,81	4,02	14,48	Scaricano sulla terrazza
	2	42,73333	0,1160	0,81	4,02	14,48	
	3	42,73333	0,1160	0,81	4,02	14,48	
					12,06		lt/sec è l'apporto globale prodotto dalla copertura alta e che viene convogliato alla terrazza in posizione bassa
					12,06		lt/sec è l'apporto della copertura alta che deve essere drenato dai pluviali C01-C02-C03 Vengono scelti pertanto pluviali ø 83/90
Piano Copertura Blocco C - SC3 +SC4	N. pl.	S (mq)	Q lt/sec/mq	Fi	Q (lt/sec)	Q (mc/h)	
	B04	28,00	0,1160	0,81	2,63	9,49	La parte di copertura SC3+ SC4 scarica nel pluviale B04 che serve il terrazzo del piano 4 del blocco B
					2,63		
					2,63		lt/sec è l'apporto globale che deve essere drenato dalle coperture SC3 + SC4 del blocco C e che va a finire nel pluviale B04 Vengono scelti pertanto pluviali ø 83/90 il pluviale B04 scaricherà una portata complessiva pari a: 2,13 2,63 4,76 lt/sec blocco B Blocco C Viene confermato il diametro ø 83/90

A livello complessivo i pluviali che drenano le coperture sono quelli individuati nelle tabelle sopra riportata che individua le portate massime associate ad un singolo pluviale.

Di seguito viene riportata una tabella speditiva che mostra la capacità di portata di un pluviale a seconda del diametro associato.

ø interno esterno	portata Q
mm	l/sec.
57/63	1,9
69/75	3,6
83/90	5,0
101/110	8,9
115/125	12,5
147/160	25,0
187/200	47,0
234/250	85,0
295/315	157,0

Figura 3: Tabella speditiva calcolo capacità di portata pluviali

3.5. Verifica del diametro del collettore di adduzione acque meteoriche Lato Piazza Repubblica

VERIFICA DELLA VELOCITA' E DELLO SFORZO TANGENZIALE NOTI: LA PORTATA DA CONVOGLIARE IL DIAMETRO, LA PENDENZA ED IL GRADO DI RIEMPIMENTO			
		Q	V
Portata da Convogliare	Q	0,0497 mc/s	49,70 lt/sec
			0,85 m/s
			Tau
			3,26 Pa
			(Tau>2 Pa per autopulizia)
Sezione circolare	D	295 mm	0,295 m
Pendenza	i	0,008	Dato da inserire
Ks (Strikler)	Ks	80 m ⁴ /3 s ⁻¹	per tubi lisci in Plastica Dato da inserire
Rh	Rh	0,040786 m	viene calcolato in funzione del grado di riempimento voluto/imposto
Rh/D (funzione di y/d)	Rh/D	0,138258	viene calcolato tramite Rh e D
Grado di riempimento	Y/D	0,8	Dato da inserire
A/D ² (funzione di y/d)	A/D ²	0,6736 mq	va inserito sulla base del grado di riempimento Y/D attraverso l'abaco sotto riportato
Area Sezione Liquida	Aliq	0,05862 mq	Dato calcolato

Si verifica che il diametro interno minimo \varnothing 295 mm del collettore in arrivo al filtro (e quindi poi alla vasca) è sufficiente a convogliare la portata di progetto con un grado di riempimento pari a 0.8 e pendenza $i = 0.5\%$, con un sufficiente sforzo tangenziale medio ed una velocità contenuta di 0.85 m/s

3.6. Verifica del diametro del collettore di adduzione acque meteoriche Lato Via Mameli

VERIFICA DELLA VELOCITA' E DELLO SFORZO TANGENZIALE NOTI: LA PORTATA DA CONVOGLIARE IL DIAMETRO, LA PENDENZA ED IL GRADO DI RIEMPIMENTO			
		Q	V
Portata da Convogliare	Q	0,0644 mc/s	64,40 lt/sec
			1,10 m/s
			Tau
			4,81 Pa
			(Tau>2 Pa per autopulizia)
Sezione circolare	D	295 mm	0,295 m
Pendenza	i	0,008	Dato da inserire
Ks (Strikler)	Ks	80 m ⁴ /3 s ⁻¹	per tubi lisci in Plastica Dato da inserire
Rh	Rh	0,06016 m	viene calcolato in funzione del grado di riempimento voluto/imposto
Rh/D (funzione di y/d)	Rh/D	0,203932	viene calcolato tramite Rh e D
Grado di riempimento	Y/D	0,8	Dato da inserire
A/D ² (funzione di y/d)	A/D ²	0,6736 mq	va inserito sulla base del grado di riempimento Y/D attraverso l'abaco sotto riportato
Area Sezione Liquida	Aliq	0,05862 mq	Dato calcolato

Si verifica che il diametro interno minimo \varnothing 295 mm del collettore in arrivo dalle zone esterne al piano terra è sufficiente a convogliare la portata di progetto con un grado di riempimento pari a

0.8 e pendenza $i = 0.5\%$, con un sufficiente sforzo tangenziale medio ed una velocità contenuta di 1.10 m/s;

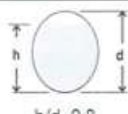
 $h/d=0,8$	pendenze in %							
	0,5%	1,0%	1,5%	2,0%	2,5%	3,0%	4,0%	5,0%
o mm	portata Q in l/sec							
69/75	1,3	1,8	2,3	2,6	3,0	3,2	3,8	4,2
83/90	2,0	2,8	3,4	4,0	4,5	4,9	5,6	6,3
101/110	3,6	5,0	6,2	7,2	8,0	8,9	10,2	11,5
115/125	5,2	7,4	9,0	10,5	11,7	12,9	14,9	16,7
147/160	10,0	15,0	18,0	21,0	23,5	26,0	30,0	33,0
187/200	19,0	27,0	33,1	38,1	42,8	47,0	54,3	60,8
234/250	34,5	49,0	60,1	69,5	77,7	85,2	98,4	110,1
295/315	62,8	90,6	111,1	128,4	143,6	157,4	181,8	203,3

Figura 4: Tabella speditiva calcolo capacità di portata collettori sub-orizzontali

3.7. Tabelle Dimensionamento Disoleatore Autorimessa

Il dimensionamento dei disoleatori si basa sulla definizione della portata nominale, cioè la massima portata trattabile secondo le specifiche di progetto, tale valore viene definito per consentire un adeguato tempo di ritenzione del refluo trattato e sulla base di prove di rendimento effettuate su miscele di acqua e gasolio. Deve tenere conto della natura e della portata delle sostanze da trattare considerando la portata di acqua piovana che potrebbe raggiungere l'impianto, la massa volumica del liquido leggero e la presenza di sostanze che potrebbero impedire la separazione, per esempio detergenti. La portata di progetto viene calcolata per liquidi leggeri con densità inferiore a $0,85 \text{ g/cm}^3$ (gasolio, benzina), in assenza di sostanze detergenti e per le sole acque di dilavamento superficiale. Il disoleatore, previsto, consente di trattare il liquame in conformità con quanto indicato dal D.Lgs. 03/04/2006 n. 152, parte 3.

Il disoleatore previsto sarà del tipo prefabbricato con filtro a coalescenza e certificato di classe I, secondo la norma UNI-EN 858-1 e marchiato CE.

Le dimensioni del disoleatore sono state scelte, tra quelle di modelli prefabbricati disponibili in commercio, tali da garantire la conformità della prestazione di depurazione secondo il D. Lgs. 03/04/2006 n. 152, parte 3 per una autorimessa coperta della superficie di circa 520 m^2 come quella in questione; di seguito vengono riportate le caratteristiche prestazionali e dimensionali principali:

- Tempo di ritenzione: 15 minuti (valutato sulla portata massima)
- Densità liquidi leggeri: <math> < 0.85 \text{ g/cm}^3 </math>
- Massima concentrazione di idrocarburi in uscita: 5 mg/l
- Diametro: \varnothing 1150 mm
- Altezza complessiva h: 1220 mm
- Portata di prova NS: 1.5 l/sec
- Volume Utile: 850 lt
- Volume olii: 27 lt
- Max superficie a parcheggio trattabile: 675 mq (> della superficie della autorimessa coperta)

Ø mm	H mm	HE mm	HU mm	Ø E/U mm	Volume utile lt.	Volume oli lt	NS l/s	Piazzale scoperto		Piazzale coperto	
								mq	Posti auto	mq	Posti auto
1150	1220	880	860	125	850	27	1,5	270	22	675	54

4. TABELLE IMPIANTO IDRICO IGIENICO SANITARIO

Vengono qui riproposte le tabelle di calcolo sviluppate secondo la norma UNI 9182 relative al calcolo e dimensionamento della rete di distribuzione idrico-sanitaria.

4.1. Verifica del massimo fabbisogno idrico sanitario dell'intero complesso

La tabella sotto riportata implementa quanto contenuto nella norma UNI 9182 relativamente al calcolo della massima portata contemporanea dell'intero edificio stante le utenze previste a progetto. La portata massima contemporanea così calcolata (G progetto) viene poi ridotta tramite un coefficiente $K = 0.7$ valutato congruo dal progettista nel rispetto della effettiva contemporaneità stimata e dopo attento confronto con edifici realizzati della stessa tipologia.

FABBISOGNO IDRICO SANITARIO - TOTALE CONTEMPORANEITA' EDIFICI A + B + C - NORMA UNI 9182 (2014)								
SERVIZI	AF	AC	TOT AF+AC	Nro.	Totale A.F.	Totale A.C.	Totale A.F.+A.C.	
LAVABO	0,75	0,75	1	38	28,5	28,5	38	
BIDET	0,75	0,75	1	37	27,75	27,75	37	
VASCA	1,5	1,5	2	0	0	0	0	
DOCCIA	1,5	1,5	2	38	57	57	76	
VASO CON CASSETTA	3		3	38	114	0	114	
LAVELLO DA CUCINA	1,5	1,5	2	37	55,5	55,5	74	
LAVATRICE	2		2	37	74	0	74	
LAVASTOVIGLIE	2		2	37	74	0	74	
IDRANTINI COPERTURA	0,75		1	0	0	0	0	
IRRIGAZIONE	0,75		1	0	0	0	0	
	UCTotali			262	430,75	168,75	487	
	Gtot (l/s)							
	Gprogetto (l/s)				8,198	4,436	8,851	
	Gprogetto(l/h)				29 513	15 971	31 863	
Coefficiente di correzione k per ridotta contemporaneità	Gprogetto corretta (l/s)				5,74	3,11	6,20	
0,7	Gprogetto corretta (l/h)				20 659	11 179	22 304	

4.2. Verifica del massimo fabbisogno idrico sanitario per il solo BLOCCO A

Nella tabella di seguito riportata è possibile evincere le portate massime stimate di consumo considerando escluse le cassette W.C. e l'irrigazione che saranno alimentate da una altra centrale idrica (quella a servizio del recupero acque meteoriche).

VALUTAZIONI PORTATE DEGLI APPARECCHI		Prospetto D,2 norma UNI 9182 - unità di carico per utenze abitazioni private						
FABBISOGNO IDRICO SANITARIO - TOTALE CONTEMPORANEITA' EDIFICIO - BLOCCO A								
SERVIZI	AF	AC	TOT AF+AC	Nro.	Totale A.F.	Totale A.C.	Totale A.F.+A.C.	
LAVABO	0,75	0,75	1	20	15	15	20	
BIDET	0,75	0,75	1	19	14,25	14,25	19	
VASCA	1,5	1,5	2	0	0	0	0	
DOCCIA	1,5	1,5	2	20	30	30	40	
VASO CON CASSETTA	3		3	0	0	0	0	
LAVELLO DA CUCINA	1,5	1,5	2	19	28,5	28,5	38	
LAVATRICE	2		2	19	38	0	38	
LAVASTOVIGLIE	2		2	19	38	0	38	
IDRANTINI COPERTURA	0,75		1	0	0	0	0	
IRRIGAZIONE	0,75		1	0	0	0	0	
	UCTotali			116	163,75	87,75	193	
	Gtot (l/s)							
	Gprogetto (l/s)				4,349	2,861	4,844	
	Gprogetto(l/h)				15 658	10 298	17 437	
Coefficiente di correzione k per ridotta contemporaneità	Gprogetto corretta (l/s)				3,04	2,00	3,39	
0,7	Gprogetto corretta (l/h)				10 960	7 209	12 206	

4.3. Verifica del massimo fabbisogno idrico sanitario il solo BLOCCO B+C

Nella tabella di seguito riportata è possibile evincere le portate massime stimate di consumo considerando escluse le cassette W.C. e l'irrigazione che saranno alimentate da una altra centrale idrica (quella a servizio del recupero acque meteoriche).

VALUTAZIONI PORTATE DEGLI APPARECCHI		Prospetto D,2 norma UNI 9182 - unità di carico per utenze abitazioni private						
FABBISOGNO IDRICO SANITARIO - TOTALE CONTEMPORANEITA' EDIFICIO								
SERVIZI		AF	AC	TOT AF+AC	Nro.	Totale A.F.	Totale A.C.	Totale A.F.+A.C.
LAVABO		0,75	0,75	1	18	13,5	13,5	18
BIDET		0,75	0,75	1	18	13,5	13,5	18
VASCA		1,5	1,5	2	0	0	0	0
DOCCIA		1,5	1,5	2	18	27	27	36
VASO CON CASSETTA		3		3	0	0	0	0
LAVELLO DA CUCINA		1,5	1,5	2	18	27	27	36
LAVATRICE		2		2	18	36	0	36
LAVASTOVIGLIE		2		2	18	36	0	36
IDRANTINI COPERTURA		0,75		1	0	0	0	0
IRRIGAZIONE		0,75		1	0	0	0	0
	UCTotali					153	81	180
	Gtot (l/s)							
	Gprogetto (l/s)					4.159	2.707	4.628
	Gprogetto(l/h)					14 971	9 746	16 661
	Coefficiente di correzione k per ridotta contemporaneità							
	Gprogetto corretta (l/s)					2.91	1.90	3.24
	0,7					10 480	6 822	11 663
	Gprogetto corretta (l/h)							

4.4. Verifica del massimo fabbisogno idrico sanitario per un appartamento tipo

La tabella sotto riportata implementa quanto contenuto nella norma UNI 9182 relativamente al calcolo della massima portata contemporanea per un appartamento tipo stante le utenze previste a progetto (considerando anche la ricarica del W.C.). In questo caso (e per ciascuna derivazione di appartamento) non si è applicato il coefficiente correttivo (di fatto ponendolo uguale ad 1).

VALUTAZIONI PORTATE DEGLI APPARECCHI		Prospetto D,2 norma UNI 9182 - unità di carico per utenze abitazioni private						
FABBISOGNO IDRICO SANITARIO - TOTALE CONTEMPORANEITA' APPARTAMENTO TIPO								
SERVIZI		AF	AC	TOT AF+AC	Nro.	Totale A.F.	Totale A.C.	Totale A.F.+A.C.
LAVABO		0,75	0,75	1	1	0,75	0,75	1
BIDET		0,75	0,75	1	1	0,75	0,75	1
VASCA		1,5	1,5	2	0	0	0	0
DOCCIA		1,5	1,5	2	1	1,5	1,5	2
VASO CON CASSETTA		3		3	1	3	0	3
LAVELLO DA CUCINA		1,5	1,5	2	1	1,5	1,5	2
LAVATRICE		2		2	1	2	0	2
LAVASTOVIGLIE		2		2	1	2	0	2
	UCTotali					11,5	4,5	13
	Gtot (l/s)							
	Gprogetto (l/s)					0,570	0,247	0,636
	Gprogetto(l/h)					2 054	888	2 288
	Coefficiente di correzione k per ridotta contemporaneità							
	Gprogetto corretta (l/s)					0,57	0,25	0,64
	1					2 054	888	2 288
	Gprogetto corretta (l/h)							

PROSPETTO C.1 - APPLICAZIONE HAZEN WILLIAMS											
Tipo di accessorio	DN										
	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250
	Lunghezza tubazione equivalente, m										
Curva a 45°	0,3	0,3	0,6	0,6	0,9	0,9	1,2	1,5	2,1	2,7	3,3
Curva a 90°	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	3	3,6	4,2	5,4	6,6
Curva a 90° a largo raggio	0,6	0,6	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,4	2,7	3,9	4,8
Pezzo a T o racc. a croce	1,5	1,8	2,4	3	3,6	4,5	6	7,5	9	10,5	15
Saracinesca	-	-	-	0,3	0,3	0,3	0,6	0,6	0,9	1,2	1,5
Valvola di non ritorno	1,5	2,1	2,7	3,3	4,2	4,8	6,6	8,3	10,4	13,5	16,5
Nota:	Il prospetto è valido per coefficienti di Hazen Williams C = 120 (accessori di acciaio); per accessori di ghisa (C=100) i valori ivi specificati devono essere moltiplicati per 0,713; per accessori di acciaio inossidabile, di rame e di ghisa rivestita (C=140) per 1,32; per accessori di plastica analoghi (C=150) per 1,51.										

SCOMPOSIZIONE DELLA RETE IN ELEMENTI IDRAULICI - VALUTAZIONE DELLE LUNGHEZZE EQUIVALENTI													
ID Tronco	Diametro (mm)	S tratti rett. (ml)	Materiale Tubazioni	Coeff. moltiplicativo	n° curve 45°	n° curve 90°	n° curve 90° l.r.	n° pezzi a T	n° Sarac.	n° V. non rit.	S Lungh. Eq. (ml)	Lungh. Tot. (ml)	
Gruppo - A	53,8	2	ACCIAIO	1	0	0	1	1	1	0	4,2	6,2	piano interrato (filtro+addolcitore+ACS)
A -- B	53,8	24	ACCIAIO	1	0	2	1	17	11	2	64,8	88,8	dal pav. piano interrato - al soffitto piano interrato
B -- C	53,8	2	ACCIAIO	1	0	1	0	1	1	0	4,8	6,8	dal soffitto interrato - allo stacco piano terra
C -- D	53,8	4	ACCIAIO	1	0	0	0	1	1	0	3,3	7,3	dallo stacco piano terra - allo stacco piano primo
D -- E	53,8	4	ACCIAIO	1	0	0	0	1	1	0	2,7	6,7	dallo stacco piano primo - allo stacco piano secondo
E -- F	48,3	4	ACCIAIO	1	0	0	0	1	1	0	2,7	6,7	dallo stacco piano secondo - allo stacco piano terzo
F -- G	48,3	4	ACCIAIO	1	0	0	0	1	1	0	2,1	6,1	dallo stacco piano terzo - allo stacco piano quarto
G -- H	42,4	3	ACCIAIO	1	0	0	0	1	1	0	2,1	5,1	dallo stacco piano quarto - allo stacco piano quinto
H -- I	40	9	MULTISTRATO	1,51	0	0	4	4	2	0	15,4	24,4	dall'uscita cavedio al satellite
I -- L	26	10	MULTISTRATO	1,51	0	0	9	0	2	0	9,1	19,1	dal satellite al collettore ultimo appartamento

CALCOLO IDRAULICO DELLE PERDITE DI CARICO - LINEA GRUPPO - ULTIMO PIANO 5°									
ID Tronco	Diametro interno (mm)	Lungh. Tot. (ml)	Portata Q (lt/min)	Coefficiente C (Hazen-William)	p (mm/m) (Hazen-William)	Pres o DH g (m c.a.)	DH (m) (Singolo tratto)	DH (m) (Cumulata)	
Gruppo - A	53,8	6,2	182,7	120	2,5	10	10,02	10,02	piano interrato (filtro+addolcitore+ACS)
A -- B	53,8	88,8	182,7	120	33,16503961	2,5	5,45	15,46	dal pav. piano interrato - al soffitto piano interrato
B -- C	53,8	6,8	182,7	120	49,04296286	1,5	1,83	17,29	dal soffitto interrato - allo stacco piano terra
C -- D	53,8	7,3	182,7	120	49,04296286	3	3,36	20,65	dallo stacco piano terra - allo stacco piano primo
D -- E	53,8	6,7	181	120	48,20207682	3	3,32	23,98	dallo stacco piano primo - allo stacco piano secondo
E -- F	48,3	6,7	161,5	120	66,00346221	3	3,44	27,42	dallo stacco piano secondo - allo stacco piano terzo
F -- G	48,3	6,1	133,1	120	46,15055683	3	3,28	30,70	dallo stacco piano terzo - allo stacco piano quarto
G -- H	42,4	5,1	100,6	120	51,85666848	3	3,26	33,96	dallo stacco piano quarto - allo stacco piano quinto
H -- I	40	24,402	59,9	150	17,46602225	0	0,43	34,39	dall'uscita cavedio al satellite
I -- L	26	19,06	26	150	30,39254263	10	10,58	44,97	dal satellite al collettore ultimo appartamento
PRESSIONE TOTALE DA GARANTIRE (m c.a.)								44,97	

Dalla applicazione di Hazen William si evince che la prevalenza necessaria per alimentare l'utenza di A.F.S. più sfavorita garantendo una pressione di 100 kPa (10 m c.a.) è pari a circa 45 m c.a.

4.5.2. Calcolo della perdita di carico A.C.S

lt/h	lt/min	diametro			I	lt/h	lt/min	diametro
1 656	27,6	ø 1"			piano 5°	888	14,8	ø 26/20
		H		valvola				
lt/h	lt/min	diametro				lt/h	lt/min	diametro
2 126	35,4	ø 1"			piano 4°	2 126	35,4	ø 32/26
		G		valvola				
lt/h	lt/min	diametro				lt/h	lt/min	diametro
3 762	62,7	ø 1"			piano 3°	2 126	35,4	ø 32/26
		F		valvola				
lt/h	lt/min	diametro				lt/h	lt/min	diametro
5 115	85,3	ø 1"1/2			piano 2°	2 126	35,4	ø 32/26
		E		valvola				
lt/h	lt/min	diametro				lt/h	lt/min	diametro
6 285	104,8	ø 1"1/2			piano 1°	1 656	27,6	ø 32/26
		D		valvola				
lt/h	lt/min	diametro				lt/h	lt/min	diametro
7 209	120,2	ø 2"			piano terra P.C.	487	8,1	ø 26/20
		C		valvola				
					piano interrato			
		A+B		centrale termica		7 209	120,2	ø 2"
				valvola				

Scomposizione della rete in elementi (tronchi) e applicazione delle formule di Hazen Williams considerando l'utenza idraulicamente più sfavorita con un carico idraulico di 100 kPa (1 BAR).

SCOMPOSIZIONE DELLA RETE IN ELEMENTI IDRAULICI - VALUTAZIONE DELLE LUNGHEZZE EQUIVALENTI												
ID Tronco	Diametro (mm)	S tratti rett. (m)	Materiale Tubazioni	Coeff. moltiplicativo	n° curve 45°	n° curve 90°	n° curve 90° l.r.	n° pezzi a T	n° Sarac.	n° V. non rit.	S Lungh. Eq. (m)	Lungh. Tot. (m)
Gruppo - A	48,3	2	ACCIAIO	1	0	0	0	0	1	0	0,3	2,3
A -- B	48,3	7	ACCIAIO	1	0	2	0	0	3	0	3,9	10,9
B -- C	48,3	2	ACCIAIO	1	0	0	0	1	1	0	3,3	5,3
C -- D	48,3	4	ACCIAIO	1	0	0	0	1	1	0	3,3	7,3
D -- E	48,3	4	ACCIAIO	1	0	0	0	1	1	0	2,7	6,7
E -- F	48,3	4	ACCIAIO	1	0	0	0	1	1	0	2,7	6,7
F -- G	42,4	4	ACCIAIO	1	0	0	0	1	1	0	2,1	6,1
G -- H	33	3	ACCIAIO	1	0	1	0	0	1	0	1,2	4,2
H -- I	33	9	MULTISTRATO	1,51	0	4	0	4	2	0	17,214	26,214
I -- L	26	10	MULTISTRATO	1,51	0	0	9	0	2	0	9,06	19,06

piano interrato (filtro+addolcitore+ACS)
dal pav. piano interrato - al soffitto piano interrato
dal soffitto interrato - allo stacco piano terra
dallo stacco piano terra - allo stacco piano primo
dallo stacco piano primo - allo stacco piano secondo
dallo stacco piano secondo - allo stacco piano terzo
dallo stacco piano terzo - allo stacco piano quarto
dallo stacco piano quarto - allo stacco piano quinto
dall'uscita cavedio al satellite
dal satellite al collettore ultimo appartamento

SCOMPOSIZIONE DELLA RETE IN ELEMENTI IDRAULICI - VALUTAZIONE DELLE LUNGHEZZE EQUIVALENTI												
ID Tronco	Diametro (mm)	S tratti rett. (m)	Materiale Tubazioni	Coef. moltiplicativo	n° curve 45°	n° curve 90°	n° curve 90° Lr.	n° pezzi a T	n° Sarac.	n° V. non rit.	S Lungh. Eq. (m)	Lungh. Tot. (m)
Gruppo - A	48,3	0	ACCIAIO	1	0	0	0	0	1	0	0,3	0,3
A -- B	48,3	15	ACCIAIO	1	0	5	0	0	3	1	11,7	26,7
B -- C	48,3	4	ACCIAIO	1	0	0	0	1	1	0	3,3	7,3
C -- D	48,3	4	ACCIAIO	1	0	0	0	1	1	0	3,3	7,3
D -- E	42,4	4	ACCIAIO	1	0	0	0	1	1	0	2,7	6,7
E -- F	33	4	ACCIAIO	1	0	0	0	1	1	0	2,7	6,7
F -- G	26	3	ACCIAIO	1	0	0	0	1	1	0	2,1	5,1
G -- H	26	6	MULTISTRATO	1,51	0	2	0	1	1	0	5,889	11,889
H -- I	26	12	MULTISTRATO	1,51	0	9	0	0	2	0	13,137	25,137

piano interrato (filtro+addolcitore+ACS)
dal pav. piano interrato - al soffitto piano interrato
dal soffitto interrato - allo stacco piano terra
dallo stacco piano terra - allo stacco piano primo
dallo stacco piano primo - allo stacco piano secondo
dallo stacco piano secondo - allo stacco piano terzo
dallo stacco piano terzo - allo stacco piano quarto
dall'uscita cavedio al satellite
dal satellite al collettore ultimo appartamento

CALCOLO IDRAULICO DELLE PERDITE DI CARICO - LINEA GRUPPO - ULTIMO PIANO 4°									
ID Tronco	Diametro interno (mm)	Lungh. Tot. (m)	Portata Q (lt/min)	Coefficiente C (Hazen-William)	p (mm/m) (Hazen-William)	Pres o DH g (m c.a.)	DH (m) (Singolo tratto)	DH (m) (Cumulata)	
Gruppo - A	48,3	0,3	113,7	120	34,4829492	10	10,01	10,01	piano interrato (filtro+addolcitore+ACS)
A -- B	48,3	26,7	113,7	120	34,4829492	2,5	3,42	13,43	dal pav. piano interrato - al soffitto piano interrato
B -- C	48,3	7,3	113,7	120	34,4829492	1,5	1,75	15,18	dal soffitto interrato - allo stacco piano terra
C -- D	48,3	7,3	104,8	120	29,65622825	3	3,22	18,40	dallo stacco piano terra - allo stacco piano primo
D -- E	42,4	6,7	85,3	120	38,21677677	3	3,26	21,66	dallo stacco piano primo - allo stacco piano secondo
E -- F	33	6,7	62,7	120	73,29125068	3	3,49	25,15	dallo stacco piano secondo - allo stacco piano terzo
F -- G	26	5,1	42,8	120	115,4837393	3	3,59	28,74	dallo stacco piano terzo - allo stacco piano quarto
G -- H	26	11,889	19,3	150	17,51246831	0	0,21	28,94	dall'uscita cavedio al satellite
H -- I	26	25,137	14,8	150	10,71643945	10	10,27	39,21	dal satellite al collettore ultimo appartamento
PRESSIONE TOTALE DA GARANTIRE (m c.a.)								39,21	

Dalla applicazione di Hazen William si evince che la prevalenza necessaria per alimentare l'utenza di A.C.S. più sfavorita garantendo una pressione di 100 kPa (10 m c.a.) è pari a circa 39 m c.a.

Si decide pertanto di assegnare al gruppo di pressurizzazione GPR01 del blocco B+C una prevalenza di 4.5 Bar con una portata pari a Q = 13 mc/h. (gruppo gemello del GPR01 del blocco A)

4.7. Tabelle dimensionamento rete ricircolo sanitario

Il dimensionamento della rete di ricircolo si compone di due parti fondamentali:

- La determinazione della portata idraulica da assegnare alla pompa di ricircolo;
- La determinazione della prevalenza manometrica da assegnare alla pompa di ricircolo.

I criteri di dimensionamento sono contenuti nell'appendice L.2 della norma UNI 9182 a cui si rimanda per approfondimenti.

4.7.1. Calcolo della portata della pompa di ricircolo acs – BLOCCO A

La portata di ricircolo acs è stata dimensionata seguendo i criteri previsti dalla norma UNI 9182 appendice L.2 imponendo una caduta di temperatura massima pari a 2 °C comprese tra il produttore e l'utilizzatore idraulicamente più lontano, il che corrisponde a considerare una dispersione specifica di circa 7 W/m sulle tubazioni di adduzione acs. L'intera rete idrica di C13.037-VD2-IM-RTC.DOC

adduzione acs per il blocco A misura circa 359 metri e di seguito viene riportata la tabella per il calcolo della portata idraulica secondo la UNI 9182:

DIMENSIONAMENTO PORTATA RICIRCOLO ACS	
VINCOLI DI PROGETTO	
Caduta max di temp. (°C)	2
Perdica di carico max (mm.c.a.)	30
Dispersioni termiche specifiche (kW/m)	0,007
CALCOLO	
Lunghezza tratti rete acs	359
Potenza dissipata nella rete di ricircolo (kW):	2,513
Calore Specifico Acqua (kJ/Kg°C):	4,186
PORTATA DI ACQUA (lt/h)	1 083,19

Si evince che la portata della pompa di ricircolo (integrata nel produttore istantaneo previsto a progetto deve essere pari a circa 1.100 lt/h),

4.7.2. Calcolo della prevalenza della pompa di ricircolo – BLOCCO A

Il calcolo della prevalenza idraulica della pompa di ricircolo viene condotto con procedure analoghe a quelle adottate per i circuiti idronici (c.f.r. sezione 9 relativa).

La verifica della prevalenza della pompa di ricircolo acs è stata condotta mediante il metodo delle perdite concentrate e distribuite come visibile dalla tabella sotto riportata suddividendo la rete (mandata ACS e ritorno RIC) in tronconi e ipotizzando di alimentare l'utenza più sfavorita ovvero una utenza del bagno dell'appartamento A601.

Saranno pertanto proposte di seguito n. 2 tabelle, una che riporta le perdite di carico per convogliare la portata di ricircolo sulla tubazione di adduzione della acs sino al collettore, l'altra che riporta le perdite di carico dalla chiusura del ricircolo sul collettore di distribuzione sanitario del bagno dell'appartamento A 601 sino al produttore istantaneo di acs previsto in centrale.

CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO NELLE TUBAZIONI																
Tabella 1 - Perdite di carico nel circuito																
POMPA RICIRCOLO - CIRCUITO MANDATA ACS - BLOCCO A																
TEMPERATURA ACQUA (10 o 40)	°C =	40	perdita di carico complessiva del circuito										kPa	1,14		
PESO SPECIFICO ACQUA	g =	971,8	tipo terminale:											perdita di carico	kPa	
COEFFICIENTE DI SCABROSITA'	e =	0,02	tipo terminale:											perdita di carico	kPa	
VISCOSITA' CINEMATICA	n =	0,3659	tipo terminale:											perdita di carico	kPa	
TRATTO	DN	Q	Di	v	Re	f	L	R	Pd	z	LxR	Z	DP	DPprogr.		
DESCRIZIONE	DN	l/h	mm	m/s			m	Pa/m	Pa	n°	kPa	kPa	kPa	kPa		
A (produttore)	40	1 077	42,5	0,21	24982	0,025692	1,00	13,2	22,05	7	0,013	0,15	0,17	0,17		
A-B	40	1 077	42,5	0,21	24982	0,025692	10,00	13,2	22,05	11,5	0,132	0,25	0,39	0,55		
B-C	40	1 023	42,5	0,20	23729	0,025971	4,00	12,0	19,89		0,048		0,05	0,60		
C-D	40	858	42,5	0,17	19902	0,026977	4,00	8,8	13,99		0,035		0,04	0,64		
D-E	32	633	36,6	0,17	17050	0,028093	4,00	10,5	13,85		0,042		0,04	0,68		
E-F	32	408	36,6	0,11	10989	0,031170	4,00	4,8	5,75		0,019		0,02	0,70		
F-G	25	204	27,9	0,09	7208	0,035024	4,00	5,3	4,26		0,021		0,02	0,72		
G-H (coll A 601)	20	135	20,0	0,12	6654	0,036176	25,00	12,6	7,06		0,316		0,32	1,03		

CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO NELLE TUBAZIONI														
Tabella 1 - Perdite di carico nel circuito														
POMPA RICIRCOLO - CIRCUITO RICIRCOLO ACS - BLOCCO A														
TEMPERATURA ACQUA (10 o 40) °C =	10	perdita di carico complessiva del circuito										kPa	16,73	
PESO SPECIFICO ACQUA g =	999,6	tipo terminale:	Perdita scambiatore acs produttore								perdita di carico	kPa	10,0	
COEFFICIENTE DI SCABROSITA' e =	0,02	tipo terminale:									perdita di carico	kPa		
VISCOSITA' CINEMATICA n =	1,306	tipo terminale:									perdita di carico	kPa		
TRATTO	DN	Q	Di	v	Re	f	L	R	Pd	z	LxR	Z	DP	DPprogr.
DESCRIZIONE	DN	l/h	mm	m/s			m	Pa/m	Pa	n°	kPa	kPa	kPa	kPa
A (produttore)	25	1 077	27,9	0,49	10662	0,031699	1,00	137,2	122,12	7	0,137	0,85	0,99	0,99
A-B	25	1 077	27,9	0,49	10662	0,031699	10,00	137,2	122,12	11,5	1,372	1,40	2,78	3,77
B-C	25	1 023	27,9	0,47	10127	0,032101	4,00	125,4	110,18		0,502		0,50	4,27
C-D	25	858	27,9	0,39	8494	0,033554	4,00	92,2	77,51		0,369		0,37	4,64
D-E	20	633	27,9	0,29	6266	0,036373	4,00	54,4	42,19		0,218		0,22	4,86
E-F	20	408	22,2	0,29	5076	0,038813	4,00	75,6	43,72		0,302		0,30	5,16
F-G	15	204	22,2	0,15	2538	0,047911	4,00	23,3	10,93		0,093		0,09	5,25
G-H (coll A 601)	15	135	15,0	0,21	2486	0,048643	20,00	73,7	22,97		1,473		1,47	6,73

Come si evince dalle due tabelle sopra riportate, la prevalenza complessiva necessaria per garantire la portata di ricircolo al punto idraulicamente più lontano dal produttore istantaneo di acs è pari alla somma del tratto di mandata acs + quello di ricircolo e pari a circa 18,0 kPa (1,8 m c.a.).

4.7.3. Calcolo della portata della pompa di ricircolo acs – BLOCCO B+C

Analogamente a quanto visto per il blocco A viene proposta la tabella di calcolo della portata della pompa di ricircolo acs per il blocco B+C:

DIMENSIONAMENTO PORTATA RICIRCOLO ACS	
VINCOLI DI PROGETTO	
Caduta max di temp. (°C)	2
Perdica di carico max (mm.c.a.)	30
Dispersioni max (kW/m)	0,007
CALCOLO	
Estensione rete ricircolo (m):	460
Potenza dissipata nella rete di ricircolo (kW):	3,22
Calore Specifico Acqua (kJ/Kg°C):	4,186
PORTATA DI ACQUA (lt/h)	1 387,93

Si evince che la portata della pompa di ricircolo (integrata nel produttore istantaneo previsto a progetto deve essere pari a circa 1.400 lt/h),

4.7.4. Calcolo della prevalenza della pompa di ricircolo – BLOCCO B+C

Analogamente a quanto visto per il blocco A anche per il blocco B+C vengono proposte di seguito n. 2 tabelle, una che riporta le perdite di carico per convogliare la portata di ricircolo sulla tubazione di adduzione della acs sino al collettore, l'altra che riporta le perdite di carico dalla chiusura del ricircolo sul collettore di distribuzione sanitario del bagno dell'appartamento C 102 sino al produttore istantaneo di acs previsto in centrale.

CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO NELLE TUBAZIONI														
Tabella 1 - Perdite di carico nel circuito														
POMPA RICIRCOLO - CIRCUITO MANDATA ACS - BLOCCO B+C														
TEMPERATURA ACQUA (10 o 40)	°C =	40	perdita di carico complessiva del circuito										kPa	2,33
PESO SPECIFICO ACQUA	g =	971,8	tipo terminale:									perdita di carico	kPa	
COEFFICIENTE DI SCABROSITA'	e =	0,02	tipo terminale:									perdita di carico	kPa	
VISCOSITA' CINEMATICA	n =	0,3659	tipo terminale:									perdita di carico	kPa	
TRATTO	DN	Q	Di	v	Re	f	L	R	Pd	z	LxR	Z	DP	DPprogr.
DESCRIZIONE	DN	l/h	mm	m/s			m	Pa/m	Pa	n°	kPa	kPa	kPa	kPa
A (produttore)	40	1 380	42,5	0,27	32010	0,024437	1,00	20,6	36,20	7	0,021	0,25	0,27	0,27
A-H	40	1 380	42,5	0,27	32010	0,024437	10,00	20,6	36,20	11,5	0,206	0,42	0,62	0,90
H-I	20	240	22,2	0,17	10657	0,032013	24,00	21,0	14,71		0,503		0,50	1,40
I-L (coll C 101)	20	168	20,0	0,15	8281	0,034203	39,00	18,5	10,94		0,722		0,72	2,12

CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO NELLE TUBAZIONI														
Tabella 1 - Perdite di carico nel circuito														
POMPA RICIRCOLO - CIRCUITO RICIRCOLO ACS - BLOCCO B+C														
TEMPERATURA ACQUA (10 o 40)	°C =	10	perdita di carico complessiva del circuito										kPa	21,93
PESO SPECIFICO ACQUA	g =	999,6	tipo terminale:		Perdita scambiatore acs produttore							perdita di carico	kPa	10,0
COEFFICIENTE DI SCABROSITA'	e =	0,02	tipo terminale:									perdita di carico	kPa	
VISCOSITA' CINEMATICA	n =	1,306	tipo terminale:									perdita di carico	kPa	
TRATTO	DN	Q	Di	v	Re	f	L	R	Pd	z	LxR	Z	DP	DPprogr.
DESCRIZIONE	DN	l/h	mm	m/s			m	Pa/m	Pa	n°	kPa	kPa	kPa	kPa
A (produttore)	25	1 380	27,9	0,63	13661	0,029893	1,00	212,5	200,50	7	0,212	1,40	1,62	1,62
A-H	25	1 380	27,9	0,63	13661	0,029893	8,00	212,5	200,50	11,5	1,700	2,31	4,01	5,62
H-I	15	240	16,6	0,31	3993	0,041945	24,00	120,9	48,39		2,902		2,90	8,52
I-L (coll C 101)	15	168	15,0	0,26	3093	0,045413	32,00	106,5	35,57		3,408		3,41	11,93

Come si evince dalle due tabelle sopra riportate, la prevalenza complessiva necessaria per garantire la portata di ricircolo al punto idraulicamente più lontano dal produttore istantaneo di acs è pari alla somma del tratto di mandata acs + quello di ricircolo e pari a circa 24.2 kPa (2.4 m c.a.).

4.8. Dimensionamento serbatoio disconnessione idrica

Come visibile dagli elaborati grafici di progetto ed in particolare dagli schemi SM01 ed SM03 in ciascuna delle due centrali idriche previste per il blocco A e per il blocco B+C è presente un

serbatoio di disconnessione idrica della capacità di 2.000 lt posizionato a monte del gruppo di pressurizzazione idrica sulla linea di aspirazione.

Come anticipato sopra la funzione del serbatoio è quella di disconnettere la rete idrica dell'acquedotto dalla linea di aspirazione del gruppo di pressurizzazione attraverso una separazione fisica (il serbatoio infatti è a pressione atmosferica con pelo libero visibile). Il serbatoio quindi non presenta alcuna funzione di stoccaggio.

Le dimensioni del serbatoio e la sua capacità geometrica sono quindi essenzialmente legate esclusivamente ai seguenti aspetti:

- Possibilità di alloggiamento al suo interno di una valvola di carico acqua del tipo a galleggiante del diametro $\varnothing 2''1/2$;
- Possibilità di agevoli ispezioni e manutenzioni interne se necessarie;

5. TABELLE DIMENSIONAMENTO ADDUZIONI GAS METANO AI GENERATORI

Il dimensionamento delle condotte di adduzione del gas diametro ai due generatori di calore ubicati sulle coperture del blocco A e del blocco B sono state eseguite secondo i dettami della norma UNI 11528-2014 che per impianti con pressione di alimentazione non maggiore di 50 mbar consente di utilizzare le formule contenute nell'appendice A.1 della norma UNI 7129 parte 1 del 2015.

Di seguito vengono proposte le tabelle di dimensionamento relative alle due condotte rimandando agli elaborati grafici relativi per la comprensione dello sviluppo delle condotte (tavola sviluppo assonometrico TM 308).

Per applicazioni a bassa pressione la perdita di carico può essere calcolata direttamente con l'equazione di Renouard:

$$\Delta p = k \times \frac{d^{0,82} \times L \times Q^{1,82}}{D_i^{4,82}} \quad (A.1)$$

dove:

Δp è la perdita di carico (mbar);

k è la costante che tiene conto della rugosità delle pareti interne del tubo valida per semplificazione per tutti i materiali. Il suo valore varia in funzione del gas utilizzato ed è pari a 19.296 per il gas naturale, 18.090 per il gas di petrolio liquefatto (GPL) e 17.860 per il propano.

d è la densità relativa del gas in rapporto all'aria e vale 0,6 per il gas naturale, 1,73 per il GPL e 1,55 per il propano;

L è la lunghezza virtuale del tubo in metri;

Q è la portata di gas in m^3/h (15 °C e 1 013 mbar);

D_i è il diametro interno in millimetri.

prospetto A.1 Lunghezze equivalenti dei pezzi speciali

Lunghezze equivalenti dei pezzi speciali [m]							
D_i [mm]	Curva a 90°	Raccordo a T	Raccordo a T	Croce	Gomito	Rubinetto a sfera	Restringimenti di sezione
Gas naturale – portata: 2 m ³ /h							
da 10 a 16,9	0,06	0,27	0,59	0,54	0,44	0,04	0,04
da 17 a 26,9	0,08	0,38	0,84	0,76	0,63	0,05	0,06
da 27 a 34,9	0,11	0,52	1,15	1,04	0,86	0,07	0,09
da 34 a 44	0,13	0,60	1,33	1,20	1,00	0,08	0,10
Gas naturale – portata: 10 m ³ /h							
da 10 a 16,9	0,09	0,41	0,92	0,82	0,69	0,06	0,07
da 17 a 26,9	0,13	0,60	1,34	1,20	1,01	0,08	0,10
da 27 a 34,9	0,19	0,83	1,84	1,66	1,38	0,11	0,14
da 34 a 44	0,22	0,97	2,15	1,94	1,61	0,13	0,16
Gas di petrolio liquefatto – portata 2 m ³ /h							
da 10 a 16,9	0,09	0,39	0,86	0,78	0,64	0,05	0,06
da 17 a 26,9	0,12	0,56	1,24	1,12	0,93	0,07	0,09
da 27 a 34,9	0,17	0,77	1,70	1,54	1,28	0,10	0,13
da 34 a 44	0,20	0,89	1,98	1,78	1,49	0,12	0,15
Gas di petrolio liquefatto – portata 10 m ³ /h							
da 10 a 16,9	0,13	0,58	1,28	1,16	0,96	0,08	0,10
da 17 a 26,9	0,19	0,85	1,89	1,70	1,42	0,11	0,14
da 27 a 34,9	0,26	1,18	2,63	2,36	1,97	0,16	0,20
da 34 a 44	0,31	1,39	3,09	2,78	2,32	0,19	0,23

5.1. Verifica dimensionamento adduzione gas metano – Blocco A

Con riferimento alla tavola TM 308 (rappresentazione assonometrica della rete di adduzione gas metano al generatore GEN 01 del blocco A) vengono proposte le seguenti tabelle di verifica della perdita di carico:

VERIFICA CADUTA DI PRESSIONE GAS METANO - UNI 7129-1 (A1)		
DATI GENERALI AL CONTOURNO		
Utenza da alimentare:	Generatore termico (Portata termica MAX)	66,8 kW
	Potere calorifico inferiore gas densita d = 0,6	34560 kJ/mc
	Portata volumica gas metano	7,0 mc/h

SVILUPPO DEL PERCORSO + CURVE E ALTRI PEZZI SPECIALI - UNI 7129-1 (A1)					
Di	37<Di<44		Sommatoria tratti da A1 a A20	76,1	mt
Q	Q<10 mc/h				
Curva a 90	0,22 mt lungh. Equiv		n. curve a 90	15	3,3 mt
Rubinetto a sfera	0,13 mt lungh. Equiv		n. rubinetti a sfera	2	0,26 mt
Gomito a 90	1,61 mt lungh. Equiv		n. gomiti a 90°	2	3,22 mt

TRATTO IN ACCIAIO - CONTATORE / TUBAZIONE					
DP	0,544865 mbar		(si ricava)		
Vs	1,402507		(si ricava)	Inferiore a 5 m/s	
Q	7,0 Nmc/h		noto		0,00193 Nmc/s
Leq	82,88 m		noto	S	0,00137815 mq
D interno	41,90 mm		noto	ø 1"1/2	
CADUTA DI PRESSIONE TOTALE :			0,54	(mbar)	

Il generatore necessita di una pressione di alimentazione di circa 20 mbar pertanto considerando una fornitura di gas metano con una pressione statica di almeno 30 mbar e considerando la perdita stimata di circa 0.54 mbar si verifica la correttezza del dimensionamento del diametro della tubazione di adduzione (ø 1"1/2).

5.2. Verifica dimensionamento adduzione gas metano – Blocco B+C

VERIFICA CADUTA DI PRESSIONE GAS METANO - UNI 7129-1 (A1)					
---	--	--	--	--	--

DATI GENERALI AL CONTORNO					
Utenza da alimentare:	Generatore termico (Portata termica MAX)			66,8 kW	
	Potere calorifico inferiore gas densità d = 0,6			34560 kJ/mc	
	Portata volumica gas metano			7,0 mc/h	

SVILUPPO DEL PERCORSO + CURVE E ALTRI PEZZI SPECIALI - UNI 7129-1 (A1)					
Di	37<Di<44		Sommatoria tratti da B1 a B17	69,1	mt
Q	Q<10 mc/h				
Curva a 90	0,22 mt lungh. Equiv		n. curve a 90	13	2,86 mt
Rubinetto a sfera	0,13 mt lungh. Equiv		n. rubinetti a sfera	2	0,26 mt
Gomito a 90	1,61 mt lungh. Equiv		n. gomiti a 90°	2	3,22 mt

TRATTO IN ACCIAIO - CONTATORE / TUBAZIONE					
DP	0,495953 mbar		(si ricava)		
Vs	1,402507		(si ricava)	Inferiore a 5 m/s	
Q	7,0 Nmc/h		noto		0,00193 Nmc/s
Leq	75,44 m		noto	S	0,00137815 mq
D interno	41,90 mm		noto	ø 1"1/2	
CADUTA DI PRESSIONE TOTALE :			0,50	(mbar)	

6. TABELLE IMPIANTO IDRICO REINTEGRO CASSETTE W.C. E IRRIGAZIONE

Vengono qui riproposte le tabelle di calcolo sviluppate secondo la norma UNI 9182 relative al calcolo e dimensionamento della rete di distribuzione a servizio della rete di reintegro idrico cassette W.C. e irrigazione delle zone esterne a verde previste.

6.1. Verifica del fabbisogno idrico (reintegro cassette W.C. + irrigazione) – BLOCCO A

VALUTAZIONI PORTATE DEGLI APPARECCHI		Prospetto D,2 norma UNI 9182 - unità di carico per utenze abitazioni private						
FABBISOGNO IDRICO SANITARIO - TOTALE CONTEMPORANEITA' BLOCCO A								
SERVIZI	AF	AC	TOT AF+AC	Nro.	Totale A.F.	Totale A.C.	Totale A.F.+A.C.	
LAVABO	0,75	0,75	1	0	0	0	0	
BIDET	0,75	0,75	1	0	0	0	0	
VASCA	1,5	1,5	2	0	0	0	0	
DOCCIA	1,5	1,5	2	0	0	0	0	
VASO CON CASSETTA	3		3	20	60	0	60	
LAVELLO DA CUCINA	1,5	1,5	2	0	0	0	0	
LAVATRICE	2		2	0	0	0	0	
LAVASTOVIGLIE	2		2	0	0	0	0	
	UCTotali				60	0	60	
	Gtot (l/s)							
	Gprogetto (l/s)				2,191	0,020	2,191	
	Gprogetto(l/h)				7 887	71	7 887	
Coefficiente di correzione k per ridotta contemporaneità	Gprogetto corretta (l/s)				1,53	0,01	1,53	
0,7	Gprogetto corretta (l/h)				5 521	50	5 521	

Analogamente a quanto visto per il calcolo del fabbisogno globale idrico complessivo dei tre edifici, anche in questo caso si è applicato un coefficiente di riduzione pari a 0.7 sul complessivo stimato mediante il metodo delle norme UNI 9182 al fine di evitare sovradimensionamenti inutili del sistema. Come si evince dalla tabella sopra riportata si stima una portata massima contemporanea per il reintegro delle cassette w.c. e per irrigazione di circa 5.5 mc/h.

6.2. Verifica del fabbisogno idrico (reintegro cassette W.C. + irrigaz.) – BLOCCO B+C

VALUTAZIONI PORTATE DEGLI APPARECCHI		Prospetto D,2 norma UNI 9182 - unità di carico per utenze abitazioni private						
FABBISOGNO IDRICO SANITARIO - TOTALE CONTEMPORANEITA' BLOCCO B+C								
SERVIZI	AF	AC	TOT AF+AC	Nro.	Totale A.F.	Totale A.C.	Totale A.F.+A.C.	
LAVABO	0,75	0,75	1	0	0	0	0	
BIDET	0,75	0,75	1	0	0	0	0	
VASCA	1,5	1,5	2	0	0	0	0	
DOCCIA	1,5	1,5	2	0	0	0	0	
VASO CON CASSETTA	3		3	18	54	0	54	
LAVELLO DA CUCINA	1,5	1,5	2	0	0	0	0	
LAVATRICE	2		2	0	0	0	0	
LAVASTOVIGLIE	2		2	0	0	0	0	
	UCTotali				54	0	54	
	Gtot (l/s)							
	Gprogetto (l/s)				2,030	0,020	2,030	
	Gprogetto(l/h)				7 306	71	7 306	
Coefficiente di correzione k per ridotta contemporaneità	Gprogetto corretta (l/s)				1,42	0,01	1,42	
0,7	Gprogetto corretta (l/h)				5 115	50	5 115	

SCOMPOSIZIONE DELLA RETE IN ELEMENTI IDRAULICI - VALUTAZIONE DELLE LUNGHEZZE EQUIVALENTI												
ID Tronco	Diametro (mm)	S tratti rett. (ml)	Materiale Tubazioni	Coeff. moltiplicativo	n° curve 45°	n° curve 90°	n° curve 90° Lr.	n° pezzi a T	n° Sarac.	n° V. non rit.	S Lungh. Eq. (ml)	Lungh. Tot. (ml)
Gruppo - A	48,3	2	ACCIAIO	1	0	0	1	1	1	0	4,2	6,2
A -- B	48,3	16	ACCIAIO	1	0	7	1	3	4	2	28,2	44,2
B -- C	48,3	2	ACCIAIO	1	0	1	0	1	1	0	4,8	6,8
C -- D	42,4	4	ACCIAIO	1	0	0	0	1	1	0	3,3	7,3
D -- E	42,4	4	ACCIAIO	1	0	0	0	1	1	0	2,7	6,7
E -- F	42,4	4	ACCIAIO	1	0	0	0	1	1	0	2,7	6,7
F -- G	42,4	4	ACCIAIO	1	0	0	0	1	1	0	2,1	6,1
G -- H	33	3	ACCIAIO	1	0	0	0	1	1	0	2,1	5,1
H -- I	33	9	MULTISTRATO	1	0	4	0	4	2	0	11,4	20,4
I -- L	22,2	10	MULTISTRATO	1	0	9	0	0	2	0	8,7	18,7

piano interrato
dal pav. piano interrato - al soffitto piano interrato
dal soffitto interrato - allo stacco piano terra
dallo stacco piano terra - allo stacco piano primo
dallo stacco piano primo - allo stacco piano secondo
dallo stacco piano secondo - allo stacco piano terzo
dallo stacco piano terzo - allo stacco piano quarto
dallo stacco piano quarto - allo stacco piano quinto
dall'uscita cavedio al satellite
dal satellite al collettore ultimo appartamento

CALCOLO IDRAULICO DELLE PERDITE DI CARICO - LINEA GRUPPO - ULTIMO PIANO 5°									
ID Tronco	Diametro interno (mm)	Lungh. Tot. (ml)	Portata Q (lt/min)	Coefficiente C (Hazen-William)	p (mm/m) (Hazen-William)	Pres o DH g (m c.a.)	DH (m) (Singolo tratto)	DH (m) (Cumulata)	
Gruppo - A	48,3	6,2	92	120	2,5	1	1,02	1,02	piano interrato
A -- B	48,3	44,2	92	120	23,3	2,5	3,53	4,55	dal pav. piano interrato - al soffitto piano interrato
B -- C	48,3	6,8	92	120	23,3	1,5	1,66	6,20	dal soffitto interrato - allo stacco piano terra
C -- D	42,4	7,3	92	120	4,0	3	3,03	9,23	dallo stacco piano terra - allo stacco piano primo
D -- E	42,4	6,7	88,7	120	41,1	3	3,28	12,51	dallo stacco piano primo - allo stacco piano secondo
E -- F	42,4	6,7	78,1	120	32,5	3	3,22	15,73	dallo stacco piano secondo - allo stacco piano terzo
F -- G	42,4	6,1	62,7	120	21,6	3	3,13	18,86	dallo stacco piano terzo - allo stacco piano quarto
G -- H	33	5,1	45,2	120	40,0	3	3,20	22,06	dallo stacco piano quarto - allo stacco piano quinto
H -- I	33	20,4	24,9	150	8,8	0	0,18	22,24	dall'uscita cavedio al satellite
I -- L	22,2	18,7	19,3	150	37,8	10	10,71	32,95	dal satellite al collettore ultimo appartamento
PRESSIONE TOTALE DA GARANTIRE (m c.a.)								32,95	

Dalla applicazione di Hazen William si evince che la prevalenza necessaria per alimentare l'utenza di A.F. per reintegro cassette W.C. e irrigazione più sfavorita garantendo una pressione di 100 kPa (10 m c.a.) è pari a circa 33 m c.a.

Si decide pertanto di assegnare al gruppo di pressurizzazione GPR02 del blocco A una prevalenza di 4.0 Bar con una portata pari a Q = 6.0 mc/h.

6.4. Calcolo della perdita di carico A.F. RECUPERO – BLOCCO B+C

It/h	It/min	diametro	SATT	COLL
804	13,4	ø 3/4"	H	I
piano 4°				
			622	10,4
1 816	30,3	ø 1"	F	
piano 3°				
			1 156	19,3
2 711	45,2	ø 1 1/4	E	
piano 2°				
			1 156	19,3
3 762	62,7	ø 1 1/4	D	
piano 1°				
			1 493	24,9
4 688	78,1	ø 1 1/4	C	
piano T°				
			1 493	24,9
piano T°				
			804	13,4
piano copertura				
			500	
piano interrato centrale termica				
			5 115	85,3

SCOMPOSIZIONE DELLA RETE IN ELEMENTI IDRAULICI - VALUTAZIONE DELLE LUNGHEZZE EQUIVALENTI												
ID Tronco	Diametro (mm)	S tratti rett. (ml)	Materiale Tubazioni	Coeff. moltiplicativo	n° curve 45°	n° curve 90°	n° curve 90° l.r.	n° pezzi a T	n° Sarac.	n° V. non rit.	S Lungh. Eq. (ml)	Lungh. Tot. (ml)
Gruppo - A	48,3	2	ACCIAIO	1	0	0	0	0	0	0	0	2
A -- B	48,3	19	ACCIAIO	1	0	7	0	3	4	2	27,3	46,3
B -- C	42,4	2	ACCIAIO	1	0	0	0	1	1	0	3,3	5,3
C -- D	42,4	4	ACCIAIO	1	0	0	0	1	1	0	3,3	7,3
D -- E	42,4	4	ACCIAIO	1	0	0	0	1	1	0	2,7	6,7
E -- F	42,4	4	ACCIAIO	1	0	0	0	1	1	0	2,7	6,7
F -- G	33	3	ACCIAIO	1	0	1	0	0	1	0	1,2	4,2
G -- H	26	6	MULTISTRATO	1	0	0	0	1	1	0	2,1	8,1
H -- I	20	12	MULTISTRATO	1	0	9	0	0	2	0	8,7	20,7

piano interrato
dal pav. piano interrato - al soffitto piano interrato
dal soffitto interrato - allo stacco piano terra
dallo stacco piano terra - allo stacco piano primo
dallo stacco piano primo - allo stacco piano secondo
dallo stacco piano secondo - allo stacco piano terzo
dallo stacco piano terzo - allo stacco piano quarto
dall'uscita cavedio al satellite
dal satellite al collettore ultimo appartamento

CALCOLO IDRAULICO DELLE PERDITE DI CARICO - LINEA GRUPPO - ULTIMO PIANO 4°									
ID Tronco	Diametro interno (mm)	Lungh. Tot. (ml)	Portata Q (lt/min)	Coefficiente C (Hazen-William)	p (mm/m) (Hazen-William)	Pres o DH g (m c.a.)	DH (m) (Singolo tratto)	DH (m) (Cumulata)	
Gruppo - A	48,3	2	85,3	120	2,5	1	1,01	1,01	piano interrato
A -- B	48,3	46,3	85,3	120	20,3	2,5	3,44	4,44	dal pav. piano interrato - al soffitto piano interrato
B -- C	42,4	5,3	85,3	120	38,2	1,5	1,70	6,15	dal soffitto interrato - allo stacco piano terra
C -- D	42,4	7,3	78,1	120	4,0	3	3,03	9,17	dallo stacco piano terra - allo stacco piano primo
D -- E	42,4	6,7	62,7	120	21,6	3	3,14	12,32	dallo stacco piano primo - allo stacco piano secondo
E -- F	42,4	6,7	45,2	120	11,8	3	3,08	15,40	dallo stacco piano secondo - allo stacco piano terzo
F -- G	33	4,2	30,3	120	19,1	3	3,08	18,48	dallo stacco piano terzo - allo stacco piano quarto
G -- H	26	8,1	13,4	150	8,9	3	3,07	21,55	dall'uscita cavedio al satellite
H -- I	20	20,7	10,4	150	20,0	10	10,41	31,97	dal satellite al collettore ultimo appartamento
PRESSIONE TOTALE DA GARANTIRE (m c.a.)								31,97	

piano interrato
dal pav. piano interrato - al soffitto piano interrato
dal soffitto interrato - allo stacco piano terra
dallo stacco piano terra - allo stacco piano primo
dallo stacco piano primo - allo stacco piano secondo
dallo stacco piano secondo - allo stacco piano terzo
dallo stacco piano terzo - allo stacco piano quarto
dall'uscita cavedio al satellite
dal satellite al collettore ultimo appartamento

Dalla applicazione di Hazen William si evince che la prevalenza necessaria per alimentare l'utenza di A.C.S. più sfavorita garantendo una pressione di 100 kPa (10 m c.a.) è pari a circa 32 m c.a.

Si decide pertanto di assegnare al gruppo di pressurizzazione GPR02 del blocco A una prevalenza di 4.0 Bar con una portata pari a Q = 6.0 mc/h. (gruppo gemello del GPR01 del blocco A)

7. TABELLE DIMENSIONAMENTO VASCA RECUPERO ACQUE METEORICHE

Per il dimensionamento delle due vasche di accumulo (una per il blocco A ed una per il blocco B+C) si è fatto riferimento alla norma UNI TS 11445 ed in particolare si è adottato il metodo semplificato ritenuto più cautelativo del metodo analitico (tra l'altro di difficile applicazione).

Di seguito sono riportate le tabelle esemplificative di calcolo seguendo la seguente procedura:

- Calcolo dell'apporto di acqua piovana complessivo dalle coperture;
- Calcolo della richiesta idrica di acqua per irrigazione;
- Calcolo della richiesta idrica di acqua per flussaggio w.c.;
- Calcolo del volume utile del sistema di accumulo ai soli fini di Irrigazione e flussaggio W.C.;

7.1. Tabelle di dimensionamento vasca di accumulo BLOCCO A

CALCOLO DELL'APPORTO DI ACQUA PIOVANA ANNUO - (Q) - EDIFICIO A	
Superficie captante complessiva coperture:	297,2 mq
Superficie captante complessiva impermeabile piana	136 mq
Superficie captante impermeabile spiovente	144 mq
Superficie captante a verde	17 mq
Coefficiente di deflusso superficie impermeabile piana	0,9
Coefficiente di deflusso superficie impermeabile spiovente	0,9
Coefficiente di deflusso superficie a verde	0,6
Coefficiente di deflusso medio ponderato:	0,88
Valore medio precipitazione annuo (Prospetto A1 UNI TS 11445):	1250 mm c.a.
Efficacia filtro recupero acque	1
Volume di acqua recuperabile annuo:	327 750 lt
CALCOLO RICHIESTA IDRICA ACQUA PER IRRIGAZIONE	
Superficie da irrigare:	27,46 mq
Fabbisogno idrico annuale specifico	300 lt/mq
Fabbisogno idrico annuale in volume:	8 238,00 lt
Volume fabbisogno idrico annuale in volume	8,24 mc

Le superficie per le quali è richiesta acqua per irrigazione (blocco A) sono quelle delle fioriere in copertura e di quelle al piano terra per un complessivo di circa 27 mq circa (si ritiene infatti che il pacchetto di "verde drenante" utilizzato per le vaste zone di copertura dell'autorimessa al piano terra esterno non richieda irrigazione artificiale e pertanto le effettive superficie afferenti al sistema di recupero e irrigazione del blocco A risultano di fatto contenute.

CALCOLO DELLA RICHIESTA ACQUA PER FLUSSAGGIO W.C. - (R)			
n.ro di utenti previsti		40	n.ro persone
Fabbisogno idrico giornaliero diverso dal consumo umano		32	lt/g ab
Fabbisogno idrico giornaliero in volume:		1 280,00	lt
Fabbisogno idrico annuale (365 gg) in volume:		467 200,00	lt
Fabbisogno idrico annuale per flussaggio W.C.		467,20	mc

CALCOLO DEL VOLUME UTILE DEL SISTEMA DI ACCUMULO			
R- Richiesta totale (irrigazione + flussaggio W.C.)		475,44	mc
Q - Afflusso meteorico utilizzabile		327,75	mc
Il volume utile espresso in mc è pari a: (R> Q dell'apporto meteorico) --> $V_u=0,06 \times Q$		19,665	mc
Volume utile stoccaggio (metodo semplificato)		20,00	mc
Volume utile stoccaggio ottimale ($V_o=V_u \times 1,5$)		30,00	mc

Come si vede il volume utile minimo necessario di stoccaggio dell'acqua piovana recuperata è stato calcolato pari a circa 30 mc.

Come visibile dagli elaborati grafici di progetto la vasca prevista ha un volume molto maggiore a quello sopra calcolato e consente di avere un tirante netto liquido di 2.8 metri ovvero di un volume a disposizione di circa 42 mc per sistema di reintegro w.c. e irrigazione.

7.2. Tabelle di dimensionamento vasca di accumulo BLOCCO B+C

Analogamente a quanto visto per il blocco A si riportano di seguito le tabelle di dimensionamento secondo UNI TS 11445 della sistema di recupero acque meteoriche

CALCOLO DELL'APPORTO DI ACQUA PIOVANA ANNUO - (Q) - EDIFICIO B + C	
Superficie captante complessiva coperture:	449,2 mq
Superficie captante complessiva impermeabile piana	402,7 mq
Superficie captante impermeabile spiovente	0 mq
Superficie captante a verde	46,5 mq
Coefficiente di deflusso superficie impermeabile piana	0,9
Coefficiente di deflusso superficie impermeabile spiovente	0,9
Coefficiente di deflusso superficie a verde	0,6
Coefficiente di deflusso medio ponderato:	0,87
Valore medio precipitazione annuo (Prospetto A1 UNI TS 11445):	1250 mm c.a.
Efficacia filtro recupero acque	1
Volume di acqua recuperabile annuo:	487 913 lt

Come si evince dalla tabella sopra riportata si considerano le superficie captanti delle coperture sia del blocco B che del blocco C. La superficie a verde di 46.5 mq è quella variamente presente sulle coperture del blocco C.

CALCOLO RICHIESTA IDRICA ACQUA PER IRRIGAZIONE	
Superficie da irrigare:	190,8 mq
Fabbisogno idrico annuale specifico	300 lt/mq
Fabbisogno idrico annuale in volume:	57 240,00 lt
Volume fabbisogno idrico annuale in volume	57,24 mc

Le superficie per le quali è richiesta acqua per irrigazione (blocco B+C) sono quelle inerenti il giardino attrezzato su terrapieno più le fioriere e gli orti della copertura del blocco C. (si ritiene infatti che il pacchetto di "verde drenante" utilizzato per le altre zone al piano terra esterno non richieda irrigazione artificiale.

CALCOLO DELLA RICHIESTA ACQUA PER FLUSSAGGIO W.C. - (R)		
n.ro di utenti previsti	40	n.ro persone
Fabbisogno idrico giornaliero diverso dal consumo umano	32	lt/g ab
Fabbisogno idrico giornaliero in volume:	1 280,00	lt
Fabbisogno idrico annuale (365 gg) in volume:	467 200,00	lt
Fabbisogno idrico annuale per flussaggio W.C.	467,20	mc
CALCOLO DEL VOLUME UTILE DEL SISTEMA DI ACCUMULO		
R- Richiesta totale (irrigazione + flussaggio W.C.)	524,44	mc
Q - Afflusso meteorico utilizzabile	487,9125	mc
Il volume utile espresso in mc è pari a: (R> Q dell'apporto meteorico) --> $V_u = 0,06 \times Q$	29,27475	mc
Volume utile stoccaggio (metodo semplificato)	30,00	mc
Volume utile stoccaggio ottimale ($V_o = V_u \times 1,5$)	45,00	mc

Come si vede il volume utile minimo necessario di stoccaggio dell'acqua piovana recuperata è stato calcolato pari a circa 30 mc mentre quello definito "ottimale" pari a 45 mc.

Come visibile dagli elaborati grafici di progetto la vasca prevista presenta una superficie in pianta pari a circa 14.3 mq e stante il tirante liquido utile pari a 2.8 metri presenta un volume utile netto pari a circa 40 mc superiore a quello minimo ma inferiore a quello definito ottimale.

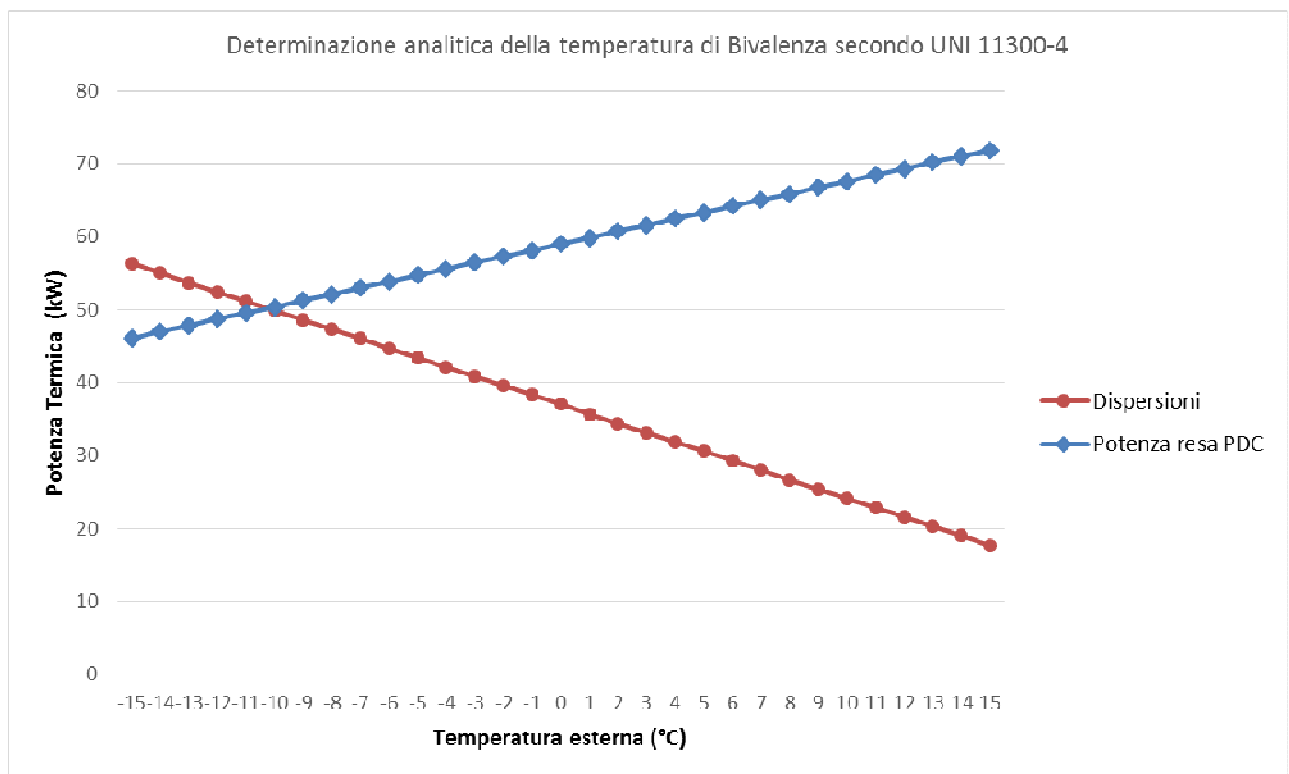
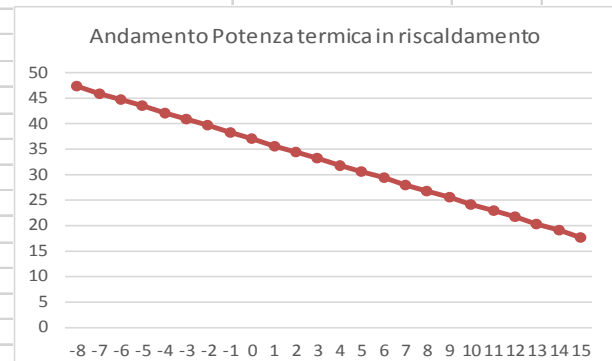
Si ritiene comunque il dimensionamento soddisfacente in quanto non si ritiene di ampliare o approfondire ulteriormente la vasca a fronte di un aumento di volume utile inferiore ai 5 mc.



8. TABELLE RIASSUNTIVE POTENZE TERMICHE IN CALDO ED IN FREDDO – BLOCCO A

Per quanto riguarda approfondimenti circa lo studio dell'involucro e dei carichi termici invernali ed estivi si rimanda agli elaborati di legge 10.

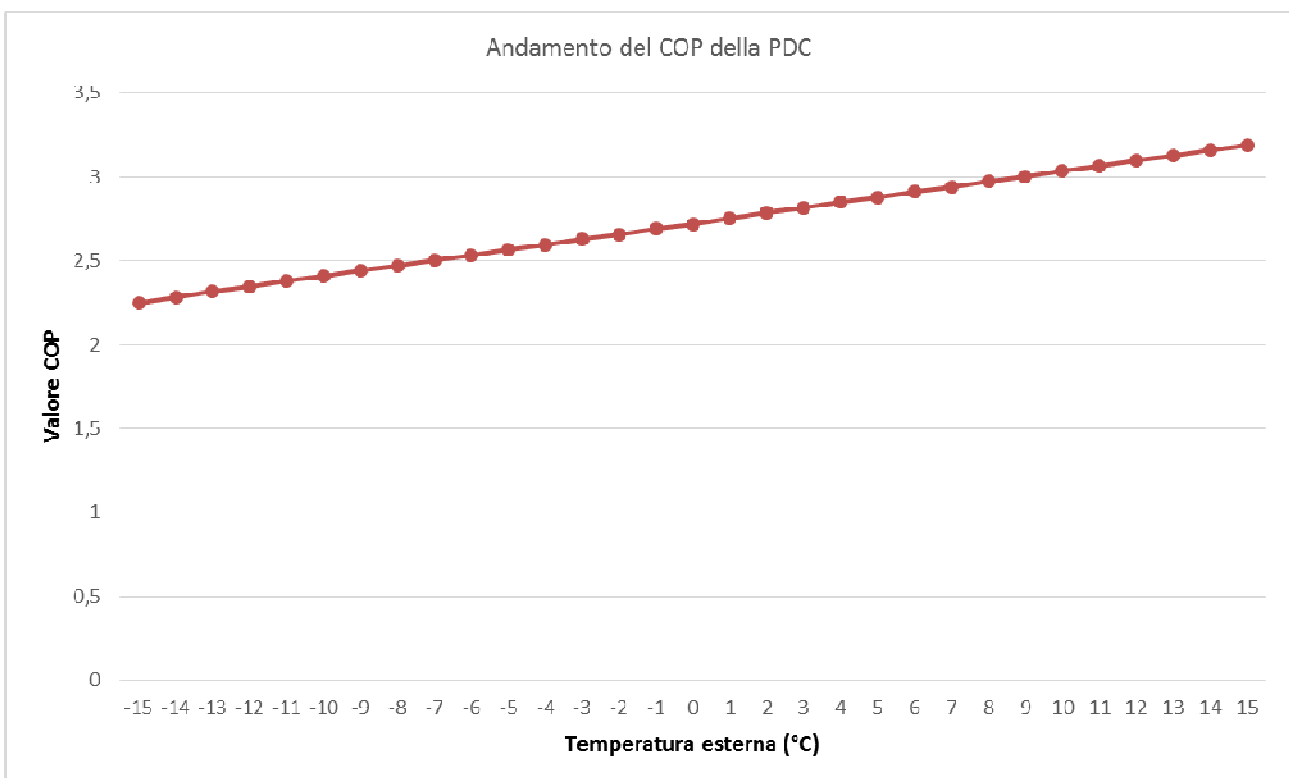
Tabella riassuntiva Potenze complessive in Riscaldamento e Raffreddamento - BLOCCO A							
Situazione invernale	$T_{int.}$:	20	°C	47		kWt	
	$T_{est.}$:	-8	°C				
	$T_{int.}$:	20	°C	29		kWt	
	$T_{est.}$:	6	°C				
Situazione estiva	$T_{int.}$:	26	°C	ZONE COMUNI (LORDO LATENTE)			
	$T_{est.}$:	31	°C	Sensibile	latente	Totale	
				4,5	2,4	6,9	kWt
				TOTALE APPARTAMENTI (LORDO DEL LATENTE)			
				Sensibile	latente	Totale	
				21	15	36	kWt
				TOTALE APPARTAMENTI (AL NETTO DEL LATENTE)			
				Sensibile	raffred DEW	Totale	
				21	17	38	kWt
				TOTALE POTENZA IN RAFFREDDAMENTO			
				Sensibile	Lat Com + Raff Dew	Totale	
				25,5	19,4	44,9	kWt



Nella tabella sopra riportata sono riscontrabili essenzialmente la firma termica dell'edificio inerente il BLOCCO A (ovvero l'andamento della potenza termica richiesta in relazione all'andamento della temperatura esterna) e l'andamento delle potenze termiche erogate dalla PDC (considerando il funzionamento con acqua calda prodotta a 45 °C e sulla base delle caratteristiche costruttive del modello di PDC ipotizzato per il progetto e certificate dal produttore).

Come si vede dalla sovrapposizione dei due andamenti si può riscontrare che la temperatura di bivalenza (ovvero la temperatura a cui corrisponde un fattore di carico CR = 1 secondo la norma UNI TS 11300 -4) si attesta attorno ai - 10°C. L'aver una temperatura di bivalenza molto bassa ed inferiore al valore di temperatura esterna limite previsto di progetto (- 8 °C) ci conferma che per quanto riguarda la funzione di riscaldamento la PDC è in grado di far fronte da sola alla totale richiesta in riscaldamento dell'edificio (la PDC può arrivare a funzionare a temperature di -15 °C).

Appare interessante osservare anche l'andamento del COP della PDC in funzione dell'andamento delle temperature esterne (sempre considerando temperatura di produzione di acqua calda a 45 °C):



Alla temperatura di bivalenza il COP stimato risulta ancora interessante e pari a 2.37.

Per temperature inferiori alla temperatura di bivalenza il funzionamento del generatore di calore è di tipo "parallelo" ovvero la PDC è prevista sempre in funzione mentre il generatore integra la potenza richiesta. Oltre alle considerazioni espresse sopra appare opportuno sottolineare come il generatore costituisce una sorta di "backup" di potenza termica in caso di guasto della PDC e

pertanto aumenta l'affidabilità di funzionamento complessiva dell'impianto sia in riscaldamento che in produzione di acs.

Se per quanto riguarda la funzione di riscaldamento la PDC si configura come sorgente di energia termica autosufficiente, per quanto riguarda la produzione di acs la situazione risulta diversa. Di seguito viene riportato il calcolo teorico eseguito sulla scorta delle norme UNI 9182 per la valutazione della potenza termica massima necessaria per la produzione di acqua calda sanitaria (previsti 7.2 mc/h di portata massima di punta) mediante sistema ad accumulo (puffer di acqua tecnica collegati ad un modulo di produzione di a.c.s. integrato):

DIMENSIONAMENTO PUFFER - UNI 9182	
VINCOLI DI PROGETTO	
Portata massima contemporanea a.c.s. (l/h)	7 209
Temperatura acqua fredda (°C)	15
Temperatura acqua di consumo (°C)	40
Temperatura acqua accumulo (°C)	60
Durata periodo di punta (h)	2
Durata periodo preriscaldamento (h)	1,2
CALCOLO	
Volume bollitore (litri)	3 003,71
Potenza termica necessaria (kW)	131,00

Come si vede con un tempo di preriscaldamento pari a 72 minuti ed una durata del periodo di punta di circa 2.0 ore si ottengono un volume di accumulo di acqua calda (considerato a 60 °C per il corretto funzionamento del modulo di produzione a.c.s. a 150 lt/min) di circa 3000 lt ed una potenza termica totale necessaria di circa 130 kW.

In sostanza quindi per poter far fronte ad un eventuale picco di richiesta nelle condizioni sopra indicate (e senza considerare l'apporto del solare termico) occorre il simultaneo funzionamento della PDC e del generatore a condensazione che in condizioni limite di progetto (ovvero a - 8°C) consente di arrivare ad una potenza termica massima espressa di circa 54.5 + 65.5 =120 kW confrontabile quindi con la potenza dei 131 kW prevista dal calcolo teorico.

Sulla base di quanto sopra si ritiene il dimensionamento proposto come un ottimo compromesso tra potenze termiche espresse, rendimenti, ingombri e costi di impianto.

Per quanto riguarda invece i carichi estivi da considerare si è tenuto conto del contributo dei deumidificatori previsti che assorbiranno il calore latente a supporto dell'attività dei pannelli radianti (che assorbiranno il solo calore sensibile), mentre di contro è stata stimata la potenza termica in freddo da apportare per il pre e post raffreddamento delle batterie degli stessi deumidificatori.

In sintesi si prevede per il blocco A una potenza termica in riscaldamento massima di circa 50 kW ed una potenza termica in raffrescamento da fornire di circa 45 kW.

9. TABELLE RIASSUNTIVE POTENZE TERMICHE IN CALDO ED IN FREDDO – BLOCCO A

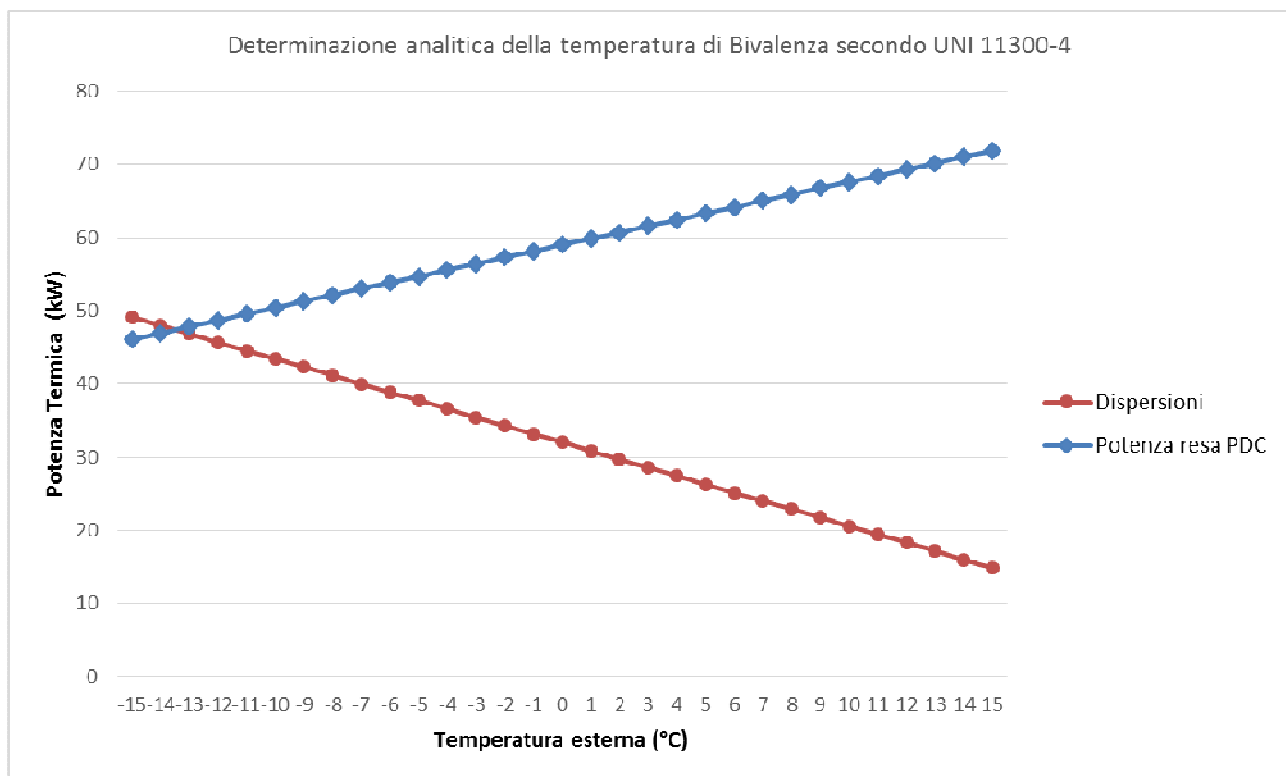
Tabella riassuntiva Potenze complessive in Riscaldamento e Raffrescamento - BLOCCO B+C					
Situazione invernale	<u>T_{int.}</u> :	20	°C	41	kWt
	<u>T_{est.}</u> :	-8	°C		
	<u>T_{int.}</u> :	20	°C	25	kWt
	<u>T_{est.}</u> :	6	°C		
Situazione estiva	<u>T_{int.}</u> :	26	°C		
	<u>T_{est.}</u> :	31	°C		

Andamento Potenza termica in riscaldamento			
45			
40			
35			
30			
25			
20			
15			
10			
5			
0			
	-8	-7	-6
	-5	-4	-3
	-2	-1	0
	1	2	3
	4	5	6
	7	8	9
	10	11	12
	13	14	15

TOTALE APPARTAMENTI (LORDO DEL LATENTE)			
Sensibile	latente	Totale	
16,5	13	29,5	kWt

TOTALE APPARTAMENTI (AL NETTO DEL LATENTE)			
Sensibile	raffred DEW	Totale	
16,5	16	32,5	kWt

TOTALE POTENZA IN RAFFREDDAMENTO			
Sensibile	Lat Com + Raff Dew	Totale	
16,5	16	32,5	kWt



DIMENSIONAMENTO BOLLITORE - UNI 9182	
VINCOLI DI PROGETTO	
Portata massima contemporanea a.c.s. (l/h)	6 822
Temperatura acqua fredda (°C)	15
Temperatura acqua di consumo (°C)	40
Temperatura acqua accumulo (°C)	60
Durata periodo di punta (h)	2
Durata periodo preriscaldamento (h)	1,3
CALCOLO	
Volume bollitore (litri)	2 986,12
Potenza termica necessaria (kW)	120,21

Le tabelle sopra riportate sono frutto dei medesimi ragionamenti descritti per il blocco A.

10. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DELLE RETI TERMOFLUIDICHE

10.1. Generalità

Con il termine, reti dei fluidi termovettori, si intendono le reti (costituite da tubazioni) per il trasporto dell'acqua calda (per climatizzazione) ed acqua refrigerata.

Le reti termofluidiche sono state dimensionate mantenendo costante un prefissato valore massimo di perdita di carico specifica e pari a 30 mm di colonna d'acqua per metro di tubazione. In sostanza, nota la portata da convogliare, si sceglie il diametro della tubazione che garantisce di rimanere al di sotto di quel prefissato valore di perdita di carico unitaria attraverso l'ausilio di semplici abachi di dimensionamento rapido.

Una volta determinato il diametro di una condotta si può calcolare la perdita di carico totale effettiva, applicando la formula di *Darcy-Weisbach* ovvero:

$$\text{Formula di Darcy-Weisbach} \quad J = \frac{\lambda v^2}{2g D}$$

Questa formula richiede l'utilizzo del coefficiente di scabrezza (detto anche coefficiente di frizione) che va calcolato secondo l'equazione di Prandtl-Colebrook:

$$\text{Formula di Prandtl-Colebrook} \quad \frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{2.51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{\epsilon/D}{3.71} \right)$$

avendo indicato con D il diametro della condotta, v la velocità media del fluido, g l'accelerazione di gravità e con λ un coefficiente adimensionale di resistenza funzione, in generale, della [scabrezza](#) relativa del tubo e del numero di Reynolds ($Re=rvD/m$) con r = densità e m = viscosità dinamica del fluido. Il procedimento per la risoluzione di questa formula si configura come iterativo. Attraverso l'impiego di un programma informatico si giunge ad ottenere comunque la sua soluzione potendo pertanto stimare la perdita di carico specifica reale in mm c.a. al metro di tubazione stante la portata convogliata. Per quanto attiene poi alla determinazione delle varie accidentalità (valvole di intercettazione, di non ritorno, riduzioni di diametro ed altri elementi di linea) si adotta il sistema delle lunghezze equivalenti applicando poi il medesimo criterio sopra riportato moltiplicando la lunghezza equivalente associata a ciascuna accidentalità per la perdita di carico specifica calcolata con la formula di Darcy-Weisbach.

Il valore di perdita di carico complessivo così ottenuto, servirà poi a caratterizzare le varie pompe/circulatori che hanno il compito di far circolare l'acqua all'interno delle reti termofluidiche.

10.2. Esempio di dimensionamento circuito termofluidico – BLOCCO A (P02 a/b)

Per quanto attiene quindi al dimensionamento della prevalenza associata a ciascuna unità di circolazione (acronimi pompe da P01 a P05 per quanto riguarda le reti termofluidiche) si propone di seguito a titolo esemplificativo la seguente serie di tabelle che implementano il procedimento di calcolo sopra descritto per il circuito alimentazione acqua calda ed acqua refrigerata a servizio del circuito alimentazione appartamenti (il più rilevante in termini di portata idronica) servito dalla unità di circolazione P02a/b (pompa elettronica di tipo gemellare).

10.2.1. Calcolo della portata idronica del circuito termofluidico appartamenti BLOCCO A

La tabella seguente mostra il complessivo delle portate idroniche da garantire in fase invernale ed estiva per gli appartamenti e, come si evince, la portata idronica massima risulta quella invernale pari a circa 11 mc/h.

							totale A	10969	It/h
								39240	W
PORTATE IDRONICHE APPARTAMENTI PIANO 1 - INVERNO/ESTATE									
	Totale Potenza fornita (Watt)	Q fabbisogno DT = 5 °C	Collettore (lt/h)	Radiatore/dew (lt/h)	Portata totale (lt/h)	TAGLIA MODULO SATELLITE		10969	It/h
								39240	W
A201	3 019,29	521	625	150	775	dn20			
A202	1 669,63	288	345	150	495	dn20			
A203	1 799,97	310	372	150	522	dn20			
	6489				1793				
PORTATE IDRONICHE APPARTAMENTI PIANO 2 - INVERNO/ESTATE									
	Totale Potenza fornita (Watt)	Q fabbisogno DT = 5 °C	Collettore (lt/h)	Radiatore/dew (lt/h)	Portata totale (lt/h)	TAGLIA MODULO SATELLITE		9176	It/h
								32752	W
A301	3 071,88	530	636	150	786	dn20			
A302	1 719,77	297	356	150	506	dn20			
A303	1 570,53	271	325	150	475	dn20			
A304	1 495,72	258	309	150	459	dn20			
	7858				2240				
PORTATE IDRONICHE APPARTAMENTI PIANO 3 - INVERNO/ESTATE									
	Totale Potenza fornita (Watt)	Q fabbisogno DT = 5 °C	Collettore (lt/h)	Radiatore/dew (lt/h)	Portata totale (lt/h)	TAGLIA MODULO SATELLITE		6950	It/h
								24894	W
A401	3 525,60	608	729	150	879	dn20			
A402	1 777,11	306	368	150	518	dn20			
A403	1 674,82	289	347	150	497	dn20			
A404	1 552,78	268	321	150	471	dn20			
	8530				2365				
PORTATE IDRONICHE APPARTAMENTI PIANO 4 - INVERNO/ESTATE									
	Totale Potenza fornita (Watt)	Q fabbisogno DT = 5 °C	Collettore (lt/h)	Radiatore/dew (lt/h)	Portata totale (lt/h)	TAGLIA MODULO SATELLITE		4586	It/h
								16363	W
A501	2 426,95	418	502	150	652	dn20			
A502	1 768,30	305	366	150	516	dn20			
A503	1 663,88	287	344	150	494	dn20			
A504	1 582,04	273	327	150	472	dn20			
	7443				2140				
PORTATE IDRONICHE APPARTAMENTI PIANO 5 - INVERNO/ESTATE									
	Totale Potenza fornita (Watt)	Q fabbisogno DT = 5 °C	Collettore (lt/h)	Radiatore/dew (lt/h)	Portata totale (lt/h)	TAGLIA MODULO SATELLITE			
A601	2 890,54	498	598	150	748	dn20			
A602	2 150,57	371	445	150	595	dn20			
A603	2 024,80	349	419	150	569	dn20			
A604	1 856,29	320	384	150	534	dn20			
	8922				2446				
TOTALE DISPERSIONI APPARTAMENTI							39240	W	
TOTALE PORTATA IDRONICA CIRCUITO APPARTAMENTI							10969	It/h	

Le portate idroniche di alimentazione dei pannelli radianti di ciascun appartamento (modulo di distribuzione interna) sono calcolate nella sezione specifica a cui si rimanda.

10.2.2. Verifica delle perdite di carico sul circuito

La verifica della prevalenza della pompa è stata condotta mediante il metodo delle perdite concentrate e distribuite come visibile dalla tabella sotto riportata suddividendo la rete (mandata e ritorno) in tronconi e ipotizzando di alimentare l'utenza più sfavorita ovvero il deumidificatore dell'appartamento A4 (al piano 4).

CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO NELLE TUBAZIONI														
Tabella 1 - Perdite di carico nel circuito														
CIRCUITO POMPA CIRCUITO CONDIZIONAMENTO APPARTAMENTI P02 a/b														
TEMPERATURA ACQUA (10 o 80)	°C =	10	perdita di carico complessiva del circuito							kPa	92,65			
PESO SPECIFICO ACQUA	g =	999,6	tipo terminale:	Perdita di carico - contabilizzatore		perdita di carico		kPa	0,25					
COEFFICIENTE DI SCABROSITA'	e =	0,02	tipo terminale:	Perdita di carico distribuzione interna		perdita di carico		kPa	15,0					
VISCOSITA' CINEMATICA	n =	1,306	tipo terminale:	Perdita di carico deumidificatore		perdita di carico		kPa	17,0					
TRATTO DESCRIZIONE	DN	Q l/h	Di mm	v m/s	Re	f	L m	R Pa/m	Pd Pa	z n°	LxR kPa	Z kPa	DP kPa	DPprogr. kPa
A-B	50	10 969	53,6	1,35	56522	0,021710	34,00	372,5	929,95	41,5	12,666	38,59	51,26	51,26
B-C	50	9 176	53,6	1,13	47283	0,022410	8,00	269,1	650,77	2,5	2,153	1,63	3,78	55,04
C-D	50	6 944	53,6	0,86	35782	0,023626	8,00	162,5	372,69	2,5	1,300	0,93	2,23	57,27
D-E	40	4 573	42,4	0,90	29789	0,024790	8,00	238,7	412,78	4	1,909	1,65	3,56	60,83
E-F	40	2 452	42,4	0,48	15972	0,028357	8,00	78,5	118,68	2,5	0,628	0,30	0,92	61,75
F-G	32	2 301	36,5	0,61	17412	0,027965	4,00	144,2	190,30	6	0,577	1,14	1,72	63,47
G-H	20	537	22,1	0,39	6711	0,035963	18,00	124,1	77,12	16,5	2,234	1,27	3,51	66,98

CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO NELLE TUBAZIONI																					
Tabella 2 - Perdite di carico localizzate nei raccordi e pezzi speciali																					
CIRCUITO POMPA CIRCUITO CONDIZIONAMENTO APPARTAMENTI P02 a/b																					
VALORI ζ →		CURVE			Te DERIVAZIONE				Te PASSAGGIO DIRETTO				Te CORR. OPP.		Te a "Y"		CAMBI SEZIONE		TOTALE $\Sigma \zeta$		
		0,5	1	1,5	1,5	1	0,5	0,5	0,2	0,5	0,1	0,1	3	3	1,5	1	0,5				
TRATTO	Q kg/h	Φ mm	90° R/D > 2,5	90° R/D = 2,5	90° R/D = 1,5	SEPARAZ	UNIONE	SEPARAZ	UNIONE	SEPARAZ	UNIONE	SEPARAZ	UNIONE	SEPARAZ	UNIONE	SEPARAZ	UNIONE	SEPARAZ	UNIONE		
A-B	10969	53,6			10		1		1											12,5	
B-C	9176	53,6					1		1											2,5	
C-D	6944	68,8					1		1											2,5	
D-E	4573	42,4					1		1										1	1	4
E-F	2452	42,4					1		1												2,5
F-G	2301	36,5					1		1										1	1	4
G-H	537	22,1																			

CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO NELLE TUBAZIONI																							
Tabella 3 - Perdite di carico localizzate nel valvolame																							
CIRCUITO POMPA CIRCUITO CONDIZIONAMENTO APPARTAMENTI P02 a/b																							
VALORI ζ →		GIUNTO			VALVOLE A SFERA			VALVOLE A FARFALLA			SARACINESCHE			VALV. SQUADRA		VALV. REGOLAZ.		FILTRI		RITEGNO A MOLLA			TOTALE ζ
		1,2	1,2	1,5	1,5	1,3	1	3,5	2	1,5	1,2	1	0,8	4	3	2,5	5	10	3	5	7		
TRATTO	Q kg/h	> mm	DN < 20	DN 20 - 25	DN > 25	DN < 20	DN 20 - 25	DN > 25	DN < 20	DN 20 - 25	DN > 25	DN < 20	DN 20 - 25	DN > 25	DN < 25	DN > 25	DN < 25	DN > 25	DN TUTTI	DN < 20	DN 20 - 25	DN > 25	
A-B	10969	53,6			2																	1	29,0
B-C	9176	53,6																					
C-D	6944	68,8																					
D-E	4573	42,4																					
E-F	2452	42,4																					
F-G	2301	36,5									2												2,0
G-H	537	22,1						5													1		16,5

Come si evince dalla tabella la prevalenza della pompa P02 a/b dovrà avere una prevalenza non inferiore a circa 93 kPa (valore arrotondato) (9.3 m c.a.).

10.3. Esempio di dimensionamento circuito termofluidico – BLOCCO B+C (P02 a/b)

10.3.1. Calcolo della portata idronica del circuito termofluidico BLOCCO B+C

La tabella seguente mostra il complessivo delle portate idroniche da garantire in fase invernale ed estiva per gli appartamenti e, come si evince, la portata idronica massima risulta quella invernale pari a circa 11.2 mc/h.

CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO NELLE TUBAZIONI

Tabella 1 - Perdite di carico nel circuito

CIRCUITO POMPA CIRCUITO CONDIZIONAMENTO APPARTAMENTI P02 a/b

TEMPERATURA ACQUA (10 o 80)	°C =	10	perdita di carico complessiva del circuito										kPa	97,09
PESO SPECIFICO ACQUA	g =	999,6	tipo terminale:	Perdita di carico - contabilizzatore							perdita di carico	kPa	0,25	
COEFFICIENTE DI SCABROSITA'	e =	0,02	tipo terminale:	Perdita di carico distribuzione interna							perdita di carico	kPa	15,0	
VISCOSITA' CINEMATICA	n =	1,306	tipo terminale:	Perdita di carico deumidificatore							perdita di carico	kPa	17,0	
TRATTO DESCRIZIONE	DN	Q	Di	v	Re	f	L	R	Pd	z	LxR	Z	DP	DPprogr.
	DN	l/h	mm	m/s			m	Pa/m	Pa	n°	kPa	kPa	kPa	kPa
A-B	50	11 188	53,6	1,38	57651	0,021636	34,00	386,2	967,45	45,5	13,132	44,02	57,15	57,15
B-C	50	7 024	53,6	0,87	36194	0,023573	8,00	165,9	381,32	2,5	1,327	0,95	2,28	59,43
C-D	40	4 780	68,8	0,36	19189	0,026782	8,00	25,0	65,06	2,5	0,200	0,16	0,36	59,79
D-E	32	3 187	42,4	0,63	20760	0,026731	8,00	125,0	200,49	4	1,000	0,80	1,80	61,60
E-F	25	1 430	36,5	0,38	10821	0,031293	6,00	62,3	73,50	6	0,374	0,44	0,81	62,41
F-G	25	744	36,5	0,20	5630	0,037248	12,00	20,1	19,90	28,5	0,241	0,57	0,81	63,22
G-H	20	744	22,1	0,54	9298	0,033091	20,00	219,2	148,03	28,5	4,384	4,22	8,60	71,01

CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO NELLE TUBAZIONI

Tabella 2 - Perdite di carico localizzate nei raccordi e pezzi speciali

CIRCUITO POMPA CIRCUITO CONDIZIONAMENTO APPARTAMENTI P02 a/b

TRATTO	VALORI ζ		CURVE			Te DERIVAZIONE				Te PASSAGGIO DIRETTO				Te CORR. OPP.			Te a "Y"		CAMBI SEZIONE		TOTALE Σξ
	Q	φ	90°	90°	90°	SEPARAZ	UNIONE	SEPARAZ	UNIONE	SEPARAZ	UNIONE	SEPARAZ	UNIONE	SEPARAZ	UNIONE	3	3	1,5	1	0,5	
	kg/h	mm	R/D > 2,5	R/D = 2,5	R/D = 1,5																
A-B	11188	53,6		12		1	1														14,5
B-C	7024	53,6				1	1														2,5
C-D	4780	68,8				1	1														2,5
D-E	3187	42,4				1	1														4
E-F	1430	36,5				1	1														4
F-G	744	36,5		10		1	1														14
G-H	744	22,1		12																	12

CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO NELLE TUBAZIONI

Tabella 3 - Perdite di carico localizzate nel valvolame

CIRCUITO POMPA CIRCUITO CONDIZIONAMENTO APPARTAMENTI P02 a/b

TRATTO	VALORI ζ		GIUNTO			VALVOLE A SFERA			VALVOLE A FARFALLA			SARACINESCHE			VALV. SQUADRA		VALV. REGOLAZ.		FILTRI			RITEGNO A MOLLA			TOTALE ζ	
	Q	φ	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN	DN			
	kg/h	mm	< 20	20 - 25	> 25	< 20	20 - 25	> 25	< 20	20 - 25	> 25	< 20	20 - 25	> 25	< 20	20 - 25	> 25	< 25	> 25	< 25	> 25	TUTTI	< 20	20 - 25	> 25	
A-B	11188	53,6			2						6															31,0
B-C	7024	53,6																								
C-D	4780	68,8																								
D-E	3187	42,4																								
E-F	1430	36,5																								
F-G	744	36,5									2															2,0
G-H	744	22,1						5															1			16,5

Come si evince dalla tabella la prevalenza della pompa P03 a/b dovrà avere una prevalenza non inferiore a circa 97 kPa (valore arrotondato) (9.7 m c.a.). Analogamente a quanto visto per i due circuiti sopra riportati si è proceduto per la determinazione delle caratteristiche di prevalenza assegnate alle altre pompe.

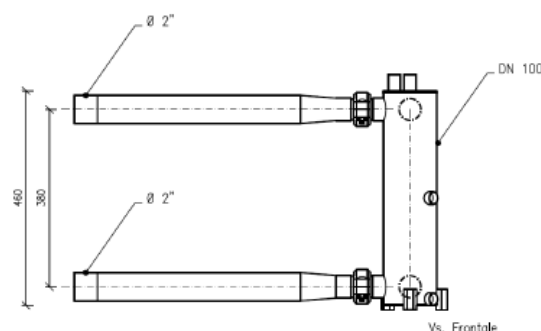
10.4. Dimensionamento del separatore idraulico a servizio dei Generatori

L'equilibratore idraulico è previsto fornito assieme al generatore, il dimensionamento viene effettuato con il metodo della massima portata ovvero identificando la massima portata prevista (circuito secondario nel caso in questione) e scegliendo in base ai dati del produttore la taglia dell'equilibratore. A tal riguardo viene sotto riportata la tabella di scelta dell'equilibratore per la taglia del generatore prescelto che in base alle portate sul primario e sul secondario determina la dimensione dell'equilibratore stesso:

			THISION L EVO 70	THISION L EVO 80	THISION L EVO 100	THISION L EVO 120	THISION L EVO 140
COLLETORE DI EQUILIBRAMENTO		DN	100	100	100	100	100
ATTACCHI ALL'IMPIANTO		ø	2"	2"	2"	2"	2"
CIRCUITO PRIMARIO	DT=20°C	Q (m ³ /h)	2,6	3,4	4	4,8	5,6
CIRCUITO SECONDARIO	DT=20°C	Q (m ³ /h)	2,6	3,4	4	4,8	5,6
		DP (kPa)	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,5
	DT=15°C	Q (m ³ /h)	3,5	4,5	5,3	6,4	7,5
		DP (kPa)	< 0,5	< 0,5	< 0,5	0,6	0,8
DT=10°C	Q (m ³ /h)	5,2	6,8	8	9,6	11,2	
	DP (kPa)	< 0,5	0,7	0,9	1,3	1,8	
Nelle condizioni di funzionamento sopra riportate la velocità dell'acqua nel corpo del collettore di equilibramento è sempre inferiore a 0,35 m/s							
La perdita di carico del collettore di equilibramento DP è riferita alla temperatura media di 45°C							

Se per il circuito primario il DT=20 K° è ritenuto fisso dal produttore per il circuito secondario il DT scelto è pari a DT=10 K° in modo da poter ottimizzare il funzionamento sia per integrazione al riscaldamento che per produzione di a.c.s. .

Come si può notare la scelta è ricaduta su un modello avente un diametro DN 100 che ha gli attacchi sul secondario di grandezza ø 2" (vedi figura sotto riportata).

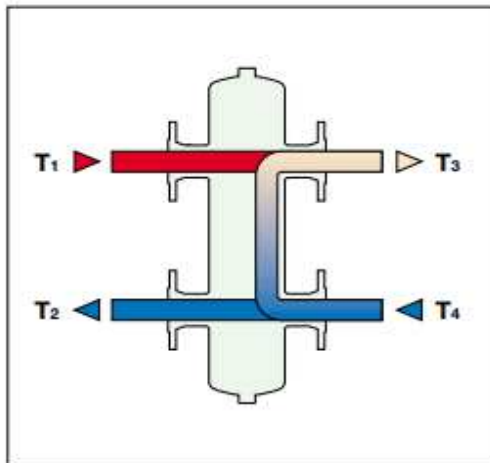


Per quanto riguarda poi l'andamento delle temperature dei fluidi è possibile riportare quanto indicato nella letteratura di riferimento per inquadrare il caso in esame:

**PORTATA DEL PRIMARIO
INFERIORE ALLA
PORTATA DEL SECONDARIO**

È questa una situazione riscontrabile negli impianti con una o più caldaie quando le loro pompe interne (cosa che succede spesso e volentieri) sono troppo deboli per portare ai terminali la potenza termica richiesta e disponibile.

È anche una situazione che si può ritrovare negli impianti con sottostazioni a distanza (ved. Idraulica 17, pag. 22), quando si vuole mantenere bassa la portata del primario per contenere i costi di realizzazione dell'impianto e di esercizio delle pompe.



Nel caso in esame, si può ritenere che le temperature del primario e del secondario siano così correlate:

$$T_1 > T_3$$

$$T_2 = T_4$$

Pertanto la temperatura di andata del secondario (cioè quella massima del fluido inviato ai pannelli) risulta inferiore a quella di andata del primario.

Per calcolare la temperatura massima del fluido inviato ai terminali (T_3) si può considerare che in genere sono noti o facilmente determinabili i valori delle seguenti grandezze:

T_1 temperatura di andata del primario, °C

Q potenza termica dell'impianto, kcal/h

G_{pr} portata del primario, l/h

G_{sec} portata del secondario, l/h

si può quindi procedere nel seguente modo:

1. si calcolano dapprima i salti termici del primario e del secondario:

$$\Delta T_{pr} = Q / G_{pr} \quad (1a)$$

$$\Delta T_{sec} = Q / G_{sec} \quad (1b)$$

2. in base al valore del salto termico del primario, si determina poi la temperatura di ritorno del primario stesso:

$$T_2 = T_1 - \Delta T_{pr} \quad (2)$$

3. considerando che, nel caso in esame, la temperatura di ritorno del primario è uguale a quella del secondario si può calcolare infine la temperatura richiesta, che risulta:

$$T_3 = T_4 + \Delta T_{sec} = T_2 + \Delta T_{sec} \quad (3)$$

Ed è questa la temperatura massima di progetto in base a cui vanno dimensionati i terminali dell'impianto (ved. Quaderno, n. 2).

Nota:

In merito allo sviluppo di questi calcoli si rinvia all'esempio di seguito riportato.

Nel caso specifico è possibile determinare (con i dati al contorno ed ipotizzando di poter applicare a livello teorico il presente modello e ritenendo la temperatura standard di mandata $T_1 = 65$ °C) che la temperatura di mandata al circuito secondario T_3 sia non inferiore a 55 °C sufficiente sia per la funzione di riscaldamento che di produzione di a.c.s. . All'occorrenza la temperatura di mandata T_1 può essere aumentata fino anche ad oltre 75 °C (situazioni di emergenza).

11. DIMENSIONAMENTO VASI ESPANSIONE C.T. – BLOCCO A

Per quanto concerne il calcolo dei vasi di espansione a servizio della centrale termofrigorifera (c.f.r. elaborati grafici) il calcolo è stato eseguito secondo quanto prescritto nella pubblicazione a cura INAIL “Raccolta R” Edizione 2009 imponendo una temperatura di taratura del Termostato di sicurezza pari a 85°C.

11.1. Calcolo volume vasi di espansione VE02-VE03

DIMENSIONAMENTO DEL VASO DI ESPANSIONE		CIRCUITO COLLETTORE CAC02	
Contenuto di acqua del circuito:	Va	3972,0	litri
Dislivello vaso / sommità impianto	Hl	25,0	metri
Pressione precarica vaso (relativa)	P	2,7	bar
Coefficiente di dilatazione termica	n	3,12775	dmc/dmc
Pressione di taratura della valvola di sicurezza	Pt	4,0	bar
Dislivello vasi circuito / valvola di sicurezza		0	metri
Pressione assoluta iniziale P1 :		3,70	bar
Pressione assoluta finale P2 :		5,00	bar
Volume del Vaso di Espansione			
	Ve =	124,23	litri
	Vn =	477,82	litri

Come si evince dalla tabella il volume di espansione minimo previsto è di 477 Lt, sono stati previsti a progetto n. 2 vasi (VE03 - VE04) da 250 Lt di capacità cadauno (oltre a n. 1 valvola di sicurezza ø ¼" di caratteristiche come da elaborati di progetto)

11.2. Calcolo volume vasi di espansione VE04-VE05

DIMENSIONAMENTO DEL VASO DI ESPANSIONE		PUFFER	
Contenuto di acqua del circuito:	Va	1500,0	litri
Dislivello vaso / sommità impianto	Hl	25,0	metri
Pressione precarica vaso (relativa)	P	2,7	bar
Coefficiente di dilatazione termica	n	3,12775	dmc/dmc
Pressione di taratura della valvola di sicurezza	Pt	4,0	bar
Dislivello vasi circuito / valvola di sicurezza		0	metri
Pressione assoluta iniziale P1 :		3,70	bar
Pressione assoluta finale P2 :		5,00	bar
Volume del Vaso di Espansione			
	Ve =	46,92	litri
	Vn =	180,45	litri

Come si evince dalla tabella il volume di espansione minimo previsto per ciascun puffer è di 180 Lt, sono stati previsti a progetto n. 2 vasi (VE04 - VE05) da 200 Lt di capacità cadauno a servizio di ciascuno dei due puffer (oltre a n. 2 valvole di sicurezza $\varnothing \frac{3}{4}$ " di caratteristiche come da elaborati di progetto)

11.3. Calcolo volume vaso di espansione VE08 (a.c.s.)

Per quanto riguarda il calcolo del volume del vaso di espansione a servizio della rete di ricircolo a.c.s. si è proceduto alla implementazione delle formule con una temperatura massima ammissibile nel circuito di 75 °C. Tale valore massimo non sarà mai raggiunto e si ritiene cautelativo del dimensionamento. Il valore di temperatura all'interno del circuito di ricircolo sarà infatti controllato dal sistema integrato di produzione di a.c.s. .

DIMENSIONAMENTO DEL VASO DI ESPANSIONE		CIRCUITO RICIRCOLO A.C.S.	
Contenuto di acqua del circuito:	Va	150,0	litri
Dislivello vaso / sommità impianto	Hl	45,0	metri
Pressione precarica vaso (relativa)	P	4,7	bar
Coefficiente di dilatazione termica	n	2,50375	dmc/dmc
Pressione di taratura della valvola di sicurezza	Pt	6,0	bar
Dislivello vasi circuito / valvola di sicurezza		0	metri
Pressione assoluta iniziale P1 :		5,70	bar
Pressione assoluta finale P2 :		7,00	bar
Volume del Vaso di Espansione			
	Ve =	3,76	litri
	Vn =	20,22	litri

Come si evince dalla tabella il volume di espansione minimo previsto è di 20.22 Lt, è stato previsto a progetto n. 1 vasi (VE08) da 24 Lt di capacità (oltre a n. 1 valvole di sicurezza ø 1/2'' di caratteristiche come da elaborati di progetto).

11.4. Calcolo volume vasi di espansione solari VE06-VE07

Per quanto riguarda il calcolo del volume del vaso di espansione solare ci si riferisce alla tabella che implementa la formula sotto indicata applicata per un totale contenuto di acqua di circa 57 lt.

Dimensionamento Vaso di Espansione circuito Solare	
$V_N = \frac{(V_V + V_2 + z \cdot V_K) \cdot (p_e + 1)}{p_e - (p_{st} + 0.5)}$	
ove:	
Vn = Capacità Nominale del vaso di espansione a membrana in litri	Vn= 159,296 litri
Vv = Riserva acqua di sicurezza (in questo caso fluido termovettore) in litri Vv=0,005xVa in litri (minimo 3 litri)	Vv= 3 litri
Va= Contenuto di liquido dell'intero impianto solare (collettori compresi)	Va= 53 litri
V2=Incremento capacità durante il riscaldamento dell'impianto	V2= 6,89 litri
$V_2 = V_A \cdot \beta$	
$\beta = 0,13$ coefficiente di dilatazione per temperature del fluido termovettore -20/+120 °C)	
pe= Sovrappressione max. finale in bar	pe= 5,4 bar
pe=psi-0,1psi psi= Pressione di scarico della valvola di sicurezza	psi= 6 bar
pst=Pressione di precarica azoto del vaso di espansione in bar	pst= 3,9 bar
pst=1,5 bar +0,1 h h= Altezza statica dell'impianto in m	h= 24 m
z= numero dei collettori solari	z= 4 n
Vk= Capacità collettore in litri	Vk= 3,75 litri

come si evince dalla tabella il volume di espansione necessario calcolato è pari a 159 lt circa, a progetto sono stati previsti n. 2 vasi della capacità di 80 Lt cadauno per una capacità complessiva di 160 lt.

12. DIMENSIONAMENTO VASI ESPANSIONE C.T. – BLOCCO B+C

Per quanto concerne il calcolo dei vasi di espansione a servizio della centrale termofrigorifera (c.f.r. elaborati grafici) il calcolo è stato eseguito secondo quanto prescritto nella pubblicazione a cura INAIL “Raccolta R” Edizione 2009 imponendo una temperatura di taratura del Termostato di sicurezza pari a 85°C.

12.1. Calcolo volume vasi di espansione VE02-VE03

DIMENSIONAMENTO DEL VASO DI ESPANSIONE		CIRCUITO COLLETTORE CAC02	
Contenuto di acqua del circuito:	Va	3606,0	litri
Dislivello vaso / sommità impianto	Hl	21,0	metri
Pressione precarica vaso (relativa)	P	2,3	bar
Coefficiente di dilatazione termica	n	3,12775	dmc/dmc
Pressione di taratura della valvola di sicurezza	Pt	3,5	bar
Dislivello vasi circuito / valvola di sicurezza		0	metri
Pressione assoluta iniziale P1 :		3,30	bar
Pressione assoluta finale P2 :		4,50	bar
Volume del Vaso di Espansione			
	Ve =	112,79	litri
	Vn =	422,95	litri

Come si evince dalla tabella il volume di espansione minimo previsto è di 422 Lt, sono stati previsti a progetto n. 2 vasi (VE03 - VE04) da 250 Lt di capacità cadauno (oltre a n. 1 valvola di sicurezza ø ¾" di caratteristiche come da elaborati di progetto)

12.2. Calcolo volume vasi di espansione VE04-VE05

DIMENSIONAMENTO DEL VASO DI ESPANSIONE		PUFFER	
Contenuto di acqua del circuito:	Va	1500,0	litri
Dislivello vaso / sommità impianto	Hl	21,0	metri
Pressione precarica vaso (relativa)	P	2,3	bar
Coefficiente di dilatazione termica	n	3,06184	dmc\dmc
Pressione di taratura della valvola di sicurezza	Pt	3,5	bar
Dislivello vasi circuito / valvola di sicurezza		0	metri
Pressione assoluta iniziale P1 :		3,30	bar
Pressione assoluta finale P2 :		4,50	bar
Volume del Vaso di Espansione			
Ve =		45,93	litri
Vn =		172,23	litri

Come si evince dalla tabella il volume di espansione minimo previsto è di 172 Lt, sono stati previsti a progetto n. 2 vasi (VE04 - VE05) da 200 Lt di capacità cadauno a servizio di ciascuno dei due puffer (oltre a n. 2 valvole di sicurezza $\varnothing \frac{3}{4}''$ di caratteristiche come da elaborati di progetto)

12.3. Calcolo volume vaso di espansione VE08 (a.c.s.)

Per quanto riguarda il calcolo del volume del vaso di espansione a servizio della rete di ricircolo a.c.s. si è proceduto alla implementazione delle formule con una temperatura massima ammissibile nel circuito di 75 °C. Tale valore massimo non sarà mai raggiunto e si ritiene cautelativo del dimensionamento. Il valore di temperatura all'interno del circuito di ricircolo sarà infatti controllato dal sistema integrato di produzione di a.c.s. .

DIMENSIONAMENTO DEL VASO DI ESPANSIONE		CIRCUITO RICIRCOLO A.C.S.	
Contenuto di acqua del circuito:	Va	145,0	litri
Dislivello vaso / sommità impianto	Hl	45,0	metri
Pressione precarica vaso (relativa)	P	4,7	bar
Coefficiente di dilatazione termica	n	2,50375	dmc/dmc
Pressione di taratura della valvola di sicurezza	Pt	6,0	bar
Dislivello vasi circuito / valvola di sicurezza		0	metri
Pressione assoluta iniziale P1 :		5,70	bar
Pressione assoluta finale P2 :		7,00	bar
Volume del Vaso di Espansione			
Ve =		3,63	litri
Vn =		19,55	litri

Come si evince dalla tabella il volume di espansione minimo previsto è di 19.55 Lt, è stato previsto a progetto n. 1 vasi (VE08) da 24 Lt di capacità (oltre a n. 1 valvole di sicurezza ø 1/2'' di caratteristiche come da elaborati di progetto)

12.4. Calcolo volume vasi di espansione solari VE06-VE07

Per quanto riguarda il calcolo del volume del vaso di espansione solare ci si riferisce alla tabella che implementa la formula sotto indicata applicata per un totale contenuto di acqua di circa 57 lt.

Dimensionamento Vaso di Espansione circuito Solare	
$V_N = \frac{(V_V + V_2 + z \cdot V_K) \cdot (p_e + 1)}{p_e - (p_{st} + 0.5)}$	
ove:	
Vn = Capacità Nominale del vaso di espansione a membrana in litri	Vn= 157,632 litri
Vv = Riserva acqua di sicurezza (in questo caso fluido termovettore) in litri Vv=0,005xVa in litri (minimo 3 litri)	Vv= 3 litri
Va= Contenuto di liquido dell'intero impianto solare (collettori compresi)	Va= 51 litri
V2=Incremento capacità durante il riscaldamento dell'impianto	V2= 6,63 litri
$V_2 = V_A \cdot \beta$	
$\beta = 0,13$ coefficiente di dilatazione per temperature del fluido termovettore -20/+120 °C)	
pe= Sovrappressione max. finale in bar	
pe=psi-0,1psi	pe= 5,4 bar
psi= Pressione di scarico della valvola di sicurezza	psi= 6 bar
pst=Pressione di precarica azoto del vaso di espansione in bar	
pst=1,5 bar +0,1 h	pst= 3,9 bar
h= Altezza statica dell'impianto in m	h= 24 m
z= numero dei collettori solari	z= 4 n
Vk= Capacità collettore in litri	Vk= 3,75 litri

come si evince dalla tabella il volume di espansione necessario calcolato è pari a 157 lt circa, a progetto sono stati previsti n. 2 vasi della capacità di 80 Lt cadauno per una capacità complessiva di 160 lt.

13. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO TERMINALI SCAMBIANTI

In questa sezione vengono riportati i criteri di dimensionamento e le verifiche inerenti i terminali scambianti previsti a progetto ed essenzialmente:

Ventilconvettori

Radiatori

Pannelli radianti a pavimento

13.1. Dimensionamento ventilconvettori – BLOCCO A


Per le zone comuni (piano terra del blocco A) è prevista la realizzazione di un impianto di condizionamento basato su ventilconvettori con commutazione stagionale. Il dimensionamento dell'impianto è stato condotto sulla base dei carichi termici (in caldo ed in freddo) derivanti dallo studio dell'involucro secondo la tabella sotto riportata:

TABELLA DIMENSIONAMENTO IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE - ZONE COMUNI (PT - blocco A)										
Condizioni termoisometriche esterne:			Inverno:	-8 °C / 80 % U.R.						
			Estate:	+31°C / 60 % U.R.						
Condizioni termoisometriche interne:			Inverno:	20 °C ± 1°C		50% ± 5% U.R.				
			Estate:	26 °C ± 1°C		50% ± 5% U.R.				
ZONE COMUNI										
N. locale	Ubicazione	Denominazione	Superficie (m²)	Altezza (m)	Vol (mc)	Dispersioni (Watt)	Rientrate (Watt)	Ricircolo 5 Vol/h mc/h	N. fan coils e taglia	Portata acqua lt/h
A101.01	PT	SEERVIZI COMUNI	16,5	3,55	58,575	1 076	995	293	1 tg 400	503
A102.02	PT	SEERVIZI COMUNI	60	6,7	402	4 865	4 407	2 010	5 tg 400	2012
A102.03	PT	SEERVIZI COMUNI	41	3,55	145,55	2 125	1 271	728	2 tg 400	1006
									TOTALE	3521

Le taglie dei terminali sono state definite con temperature dell'acqua di alimentazione come sotto riportato:

- Acqua riscaldamento (M/R = 45 °C /40 °C) ovvero per funzionamento a bassa temperatura al fine di ottimizzare il funzionamento della PDC ed in generale al fine di ottimizzare la resa globale dell'impianto in inverno;
- Acqua in raffrescamento (M/R = 7 °C /12 °C) in modo da consentire anche una azione di deumidificazione dell'aria.

Per ogni locale/ambiente la portata d'aria in ricircolo consentita dai terminali è prevista non inferiore ai 5 Vol/h. La tabella sopra riportata mostra il dimensionamento dei terminali idronici (ventilconvettori) per le varie aree afferenti alle zone comuni previste al piano terra del blocco A. Attraverso l'abaco riportato sugli elaborati grafici è possibile associare ad ogni taglia di ventilconvettore la portata idronica in caldo ed in freddo:

ABACO CARATTERISTICHE VENTILCONVETTORI A PAVIMENTO						
Modello	Dimensioni L x H x P [mm]	Resa in freddo totale (7-12 °C) [kW]	Resa in caldo (45-40 °C) [kW]	Portata d'aria media velocità [m ³ /h]	Portata risc./raff. [lit/h]	Attacchi batteria maggiorata
Taglia 400 	1200 x 576 x 220	2.92	2.85	460	495/503	3/4"
Le caratteristiche prestazionali riportate sono considerate alle seguenti condizioni: - in riscaldamento alla media velocità e con T aria ingresso = 20 °C ed U.R. 50% - in raffrescamento alla media velocità e con T aria ingresso = 27 °C (b.s.) e 19 °C (b.u.) ed U.R. 47 %						

Per quanto riguarda il riscaldamento del W.C. previsto al piano terra, si è deciso di prevedere a progetto l'implementazione di un radiatore elettrico munito di controllo elettronico termostato. Tale scelta deriva dal fatto che dovendo, il circuito di alimentazione, funzionare in commutazione stagionale, sarebbe stato necessario prevedere, in caso di implementazione di un radiatore idronico, una regolazione con valvole elettrotermica di chiusura di alimentazione e valvole di taratura che avrebbero costituito una complicazione impiantistica che si è preferito evitare.

13.2. Dimensionamento radiatori idronici

A servizio del W.C. di ciascun appartamento è prevista l'implementazione di un radiatore idronico (non sono previsti infatti pannelli a pavimento nei bagni) del tipo scaldasalviette in acciaio dimensionato sulla base dei carichi termici invernali (dispersioni) derivanti dallo studio dell'involucro (a cui si rimanda per approfondimenti).

Il dimensionamento delle superficie dei radiatori è stato condotto con l'obiettivo di ottimizzare rese e dimensioni in modo da raggiungere un ragionevole compromesso e pertanto si è proceduto a dimensionare i radiatori ritenendo il DT tra temperatura media del radiatore e temperatura ambiente pari a 22 °C (funzionamento a bassa temperatura con fluido termovettore di alimentazione M/R = 45°C/40°C e temperatura interna di progetto pari a +20.5 °C conformemente alle prescrizioni contenute nel DPR 74/2013 (che impone la massima temperatura da mantenere in ambiente pari a 20±2 °C).

Con le condizioni al contorno sopra riportate è tuttavia possibile anche, con i medesimi radiatori, raggiungere la temperatura interna di progetto pari a + 24°C come indicato nella norma tecnica UNI 12831 ovviamente a condizione di portare le temperature del fluido termovettore a 48/43 °C.

La potenza resa nelle condizioni scelte per il dimensionamento si ottiene mediante l'implementazione della formula $Q_{eff} = Q_n \times (DT/50)^n$ ove:

- Q_{eff} è la potenza in Watt resa effettivamente dal radiatore nelle condizioni reali di funzionamento;
- Q_n è la potenza resa nominale con $DT=50$ °C (come previsto da norma EN 442);
- DT è la differenza tra la temperatura media della superficie del radiatore e la temperatura ambiente;
- n è un esponente che viene fornito dal produttore del radiatore.

Di seguito vengono proposte le tabelle riassuntive del dimensionamento dei radiatori nelle due condizioni di funzionamento previste per l'assolvimento sia del DPR 74/2013 che della norma UNI 12831 mantenendo quello che si ritiene sia un ragionevole compromesso tra dimensioni e rese termiche.

Appartamento numero	zona	W richiesti	locale tipo	radiatore modello	Rese Watt	
					45/40 Tin = 20,5	
					48/43 Tin = 24	
					dt =22	
					dt =21,5	
RADIATORI CORPO A						
Appartamento numero	zona	W richiesti	locale tipo	radiatore modello	W resi	W resi
A201	WC	326	finestra	1808/30/600	414	403
A202	WC	97	cieco	1196/30/500	230	224
A203	WC	153	cieco	1196/30/500	230	224
A301	WC	389	finestra	1808/30/600	414	403
A302	WC	269	cieco	1808/30/600	414	403
A303	WC	93	cieco	1196/30/500	230	224
A304	WC	153	cieco	1196/30/500	230	224
A401	WC	405	finestra	1808/30/600	414	403
A402	WC	289	cieco	1808/30/600	414	403
A403	WC	95	cieco	1196/30/500	230	224
A404	WC	154	cieco	1196/30/500	230	224
A501	WC	141	cieco	1196/30/500	230	224
A502	WC	290	cieco	1808/30/600	414	403
A503	WC	95	cieco	1196/30/500	230	224
A504	WC	154	cieco	1196/30/500	230	224
A601	WC	188	cieco	1196/30/500	230	224
A602	WC	363	cieco	1808/30/600	414	403
A603	WC	124	cieco	1196/30/500	230	224
A604	WC	186	cieco	1196/30/500	230	224

	Appartamento numero	zona	W richiesti	locale tipo	radiatore modello	Rese Watt		
						45/40 Tin = 20,5 dt =22	48/43 Tin = 24 dt =21,5	
Corpo	B + C							
B	B101	WC	204	cieco	1196/30/500	230	224	
	B102	WC	157	cieco	1196/30/500	230	224	
	B103	WC	157	cieco	1196/30/500	230	224	
	B104	WC	274	cieco	1808/30/600	414	403	
	B201	WC	189	cieco	1196/30/500	230	224	
	B202	WC	154	cieco	1196/30/500	230	224	
	B203	WC	138	cieco	1196/30/500	230	224	
	B204	WC	255	cieco	1808/30/600	414	403	
	B301	WC	182	cieco	1196/30/500	230	224	
	B302	WC	133	cieco	1196/30/500	230	224	
	B303	WC	147	cieco	1196/30/500	230	224	
	B401	WC	243	cieco	1808/30/600	414	403	
	B402	WC	159	cieco	1196/30/500	230	224	
	B403	WC	158	cieco	1196/30/500	230	224	
	B501	WC	200	cieco	1196/30/500	230	224	
	B502	WC	203	cieco	1196/30/500	230	224	
	C	C101	WC	260	cieco	1808/30/600	414	403
		C102	WC	218	cieco	1196/30/500	230	224

Dal punto di vista progettuale per una maggiore semplicità ed uniformità realizzativa si sono individuate solo due taglie di radiatori da utilizzare a seconda della grandezza di ciascun W.C. e che rappresentano un ottimale compromesso tra dimensioni geometriche e rese termiche alle varie condizioni di funzionamento.

RADIATORE - Taglia A Caratteristiche tecniche:


- Altezza: 1196 mm;
- Larghezza: 500 mm;
- Resa termica con DT 22°C: 230 W.

RADIATORE - Taglia B Caratteristiche tecniche:

- Altezza: 1808 mm;
- Larghezza: 600 mm;
- Resa termica con DT 22°C: 414 W.

13.3. Dimensionamento del deumidificatore

Ogni appartamento sarà equipaggiato di un deumidificatore del tipo da installazione a parete e dotato di batterie di pre e post raffreddamento. Il deumidificatore avrà caratteristiche prestazionali come da prospetto (c.f.r. elaborati grafici) sotto riportato:

LEGENDA DEUMIDIFICATORI							
Simbolo	Installazione	Umidità condensata [l/giorno]*	Portata aria [m³/h]	Potenza assorbita [W]	Potenza frigorifera [W]**	Potenza sonora [dB(A)]	Dimensioni cassa [A mm x L mm x P mm]
	A parete da incasso	24	200	330	330	40	630 x 760 x 200
* Con temperatura aria ambiente 25°C ed umidità del 65%							
** Con temperatura acqua fredda di 15°C - alimentazione 230V - 50 Hz							

DATI TERMOTECNICI		
Volume ambiente indicativo trattabile	[m³]	200/300
Carico persone	[n]	4-6
Capacità di condensazione (a 25 °C – 65% U.R.)	l/g	24
Temperatura limite di lavoro	[°C]	+20°C / 32°C
Umidità relativa	[% U.R.]	50/60
Portata aria	[m³/h]	200/300
Portata acqua batteria	[l/h]	240 minimo
Perdita carico batteria	[kPa]	15,68
Potenza termica assorbita batterie	[W]	950
Carica gas refrigerante R134a	[g]	230
Pressione max refrigerante	[bar]	14

13.4. Dimensionamento pannelli radianti – (invernale)

Di seguito si riporta a titolo di esempio il dimensionamento in caldo dell'appartamento A 501 (sono comunque disponibili presso MTE Ingegneria gli output completi di calcolo anche degli altri appartamenti) che qui (per ragioni di semplicità) non vengono allegati.

Il calcolo è stato eseguito a mezzo di programma di calcolo specifico sulla base dei risultati (carichi invernali in caldo ed in freddo) e delle stratigrafie (solai) sviluppate in fase di progettazione. Il calcolo è stato eseguito imponendo un DT fisso e pari a 5°C per ciascun anello radiante, e identificando (nella fase invernale di riscaldamento) le portate idroniche necessarie (anche ai fini della taratura di ogni singolo anello) e la temperatura di mandata massima per ciascun collettore di ciascun appartamento per far fronte alla copertura dei carichi termici nei locali più sfavoriti.

Le medesime portate idroniche stimate per la fase invernale saranno anche quelle che saranno imposte per la fase estiva (medesima taratura di ciascun anello ovviamente).

Di seguito viene proposta la schermata di riepilogo del collettore pannelli radianti dell'appartamento A 501 da cui si evincono tutti i dati di maggior interesse per il dimensionamento sia dell'impianto idronico a servizio che di ciascun anello radiante.

Pannelli radianti by mc4 -Torino

File corrente: c:\users\utente\Desktop\files pannelli rdz\c13.037 - appartamento a501.rdz

Anagrafica progetto | **Dati generali** | Ambienti | Collettori | Risultati calcolo per ambiente

Dati del collettore COLLETTORE 1

Temper. di mandata [°C]

N.Circuiti

	Totale	Alto	Basso
Portata [kg/h]	713	615	99
Potenza [W]	4151	3576	575

Dp [DaPa] MaxDp

Amb.	Descrizione	Circuito N.	Passo Soggiorn.	Passo marginale	Delta T	Portata	Perd.Carico	Lung.
1	CUCINA	1	8	0	5.0	117	720	86
1	CUCINA	2	8	0	5.0	117	720	86
3	CAMERA 1	1	8	0	5.0	147	1419	113
3	CAMERA 1	2	8	0	5.0	147	1419	113
4	CAMERA 2	1	8	0	5.0	93	395	71
4	CAMERA 2	2	8	0	5.0	93	395	71

Pannelli radianti by mc4 -Torino

File corrente: c:\users\utente\Desktop\files pannelli rdz\c13.037 - appartamento a501.rdz

Anagrafica progetto | Dati generali | Ambienti | **Collettori** | Risultati calcolo per ambiente

Dati del collettore COLLETTORE 1

Temper. di mandata [°C]

N.Circuiti

	Totale	Alto	Basso
Portata [kg/h]	713	615	99
Potenza [W]	4151	3576	575

Dp [DaPa] MaxDp

Dati di input del circuito: 3=> 3 CAMERA 1 (1)

Distanza collettore [m]

(Le misure sono da intendersi di sola mandata)
Passaggi per altri vani di un singolo tubo

Codice	Descriz. Ambiente di passaggio	Lungh.[m]
2	CORRIDOIO	7.0

Dati dell'ambiente 3 - CAMERA 1

Superficie Totale [m²] Sistema

Superficie pan.[m²] Rivestimento

Superficie marg. [m²] Potenza Totale [W] Temp.Amb.[°C]

Spess. massetto [mm] Potenza Residua[W] Temp. Ambiente Sott. [°C]

N.Circuiti richiesti Passo Soggiorn. Passi fissati

N.Circuiti inseriti Passo Marginale Circuito a passo misto

Dati del circuito 3=> 3 CAMERA 1 (1)

ΔT [°C] Passo Zona Soggiornale Lung.Circuito [m]

Portata [kg/h] Passo Zona Marginale Sup.Circuito [m²]

Posiz.valvola Temp. Pavim. Soggiornale [°C] Pot.Tot.

Perdita tubo[DaPa] Temp. Pavim. Marginale [°C] Parametri fissati

14. DIMENSIONAMENTO IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA

14.1. Dimensionamento delle portate aerauliche di progetto

Il dimensionamento delle portate aerauliche previste per ciascun appartamento è stato condotto ritenendo come riferimento i tassi di ventilazione minimi previsti dalla norma UNI 10339 per utenze residenziali (in quanto il tipo di utilizzo di ciascun appartamento è quello tipico residenziale) ed adattandoli (in aumento) al fine di consentire sia l'estrazione necessaria prevista per ciascun W.C. cieco (6 Vol/h) che la sua compensazione con adeguate portate in mandata al fine di mantenere un equilibrio "neutro" tra portate globali di mandata e di ripresa.

In sostanza si prevede per gli appartamenti più grandi (tipologia A con n. 2 stanze da letto) di effettuare la ripresa dell'aria in due ambienti (W.C. e soggiorno/cucina) e di mandare aria nelle stanze da letto ed anche nel soggiorno; per gli appartamenti più piccoli invece (tipologia A con una sola camera da letto e C di tipo monolocale) la ripresa sarà unica nel W.C. e le mandate saranno localizzate nella stanza da letto e/o nel soggiorno/cucina.

La tabella sotto riporta (a titolo di esempio) le portate aerauliche previste per tre appartamenti del blocco A afferenti a ciascuna delle tre tipologie:

Appartamento A201 - TIPOLOGIA A								VERIFICA SECONDO UNI 10339		
Ambiente	Superficie [m ²]	Altezza [m]	Volume [m ³]	Cieco [si/no]	Portata ripresa [m ³ /h]	Portata mandata [m ³ /h]	Volumi ora [1/h]	Tassi vent. (mc/h * pers.) UNI 10339	Affollamento (pers. X mq) UNI 10339	Portata oraria (mc/h) UNI 10339
Disimpegno	4	2,7	11					0,0	0,04	0,00
Soggiorno/Cucina	22,9	2,7	62		30	60	1,0	39,6	0,04	36,27
Camera da letto 1	15,1	2,7	41			30	0,7	39,6	0,04	23,92
Camera da letto 2	11,2	2,7	31			30	1,0	39,6	0,04	17,74
Bagno	7,3	2,7	19,7	no	90		4,6		0,04	78,84
	60,5		164,7		120	120	0,73			
Appartamento A202 - TIPOLOGIA B								VERIFICA SECONDO UNI 10339		
Ambiente	Superficie [m ²]	Altezza [m]	Volume [m ³]	Cieco [si/no]	Portata ripresa [m ³ /h]	Portata mandata [m ³ /h]	Volumi ora [1/h]	Tassi vent. (mc/h * pers.) UNI 10339	Affollamento (pers. X mq) UNI 10339	Portata oraria (mc/h) UNI 10339
Soggiorno/Cucina	18,28	2,7	50			60	1,2	39,6	0,04	28,96
Camera da letto 1	16,3	2,7	45			30	0,7	39,6	0,04	25,82
Bagno	3,9	2,7	10,5	si	90		8,5		0,04	42,12
	38,48		105,5		90	90	0,85			
Appartamento A203 - TIPOLOGIA C								VERIFICA SECONDO UNI 10339		
Ambiente	Superficie [m ²]	Altezza [m]	Volume [m ³]	Cieco [si/no]	Portata ripresa [m ³ /h]	Portata mandata [m ³ /h]	Volumi ora [1/h]	Tassi vent. (mc/h * pers.) UNI 10339	Affollamento (pers. X mq) UNI 10339	Portata oraria (mc/h) UNI 10339
Monocamera	25,3	2,7	69			80	1,2	39,6	0,04	40,08
Bagno	3,8	2,7	10,3	si	80		7,8		0,04	41,04
	29,1		79,3		80	80	1,01			

Per il blocco A si prevede la necessità complessiva di portata di aria di rinnovo pari a 1790 mc/h.

Per il blocco B si prevede la necessità complessiva di portata di aria di rinnovo pari a 1360 mc/h.

Per il blocco C si prevede la necessità complessiva di portata di aria di rinnovo pari a 190 mc/h.

Dalla tabella sopra riportata si evince che globalmente gli appartamenti (con i tassi di ventilazione previsti a progetto) avranno un ricambio d'aria medio continuo compreso tra 0.7 e 0.8 vol/h e tale

da consentire di ottenere un ottimo comfort interno in linea anche con quanto consigliato dalla normativa UN IEN ISO 15251.

14.2. Criteri di dimensionamento della distribuzione aeraulica

La distribuzione dell'aria avviene, a partire dalla unità ventilante, attraverso l'impiego di opportune canalizzazioni (sono previste impiegate canalizzazioni di diverso tipo di sezione) che, scorrendo per la maggior parte del loro percorso all'interno dei controsoffitti, convogliano l'aria ai terminali di diffusione dislocati in ambiente (bocchette).

In analogia alle reti termofluidiche, anche quelle aerauliche possono annoverare sul loro percorso, l'impiego di apparecchiature per la regolazione della portata quali serrande di taratura (manuali o motorizzate), o elementi speciali quali serrande tagliafuoco (nel caso la canalizzazione si trovi ad attraversare compartimentazioni REI).

14.3. Dimensionamento Canalizzazioni

Normalmente nel dimensionare le canalizzazioni dell'aria si procede secondo il metodo cosiddetto "a perdita di carico specifica costante", verificando tuttavia che le velocità nei vari tratti si mantengano entro valori prestabiliti al fine di non generare rumore. Più in dettaglio si fissa in 0.6 mm il massimo valore di DP (ovvero la perdita di carico) per una lunghezza di 10 mt di condotta e si dimensiona, nota la portata desiderata, il tratto di canalizzazione determinando le dimensioni in altezza e larghezza.

Per quanto concerne i limiti di velocità da non superare vale la tabella sotto indicata¹:

¹ Naturalmente possono sussistere situazioni particolari legate alla configurazione delle canalizzazioni per le quali, e limitatamente a queste le velocità possono essere leggermente superiori (ad esempio è il caso di problematiche localizzate legate allo spazio di passaggio delle canalizzazioni entro i controsoffitti di determinati locali);

	velocità dell'aria [m/s]			
	canali rettangolari		canali circolari	
	al di sopra del controsoffitto	all'interno dell'ambiente	al di sopra del controsoffitto	all'interno dell'ambiente
Depositi, servizi, corridoi	12,7	10,2	22,9	19,8
Sale per conferenze, sale per ricevimento, aule scolastiche, uffici <i>open-space</i>	8,9	7,4	15,2	13,2
Uffici privati, camere private di alberghi o ospedali, teatri, biblioteche	6,1	4,8	10,2	8,6

14.4. Dispositivi di immissione dell'aria

Nella grande maggioranza degli ambienti previsti a progetto, la tipologia di immissione dell'aria è quella cosiddetta a "flusso turbolento", tale tipo di distribuzione rappresenta la modalità tecnicamente più semplice per immettere aria in un ambiente ed è descrivibile macroscopicamente mediante i seguenti parametri:

- Velocità di uscita – ovvero la velocità valutata sull'area frontale lorda della bocchetta (b x h);
- Lancio - ovvero la distanza alla quale la massima velocità dell'aria si è ridotta ad un valore predefinito;
- rapporto d'induzione - ovvero il rapporto tra la portata d'aria immessa e quella ambiente trascinata;
- caduta– ovvero la tendenza del getto d'aria ad innalzarsi o abbassarsi in relazione alla differenza di temperatura con l'aria ambiente;
- effetto soffitto (coanda) – ovvero l'effetto che si ottiene lanciando aria con una bocchetta in vicinanza del soffitto, il getto tende ad aderire al soffitto per depressione; tale fenomeno provoca un allungamento del lancio e contemporaneamente una riduzione della caduta;

Tipologia di terminale	Velocità di uscita (m/s) da-a	Rapporto induzione da-a	Lancio			Posizionamento		
			L	M	B	Parete	Soff.	Pav.
Bocchette ad alette	2 + 8	2 + 4		■	■	■		■
Diffusori a coni	1,2 + 4	3 + 8		■	■		■	
Diffusori spirroidali	2 + 6	4 + 12		■	■		■	■
Diffusori lineari	2 + 6	4 + 12			■		■	
Ugelli	4 + 20	5 + 50	■	■		■	■	■

L=lungo - M=medio - B=breve

I dispositivi di immissione dell'aria così previsti a progetto per questo tipo di tecnica di diffusione, possono essenzialmente riassumersi nei punti sotto elencati:

Bocchette di mandata dell'aria del tipo a singolo filare di alette fisse;


Bocchette/griglie di ripresa dell'aria del tipo a singolo filare di alette fisse;

Di seguito, vengono elencati alcuni criteri che stanno alla base della scelta e del dimensionamento delle bocchette e dei diffusori.

14.4.1. Bocchette di mandata/ripresa dell'aria

Anche per le bocchette, la scelta ed il dimensionamento partono dalla individuazione della portata d'aria da inviare nel singolo ambiente. Una volta noto questo parametro, si procede, noti fattori quali la velocità del lancio desiderata (valore che cambia in relazione anche al tipo di ambiente in cui si va ad immettere aria), il rapporto di induzione, la tipologia di installazione (a parete o a soffitto) alla determinazione della sezione utile in funzione del desiderato valore di perdita di carico e/o di rumorosità (attraverso l'impiego di abachi specializzati e forniti dai produttori di bocchette).

Nella fattispecie della tipologia di impianto previsto e del valore relativamente contenuto delle portate aerauliche ($Q_{max} = 50 \text{ mc/h}$ per le bocchette di mandata e 90 mc/h per quelle di ripresa) si è adottato un solo tipo di bocchetta ad alette fisse:



Portate di confort per Lw < NR 30 e dimensioni					
Modello	BIP				Portata (m³/h) immissione o ripresa
	Ø N (mm)	Ø A (mm)	Ø B (mm)	C (mm)	
80	75,6	116,5	18,75	100	60
100	100	148	16	-	90
125	125	185	23,7	-	110
Modello	BSP				
80	75	115	10	100	60
Modello	BIO				
80	75	113	50	100	45

Figura 7: Immagine tipico bocchetta ø 125 mm di immissione ed estrazione aria e del regolatore di portata a membrana da inserire nel terminale flessibile

14.5. Esempio di verifica del dimensionamento di un tronco di canalizzazione

A titolo di esempio, e per completezza espositiva, si vuole qui riportare la verifica sul dimensionamento del primo tratto della canalizzazione circolare di mandata in partenza dalla unità ventilante (VMC-A):

Nota la portata da inviare (1.790 mc/h) e la massima velocità che si vuole mantenere all'interno del condotto (in questo caso fissata inferiore a 4.5 m/sec al fine di mantenere la rumorosità la più bassa possibile) con l'ausilio di un foglio di calcolo si verifica la sezione minima necessaria da assegnare alla canalizzazione e la perdita di carico associata.

PORTATA in mc/h	1 790	PORTATA in Lt/s	497,2
VELOCITA' in m/s	4,50	SUPERFICIE ESTERNA CANALE CIRCOLARE mq/m	1,28
SEZIONE CANALE in cmq.	1 104,94	SUPERFICIE ESTERNA CANALE RETTANGONALE mq/m	1,55
SCELTA LATO MINIMO cm.	40		
ALTRO LATO cm.	28		
DIAMETRO EQUIVALENTE cm.	37,52		
PER CANALIZZAZIONI AVENTI LATO MAGGIORE SIMO a 30 cm. USARE SPESSORI di 6/10 mm. ** PER LATO MAGGIORE COMPRESO TRA 35 e 60 cm. USARE SPESSORI 8/10 mm. ** PER LATO MAGGIORE COMPRESO TRA 65 e 100 cm. USARE SPESSORI 10/10 mm. ** OLTRE USARE SPESSORI di 12/10 mm.		PESO CANALE RETTANGONALE Kg/m (sp. 6/10 mm)	7,46 8,96
		PESO CANALE RETTANGONALE Kg/m (sp. 8/10 mm)	9,96 11,95
		PESO CANALE RETTANGONALE Kg/m (sp. 10/10 mm)	12,45 14,94
		PESO CANALE RETTANGONALE Kg/m (sp. 12/10 mm)	14,95 17,94
		PESO CANALE CIRCOLARE Kg/m (sp. 8/10 mm)	8,18 9,82
		PERDITA di CARICO in Pa ogni 10 metri di CANALE	5,17
PERDITA di CARICO DP in mmH2O ogni 10 metri di CANALE	0,52		

Nel caso in questione si verifica che una canalizzazione circolare \varnothing 400 mm, soddisfa le condizioni poste con una perdita di carico anche contenuta pari a circa 0.52 mm c.a. per 10 m di condotto.

14.6. Calcolo prevalenza utile ventilatori unità ventilante VMC-A

Sulla scorta delle considerazioni inerenti le perdite di carico distribuite all'interno dei condotti aeraulici (che risultano mediamente attorno a 4 Pa x 10 m di condotta) è possibile stimare in maniera speditiva le perdite di carico totali e quindi la prevalenza utile (ovvero quella che deve essere disponibile immediatamente a monte del giunto di connessione con la canalizzazione di mandata e di ripresa considerando all'interno della macchina i filtri G4 ed F7) del ventilatore di mandata e di ripresa della unità ventilante. In particolare alle perdite distribuite saranno associate le perdite concentrate derivanti da:

- Pezzi speciali della rete aeraulica (curve, giunti a tee etc..) che saranno valutati in maniera forfettaria e cautelativa con il metodo delle lunghezze equivalenti ;
- Elementi di regolazione e di intercettazione posti lungo le canalizzazioni (serrande di regolazione e tagliafuoco)

Altri elementi che possono comportare perdite di carico concentrate (silenziatori).

Sommando quindi le perdite di carico distribuite con quelle concentrate si può stimare la perdita di carico totale associata alla canalizzazione di mandata e di ripresa.

Nella tabelle seguenti si è eseguito il calcolo considerando il percorso aeraulico di mandata e di ripresa necessario per servire l'utenza più lontana (ovvero la bocchetta di mandata della camera lato nord dell'appartamento A 201 e la bocchetta di ripresa del bagno dell'appartamento A203 del piano primo).

TABELLA DIMENSIONAMENTO PREVALENZA VENTILATORE MANDATA UTA - VMC-A					
PORTATA ARIA:		1790 mc/h			
PREVALENZA VENTILATORE MANDATA (ANALISI DELLE PERDITE DI CARICO):					
COMPONENTE	UNITA' DI MISURA	QUANTITA'	PERDITA CARICO UNITARIO (Pa/m)	PERDITA CARICO TOTALE (Pa)	
Perdite lineari nei canali	m	33,5	0,4	13	Percorso più lontano da VMC-A a bocchetta mandata camera lato nord app. A 201
Perdite localizzate (raccordi , curve , pezzi speciali) (lung.equiv.=60% dei tratti lineari)	m	20,1	0,4	8	
Perdite di carico per PRESA ARIA ESTERNA	(Pa)	1	30	30	
Perdite di carico per SILENZIATORE UTA	(Pa)	1	60	60	
Perdite di carico per SERRANDA TAGLIAFUOCO (APERTA)	(Pa)	0	30	0	
Perdite di carico per REGOLATORE DI PORTATA ARIA DI PIANO	(Pa)	1	50	50	
Perdite di carico per MODULO DI REGOLAZIONE PORTATA	(Pa)	1	40	40	
Perdite di carico per BOCCHETTA	(Pa)	1	30	30	
PREVALENZA STATICA UTILE NECESSARIA IN MANDATA	(Pa)			231	
Incremento di sicurezza	%	5	-	243	
PREVALENZA TOTALE	(Pa)			243	
PREVALENZA DI PROGETTO ADOTTATA :300 Pa					

TABELLA DIMENSIONAMENTO PREVALENZA VENTILATORE RIPRESA UTA - VMC-A					
PORTATA ARIA:		1790 mc/h			
PREVALENZA VENTILATORE MANDATA (ANALISI DELLE PERDITE DI CARICO):					
COMPONENTE	UNITA' DI MISURA	QUANTITA'	PERDITA CARICO UNITARIO (Pa/m)	PERDITA CARICO TOTALE (Pa)	
Perdite lineari nei canali	m	35	0,4	14	Percorso più lontano da VMC-A a bocchetta ripresa bagno app. A 203
Perdite localizzate (raccordi , curve , pezzi speciali) (lung.equiv.=60% dei tratti lineari)	m	21	0,4	8	
Perdite di carico per PRESA ARIA ESTERNA	(Pa)	1	30	30	
Perdite di carico per SILENZIATORE UTA	(Pa)	1	60	60	
Perdite di carico per SERRANDA TAGLIAFUOCO (APERTA)	(Pa)	0	30	0	
Perdite di carico per REGOLATORE DI PORTATA ARIA DI PIANO	(Pa)	1	50	50	
Perdite di carico per MODULO DI REGOLAZIONE PORTATA	(Pa)	1	40	40	
Perdite di carico per BOCCHETTA	(Pa)	1	30	30	
PREVALENZA STATICA UTILE NECESSARIA IN MANDATA	(Pa)			232	
Incremento di sicurezza	%	5	-	244	
PREVALENZA TOTALE	(Pa)			244	
PREVALENZA DI PROGETTO ADOTTATA :300 Pa					

Come si evince dalle tabelle la prevalenza utile dei ventilatori della VMC-A dovrà essere non inferiore a 300 Pa.

14.7. Calcolo prevalenza utile ventilatori unità ventilante VMC-B

Analogamente a quanto visto nella sezione precedente si riportano le tabelle inerenti la VMC-B ove si è eseguito il calcolo considerando il percorso aeraulico di mandata e di ripresa necessario per servire l'utenza più lontana (ovvero la bocchetta di mandata della camera lato nord dell'appartamento e la bocchetta di ripresa del bagno dell'appartamento B104 del piano terra.

TABELLA DIMENSIONAMENTO PREVALENZA VENTILATORE MANDATA UTA - VMC-B					
PORTATA ARIA:		1360 mc/h			
PREVALENZA VENTILATORE MANDATA (ANALISI DELLE PERDITE DI CARICO):					
COMPONENTE	UNITA' DI MISURA	QUANTITA'	PERDITA CARICO UNITARIO (Pa/m)	PERDITA CARICO TOTALE (Pa)	
Perdite lineari nei canali	m	40	0,4	16	Percorso più lontano da VMC-B a bocchetta mandata camera lato nord app. B 104
Perdite localizzate (racordi , curve , pezzi speciali) (lung.equiv.=60% dei tratti lineari)	m	24	0,4	10	
Perdite di carico per PRESA ARIA ESTERNA	(Pa)	1	30	30	
Perdite di carico per SILENZIATORE UTA	(Pa)	1	60	60	
Perdite di carico per SERRANDA TAGLIAFUOCO (APERTA)	(Pa)	0	30	0	
Perdite di carico per REGOLATORE DI PORTATA ARIA DI PIANO	(Pa)	1	50	50	
Perdite di carico per MODULO DI REGOLAZIONE PORTATA	(Pa)	1	40	40	
Perdite di carico per BOCCHETTA	(Pa)	1	30	30	
PREVALENZA STATICA UTILE NECESSARIA IN MANDATA	(Pa)			236	
Incremento di sicurezza	%	5	-	247	
PREVALENZA TOTALE	(Pa)			247	
PREVALENZA DI PROGETTO ADOTTATA :300 Pa					

TABELLA DIMENSIONAMENTO PREVALENZA VENTILATORE RIPRESA UTA - VMC-B					
PORTATA ARIA:		1360 mc/h			
PREVALENZA VENTILATORE MANDATA (ANALISI DELLE PERDITE DI CARICO):					
COMPONENTE	UNITA' DI MISURA	QUANTITA'	PERDITA CARICO UNITARIO (Pa/m)	PERDITA CARICO TOTALE (Pa)	
Perdite lineari nei canali	m	40,5	0,4	16	Percorso più lontano da VMC-B a bocchetta ripresa bagno app. B104
Perdite localizzate (racordi , curve , pezzi speciali) (lung.equiv.=60% dei tratti lineari)	m	24,3	0,4	10	
Perdite di carico per PRESA ARIA ESTERNA	(Pa)	1	30	30	
Perdite di carico per SILENZIATORE UTA	(Pa)	1	60	60	
Perdite di carico per SERRANDA TAGLIAFUOCO (APERTA)	(Pa)	0	30	0	
Perdite di carico per REGOLATORE DI PORTATA ARIA DI PIANO	(Pa)	1	50	50	
Perdite di carico per MODULO DI REGOLAZIONE PORTATA	(Pa)	1	40	40	
Perdite di carico per BOCCHETTA	(Pa)	1	30	30	
PREVALENZA STATICA UTILE NECESSARIA IN MANDATA	(Pa)			236	
Incremento di sicurezza	%	5	-	248	
PREVALENZA TOTALE	(Pa)			248	
PREVALENZA DI PROGETTO ADOTTATA :300 Pa					



15. NORMATIVE DI RIFERIMENTO IMPIANTI MECCANICI

Gli impianti tecnologici che si andranno a realizzare saranno conformi alle prescrizioni ed alle disposizioni di legge competenti nel territorio nazionale e per la Provincia di Torino ed in particolare si osserveranno:

- Legge n. 186 del 01.03.1968;
- D.M. 37/2008;
- D.lgs. 81/2008 – Testo unico in materia di sicurezza;
- Direttiva europea n.42/2006 CE, Direttiva Macchine.
- D.M. 10 marzo 1998 “Criteri per la sicurezza antincendio e la gestione di emergenza nei luoghi di lavoro”;
- Prescrizioni e raccomandazioni emanate dal locale comando dei Vigili del Fuoco, INAIL, ULSS, ARPA;
- Regolamenti locali emanati da Enti Locali e/o con funzioni ispettive;
- Norme UNI, CEI, C.N.R. in vigore tra cui si annoverano le seguenti di interesse:

15.1. UNI - Impianti Di Riscaldamento

- UNI EN 12831-1:2018. Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo del carico termico di progetto - Parte 1: Carico termico per il riscaldamento degli ambienti, Modulo M3-3;
- UNI EN 12831-2:2018. Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo del carico termico di progetto - Parte 2: Spiegazione e motivazione della EN 12831-1, Modulo M3-3;
- UNI EN 12831-3:2018. Prestazione energetica degli edifici - Metodo di calcolo del carico termico di progetto - Parte 3: Carico termico dei sistemi di acqua calda sanitaria e caratterizzazione dei fabbisogni, Moduli M8-2, M8-3;
- UNI 10351/2015 - Materiali e prodotti per edilizia - Proprietà termoigrometriche - Procedura per la scelta dei valori di progetto;
- UNI 10355/1994 - Murature e solai. Valori della resistenza termica e metodo di calcolo;
- UNI 10349/2016-1 – Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 1: Medie mensili per la valutazione della prestazione termo-energetica dell'edificio e metodi per ripartire l'irradianza solare nella frazione diretta e diffusa e per calcolare l'irradianza solare su di una superficie inclinata;
- UNI TR 10349/2016-2 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 2: Dati di progetto;
- UNI TR 10349/2016-3 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici - Parte 3: Differenze di temperatura cumulate (gradi giorno) ed altri indici sintetici;

- UNI EN ISO10077-1/2018 - Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 1: Generalità;
- UNI EN ISO10077-2/2018 - Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 2: Metodo numerico per i telai;
- UNI/TS 11300-1:2014 - Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1. Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale;
- UNI/TS 11300-2:2014 - Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali;
- UNI/TS 11300-3:2010 - Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva;
- UNI/TS 11300-4: 2016, - Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria;
- UNI/TS 11300-5: 2016, - Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 5: Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili;
- UNI/TS 11300-6: 2016, - Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 6: Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili;
- UNI EN 15316-2-1:2008 - Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo delle richieste di energia e delle efficienze del sistema - Parte 2: Sistemi di emissione in ambiente (riscaldamento e raffrescamento), Moduli M3-5, M4-5;
- UNI EN 15316-3-1:2018 - Prestazione energetica degli edifici - Metodo per il calcolo delle richieste di energia e delle efficienze del sistema - Parte 3: Sistemi di distribuzione in ambiente (acqua calda sanitaria, riscaldamento e raffrescamento), Modulo M3-6, M4-6, M8-6;
- UNI 10412-1/2006 - Parte 1 - Impianti di riscaldamento ad acqua calda - Requisiti di sicurezza - Requisiti specifici per impianti con generatori di calore alimentati da combustibili liquidi, gassosi, solidi polverizzati o con generatori di calore elettrici;
- UNI 10412-2/2009 - Parte 2 - Impianti di riscaldamento ad acqua calda - Prescrizioni di sicurezza - Parte 2: Requisiti specifici per impianti con apparecchi per il riscaldamento di tipo domestico alimentati a combustibile solido con caldaia incorporata, con potenza del focolare complessiva non maggiore di 35 kW;
- UNI EN 12098/2013-1, Regolazioni per impianti di riscaldamento Dispositivi di regolazione in funzione della temperatura esterna per gli impianti di riscaldamento ad acqua calda;

- UNI EN 12098/2013-3, - Regolazioni per impianti di riscaldamento - Parte 3: Dispositivi di regolazione per gli impianti di riscaldamento elettrici;
- UNI EN 442-1/2015 – Radiatori e convettori – Parte 1: Specifiche tecniche e requisiti;
- UNI EN 442-2/2015 – Radiatori e convettori – Parte 2: Metodi di prova e valutazione;
- UNI 1264-1/2011 Sistemi radianti alimentati ad acqua per il riscaldamento e il raffrescamento integrati nelle strutture - Parte 1: Definizioni e simboli;
- UNI 1264-2/2013 - Sistemi radianti alimentati ad acqua per il riscaldamento e il raffrescamento integrati nelle strutture - Parte 2: Riscaldamento a pavimento: metodi per la determinazione della potenza termica mediante metodi di calcolo e prove;
- UNI 1264-3/2009 - Sistemi radianti alimentati ad acqua per il riscaldamento e il raffrescamento integrati nelle strutture - Parte 3: Dimensionamento;
- UNI 1264-4/2009 - Sistemi radianti alimentati ad acqua per il riscaldamento e il raffrescamento integrati nelle strutture - Parte 4: Installazione;
- UNI 1264-5/2009 - Sistemi radianti alimentati ad acqua per il riscaldamento e il raffrescamento integrati nelle strutture - Parte 5: Superfici per il riscaldamento e il raffrescamento integrate nei pavimenti, nei soffitti e nelle pareti - Determinazione della potenza termica;
- UNI 10200/2018 - Impianti termici centralizzati di climatizzazione invernale, estiva e produzione di acqua calda sanitaria - Criteri di ripartizione delle spese di climatizzazione invernale, estiva e produzione di acqua calda sanitaria;
- UNI EN 12977-1/2018 Impianti solari termici e loro componenti - Impianti assemblati su specifica - Parte 1: Requisiti generali per collettori solari ad acqua e sistemi combinati;
- UNI EN 12977/2:2018 Impianti solari termici e loro componenti - Impianti assemblati su specifica - Parte 2: Metodi di prova per collettori solari ad acqua e sistemi combinati;
- UNI EN 12977-3/2018 Impianti solari termici e loro componenti - Impianti assemblati su specifica - Parte 3: Metodi di prova della prestazione per serbatoi di stoccaggio degli scaldacqua solari;
- UNI EN 12977-4/2018 Impianti solari termici e loro componenti - Impianti assemblati su specifica - Parte 4: Metodi di prova per le prestazioni di accumuli solari combinati;
- UNI EN 12977-5/2018 Impianti solari termici e loro componenti - Impianti assemblati su specifica - Parte 5: Metodi di prova della prestazione per sistemi di regolazione;
- UNI 8199/2016 - Acustica in edilizia - Collaudo acustico di impianti a servizio di unità immobiliari - Linee guida contrattuali e modalità di misurazione all'interno degli ambienti serviti;
- UNI 5364/76 – Impianti di riscaldamento ad acqua calda. Regole per la presentazione dell'offerta e per il collaudo;
- UNI 9511/89 - Disegni tecnici - Rappresentazione delle installazioni, segni grafici per impianti di condizionamento dell'aria, riscaldamento, ventilazione, idrosanitari, gas per uso domestico.

15.2. UNI - Sistemi Di Ventilazione E Condizionamento

- UNI 10339/95 – Impianti aeraulici a fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura;
- UNI EN 16798-3/2018 - Prestazione energetica degli edifici - Ventilazione per gli edifici - Parte 3: Per gli edifici non residenziali - Requisiti prestazionali per i sistemi di ventilazione e di condizionamento degli ambienti (Moduli M5-1, M5-4);
- UNI EN 15251/2008 – Criteri per la progettazione dell'ambiente interno e per la valutazione della prestazione energetica degli edifici, in relazione alla qualità dell'aria interna, all'ambiente termico, all'illuminazione e all'acustica;
- UNI 11169/2006 – Impianti di climatizzazione degli edifici - Impianti aeraulici ai fini di benessere - Procedure per il collaudo;
- UNI EN 1505/2000 - Ventilazione negli edifici - Condotte metalliche e raccordi a sezione rettangolare – Dimensioni;
- UNI EN 1507/2008 - Ventilazione degli edifici - Condotte rettangolari di lamiera metallica - Requisiti di resistenza e di tenuta;
- UNI EN 1506/2008 - Ventilazione degli edifici - Condotte di lamiera metallica e raccordi a sezione circolare - Dimensioni;
- UNI EN 13180/2004 - Ventilazione degli edifici - Rete delle condotte - Dimensioni e requisiti meccanici per le condotte flessibili;
- UNI ENV 12097/2007 – Ventilazione negli edifici – Rete delle condotte – Requisiti relativi ai componenti atti a facilitare la manutenzione delle reti delle condotte;
- UNI EN 1822 -1/2/3/4/5 – 2010 - Filtri per l'aria ad alta efficienza (EPA, HEPA e ULPA);
- UNI EN 779/2012 – Filtri d'aria antipolvere per ventilazione generale - Determinazione della prestazione di filtrazione;
- UNI EN 378/2017-1/2/3/4 – Impianti di refrigerazione e pompe di calore. Requisiti di sicurezza ed ambientali;
- UNI EN 14511/2018 – 1/2/3/4 – - Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti e refrigeratori per cicli di processo con compressore elettrico;
- UNI 8199/2016 - Acustica in edilizia - Collaudo acustico di impianti a servizio di unità immobiliari - Linee guida contrattuali e modalità di misurazione all'interno degli ambienti serviti;
- UNI EN ISO 11820/1999 – Acustica – Misurazioni su silenziatori in sito;

- UNI ENV 12102/2018 Condizionatori d'aria, refrigeratori di liquido, pompe di calore, raffreddatori di processo e deumidificatori con compressori azionati elettricamente - Determinazione del livello di potenza sonora;

15.3. UNI - Impianti Idrosanitari

- UNI 9182/2014 (e s.m.i.) - Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Criteri di progettazione, collaudo e gestione;
- UNI EN 806 - 2008/2010/2012 – 1/2/3/4/5 - Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano;
- UNI/TS 11445/2012 – Impianti per la raccolta e l'utilizzo dell'acqua piovana per usi diversi dal consumo umano;
- UNI EN 13443-1/2, 2007 – Filtri meccanici nel trattamento domestico dell'acqua potabile;
- UNI 14652/2007 – Attrezzature per il condizionamento dell'acqua all'interno degli edifici - Dispositivi di separazione a membrana - Requisiti di prestazione, di sicurezza e di prova;
- UNI 8065/1989 – Trattamento dell'acqua negli impianti termici ad uso civile.
- UNI 8349/1982 – Contatori per acqua calda per uso sanitario. Prescrizioni e prove;
- UNI EN 12729/2003 Dispositivi per la prevenzione dell'inquinamento da riflusso dell'acqua potabile - Disconnettori controllabili con zona a pressione ridotta - Famiglia B - Tipo A;
- UNI EN 1111/2017 - Rubinetteria sanitaria - Miscelatori termostatici (PN 10) - Specifiche tecniche generali;
- UNI EN 1112/2008 – Rubinetteria sanitaria - Dispositivi uscita doccia per rubinetteria sanitaria per sistemi di adduzione acqua di tipo 1 e 2 - Specifiche tecniche generali;
- UNI EN 1113/2015 – Rubinetteria sanitaria - Flessibili doccia per rubinetteria sanitaria per sistemi di adduzione acqua di tipo 1 e 2 - Specifiche tecniche generali;
- UNI EN 200/2008– Rubinetteria sanitaria - Rubinetti singoli e miscelatori per sistemi di adduzione acqua di tipo 1 e 2 - Specifiche tecniche generali;
- UNI EN 274 -1/2/3, 2004 Dispositivi di scarico per apparecchi sanitari – Requisiti – Metodi di prova Controllo qualità;
- UNI EN 997 / 2015 - Apparecchi sanitari - Vasi indipendenti e vasi abbinati a cassetta, con sifone integrato.

15.4. UNI - Impianti Di Scarico

- UNI 12056/2001-1: Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Requisiti generali e prestazioni;

- UNI 12056/2001 2: Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo;
- UNI 12056/2001-3: Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo;
- UNI 12056/2001-4: Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Stazioni di pompaggio di acque reflue - Progettazione e calcolo;
- UNI 12056/2001-5: Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Installazione e prove, istruzioni per l'esercizio, la manutenzione e l'uso;
- UNI EN 752/2017 - Connessioni di scarico e collettori di fognatura all'esterno degli edifici. - Gestione del sistema di fognatura
- UNI EN 858/2005-1 – Impianti di separazione per liquidi leggeri - Parte 1: Principi di progettazione, prestazione e prove sul prodotto, marcatura e controllo qualità

15.5. UNI - Impianti Gas metano

- UNI 11528-2014 – Impianti a gas di portata termica maggiore di 35 kW – Progettazione, installazione e messa in servizio

16. NORMATIVE DI RIFERIMENTO IMPIANTI ELEVAZIONE VERTICALE

- Direttiva Europea 2014/33/UE
- Requisiti della nuova norma EN81-20
- Norme sulla compatibilità elettromagnetica (UNI EN12015:2005 e UNI EN12016:2005 ai sensi Direttiva 2014/30/UE
- Direttiva Europea 95/16/CE e D.M. 236 (Legge 13) e s.m.i.

Il sopra indicato elenco non esime, peraltro, l'Appaltatore, dalla completa conoscenza ed applicazione di tutta la normativa esistente.