

REGIONE SICILIANA  
COMUNE DI VALLELUNGA PRATAMENO  
Provincia di Caltanissetta

"Adeguamento palestra edificio scolastico  
S. Quasimodo alle vigenti disposizioni in materia  
di sicurezza e igiene del lavoro  
ed abbattimento delle barriere architettoniche"

PROGETTO ESECUTIVO

(D. Lgs. 163/2006, art.93 - D.P.R. 207/2010, art.33 e segg. - L.R. 12/2011)

ELABORATO N.	OGGETTO	DATA
A	RELAZIONI E CALCOLI ESECUTIVI	
<b>A.4</b>	RELAZIONE SPECIALISTICA E CALCOLI ESECUTIVI IMPIANTI IDRICO - SANITARI E FOGNARI	
PROGETTISTA UFFICIO TECNICO COMUNALE (Arch. Antonio Francesco Izzo)  _____		RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO (Geom. Enrico Geraci)  _____

# RELAZIONE SPECIALISTICA E CALCOLI ESECUTIVI IMPIANTI

## IDRICO-SANITARI E FOGNARI

---

### 1. GENERALITÀ

La presente relazione ha lo scopo d'illustrare le scelte progettuali, le caratteristiche tecniche e le procedure di calcolo di dimensionamento degli impianti idrico-sanitari e fognari relativi ai lavori di **“Adeguamento palestra edificio scolastico S. Quasimodo alle vigenti disposizioni in materia di sicurezza e igiene del lavoro ed abbattimento delle barriere architettoniche”**, della Scuola Media S. Quasimodo nel comune di Vallelunga Pratameno (CL).

Il progetto prevede il completo rifacimento degli impianti idrico-sanitari e fognari, prevedendo:

- la completa sostituzione della rete idrica di adduzione e distribuzione dell'acqua fredda e dell'acqua calda;
- il rifacimento degli scarichi fognari interni;
- la sostituzione dei sanitari;
- sostituzione del sistema di accumulo e preparazione dell'acqua calda con nuovi scaldacqua a gas.

### 2. DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO DELLA PALESTRA

Il plesso scolastico S. Quasimodo, di cui fa parte l'edificio destinato a palestra oggetto d'intervento, è ubicato nella periferia ovest del centro abitato, lungo la Strada Provinciale 232.

L'edificio destinato a palestra, oggetto d'intervento, è ubicato nell'area nord-ovest del plesso scolastico ed è stato costruito alla fine degli anni '60, con struttura in conglomerato cementizio armato e tamponamento in conci di pietra calcarea.

L'edificio si sviluppa su due elevazioni fuori terra: al piano terra è ubicato l'ampio ambiente adibito a palestra, dalle dimensioni in pianta di mt.8,60x18,10 ed altezza di mt.5,05, ed una serie di vani e locali di servizio adiacenti che lo cingono su tre lati: due ambienti laterali destinati a servizi igienici, distinti per uomini e donne, con annessi vani doccia, w.c. per disabili e depositi; un ampio disimpegno con due atri d'ingresso; due vani destinati a didattica con w.c. annessi, due spogliatoi e un deposito che si affacciano sul disimpegno. Tali locali a piano terra hanno un'altezza utile interna di mt.2,75.

Il primo piano si sviluppa solo per una limitata estensione planimetrica rispetto al piano terra; vi si accede tramite una scala esterna ubicata sul lato sud-est dell'edificio ed è destinato a cabina di proiezione, cui sono annessi un deposito ed un w.c. Presenta un'altezza utile interna di mt.1,95. Un ampio terrazzo si sviluppa lungo gli altri due lati del volume della palestra.

Le coperture dell'edificio, sia della palestra che dei locali annessi a piano terra, sono piane, con solai del tipo misto in cemento armato e laterizio.

Nella corte antistante l'edificio è ubicata una riserva idrica interrata con annessa elettropompa idraulica, avente funzione di autoclave per l'impianto di distribuzione e di potenziamento dell'aspirazione nella linea di adduzione dall'acquedotto pubblico.

### **3. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO**

Di seguito si illustrano gli interventi di progetto previsti per l'impianto idrico sanitario e fognario della palestra della scuola media Quasimodo.

Il rifacimento dell'intera rete di distribuzione dell'acqua avrà origine a partire dalla vasca di riserva esistente sino ai punti acqua di tutti gli apparecchi utilizzatori, sostituendo anche il gruppo di pressurizzazione esistente. Essa sarà realizzata, nel tratto esterno mediante tubazione in polietilene ad alta densità tipo PE 80 PN12,5, mentre all'interno dell'edificio mediante tubi in polipropilene PP-R 80 (pressione massima 20 bar), idonei per acqua potabile in pressione.

Il gruppo di pressurizzazione della rete di distribuzione dell'acqua sarà costituito da:

- n. 3 pompe centrifughe multistadio verticali (di cui n.2 funzionanti e n.1 di riserva) con giranti diffusore e albero in acciaio inox, camera di aspirazione e mandata in ghisa e tenuta meccanica in carbonio/ceramica;

- n.1 quadro elettrico di gestione e protezione completo di pressostati interruttori di sezionamento e manovra, spie di segnalazione, accessori e cablaggio pompe pressostati;

- valvole di intercettazione e ritegno per ogni pompa in ottone;

- n. 2 serbatoi autoclave a membrana da 25 litri;

- collettori di mandata e aspirazione in acciaio zincato;

- manometri;

- basamento in lamiera di acciaio zincato.

- Gruppo con 3 pompe (2 in funzione) avente:

Il gruppo avrà una portata variabile da 6-12 m<sup>3</sup>/h e prevalenza 28÷18 m c.a.

Il gruppo dei servizi igienici uomini sarà composto dai seguenti elementi:

- N.5 lavabi in porcellana vetrificata delle dimensioni di 65x50 cm con troppo pieno, corredato di gruppo miscelatore in ottone cromato, di sifone completo di piletta, tappo a pistone e saltarello;
- N.3 vasi igienici in porcellana vetrificata a pianta ovale delle dimensioni di 55x35cm del tipo a cacciata con sifone incorporato, completo di coprivaso in poliestere con cerniere in cromo, compresa la fornitura e collocazione di cassetta di scarico in PVC a zaino con comando pneumatico a libera posizione, tubo di discesa e rubinetto di alimentazione acqua;
- N.3 piatti per doccia in grès porcellanato delle dimensioni di 70x90 cm, con gruppo miscelatore, doccia con braccio e diffusore snodabile, piletta a sifone con griglia in ottone.

Il gruppo dei servizi igienici donne sarà composto dai seguenti elementi:

- N.4 lavabi in porcellana vetrificata delle dimensioni di 65x50 cm con troppo pieno, corredato di gruppo miscelatore in ottone cromato, di sifone completo di piletta, tappo a pistone e saltarello;
- N.2 vasi igienici in porcellana vetrificata a pianta ovale delle dimensioni di 55x35cm del tipo a cacciata con sifone incorporato, completo di coprivaso in poliestere con cerniere in cromo, compresa la fornitura e collocazione di cassetta di scarico in PVC a zaino con comando pneumatico a libera posizione, tubo di discesa e rubinetto di alimentazione acqua;
- N.3 piatti per doccia in grès porcellanato delle dimensioni di 70x70 cm, con gruppo miscelatore, doccia con braccio e diffusore snodabile, piletta a sifone con griglia in ottone.

Il gruppo dei servizi igienici didattica sarà composto ciascuno dai seguenti elementi:

- N.1 lavabo in porcellana vetrificata delle dimensioni di 65x50 cm con troppo pieno, corredato di gruppo miscelatore in ottone cromato, di sifone completo di piletta, tappo a pistone e saltarello;
- N.1 vaso igienico in porcellana vetrificata a pianta ovale delle dimensioni di 55x35cm del tipo a cacciata con sifone incorporato, completo di coprivaso in poliestere con cerniere in cromo, compresa la fornitura e collocazione di cassetta di scarico in PVC a zaino con comando pneumatico a libera posizione, tubo di discesa e rubinetto di alimentazione acqua;

I servizi igienici destinati ai disabili, progettati in accordo al D.M. n. 236 del 14 giugno 1989, prevedono ciascuno i seguenti elementi sanitari distribuiti in modo tale da assicurare gli spazi di manovra di un utente in carrozzina previsti dallo stesso D.M., ovvero:

- N.1 lavabo ergonomico per disabili, in ceramica bianca delle dimensioni minime di 66x52 cm circa con troppo pieno corredato di rubinetto elettronico, e mensola idraulica che permette la regolazione dell'inclinazione del lavabo, sifone flessibile e trasformatore,

- N.1 mobile WC attrezzato monoblocco per disabili con cassetta di scarico incorporato e pulsante di scarico manuale e senza doccetta funzione bidè con miscelatore termostatico per la regolazione della temperatura.

I servizi igienici per i disabili saranno, inoltre, dotati dei seguenti elementi di arredo, sempre in accordo al sopra citato D.M. n. 236 del 14 giugno 1989:

- uno specchio reclinabile per disabili di dimensioni minime 60x60 cm in ABS di colore a scelta della D.L., con dispositivo a frizione per consentirne l'inclinazione e l'uso e superficie riflettente in vetro temperato di spessore 5 mm;
- impugnatura di sicurezza ribaltabile per disabili costruita in tubo di acciaio da 2,54 cm con rivestimento termoplastico ignifugo e antiusura con porta rotolo;
- corrimani angolari per disabili in tubo di acciaio con opportuno rivestimento;
- un maniglione per disabili in tubo di acciaio con opportuno rivestimento;
- una piantana per disabili in tubo di acciaio con opportuno rivestimento.

La condotta di mandata del gruppo di pressurizzazione, posto all'uscita della vasca di riserva dell'acqua potabile, alimenterà anche la rete di distribuzione dell'acqua calda, mediante un sistema di preparazione dell'acqua calda che sarà costituito da due scaldacqua a gas.

Dagli apparecchi sanitari avrà origine una rete di scarico con tubazioni in PVC pesante del diametro risultante dai calcoli allegati e riportati negli elaborati grafici allegati. Tutte le tubazioni saranno dislocate all'interno delle pareti, sotto il pavimento o in appositi cavedi. Essa convoglierà le acque reflue, anche tramite colonne montanti, all'interno di pozzetti del tipo prefabbricato in cemento vibrato delle dimensioni in pianta di 50x50 cm con diaframma e sifone, da collocarsi all'esterno della palestra. Ciascun pozzetto convoglierà i reflui in una condotta principale interrata che scaricherà direttamente in un pozzetto di raccolta già esistenti.

## **4. RETI DI DISTRIBUZIONE DELL'ACQUA CALDA E FREDDA**

### ***4.1 Procedura di calcolo***

Di seguito si descrive la procedura di calcolo, con riferimento alla norma UNI 9182, adottata per il dimensionamento e la verifica delle reti di distribuzione dell'acqua fredda e dell'acqua calda.

I calcoli sono stati condotti con un foglio elettronico e i relativi risultati sono riportati in allegato a margine della presente relazione.

Il dimensionamento delle tubazioni viene condotto allo scopo di garantire le condizioni affinché l'apparecchio posto nelle condizioni più sfavorevoli di utilizzazione sia alimentato con il

prescritto valore di portata durante i periodi nei quali nella rete si verificano le richieste di punta. A tal fine il metodo applicato tiene conto dei seguenti dati di partenza:

- portata massima contemporanea per ogni tronco e per l'intera rete;
- pressione utilizzabile o di progetto;
- massime velocità ammissibili.

Il calcolo della portata massima contemporanea è eseguito con il metodo delle unità di carico, dove con tale termine si indica il valore, assunto convenzionalmente, che tiene conto della portata di un punto di erogazione, delle sue caratteristiche dimensionali e funzionali e della sua frequenza d'uso. Ad ogni punto di erogazione corrisponde un determinato valore di unità di carico.

La norma fornisce le curve che rappresentano graficamente la funzione matematica determinata sperimentalmente fra unità di carico (UC) e portata d'acqua (q) per il tipo di distribuzione impiegato per gli impianti progettati, ossia con vasi igienici dotati di cassette di scarico, oltre che le tabelle delle unità di carico per punto di erogazione per utenze di edifici ad uso pubblico e collettivo quali alberghi, ospedali, scuole, ecc. (tabella D.3.1) e quelle che forniscono il valore della portata contemporanea in corrispondenza delle unità di carico (tabella D.4.1.1).

Il calcolo della pressione utilizzabile (o di progetto)  $P_{pr}$  va eseguito mediante la sommatoria di:

- pressione dinamica da garantire all'utenza posta nella condizione più sfavorevole che la norma prescrive non inferiore a 50 kPa (Norma UNI 9182 punto 8.6.3) per la tipologia di impianto in esame;
- differenza di quota fra il punto di alimentazione e detta utenza;
- perdite di pressione nelle tubazioni in corrispondenza della portata massima contemporanea, ottenuta come somma delle perdite lineari e delle perdite accidentali anche in funzione della temperatura dell'acqua distribuita, determinate secondo la procedura di seguito illustrata.

Pertanto si ha:

$$P_{pr} = \Delta z_{max} + P_d + \sum i \cdot L_i + \sum P_{c,i} = \Delta z_{max} + P_d + \Delta h_{tot}$$

in cui:

- $P_{pr}$  è la pressione di progetto;
- $\Delta z_{max}$  è il dislivello geometrico fra l'origine della rete e il punto di erogazione più sfavorito;
- $P_d$  è la pressione minima richiesta a monte del punto di erogazione più sfavorito;
- $i$  è la perdita di carico lineare unitaria;

- $L_i$  è la lunghezza dell'i-simo tratto di rete che collega l'origine al punto di erogazione più sfavorito;
- $P_{c,i}$  sono le perdite di carico concentrate o accidentali del singolo tratto di rete che collega l'origine al punto di erogazione più sfavorito;
- $\Delta h_{tot}$  è la somma delle perdite di carico lineari e concentrate complessive del percorso più sfavorito.

Trattandosi di impianto con gruppo di pressurizzazione tale valore della pressione di progetto coincide con il valore minimo della pressione che il gruppo di pressurizzazione deve fornire, per cui si può scrivere:

$$P_{pr} = P_{min}$$

Stabilita la differenza di pressione tra l'entrata in funzione delle pompe e l'arresto, posta pari a 150 kPa (circa 15 m c.a.) in accordo con il punto 8.4.5 della norma, si verifica che la pressione statica massima a monte dell'utilizzatore più favorito non superi il valore di 550 kPa pari a circa 55 m c.a. (Norma UNI 9182 punto L.7).

Il valore della pressione di esercizio ammissibile del gruppo di pressurizzazione è quello a monte dell'utenza situata nella condizione più favorevole, ossia a quota geometrica più bassa, in condizioni idrostatiche. Esso è fornito dalla seguente espressione:

$$P_{amm} = P_{rub,max} + \Delta h_{min}$$

dove:

$P_{amm}$  è la pressione di esercizio ammissibile del gruppo di pressurizzazione a cui corrisponde la disattivazione delle pompe;

$\square\square\Delta h_{min}$  è la differenza di quota tra la quota dell'utenza situata nel punto geometricamente più basso della rete e il livello corrispondente all'asse geometrico delle pompe;

$P_{rub,max}$  è il valore della pressione massima ammissibile del rubinetto erogatore, che nel caso specifico si assume pari a 500 kPa, ossia circa 50 m c.a..

Le tubazioni così dimensionate vengono sottoposte a verifica affinché in esse non si superino i valori massimi ammissibili delle velocità.

Il calcolo delle perdite di carico nelle tubazioni ha come fondamento teorico l'equazione di Bernoulli, la quale applicata tra 2 sezioni di un filetto di fluido incomprimibile e comunque disposto nello spazio, può essere scritta nella forma:

$$L_{e1,2} + E_{a1,2} + \frac{v_2^2 - v_1^2}{2} + \frac{P_2 - P_1}{\delta} + g(z_2 - z_1) = 0$$

nella quale  $L_{e1,2}$  rappresenta il lavoro esterno trasferito al fluido dalla eventuale pompa di circolazione in [J/kg],  $E_{a1,2}$  è il termine energetico di dissipazione [J/kg],  $v$  è la velocità del fluido in [m/s],  $p$  è la pressione in [Pa],  $\delta$  è la massa volumica del fluido, ossia la densità in [kg/m<sup>3</sup>],  $g$  l'accelerazione di gravità in [m/s<sup>2</sup>],  $z$  è l'altezza di riferimento.

Questa equazione valida per ogni filetto di fluido viene applicata a tutto il flusso in quanto sufficientemente omogeneo, e  $v$  rappresenta la velocità media nel condotto. I termini energetici presenti nell'equazione di bilancio, sia esterni che dissipativi, possono essere espressi come prodotto del volume specifico  $\gamma$  in [m<sup>3</sup>/kg] per una "opportuna" differenza di pressione. Pertanto si possono esprimere i due termini  $L_{e1,2}$  e  $E_{a1,2}$  come segue:

$$L_{e1,2} = \gamma \cdot \Delta P_{e1,2}$$

$$E_{a1,2} = \gamma \cdot \Delta P_{a1,2}$$

Il termine  $\Delta P_{a1,2}$  rappresenta la caduta di pressione del fluido dovute alla perdite di carico mentre  $\Delta P_{e1,2}$  è la prevalenza della pompa.

L'equazione di Bernouilli si modifica e si semplifica in funzione del tipo di rete alla quale viene collegata la pompa di circolazione. Per un circuito aperto che trasferisce il fluido da una quota  $Z_2$  maggiore di  $Z_1$  il termine  $g(z_2 - z_1)$  assume particolare importanza; in circuiti chiusi il  $\Delta Z$  perde di significato (le sezioni 1 e 2 coincidono). Per quanto riguarda invece il termine cinetico, per le velocità medie che si ottengono all'interno delle tubazioni di impianti termici (velocità medie comprese tra 0,5 m/s – 2 m/s), è del tutto trascurabile. Infine, il termine piezometrico  $(p_2 - p_1)/\delta$  assume importanza quando il prelievo o la distribuzione dell'acqua avviene in recipienti in pressioni ed a pressioni molto differenti tra loro (è il caso di presenza di autoclavi).

Note le portate massime contemporanee  $Q$  di ciascun ramo, si procede al dimensionamento di massima dei relativi diametri, fissando una velocità  $v$  dell'acqua pari alle velocità massima consentita in funzione della tipologia e diametro delle tubazioni.. L'espressione adottata è ottenuta esplicitando i termini della seguente relazione:

$$A = \frac{Q}{v}$$

in cui  $A$  è l'area della sezione trasversale della tubazione. Il diametro interno di massima è pertanto ricavato come segue:

$$D_{mass} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,001 \cdot Q}{\pi \cdot v}}$$

dove  $Q$  è espressa in l/s e  $v$  in m/s.

Il diametro da assegnare al singolo ramo sarà dato dal diametro commerciale prossimo a quello di massima.

Noto il diametro è possibile determinare la velocità effettiva  $v_{eff}$  e, quindi, le perdite di carico piezometrico continue e localizzate. Considerate le modeste dimensioni dei diametri impiegati, per il calcolo della cadente piezometrica viene adottata la seguente espressione:

$$i = 7 \cdot 10^5 \frac{Q^{1,8}}{\phi^{4,7}}$$

in cui  $Q$  è in l/s e  $\phi$  in millimetri.

Le perdite di carico continue di ogni ramo sono pari a:

$$\Delta h_c = i \cdot L$$

in cui  $L$  è la lunghezza complessiva del ramo espressa in m.

Le perdite di carico localizzate sono determinate applicando specifici coefficienti  $\xi$ , associati a ciascun tipo di resistenza, all'altezza cinetica media del ramo, ossia:

$$\Delta h_l = \xi \frac{v^2}{2g}$$

dove:

$g$  è l'accelerazione di gravità pari a  $9,81 \text{ m}^2/\text{s}$ .

Le perdite di carico complessive di ciascun ramo del tragitto in esame sono ottenute dalla somma delle perdite di carico continue e localizzate.

$$\Delta h = \Delta h_c + \Delta h_l$$

Sommando le perdite di carico complessive di ciascun ramo appartenente al medesimo tragitto in esame, si ottiene la perdita di carico totale dell'intero tragitto  $\Delta h_{tot}$ .

I risultati dei calcoli di dimensionamento e verifica delle tubazioni sono riportati in fondo alla presente relazione, mentre i disegni esecutivi degli impianti sono allegati al progetto.

## 5. GRUPPO DI PRESSURIZZAZIONE

Considerata la necessità, della presenza di vasca di riserva a monte dell'impianto, si rende necessaria l'istallazione di un gruppo di pressurizzazione a monte della rete di distribuzione dell'acqua fredda e calda, tale da garantire un carico piezometrico aggiuntivo minimo a cui corrisponde l'attivazione della pompa, con successivo incremento della pressione sino ad un carico massimo a cui corrisponde la disattivazione della pompa.

Il valore della pressione minima di esercizio del gruppo di pressurizzazione è quello necessario a garantire alla rete di distribuzione la disponibilità delle portate massime contemporanee di progetto. Esso viene calcolato con la seguente espressione:

$$P_{min} = \Delta Z_{max} + P_d + \Delta h_{tot}$$

dove:

$P_{min}$  è la pressione di esercizio minima;

$\Delta Z_{max}$  è la differenza di quota tra la mezzeria dell'utenza situata nel punto più alto della distribuzione e la mezzeria della fonte di alimentazione (serbatoio a limite supposto vuoto);

$P_d$  è il valore della pressione minima più elevata da garantire all'utenza, che nel caso specifico si assume pari a 0,50 atm, ossia 5 m c.a.

$\Delta h$  è la perdita di carico complessiva della rete.

Il valore della pressione di esercizio massima del gruppo di pressurizzazione è quello a monte dell'utenza situata nella condizione più favorevole, ossia a quota geometrica più bassa, in condizioni idrostatiche. Tale valore deve essere limitato ad un valore massimo di 4,5 atm, per evitare di danneggiare le rubinetterie. Esso è fornito dalla seguente espressione:

$$P_{max} = P_{rub} + \Delta Z_{min}$$

dove:

$P_{max}$  è la pressione di esercizio massima;

$\Delta Z_{min}$  è la differenza di quota tra la mezzeria dell'utenza situata nel punto geometricamente più basso della rete e il livello massimo della fonte di alimentazione (serbatoi completamente pieni)

$P_{rub}$  è il valore della pressione massima ammissibile, che nel caso specifico si assume pari a 50 m c.a.

L'intera procedura di calcolo sin qui descritta è riportata nelle tabelle allegate.

Dagli stessi calcoli si osserva che i valori della pressione di esercizio minima da garantire alla rete e di pressione massima sono pari a:

$$P_{min} = 17,00 \text{ m c.a.}$$

$$P_{max} = 50,00 \text{ m c.a.}$$

Pertanto, il gruppo di pressurizzazione della palestra sarà regolato assegnando a  $P_{min}$  il valore di 18 m c.a. e a  $P_{max}$  il valore di 28 m c.a., in modo da avere un sufficiente margine di sicurezza in entrambe le condizioni limite di funzionamento della rete.

La scelta delle caratteristiche delle elettropompa da impiegare per il gruppo di pressurizzazione viene fatta con riferimento alla portata massima contemporanea  $Q$  espressa in l/min, ossia:

$$Q = 2,20 \text{ l/s} = 7,92 \text{ m}^3/\text{h}$$

e alla prevalenza manometrica minima richiesta dall'impianto per il suo corretto funzionamento:

$$P_{pr} = P_{min} = 18 \text{ m c.a.}$$

Si impiegherà pertanto un gruppo di pressurizzazione con due elettropompe gemellate a funzionamento contemporaneo, con una prevalenza monometrica di almeno 18 m e con portata volumetrica di almeno  $8 \text{ m}^3/\text{h}$ .

## **6. RETE DI SCARICO FOGNARIO**

Di seguito si illustrano i calcoli eseguiti per il dimensionamento e la verifica della rete di scarico dei servizi igienici previsti in progetto, suddividendo la stessa rete in rami di diametro omogeneo.

Dagli apparecchi utilizzatori avrà origine una rete di scarico con tubazioni in PVC pesante del diametro di 63 mm per i lavabi e di 110 mm per i vasi con cassetta e i collettori principali, i quali si allacceranno alla rete fognaria pubblica esistente attraverso opportuni pozzetti di convogliamento.

Il calcolo viene eseguito secondo la norma UNI EN 12056-2 valutando prioritariamente la portata massima contemporanea che il singolo ramo dovrà smaltire in condizioni di punta. A tal fine si fa riferimento alle portate scaricate dagli apparecchi sanitari impiegati nel presente progetto, per le quali si assumono i valori riportati nella seguente tabella delle unità di scarico per apparecchio:

<b>Apparecchio</b>	<b>Unità di scarico DU -(l/s)</b>
Lavabo	0,50
Vaso con cassetta	2,00
Doccia	0,60
Lavello da cucina	0,80
Pilozzo	0,80
Lavatrice	0,80
Lavastoviglie	0,80

Per determinare la portata massima contemporanea afferente al ramo in esame, si conteggia il numero di apparecchi serviti moltiplicati per le rispettive portate indicate nella precedente tabella, ossia:

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

dove:

- $k$  è il coefficiente di frequenza tipo preso dal prospetto 3, capitolo 6 della suddetta norma, che per il caso particolare vale 0,5;
- $DU$  sono le unità di carico degli apparecchi sanitari serviti dal ramo;

Il calcolo dei singoli rami della rete è eseguito considerando un grado di riempimento della sezione trasversale pari al 50%.

Nota la portata che il singolo ramo deve smaltire in condizione di punta  $Q$ , si assume un diametro commerciale di tentativo  $\phi_{est}$ . Il valore calcolato di  $Q_{ww}$  deve essere inferiore alla portata massima ammessa ( $W_{max}$ ) dalla tubazione calcolabile mediante la formula di Colebrook-White. Per ragioni pratiche la norma riporta, in appendice B, dei valori calcolati di  $W_{max}$  in funzione anche della pendenza della tubazione oltre che del diametro esterno. Nel caso particolare è stato utilizzato il prospetto B.1 che fornisce le capacità di collettori di scarico con grado di riempimento del 50% ( $h7d=0,5$ ); la pendenza minima scelta è 0,5%. I valori riportati nel prospetto sono stati calcolati assumendo un coefficiente di scabrezza  $kb=1,0$  e un coefficiente di viscosità dell'acqua pura  $v=1,31 \times 10^{-6} m^2/s$ .

I risultati dei calcoli sono riportati in allegato a margine della presente relazione.