

**COMUNE DI PIACENZA**

**NUOVO POLO BIBLIOTECARIO  
VIALE DANTE**

**Viale Dante Alighieri n.46,  
Piacenza**

**Intervento cofinanziato dalla Regione Emilia-Romagna  
con Fondi ATUSS - PR FESR EMILIA-ROMAGNA 2021-2027**

**Priorità 4 Attrattività, coesione e sviluppo territoriale**

**Obiettivo Specifico 5.1 Promuovere lo sviluppo sociale, economico e  
ambientale integrato e inclusivo a livello locale, la cultura, il patrimonio  
naturale, il turismo sostenibile e la sicurezza nelle aree urbane**

**Azione 5.1.1 Attuazione delle Agende Trasformative Urbane per lo Sviluppo  
Sostenibile (ATUSS)**

**PROGETTO ESECUTIVO  
(art.33 e 36. DPR n.207/2010)**

**CUP: E33D21004310005**

---

**RELAZIONE CALCOLO IMPIANTI MECCANICI**

---

**COMMITTENTE:**

**COMUNE DI PIACENZA**

**Settore Sviluppo del Patrimonio - Servizio Lavori Pubblici**

**Piazza Cavalli n.2, 29121 Piacenza (PC)**

**Dirigente del Settore: ING. ENRICO MARI**

**RUP: ING. GIOVANNI CARINI**

**PROGETTISTA:**

**ING. STEFANO TASSI**

**Via Pisaroni n.14, 29121 Piacenza (PC)**



**PROGETTO ESECUTIV  
NUOVO POLO BIBLIOTECARIO  
VIALE DANTE**

**ELABORATO  
IMP R04**

**Data: 09/10/2023**

# S O M M A R I O

<b>1. DIMENSIONAMENTO IMPIANTI DI RISCALDAMENTO/CLIMATIZZAZIONE</b>	<b>3</b>
<b>1.1 Dispersioni invernali e carichi estivi</b>	<b>3</b>
<b>1.2 Valutazione del ricambio d'aria dei locali</b>	<b>4</b>
<b>1.3 Dimensionamento impianti zona open space e uffici</b>	<b>4</b>
• Dimensionamento impianti zona WC	5
<b>2. DIMENSIONAMENTO DELLE RETI IDRAULICHE</b>	<b>6</b>
<b>3. DIMENSIONAMENTO DELLE RETI AD ESPANSIONE DIRETTA</b>	<b>8</b>
<b>4. DIMENSIONAMENTO RETI AEREAULICHE</b>	<b>10</b>
<b>4.1 Dimensionamento canalizzazione di distribuzione aria</b>	<b>11</b>
<b>4.2 Dimensionamento delle unità terminali di distribuzione dell'aria</b>	<b>12</b>
<b>5. DIMENSIONAMENTO IMPIANTO IDRICO SANITARIO</b>	<b>15</b>
<b>1.1 Dati generali di dimensionamento adottati</b>	<b>15</b>
<b>1.2 Dimensionamento tubazioni acqua sanitaria</b>	<b>24</b>
<b>1.3 Dimensionamento accumulo acqua calda sanitaria</b>	<b>25</b>
<b>1.4 Dimensionamento rete di ricircolo</b>	<b>27</b>
<b>6. DIMENSIONAMENTO RETE DI SCARICO ACQUE NERE</b>	<b>28</b>

## 1. Dimensionamento impianti di riscaldamento/climatizzazione

### 1.1 Dispersioni invernali e carichi estivi

Prendendo come riferimento i dati di base riportati nella Relazione Specialistica, si è proceduto a calcolare le dispersioni termiche invernali dei singoli ambienti, le rientrate di calore ed i carichi endogeni in regime estivo, e quindi i fabbisogni di energia termica e frigorifera richiesti all'impianto nelle diverse stagioni ottenendo i risultati sotto elencati.

Si riportano di seguito i risultati riepilogativi dei calcoli effettuati nel caso peggiore considerando un margine del 20%.

<b>Rientrate termiche estive totali</b>	<b>35.080 W</b>
---	-----------------

Si utilizza un'unità esterna con potenza frigorifera di 50 kW, abbinata alle seguenti unità interne:

- n.3 ventilanti ad alta prevalenza da 18 kW
- n.2 ventilconvettori da 2.5 kW
- n.2 recuperatori con batteria da 5.5 kW

Per i servizi igienici si utilizzano in fase invernale n. 1 scaldasalviette elettrici da 500 W.

## 1.2 Valutazione del ricambio d'aria dei locali

Si effettua una verifica del ricambio d'aria dei locali, in modo da controllare il rispetto delle prescrizioni normative.

Tabella secondo la norma tecnica UNI 10339 (Prospetto III)								
Caratteristiche dei locali			Tipologia di ricambi		Richieste normative			Controllo
Zona	Superficie	Volume	Portata aria (ventil.)	A.E. utile (nota 1)	N°pers. (nota 2)	RLI (20mc/h/pp)	UNI 19.8 mc/h/pp	Requisiti rispettati?
	m2	m3	mc/h	mc/h	n	mc/h	mc/h	
Biblioteca	244	1192	9.360	1600	75	1.500	1.485	SI
<p>Nota 1: A.E. utile = aria esterna da recuperatore di calore</p> <p>Nota 2: Gli uffici vengono considerati insieme all'open space sala polivalente/ingresso, gli altri locali non prevedono affollamento continuativo</p>								

Si decidono di utilizzare per il ricambio aria le seguenti macchine:

- n.2 recuperatori con portata 800 mc/h cadauno

## 1.3 Dimensionamento impianti zona open space e uffici

La portata d'aria da immettere in ambiente per neutralizzare i carichi è stata calcolata per le condizioni più gravose di funzionamento dell'impianto, cioè nel caso di massimo carico in regime estivo.

E' previsto l'utilizzo di ventilconvettori e ventilanti con recuperatori di calore con batteria per il ricambio aria.

- **Dimensionamento impianti zona WC**

Per la zona WC è previsto l'utilizzo di radiatori elettrici.

Per mantenere la zona in depressione ed evitare la diffusione di odori, è previsto un sistema di estrazione collegato ad un estrattore in linea che garantisca gli 8 volumi/ora.

## 2. Dimensionamento delle reti idrauliche

Nella valutazione delle perdite continue per attrito si è utilizzata la formula di Darcy, e precisamente:

$$Y = \beta \frac{Q^2}{D^5} L$$

Dove:

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
Y	perdita di carico continua complessiva per il tratto di condotta considerato	m.c.a.
b	coefficiente numerico	
Q	portata di calcolo	mc/h
D	diametro della condotta	mt
L	lunghezza della condotta	mt

Il coefficiente b è stato calcolato, utilizzando la formula empirica elaborata dallo stesso Darcy, valida per l'acqua:

$$\beta = 0,00164 \frac{0,000042}{D}$$

Le perdite di carico accidentali, sono state valutate come percentuale in incremento del valore delle perdite di carico continue o con l'utilizzo del relativo valore di Kv, come riportato nell'allegato per il calcolo delle prevalenze dei gruppi di pompaggio.

Una volta ottenuta la perdita di carico totale alla massima portata per il circuito più sfavorito, si è proceduto al ricalcolo della perdita a portate parziali, per poter costruire la curva dell'impianto.

Determinate le perdite di carico nella sottocentrale, nelle reti primarie e nelle rete secondarie più penalizzate è stato possibile individuare le caratteristiche tecniche che i gruppi di pompaggio devono soddisfare.

Il dimensionamento delle tubazioni è stato effettuato in funzione del rispetto dei seguenti parametri:

- velocità dell'acqua compresa tra 0,5 e 2 m/sec
- perdite di carico continue comprese tra 10 e 30 mm c.a./m.

Per il calcolo delle perdite di carico lungo la rete sono state determinate in varie sezioni le velocità e le relative perdite di carico unitarie mantenendo comunque la velocità dell'acqua entro i valori precedentemente riportati.

Nella installazione delle tubazioni occorre fare attenzione alla compensazione delle dilatazioni termiche nei circuiti; non sono stati previsti giunti di dilatazione, sarà quindi cura dell'impresa installatrice eseguire gli opportuni loop di compensazione qualora se ne riscontrasse la necessità in funzione dell'effettivo percorso delle tubazioni.

L'acqua calda sanitaria sarà erogata alle utenze a 48°C (+/-2°C) ad eccezione del periodo per lo shock termico.

La rete idrico sanitaria sarà coibentata in modo da garantire l'erogazione con salto termico massimo di 2°C tra il punto di produzione e l'utenza.

La quantità massima ammissibile di acqua fuoriuscente dai rubinetti prima che l'acqua calda venga erogata alle condizioni prescritte è di 1,5 litri.

Per quanto concerne gli impianti di distribuzione idrico sanitaria si riportano le seguenti velocità massime di riferimento:

<b>Diametro tubazione idrico sanitaria</b>	<b>Velocità massima m/s</b>
Sino a diametro ½"	0,7
Da ½" a 1" compreso	1,0
Da 1" a 1"1/2 compreso	1,5
Diametro 2"	2,0
Oltre	2,5

### **3. Dimensionamento delle reti ad espansione diretta**

La tipologia impiantistica scelta per la climatizzazione è un impianto ad espansione diretta in pompa di calore. L'impianto sarà gestito da un comando in grado di programmare il funzionamento settimanale e giornaliero e di regolare la temperatura interna del locale, la portata dell'aria e la modalità di funzionamento.

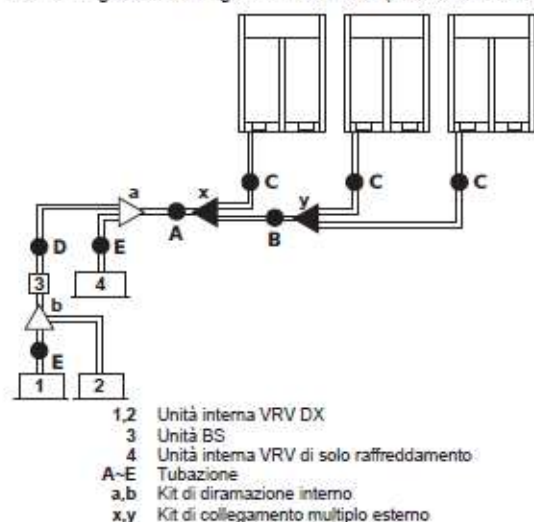
L'unità esterna sarà posizionata all'esterno nella zona retro fabbricato in modo da non arrecare disturbo al pubblico né al vicinato, e al contempo essere facilmente accessibile per le manutenzioni.

Le tubazioni saranno in rame preisolate idonee per impianti ad espansione diretta posate sottotraccia e nell'intercapedine della muratura, dei diametri in base alla tabella sottostante.



## Per selezionare le misure delle tubazioni

Determinare le dimensioni appropriate facendo riferimento alle tabelle seguenti e alla figura di riferimento (solo come indicazione).



## A, B, C: Tubazioni tra l'unità esterna e il (primo) kit di diramazione del refrigerante

Scegliere dalla seguente tabella in base al tipo di capacità totale dell'unità esterna, collegata a valle.

Tipo di capacità dell'unità esterna (HP)	Dimensioni del diametro esterno delle tubazioni (mm)		
	Tubo del liquido	Tubo del gas di aspirazione	Tubo del gas di alta pressione/bassa pressione
5~8	9,5	19,1	15,9
10	9,5	22,2	19,1
12	12,7	28,6	19,1
14~16	12,7	28,6	22,2
18	15,9	28,6	22,2
20~22	15,9	28,6	28,6
24	15,9	34,9	28,6
26~34	19,1	34,9	28,6
36	19,1	41,3	28,6
38~54	19,1	41,3	34,9

## D: Tubazione tra i kit di diramazione del refrigerante o il kit di diramazione del refrigerante e l'unità BS

Scegliere dalla seguente tabella in base al tipo di capacità totale dell'unità interna, collegata a valle. Evitare che le tubazioni di collegamento superino le dimensioni delle tubazioni del refrigerante scelte in base al nome del modello del sistema generale.

Indice di capacità dell'unità interna	Dimensioni del diametro esterno delle tubazioni (mm)		
	Tubo del liquido	Tubo del gas di aspirazione	Tubo del gas di alta pressione/bassa pressione
<150	9,5	15,9	12,7
150≤x<200		19,1	15,9
200≤x<290		22,2	19,1
290≤x<420	12,7	28,6	28,6
420≤x<640	15,9		
640≤x<920	19,1		
≥920		41,3	

### Esempio:

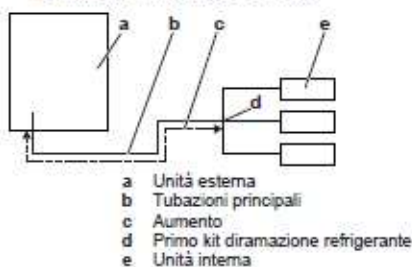
- Capacità a valle per E=indice di capacità dell'unità 1
- Capacità a valle per D=indice di capacità dell'unità 1+indice di capacità dell'unità 2

## E: Tubazioni tra il kit di diramazione del refrigerante o l'unità BS e l'unità interna

Le dimensioni del tubo per il collegamento diretto all'unità interna devono essere le stesse utilizzate per il collegamento dell'unità interna (se l'unità interna è interna o Hydrobox VRV DX).

Indice di capacità dell'unità interna	Dimensioni del diametro esterno delle tubazioni (mm)	
	Tubo del gas	Tubo del liquido
15~50	12,7	6,4
63~140	15,9	9,5
200	19,1	
250	22,2	

- Se è richiesto un aumento delle dimensioni dei tubi, fare riferimento alla tabella di seguito.



Aumento	
Classe HP	Diametro esterno delle tubazioni del liquido (mm)
5~8	9,5 → 12,7
10	
12+14	12,7 → 15,9
16	
18~22	15,9 → 19,1
24	

## 4. Dimensionamento reti aerauliche

Le scelte adottate nel dimensionamento delle condotte dell'aria tengono in considerazione oltre alle velocità e le perdite di carico, necessarie per il dimensionamento delle apparecchiature quali ventilatori, cassette, diffusori, serrande ecc., anche gli spazi dedicati al passaggio degli impianti nonché la rumorosità generata e trasmessa, lo scambio termico con le varie batterie e le fughe d'aria nei percorsi.

Sono oggetto di calcolo le seguenti reti:

1. Rete di mandata aria
2. Rete di ripresa aria

I calcoli delle reti saranno eseguite con il metodo di perdita di carico costante.

Le formule usate per i calcoli sono :

Recupero della pressione statica

$$\Delta p_r = R \left[ \frac{\rho V_1^2}{2g} - \frac{\rho V_2^2}{2g} \right] \text{ (Pa)}$$

dove:

R – coefficiente adimensionale di recupero della statico compresa tra 0.5 e 0.95.

$V_x$  – velocità dell'aria tra due giunzioni in m/s

$\rho$  - densità dell'aria alla temperatura di 20°C in kg/m<sup>3</sup>

$\Delta p_r$  – pressione statico recuperato tra due giunzioni in Pa

Perdita di carico costante

$$\Delta p_f = f \left( 1.000 \frac{L}{D} \right) \frac{\rho V^2}{2g}$$

dove:

f – coefficiente adimensionale di perdita per attrito.

L – Lunghezza della condotta considerata in metri

D – diametro idraulico della condotta in mm.

V – velocità dell'aria nella condotta in m/s

$\rho$  - densità dell'aria alla temperatura di 20°C in kg/m<sup>3</sup>

$\Delta p_f$  – perdita di carico nella condotta in Pa

Il calcolo del coefficiente  $f$  può essere eseguito con diverse formule e dipende dal tipo di condotta usate, dal regime stabilito nella condotta ecc. Nel per i calcoli che seguono sono stati usati questi criteri:

$$f = 0.11 \left( \frac{\varepsilon}{D_h} + \frac{68}{Re} \right)^{0.25}$$

dove:

$\varepsilon$  - rugosità della condotta assunta pari a 0.09 per lamiera d'acciaio zincato in mm

$D_h$  - diametro idraulico della condotta in mm

$Re$  - il numero di Reynolds pari a  $66.4 \times D_h \times V$  per aria in condizioni standard

Se il coefficiente calcolato risulta inferiore a 0,018 esso viene corretto secondo la formula

$$f' = 0.85 f + 0.0028$$

Le perdite di carico localizzate (perdite dinamiche):

$$\Delta p_l = C \frac{\rho V^2}{2g}$$

dove  $C$  è il coefficiente dimensionale che dipende dal tipo di pezzo speciale usato. Tale coefficiente è stato desunto dalle tabelle ASHRAE per i componenti considerati.

#### **4.1 Dimensionamento canalizzazione di distribuzione aria**

Per la distribuzione dell'aria sono previsti sistemi di canalizzazioni in alluminio flessibile coibentato a bassa pressione nei tratti sopra la zona servizi ed in acciaio zincato microforato nelle zone con il canale a vista.

Il dimensionamento dei canali è stato eseguito (con il metodo "a perdite di carico costante") per non superare le seguenti velocità:

- presa aria esterna 2,5 m/sec
- griglia di espulsione aria 2,5 m/sec
- bocca premente ventilatore 6,5÷9 m/sec
- canali principali bassa pressione 4,5÷6,5 m/sec
- canali secondari bassa pressione 3,5÷5,5 m/sec
- canali principali media pressione 8÷13 m/sec
- canali secondari media pressione 5÷19 m/sec

Velocità dell'aria attraverso le batterie

Le batterie di scambio termico delle unità di trattamento aria sono state dimensionate per le seguenti velocità di attraversamento:

- batterie di riscaldamento  $\leq 2,5$  m/sec
- batterie di raffreddamento  $\leq 2,5$  m/sec

## 4.2 Dimensionamento delle unità terminali di distribuzione dell'aria

Per ciascun locale (e/o ambiente) il numero delle unità terminali (bocchette e/o diffusori) e le relative caratteristiche sono state dimensionate in funzione dei seguenti parametri:

- velocità di immissione: 2,5-3,8 m/sec;
- perdite di carico massimo al terminale:  $\leq 1$  mm c.a.;
- livello di rumorosità secondo Norme ISO NR  $\leq 30$
- gittata o raggio di diffusione (in corrispondenza di una velocità pari a 0,25 m/sec): circa 0,75 per lunghezza dell'ambiente;
- velocità massima dell'aria nella zona occupata:  $\leq 0,15$  m/sec;
- gradiente di temperatura (massimi)

Terminale di immissione    Regime di riscaldamento    Regime di raffreddamento

Canale microforato

8-11°C

≤ 10

- gradiente di temperatura massimo nella zona occupata (altezza 1,8 m):

a) regime di riscaldamento > 1,8°C

b) regime di raffreddamento 0,5 - 1°C

- velocità frontali massime dell'aria attraverso i terminali di ripresa (bocchette):

a) terminali posizionati fuori (sopra) alla zona occupata: 3÷4 m/sec

b) terminali posizionati nella zona occupata: 1-1,5 m/sec

c) griglia di transito sottoporta: 1-1,5 m/sec

- velocità di immissione aria in ambienti con terminali dotati di filtri

assoluti a flusso laminare ≤ 0,5 m/sec

Nelle pagine che seguono è esposto il calcolo eseguito per determinare la perdita di carico dei circuiti aeraulici.

Il risultato del calcolo ha consentito di fissare cautelativamente la prevalenza statica utile dei ventilatori di mandata. Tale valore dovrà essere accuratamente verificato a cura dell'appaltatore dopo la selezione delle apparecchiature di centrale, degli accessori di distribuzione e dei terminali di diffusione dell'aria.

Tutti i canali per la distribuzione dell'aria sono in lamiera di acciaio zincato a caldo (Sendzimir lock-forming quality) di prima scelta, con spessore minimo di zinco corrispondente al tipo Z 200 secondo norme UNI 5753- 84. Gli spessori minimi delle lamiere sono uniformi e come sotto indicati.

Per le dimensioni dei canali e delle bocchette adottati si rimanda alla tavola corrispondente.

DIMENS. LATO MAGGIORE DEL

ACCIAIO ZINCATO

RETTANGOLO

- fino a 350 mm

- da 360 a 750 mm	SPESSORE MINIMO LAMIERA PRIMA
- da 760 a 1200 mm	DELLA ZINCATURA
- oltre 1200 mm	
	6/10 mm
Giunzioni:	8/10 mm
	10/10 mm
DIMENS. LATO MAGGIORE CANALE	12/10 mm
fino a 350 mm	
da 360 a 750 mm	
da 750 a 1200 mm	
da 1210 a 2000 mm	GIUNZIONI TIPO
oltre 2000 mm	a baionetta o flangia, ogni 2 m max
	a flangia con angolari ogni 1.5 m max a
	flangia con angolari ogni 1.5 m max a
	flangia con angolari ogni 1.5 m max
	a flangia con angolari ogni 1 m max e
	rinforzo a metà lunghezza

## 5. Dimensionamento impianto idrico sanitario

### 1.1 Dati generali di dimensionamento adottati

L'impianto di distribuzione Acqua Sanitaria è stato dimensionato seguendo le vigenti norme UNI con particolare riferimento al progetto di norma prEN 806-03.

Il dimensionamento della rete di distribuzione d'acqua deve necessariamente partire dalla conoscenza della Portata Massima Contemporanea: cioè del valore massimo della portata contemporaneamente disponibile per tutte le utenze servite da una distribuzione durante tutta la durata del periodo di punta.

Per poter dimensionare queste reti, esamineremo:

- le portate minime che devono essere assicurate ad ogni apparecchio sanitario;
- le portate che devono essere assicurate ad ogni tronco di rete;
- le pressioni necessarie per poter assicurare tali portate;
- le velocità massime con cui l'acqua può fluire nei tubi senza causare rumori e vibrazioni;
- i criteri generali per determinare il diametro dei tubi.

Le Portate Nominali dette anche portate totali  $G_t$  [l/s] sono le portate minime che devono essere assicurate ad ogni rubinetto ed apparecchio sanitario. La tabella seguente elenca le portate nominali degli apparecchi sanitari normali e le pressioni minime che devono essere assicurate a monte degli stessi.

Le Portate di Progetto  $G_{pr}$  [l/s] sono dette anche portate di punta o portate probabili massime e sono le portate in base alle quali vanno dimensionati i tubi.

Per la determinazione di tali portate si considerano cinque diagrammi derivati dal progetto di norma Europea prEN 806-03 per tutti i tipi di utenza previsti dalle norme stesse, vale a dire:

Abitazioni private singole e collettive,

Edifici per uffici e simili,

---



Alberghi e Ristoranti,

Ospedali e cliniche,

Scuole e centri sportivi.

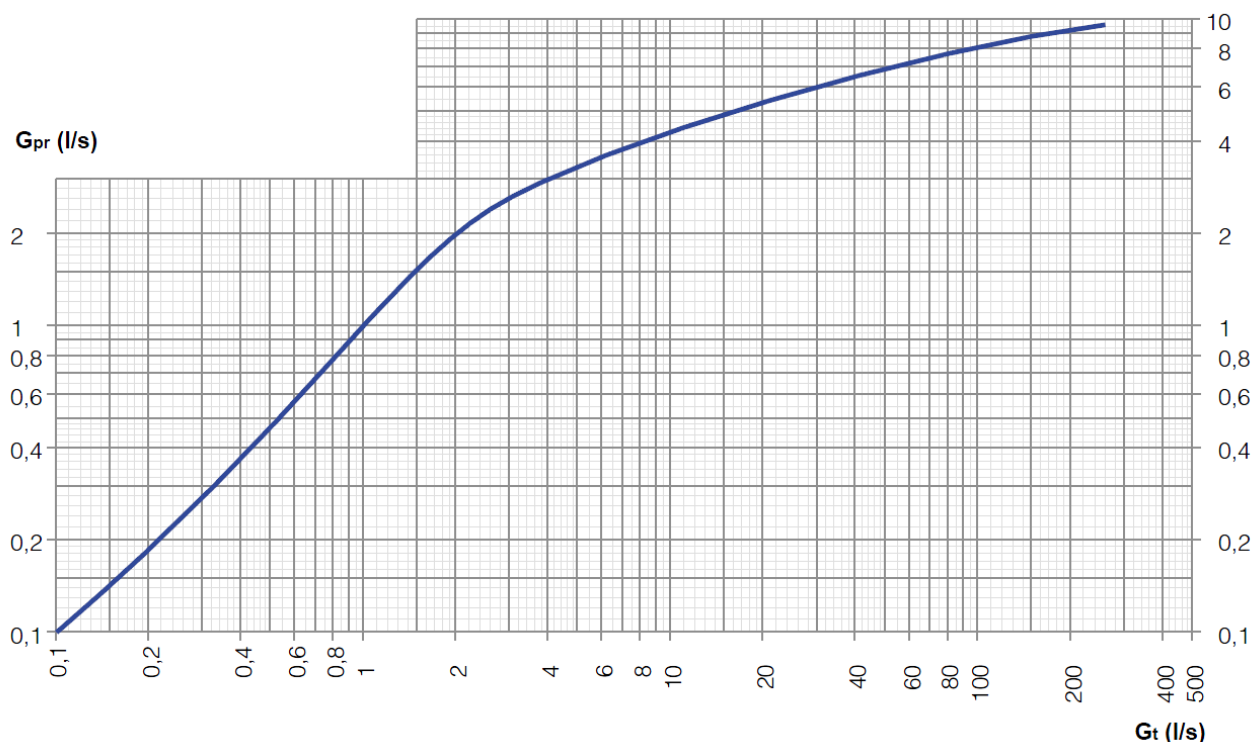
Nel caso specifico ci si riferisce al diagramma "Edifici per uffici e simili" e il diagramma di riferimento è quello rappresentato nella pagina seguente.

Tab.1

Apparecchi	Acqua fredda	Acqua calda	Press. Minima
	l/s	l/s	m.c.a.
Lavabo	0,1	0,1	5
bidet	0,1	0,1	5
Vaso a cassetta	0,1		5
Vaso con passo rapido	1,5		15
Paso con flussometro	1,5		15
Vasca da bagno	0,2	0,2	5
Doccia	0,15	0,15	5
Lavello da cucina	0,2	0,2	5
Lavabiancheria	0,1		5
Lavastoviglie	0,2		5
Orinatoio comandato	0,1		5
Orinatoio continuo	0,05		5



## Edifici per uffici e simili



I diagrammi consentono di ricavare le portate di progetto in relazione alla portata totale degli apparecchi e al tipo di edificio da servire.

Sulla base delle considerazioni che precedono si calcolano le Portate Nominali  $G_t$  dei diversi servizi igienici attraverso la Tab. 1. Le Portate Nominali  $G_t$  rappresentano quindi il carico di ogni singola utenza sulla rete di adduzione.

Il dimensionamento delle reti interne dei singoli bagni si basa sull'uso delle tabelle seguenti che consentono di dimensionare il diametro dei tubi solo in base alle portate totali ( $G_t$ ). Si tratta di un metodo approssimato in quanto non considera il carico unitario disponibile ( $J$ ) e la temperatura dell'acqua. E tuttavia un metodo pratico che porta a risultati sostanzialmente in accordo con quelli delle norme DVGW e DTU.

### Tubi di acciaio

$G_t$	l/s	0,6	1,6	4
De	pollici	1/2"	3/4"	1"
Di	mm	16,3	21,7	27,4



#### Tubi di rame

Gt	l/s	0,4	1	1,6
De	mm	14	18	22
Di	mm	12	16	20

#### Tubi di PEX

Gt	l/s	0,4	0,8	1,6
De	mm	16	20	25
Di	mm	11,6	14,4	18

#### Tubi di PPR

Gt	l/s	1,6	1,3	3,1
De	mm	20	25	32
Di	mm	13,2	16,6	21,2

#### Tubi di multistrato

Gt	l/s	0,4	0,7	2
De	mm	16	20	26
Di	mm	11,5	15	20

Nel caso specifico, avendo optato per l'installazione di tubazione multistrato si applica la tabella relativa, ottenendo i dimensionamenti rappresentati nelle tavole grafiche.

Per dimensionare le tubazioni di adduzione principali e secondari comunque al di fuori del singolo servizio si applica la metodologia generale proposta dal prEN 806-03.

Si fa riferimento alle Tab. 9 e Tab.10 che consentono di determinare il diametro dei tubi in funzione di tre parametri:



- la portata di progetto (  $G_{pr}$  ),
- il carico lineare unitario disponibile (  $J$  ),
- la temperatura dell'acqua.

Le stesse tabelle consentono inoltre di verificare se il diametro scelto comporta o meno una velocità accettabile. Se la velocità è troppo elevata si dovrà scegliere un diametro maggiore, cioè un diametro che (a pari portata) consente una velocità più bassa.



Tab. 2 - ACQUA FREDDA

Portate massime in relazione al carico lineare unitario disponibile (J)

De (pollici) Di (mm)	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	101,6	108
	21,7	27,4	36,1	42	53,1	68,7	80,6	94,4	100,8
J (mm c.a./m)	G (l/s) v (m/s)								
20	0,18 0,48	0,33 0,57	0,69 0,68	1,04 0,76	1,95 0,89	3,88 1,06	5,95 1,18	9,09 1,31	10,83 1,37
30	0,22 0,60	0,14 0,70	0,86 0,85	1,29 0,94	2,42 1,10	4,82 1,31	7,39 1,46	11,29 1,63	13,46 1,70
40	0,26 0,70	0,48 0,82	1,00 0,99	1,50 1,09	2,82 1,28	5,62 1,53	8,62 1,70	13,16 1,90	15,69 1,98
50	0,29 0,79	0,54 0,92	1,13 1,11	1,69 1,23	3,17 1,45	6,33 1,72	9,71 1,92	14,83 2,14	17,68 2,23
60	0,32 0,87	0,59 1,02	1,24 1,23	1,87 1,36	3,50 1,59	6,98 1,90	10,71 2,12	16,35 2,36	19,49 2,46
70	0,35 0,94	0,65 1,10	1,35 1,33	2,03 1,48	3,80 1,73	7,58 2,06	11,63 2,30	17,76 2,56	21,17 2,68
80	0,37 1,01	0,69 1,19	1,45 1,43	2,18 1,59	4,08 1,86	8,14 2,21	12,49 2,47	19,07 2,75	22,73 2,87
90	0,40 1,08	0,74 1,26	1,55 1,52	2,32 1,69	4,35 1,98	8,67 2,36	13,30 2,63	20,31 2,93	24,21 3,06
100	0,42 1,14	0,78 1,34	1,64 1,61	2,45 1,79	4,60 2,09	9,17 2,50	14,07 2,78	21,49 3,10	25,62 3,24
110	0,44 1,20	0,82 1,41	1,72 1,70	2,58 1,88	4,84 2,20	9,65 2,63	14,81 2,93	22,61 3,26	26,95 3,41

Tab. 3 - ACQUA CALDA

Portate massime in relazione al carico lineare unitario disponibile (J)

De (pollici) Di (mm)	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	101,6	108
	21,7	27,4	36,1	42	53,1	68,7	80,6	94,4	100,8
J (mm c.a./m)	G (l/s) v (m/s)								
20	0,19 0,52	0,35 0,60	0,74 0,73	1,11 0,81	2,08 0,95	4,15 1,13	6,37 1,26	9,72 1,40	11,59 1,46
30	0,24 0,64	0,44 0,75	0,92 0,91	1,38 1,00	2,58 1,18	5,15 1,40	7,91 1,56	12,07 1,74	14,39 1,82
40	0,27 0,75	0,51 0,88	1,07 1,06	1,61 1,17	3,01 1,37	6,01 1,64	9,22 1,82	14,08 2,03	16,79 2,12
50	0,31 0,84	0,58 0,99	1,21 1,19	1,81 1,32	3,40 1,55	6,77 1,84	10,39 2,05	15,87 2,29	18,92 2,39
60	0,34 0,93	0,64 1,09	1,33 1,31	2,00 1,45	3,74 1,71	7,47 2,03	11,45 2,26	17,49 2,52	20,85 2,64
70	0,37 1,01	0,69 1,18	1,45 1,42	2,17 1,58	4,07 1,85	8,11 2,21	12,44 2,46	19,00 2,74	22,65 2,86
80	0,40 1,08	0,74 1,27	1,55 1,53	2,33 1,70	4,37 1,99	8,71 2,37	13,36 2,64	20,40 2,94	24,32 3,07
90	0,42 1,15	0,79 1,35	1,65 1,63	2,48 1,81	4,65 2,12	9,27 2,52	14,23 2,81	21,73 3,13	25,90 3,27
100	0,45 1,22	0,84 1,43	1,75 1,72	2,63 1,91	4,92 2,24	9,81 2,67	15,05 2,98	22,99 3,31	27,40 3,46
110	0,47 1,28	0,88 1,50	1,84 1,81	2,76 2,01	5,18 2,36	10,32 2,81	15,84 3,13	24,19 3,49	28,84 3,64



Per dimensionare le tubazioni occorre considerare la Pressione Richiesta che è la pressione necessaria per vincere le resistenze distribuite e il dislivello fra l'origine della rete e l'apparecchio più sfavorito. Questa pressione, è bene evitare che a monte dei rubinetti sia superiore ai 50 m c.a..

Considerato che l'impianto di distribuzione idrica comprende elementi a elevata perdita concentrata, quali l'eventuale addolcitore, il filtro autopulente e il contatore, si valuta che la pressione disponibile effettiva sia inferiore a 40 m c.a.; questo garantisce che non si avranno pressioni eccessive all'erogazione dei servizi igienici.

Le perdite di carico indotte dai principali componenti dell'impianto sono valutate di seguito:

Contatore	8 m c.a.
Filtro autopulente	2 m c.a.
Addolcitore	8 m c.a.
Miscelatore termost.	4 m c.a.

Il Carico Lineare Totale [H<sub>lin</sub>] è il carico che può essere speso per vincere le perdite di carico lineari lungo la rete. Si calcola sottraendo alla pressione disponibile (P<sub>disp</sub>) le pressioni che servono per:

- vincere il dislivello fra l'origine della rete e l'apparecchio più sfavorito (H<sub>app</sub>);
- assicurare la pressione minima richiesta a monte dell'apparecchio più sfavorito (P<sub>min</sub>);
- far fronte alle perdite di carico dovute ai principali componenti dell'impianto (H<sub>comp</sub>);
- compensare le perdite di carico dovute a valvole, curve e pezzi speciali (H<sub>loc</sub>).

Considerando che queste ultime perdite sono mediamente uguali al 40% di quelle lineari, quanto sopra esposto può essere espresso con la formula:

$$H_{lin} = (P_{disp} - H_{app} - P_{min} - H_{comp}) * 0,7$$

dove i vari simboli rappresentano grandezze espresse in metri di colonna d'acqua (m c.a.).



Si assume:

$P_{disp} = 30 \text{ m c.a.}$

$H_{app} = 9 \text{ m c.a.}$

$P_{min} = 5 \text{ m c.a.}$

$H_{comp} = 12 \text{ m c.a.}$

Si calcola:

$H_{lin} = 2.4 \text{ m c.a./m}$

Il Carico Lineare Unitario [ J ] è il carico che può essere speso per vincere le perdite di carico lineari di un metro di tubo. Il suo valore (in mm c.a./m) si ottiene moltiplicando per 1.000 il carico lineare totale ( $H_{lin}$ ) espresso in m c.a./m, e dividendo poi tale prodotto per la lunghezza [L] dei tubi che collegano l'origine della rete all'apparecchio più sfavorito: operazioni che si possono esprimere con la formula:

$$J = (H_{lin} * 1.000) / L$$

Nel caso in questione si rileva:

$L = 25 \text{ m}$

Si calcola pertanto

$J = 96 \text{ mm c.a./m}$

Il valore di J serve anche a determinare la necessità di installare un riduttore di pressione o di un gruppo di elevazione delle pressione:

per  $J < 20 \div 25 \text{ mm c.a./m}$  ed è consigliabile installare un sistema di sopraelevazione;

per  $J > 110 \div 120 \text{ mm c.a./m}$  ed è quindi opportuno installare un riduttore di pressione.

Alla luce delle considerazioni sopra effettuate non è necessario installare un sistema di sopraelevazione tramite autoclave.



Si entra pertanto nelle Tab.3-4 con il valore di J pari a 100 mm c.a./m e si definiscono i diametri riportati nello schema allegato.

Per evitare rumori e vibrazioni, l'acqua non può scorrere nei tubi a velocità troppo elevate.

I diametri determinati con il procedimento sopra descritto sono vagliati alla luce della tabella sotto riportata allo scopo di contenere le velocità massime.

Tab. 4 Velocità massime consigliate

Diametro tubo pollici	Velocità max m/s
1/2"	1,0
3/4"	1,1
1"	1,3
1"1/4	1,6
1"1/2	1,8
2"	2,0
2"1/2	2,2
3" e oltre	2,5



## 1.2 Dimensionamento tubazioni acqua sanitaria

Considerando ogni bagno composto da vaso a cassetta e lavabo, le portate totali saranno pari a:

$G_{calda} = 0,10 \text{ l/s}$ ,  $G_{fredda} = 0,20 \text{ l/s}$

Le portate totali delle colonne saranno pari a:

	Portate totali $G_{ta}$		Portate di progetto $G_{pr}$		Dimensionamento dei tubi	
	Acqua fredda	Acqua calda	Acqua fredda	Acqua calda	Acqua fredda	Acqua calda
<b>Tipologie:</b>						
Bagno standard	0,20	0,10			3/4"	3/4"
<b>Colonna:</b>						
Tratto boiler - collettori	0,40	0,20	0,40	0,20	3/4"	3/4"
Allaccio acquedotto	0,40		0,40		1"	





### 1.3 Dimensionamento accumulo acqua calda sanitaria

Per il dimensionamento dei bollitori consideriamo i seguenti dati tipici:

Consumo nel periodo di punta:	40 litri per servizi WC + lavabo
Fattore di contemporaneità:	1
Temperatura di utilizzo:	40°C
Durata del periodo di punta:	1,5 h
Durata del preriscaldamento:	2,0 h

In base ai dati precedenti è possibile dimensionare il bollitore:



Consumo d'acqua di punta:	n° locali	consumo (l)	Totale	Fattore di cont.	Consumo tot
Servizi	4	40	160		
Totale	4		160	0,75	120
Calore totale richiesto per scaldare:	Consumo	Tuscita	Tacquedotto	Calore tot. (kcal)	
Qt	120	40	10	3600	
Calore orario richiesto	Calore totale	Periodo di punta	Periodo di prerisc.	Calore h (kcal/h)	<b>Calore h (W)</b>
Qh	3600	1,5	2	1029	<b>1196</b>
Calore da accumulare	Calore orario	Periodo di prerisc.	Calore acc.(kcal)		
Qa	1029	2	2057		
Volume del bollitore	Calore acc.(kcal)	Taccumulo	Tacquedotto	<b>Volume (l)</b>	
V	2057	60	10	<b>41</b>	
Superficie scambio serpentino	Calore h (kcal/h)	Tm primario	Tm secondario	Superficie (m2)	
S	1029	72,5	35	0,1	



## 1.4 Dimensionamento rete di ricircolo

Non è previsto alcun sistema di ricircolo sanitario



## 6. Dimensionamento rete di scarico acque nere

La rete di scarico acque nere è composta da elementi sotto traccia, colonne di scarico e collettori orizzontali.

Si assume che l'impianto costituisca un Sistema di Scarico caratterizzato da colonna di scarico unica e diramazioni di scarico riempite parzialmente. Gli apparecchi sanitari sono connessi a diramazioni di scarico riempite parzialmente. Tali diramazioni sono dimensionate per un grado di riempimento uguale a 0,5 (50%) e sono connesse a un'unica colonna di scarico.

Il metodo di calcolo riportato di seguito è valido per tutti i sistemi di scarico a gravità per lo smaltimento delle acque reflue.

Si riportano di seguito i dati di base per il metodo di calcolo.

Per quanto riguarda gli allacci interni si può seguire la seguente tabella indicativa:

Tab.1

Diametri di scarico consigliati per gli allacci interni

Apparecchi	diametro consigliato
Lavabo	DN 40
Bidet	DN 40
Vaso a cassetta	DN 110
Vaso con passo rapido	DN 110
Vaso con flussometro	DN 110
Vasca da bagno	DN 50
Doccia	DN 40
Lavello da cucina	DN 50
Lavatrice	DN 50
Lavastoviglie	DN 50



Per quanto riguarda la rete di scarico esterna agli appartamenti si determinano dapprima le portate nominali di scarico all'interno degli alloggi e si procede poi al dimensionamento delle colonne e del collettore interno.

Le portate nominali di scarico Sono le portate che ogni apparecchio deve poter scaricare normalmente in rete.

La tabella 2 fornisce i valori di tali portate per gli apparecchi di tipo normale.

Tab.2

Portate nominali di scarico

Apparecchi	portata nominale [l/s]
Lavabo	0,50
Lavabo a canale (3 rubinetti)	0,75
Lavabo a canale (6 rubinetti)	1,00
Bidet	0,50
Vaso a cassetta	2,50
Vaso con passo rapido	2,50
Vaso con flussometro	2,50
Vasca da bagno	1,00
Vasca terapeutica	1,50
Doccia	0,50
Lavello da cucina	1,00
Lavatrice	1,20
Lavastoviglie	1,00
Orinatoio comandato	1,00
Orinatoio continuo	0,50
Vuotatoio con cassetta	2,50
Sifone a pavimento DN 63	1,00
Sifone a pavimento DN 75	1,50
Sifone a pavimento DN 90/110	2,50

Si determinano quindi le portate nominali di scarico:



Scarichi bagni	l/s
vaso a cassetta	2,5
lavabo	0,5
Totale	3,0

In base alle tabelle successive si determinano le portate di progetto in relazione alle portate totali di scarico, e da qui i diametri delle colonne, dei collettori interni e di quelli esterni.



### Portate di progetto in relazione alle portate totali di scarico

Gt [l/s]	Gpr [l/s]	Gt [l/s]	Gpr [l/s]	Gt [l/s]	Gpr [l/s]	Gt [l/s]	Gpr [l/s]
1,00	0,50	96,0	4,90	353	9,40	1.325	18,20
1,44	0,60	100,0	5,00	369	9,60	1.354	18,40
1,96	0,70	104,0	5,10	384	9,80	1.384	18,60
2,56	0,80	108,2	5,20	400	10,00	1.414	18,80
3,24	0,90	112,4	5,30	416	10,20	1.444	19,00
4,00	1,00	116,6	5,40	433	10,40	1.475	19,20
4,84	1,10	121,0	5,50	449	10,60	1.505	19,40
5,76	1,20	125,4	5,60	467	10,80	1.537	19,60
6,76	1,30	130,0	5,70	484	11,00	1.568	19,80
7,84	1,40	134,6	5,80	502	11,20	1.600	20,00
9,00	1,50	139,2	5,90	520	11,40	1.681	20,50
10,24	1,60	144,0	6,00	538	11,60	1.764	21,00
11,56	1,70	148,8	6,10	557	11,80	1.849	21,50
12,96	1,80	153,8	6,20	576	12,00	1.936	22,00
14,44	1,90	158,8	6,30	595	12,20	2.025	22,50
16,00	2,00	163,8	6,40	615	12,40	2.116	23,00
17,64	2,10	169,0	6,50	635	12,60	2.209	23,50
19,36	2,20	174,2	6,60	655	12,80	2.304	24,00
21,16	2,30	179,6	6,70	676	13,00	2.401	24,50
23,04	2,40	185,0	6,80	697	13,20	2.500	25,00
25,00	2,50	190,4	6,90	718	13,40	2.601	25,50
27,04	2,60	196,0	7,00	740	13,60	2.704	26,00
29,16	2,70	201,6	7,10	762	13,80	2.809	26,50
31,36	2,80	207,4	7,20	784	14,00	2.916	27,00
33,64	2,90	213,2	7,30	807	14,20	3.025	27,50
36,00	3,00	219,0	7,40	829	14,40	3.136	28,00
38,44	3,10	225,0	7,50	853	14,60	3.249	28,50
40,96	3,20	231,0	7,60	876	14,80	3.364	29,00
43,56	3,30	237,2	7,70	900	15,00	3.481	29,50
46,24	3,40	243,4	7,80	924	15,20	3.600	30,00
49,00	3,50	249,6	7,90	949	15,40	3.721	30,50
51,84	3,60	256,0	8,00	973	15,60	3.844	31,00
54,76	3,70	262,4	8,10	999	15,80	3.969	31,50
57,76	3,80	269,0	8,20	1.024	16,00	4.096	32,00
60,84	3,90	275,6	8,30	1.050	16,20	4.225	32,50
64,00	4,00	282,2	8,40	1.076	16,40	4.356	33,00
67,24	4,10	289,0	8,50	1.102	16,60	4.489	33,50
70,56	4,20	295,8	8,60	1.129	16,80	4.624	34,00
73,96	4,30	302,8	8,70	1.156	17,00	4.761	34,50
77,44	4,40	309,8	8,80	1.183	17,20	4.900	35,00
81,00	4,50	316,8	8,90	1.211	17,40	5.041	35,50
84,64	4,60	324,0	9,00	1.239	17,60	5.184	36,00
88,36	4,70	331,2	9,10	1.267	17,80	5.329	36,50
92,16	4,80	338,6	9,20	1.296	18,00	5.476	37,00

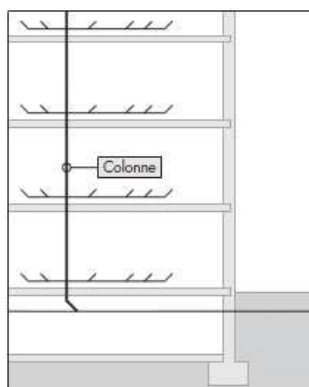
Gt = Portata totale, l/s

Gpr = Portata di progetto, l/s

2,50 = Valore minimo da assumere per servizi con WC

**TAB. 7 - COLONNE**  
Portate ammesse [l/s] in relazione  
al tipo di ventilazione

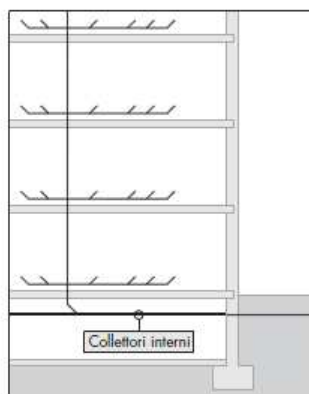
DN	I	II	III
63	1,5	—	—
75	2,0	—	—
90	3,0	4,0	—
110*	4,4	6,2	7,4
125	5,5	7,0	—
160	11,0	14,5	—
200	16,5	—	—
250	29,0	—	—
315	54,0	—	—



- I Ventilazione primaria  
 II Ventilazione parallela diretta e indiretta con  $\varnothing$  col. ventilazione  $\geq 2/3$   $\varnothing$  col. scarico  
 III Ventilazione con braghe Sovent  
 110\*  $\varnothing$  minimo colonna con WC

**TAB. 8 - COLLETTORI INTERNI**  
Portate ammesse [l/s] in relazione  
alla pendenza dei tubi

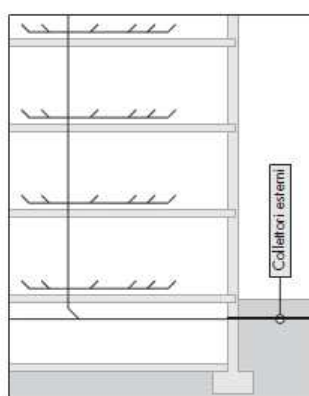
DN	1,0%	1,5%	2,0%	2,5%	3,0%
63	0,9	1,2	1,4	1,6	1,7
75	1,7	2,0	2,4	2,6	2,9
90	2,5	3,0	3,5	4,0	4,3
110*	4,5	5,5	6,4	7,1	7,8
125	6,5	8,0	9,2	10,3	11,3
160	13,0	16,0	18,5	21,0	23,0
200	23,8	29,2	33,7	37,7	41,4
250	43,2	53,0	61,2	68,5	75,0
315	79,8	97,8	113,0	126,5	138,6



- 110\*  $\varnothing$  minimo collettore con WC

**TAB. 9 - COLLETTORI ESTERNI**  
Portate ammesse [l/s] in relazione  
alla pendenza dei tubi

DN	1,0%	1,5%	2,0%	2,5%	3,0%
75	1,8	2,3	2,6	3,0	3,2
90	2,8	3,4	4,0	4,5	4,9
110*	5,0	6,2	7,2	8,0	8,9
125	7,4	9,0	10,5	11,7	12,9
160	15,0	18,0	21,0	23,5	26,0
200	27,0	33,1	38,1	42,8	47,0
250	49,0	60,1	69,5	77,7	85,2
315	90,6	111,1	128,4	143,6	157,4



- 110\*  $\varnothing$  minimo collettore con WC