



PROGETTO

Riparazione dei danni e miglioramento sismico del Palazzo Ducale (da Varano), danneggiato dagli eventi sismici del 24 agosto 2016 e successivi

UBICAZIONE

Piazza Cavour - 62032 - Camerino (MC) - Marche - Italia

COMMITTENTE:

UNICAM Università degli Studi di Camerino

Piazza Cavour 19/f 62032 Camerino MC

P.I.: 00291660439

C.F.: 81001910439



Responsabile Unico del Procedimento:

Ing. Gian Luca Marucci

Coordinamento Progetto:

Prof. Ing. Graziano Leoni

Supporto al R.U.P. per:

Indagini strutturali:

Prof. Ing. Alessandro Zona
Ing. Michele Morici
Evolvea s.r.l. - Gruppo Filippetti

Indagini geologiche:

Geol. Marcello Maccari

Analisi storica:

Prof. Arch. Gaia Remiddi

Analisi conoscitiva delle componenti materico-costruttive:

Prof. Arch. Enrica Petrucci
Dott. Graziella Roselli
Arch. Diana Lapucci

Progettazione opere di restauro architettonico:

Prof. Arch. Enrica Petrucci

Progettazione opere strutturali:

Seitec Seismotechnologies srl
Prof. Ing. Luigino Dezi
Ing. Alessandro Balducci

Progettazione opere impiantistiche:

ANTAS S.p.a.

Coordinamento della sicurezza in fase di progettazione:

Arch. Guido Martini

Collaboratori:

Ing. Lucia Barchetta
Ing. Leonardo Cipriani
Arch. Noemi Lapucci
Ing. Claudia Canuti
Geomore s.r.l.

TITOLO

Progetto Esecutivo Relazione Impianti Meccanici

E

ELABORATO:

0 0 1 (1)

DISCIPLINA

EFFICIENZA ENERGETICA E IMPIANTI

| REVISIONE | DATA: | OGGETTO: | REDATTO: | VERIFICATO: | APPROVATO: | SCALA: |
|-----------|------------|---|----------|-------------|------------|------------|
| rev_00 | 5/11/2021 | EMISSIONE DEL PROGETTO | | | | |
| rev_01 | 27/02/2023 | EMISSIONE PER VERIFICA PROGETTO ESECUTIVO | | | | |
| rev_02 | __/__/__ | | | | | |
| rev_03 | __/__/__ | | | | | |
| rev_04 | __/__/__ | | | | | NOME FILE: |

SOMMARIO

| | |
|---|-----------|
| 1. PREMESSA | 2 |
| 2. NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO | 2 |
| 3. ELEMENTI DESCRITTIVI DELL'IMPIANTO | 9 |
| 3.1. CENTRALE TERMICA..... | 9 |
| 3.2. TUBAZIONI DI DISTRIBUZIONE..... | 9 |
| 3.3. SCARICHI | 9 |
| 3.4. TERMINALI | 10 |
| 3.5. RICAMBIO D'ARIA | 10 |
| 3.6. TERMOREGOLAZIONE..... | 10 |
| 4. DIMENSIONAMENTI..... | 10 |
| 4.1. METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE TUBAZIONI IDRAULICHE | 10 |
| 4.2. METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE TUBAZIONI IDRICO SANITARIE..... | 15 |

1. PREMESSA

La presente relazione tecnica è relativa alla realizzazione degli impianti meccanici a servizio della sede dell'edificio Ducale dell'Università degli Studi di Camerino.

Nell'edificio verranno effettuate opere di smontaggio e rimontaggio dei radiatori esistenti connesse agli interventi strutturali, la sostituzione delle cassette dei naspi antincendio. Nella centrale termica esistente verranno sostituite le caldaie ed alcune pompe di circolazione.

Il progetto è stato stilato in base ai dati raccolti nella fase preliminare, in base alle informazioni desunte dai sopralluoghi che si conferma in questa sede di aver eseguito, in accordo con le richieste del Committente, in accordo con le Norme vigenti e secondo quanto imposto dall'Etica Professionale.

2. NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO

Relativamente alla realizzazione delle opere degli impianti meccanici in oggetto sono osservate le seguenti normative di riferimento:

NORME GENERALI

Decreto 22 gennaio 2008 n.37

Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.

D.L. 03.04.2006 N. 152

Norme in materia ambientale.

D.L. 08.11.2006 N. 284

Disposizioni correttive e integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale.

D.L. 16.01.2008 N. 4

Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale.

D.L. 29.06.2010 N. 128

Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, a norma dell'articolo 12 della legge 18 giugno 2009, n.69.

LEGGE 9.1.91 N. 9

Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali.

LEGGE 9.1.91 N. 10

Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.

D.P.R. 26/8/93 N. 412

Regolamento recante le norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'Art. 4, comma 4, della legge 9.1.1991, n.10.

D.P.R. 21/12/99 N. 551

Regolamento recante modifiche al decreto del Presidente della Repubblica 26 Agosto 1993, n. 412, in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia.

D.L. 19/08/2005 N. 192

Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

D.L. 29/12/2006 N. 311

Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante l'attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

D.P.R. 02/04/2009 N. 59

Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici.

D.L. 03/03/2011 N. 28

Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE.

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

UNI 10339:1995

Impianti aerulici ai fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura.

UNI 10349:2016

Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.

UNI EN ISO 13790:2008

Prestazione energetica degli edifici – Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento.

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 11300-2:2019

Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.

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 EN 12831:2018

Impianti di riscaldamento negli edifici - Metodo di calcolo del carico termico di progetto

UNI EN 378-1:2021

Impianti di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali - Parte 1: Requisiti di base, definizioni, classificazione e criteri di selezione.

UNI EN 378-2:2017

Impianti di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali - Parte 2: Progettazione, costruzione, prove, marcatura e documentazione.

UNI EN 378-3:2021

Impianti di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali - Parte 3: Installazione in sito e protezione delle persone.

UNI EN 378-4:2020

Impianti di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza e ambientali - Parte 4: Esercizio, manutenzione, riparazione e riutilizzo.

UNI EN 14511-1:2018

Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti – Parte 1: Termini e definizioni.

UNI EN 14511-2:2018

Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti – Parte 2: Condizioni di prova.

UNI EN 14511-3:2018

Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti – Parte 3: Metodi di prova.

UNI EN 14511-4:2018

Condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti – Parte 4: Requisiti.

UNI EN 12102:2019

Condizionatori d'aria, refrigeratori di liquido, pompe di calore e deumidificatori con compressori elettrici, per il riscaldamento e il raffrescamento di ambienti – Misurazione del rumore aereo – Determinazione del livello di potenza sonora.

IMPIANTI IDRICO-SANITARIO E SCARICO

UNI 9182:2014

Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda – criteri di progettazione, collaudo e gestione.

UNI EN 12056-1:2001

Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Requisiti generali e prestazioni.

UNI EN 12056-2:2001

Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo.

UNI EN 12056-5:2001

Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Installazione e prove, istruzioni per l'esercizio, la manutenzione e l'uso.

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 4542:1986

Apparecchi sanitari. Terminologia e classificazione.

UNI 4543-1:1986

Apparecchi sanitari di ceramica. Limiti di accettazione della massa ceramica e dello smalto.

UNI 4543-2:1986

Apparecchi sanitari di ceramica. Prove della massa ceramica e dello smalto.

TUBAZIONI

UNI EN 1329-1:2021

Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati – Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) – Specifiche per tubi, raccordi e per il sistema.

UNI EN 1329-2:2021

Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati – Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) – Guida per la valutazione della conformità.

UNI EN 1401-1:2019

Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione – Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) – Parte 1: Specifiche per i tubi, i raccordi ed il sistema.

UNI EN 1401-2:2020

Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione – Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) – Guida per la valutazione della conformità.

UNI EN 1401-3:2002

Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione – Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) – Guida per l'installazione.

UNI EN ISO 1452-1:2010

Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua e per fognature e scarichi interrati e fuori terra in pressione – Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) – Parte 1: Generalità.

UNI EN ISO 1452-2:2010

Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua e per fognature e scarichi interrati e fuori terra in pressione – Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) – Parte 2: Tubi.

UNI EN ISO 1452-3:2010-12

Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua e per fognature e scarichi interrati e fuori terra in pressione – Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) – Parte 3: Raccordi.

UNI EN ISO 1452-4:2010

Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua e per fognature e scarichi interrati e fuori terra in pressione – Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) – Parte 4: Valvole.

UNI EN ISO 1452-5:2010-12

Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua e per fognature e scarichi interrati e fuori terra in pressione – Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) – Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema.

UNI ENV 1452-6:2003

Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua – Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) – Guida per l'installazione.

UNI ENV 1452-7:2014

Sistemi di tubazioni di materia plastica per adduzione d'acqua – Policloruro di vinile non plastificato (PVC-U) – Guida per la valutazione della conformità.

UNI EN 1057:2010

Rame e leghe di rame - Tubi rotondi di rame senza saldatura per acqua e gas nelle applicazioni sanitarie e di riscaldamento.

UNI EN 1519-1:2019

Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati – Polietilene (PE) – Specificazioni per i tubi, i raccordi ed il sistema.

UNI ENV 1519-2:2020

Sistemi di tubazioni di materia plastica per scarichi (a bassa ed alta temperatura) all'interno dei fabbricati – Polietilene (PE) – Guida per la valutazione della conformità.

UNI EN 1555-1:2021

Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili - Polietilene (PE) – Parte 1: Generalità.

UNI EN 1555-2:2021

Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili – Polietilene (PE) – Parte 2: Tubi.

UNI EN 1555-3:2021

Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili – Polietilene (PE) – Parte 3: Raccordi.

UNI EN 1555-4:2021

Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili – Polietilene (PE) – Parte 4: Valvole.

UNI EN 1555-5:2021

Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili – Polietilene (PE) – Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema.

UNI CEN/TS 1555-7:2013

Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di gas combustibili – Polietilene (PE) – Parte 7: Guida per la valutazione della conformità.

UNI EN 10208-1:2009

Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili – Condizioni tecniche di fornitura – Parte 1: Tubi della classe di prescrizione A.

UNI EN 10208-2:2009

Tubi di acciaio per condotte di fluidi combustibili – Condizioni tecniche di fornitura – Parte 2: Tubi della classe di prescrizione B.

UNI EN 12201-1:2012

Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua – Polietilene (PE) – Generalità.

UNI EN 12201-2:2012

Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua – Polietilene (PE) – Tubi.

UNI EN 12201-3:2013

Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua – Polietilene (PE) – Raccordi

UNI EN 12201-4:2012

Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua – Polietilene (PE) – Valvole

UNI EN 12201-5:2012

Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua – Polietilene (PE) – Idoneità all'impiego del sistema.

UNI CEN/TS 12201-7:2014

Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua – Polietilene (PE) – Guida per la valutazione della conformità.

UNI EN 10255:2007

Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura - Condizioni tecniche di fornitura.

UNI EN 12666-1:2011

Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione – Polietilene (PE) – Parte 1: Specificazioni per i tubi, i raccordi e il sistema.

UNI CEN/TS 12666-2:2012

Sistemi di tubazioni di materia plastica per fognature e scarichi interrati non in pressione – Polietilene (PE) – Parte 2: Guida per la valutazione della conformità.

UNI EN 13476-1:2018

Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione – Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE)

Parte 1: Requisiti generali e caratteristiche prestazionali.

UNI EN 13476-2:2018

Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione – Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE)

Parte 2: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna ed esterna liscia e il sistema, tipo A.

UNI EN 13476-3:2018

Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione – Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE)

Parte 3: Specifiche per tubi e raccordi con superficie interna liscia e superficie esterna profilata e il sistema, tipo B.

UNI CEN/TS 13476-4:2020

Sistemi di tubazioni di materia plastica per connessioni di scarico e collettori di fognatura interrati non in pressione – Sistemi di tubazioni a parete strutturata di policloruro di vinile non plastificato (PVC-U), polipropilene (PP) e polietilene (PE)

Parte 4: Guida per la valutazione della conformità.

UNI EN ISO 15874-1:2013

Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda – Polipropilene (PP) –
Parte 1: Generalità.

UNI EN ISO 15874-2:2018

Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda – Polipropilene (PP) –
Parte 2: Tubi.

UNI EN ISO 15874-3:2018

Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda – Polipropilene (PP) –
Parte 3: Raccordi.

UNI EN ISO 15874-5:2018

Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda – Polipropilene (PP) –
Parte 5: Idoneità all'impiego del sistema.

UNI CEN ISO/TS 15874-7:2019

Sistemi di tubazioni di materie plastiche per le installazioni di acqua calda e fredda – Polipropilene (PP) –
Parte 7: Guida per la valutazione della conformità.

3. ELEMENTI DESCRITTIVI DELL'IMPIANTO

3.1. CENTRALE TERMICA

Nella centrale termica esistente verranno rimosse le attuali due caldaie a basamento in acciaio da 465 kw cadauna e sostituite da una caldaia costituita da moduli termici a condensazione a metano potenza complessiva 915 kw.

3.2. TUBAZIONI DI DISTRIBUZIONE

Le tubazioni uscenti dalla centrale, a servizio dell'edificio, sono esistenti in acciaio isolate.

Tutte le tubazioni saranno isolate secondo normativa vigente.

3.3. SCARICHI

Le reti di scarico saranno suddivise per acque bianche e acque nere.

Le reti di scarico saranno in grado di consentire l'evacuazione, rapida e senza ristagni, delle acque di rifiuto verso il sistema di smaltimento esterno. A tal fine si dovranno sempre realizzare le opportune pendenze.

Saranno impiegate tubazioni in polietilene ad alta densità, che correranno sotto al solaio, nell'estradosso, con inclinazione minima del 2%.

Gli impianti di scarico saranno in grado di impedire la fuoriuscita di liquami, gas, odori e germi patogeni in quanto saranno realizzate reti a tenuta (di acque e di gas) e i punti di immissione saranno protetti da sifoni. La rete di tubazioni sarà in grado di resistere alle sollecitazioni termiche e meccaniche (urti e abrasioni) ed alla possibile azione corrosiva dei liquami chimicamente aggressivi e dei gas che possono svilupparsi in rete e consentirà l'ispezione e la facile e completa pulizia dell'impianto mediante opportuni pezzi speciali, atti a consentire tali operazioni.

Le colonne di scarico avranno tutte sbocco a pressione atmosferica in copertura o a parete, secondo le indicazioni impartite dal progettista e D.L. architettonico.

3.4. TERMINALI

I terminali per il riscaldamento sono costituiti principalmente da radiatori in ghisa e del tipo scaldasalviette nei bagni. In alcune aule sono presenti ventilconvettori.

3.5. RICAMBIO D'ARIA

Per mantenere un'ottima salubrità degli ambienti risulta sufficiente il ricambio d'aria fornito dalle finestre. Nei locali servizi sprovvisti di aperture per il ricambio d'aria si prevede l'installazione di estrattori d'aria con capacità di estrazione di circa 8 volumi all'ora. L'estrazione avviene tramite canalizzazioni a sezione circolare, realizzate in pvc e valvole di ventilazione. Ovviamente per meglio bilanciare le portate d'aria, le valvole d'aspirazione dei bagni saranno di tipo regolabile.

3.6. TERMOREGOLAZIONE

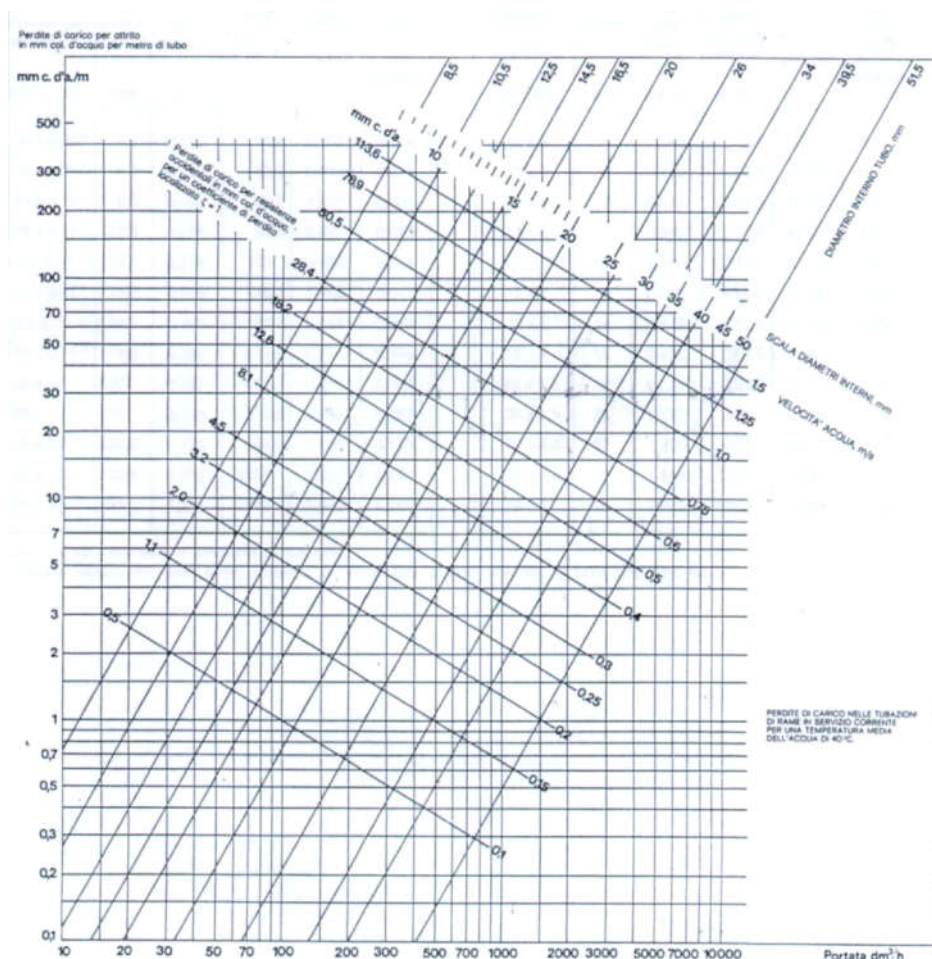
L'insieme delle centraline presenti per il controllo della temperatura ambiente saranno facilmente controllabili da un solo punto: sarà possibile interfacciare la regolazione applicata nelle varie zone con il sistema di regolazione previsto per l'intero complesso attraverso software appositamente creato e per mezzo di intuitive pagine grafiche si potrà gestire facilmente l'intero impianto oltre che a visualizzare qualsiasi temperatura e allarme intervenuto negli impianti.

4. DIMENSIONAMENTI

4.1. METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE TUBAZIONI IDRAULICHE

Le tubazioni in oggetto sono state calcolate sulla base dei fabbisogni energetici sia in riferimento alle dorsali che alle singole utenze. Tutte sono state scelte con velocità inferiori ad 1.5 m/s per evitare problemi di rumorosità e di elevati attriti. Al fine di ridurre ulteriormente l'attrito sono state previste tubazioni in

multistrato per il collegamento dei radiatori dai collettori, mentre le linee principali nel controsoffitto sono realizzate in dorsali in ferro. Ciò faciliterà anche la realizzazione accorciando i tempi di lavoro. Le perdite di carico, le velocità e i diametri commerciali sono correlati da grafici comunemente disponibili in letteratura e da questi si sono dedotti i vari diametri. Si riporta qui di seguito uno di questi grafici.



Il metodo di calcolo adottato è quello a perdita di carico costante per unità di lunghezza delle tubazioni.

In pratica, partendo dal ramo principale con una velocità del fluido prefissata che renda sufficientemente contenuto il rumore prodotto, si dirama la rete nei diversi tronchi successivi con dimensioni tali da rendere la perdita di carico per unità di lunghezza costante ed uguale al valore iniziale.

Negli impianti termofluidici il fluido termovettore per eccellenza è l'acqua. Le principali proprietà dell'acqua che interessa conoscere sono le seguenti:

- massa volumica, (espressa in kg/m^3 a 20 °C e $101,325\text{ kPa}$) $\rho_{\text{H}_2\text{O}}=998,3\text{ kg/m}^3$
- viscosità dinamica (a 20 °C e $101,325\text{ kPa}$) $\eta_{\text{H}_2\text{O}}=1,0\text{ mNs/m}^2$
- viscosità cinematica $\nu_{\text{H}_2\text{O}}=1,0\text{ mm}^2/\text{s}(\text{centistokes})$

La letteratura tecnica mette a disposizione le proprietà fisiche dell'acqua alle differenti condizioni di esercizio. Nella rete di distribuzione fluidica si riscontrano due tipologie di perdite di carico:

perdita di carico distribuita
perdita di carico concentrata

La prima perdita di carico esprimibile in Pa/m si genera per via dell'attrito del fluido vettore (acqua) lungo le pareti delle tubazioni e la sua espressione analitica generale è la seguente:

Per quanto concerne gli isolamenti previsti sulle distribuzioni, sia per il riscaldamento che per il raffrescamento, è stato fatto riferimento alla tabella che segue:

$$\Delta p_d = f \frac{L}{D} \rho \frac{w^2}{2}$$

dove i termini rappresentano le seguenti grandezze:

p_d : perdita di carico distribuita [Pa];
 f : coefficiente di attrito [adimensionale];
 L : lunghezza della tubazione [m];
 D : diametro interno della tubazione [m];
 w : velocità media del fluido [m/s];
 m : massa volumica del fluido [kg/m³].

Il moto di un fluido all'interno di una tubazione può essere di tipo laminare o di tipo turbolento in funzione del numero di Reynolds così espresso:

$$Re = \frac{wD}{\nu}$$

dove i termini rappresentano le seguenti grandezze:

Re : numero di Reynolds [adimensionale];
 w : velocità del fluido [m/s];
 D : diametro interno della tubazione [m];
 ν : viscosità cinematica [m²/s];

Il dominio di variazione di tale parametro può essere suddiviso in tre fasce così distinte:

- $0 < Re < 2000$ moto laminare
- $2000 < Re < 2500$ moto transitorio
- $Re > 2500$ moto turbolento

L'equazione della perdita di carico distribuita assume due diverse espressioni analitiche a seconda che vi si trovi nel moto laminare o turbolento e la stessa equazione non è ben definibile analiticamente qualora il numero di Reynolds ricada nella fascia dei valori di transizione.

Il caso che ricorre nel dimensionamento delle tubazioni idriche è quello del moto turbolento. All'interno di tale dominio, l'espressione relativa al coefficiente di attrito assume la seguente espressione analitica detta equazione di *Colebrook*:

$$\frac{1}{f} = 2 \log \frac{k}{3,7D} + \frac{2,51}{f^{0,5}}$$

dove oltre ai termini già definiti in precedenza troviamo il coefficiente "k" che rappresenta la rugosità della tubazione espressa in metri.

Questa è un'equazione implicita in "f" pertanto si presta ad essere risolta per via iterativa. In funzione del coefficiente "k" si possono identificare le seguenti tre categorie di tubazioni:

- tubazioni a bassa rugosità (es. tubi in rame e materiale plastico) 0,002 < k < 0,007
- tubazioni a media rugosità (es. tubi in acciaio nero zincato) 0,020 < k < 0,090
- tubazioni ad alta rugosità (es. tubi incrostati e corrosi) 0,200 < k < 1,000

In applicazione dei principi illustrati nella premessa si è proceduto, note le portate da garantire in ciascun circuito (conseguenti le potenze ed i salti termici di progetto), alla scelta di sezioni di tubazioni in acciaio nero tali da provocare una perdita di carico sul fluido costante dell'ordine di 150 Pa/m.

Le perdite di carico concentrate sono delle perdite di energia dovute alla presenza di pezzi speciali (deviazioni di percorso, valvole, ecc.) lungo il percorso del fluido vettore e la loro espressione analitica è la seguente:

$$\Delta p_{ci} = \zeta \rho \frac{w^2}{2}$$

dove i termini rappresentano le seguenti grandezze:

- p_{ci} : perdita di carico concentrata relativa all'i-esimo pezzo speciale [Pa]
- ζ : coefficiente di perdita di carico localizzata [adimensionale]
- w : velocità cinematica del fluido [m/s]
- ρ : massa volumica del fluido [kg/m³]

La letteratura tecnica mette a disposizione una vasta serie di coefficienti in funzione degli elementi previsti nel circuito idraulico.

Le perdite di carico relative ai terminali dei circuiti idraulici sono state ricavate dalle schede tecniche dei componenti medesimi.

La sommatoria dei p_{ci} a loro volta sommati alle perdite di carico dei terminali di erogazione dell'energia ed alle perdite distribuite delle tubazioni porta ad avere la prevalenza che dovrà essere assicurata dal circolatore di competenza per garantire le portate di progetto.

La scelta dei gruppi di pompaggio è stata effettuata in modo tale che il punto di lavoro di ciascun circuito (Q, pc) calcolato con la metodologia precedentemente descritta, ricada sulla curva di lavoro caratteristica di ciascun circolatore, evitando i punti estremi della curva medesima onde garantire una maggiore flessibilità di lavoro.

Il dimensionamento degli staffaggi è stato effettuato con gli usuali metodi di calcolo della scienza delle costruzioni, nel caso specifico applicati a strutture metalliche.

La distanza adottata fra supporti successivi si attiene a quanto di seguito riportato. Tali interassi sono da considerarsi applicabili a tubi pieni di acqua.

Nel fissaggio delle tubazioni sono stati previsti idonei sistemi capaci di consentire la dilatazione delle tubazioni. La tabella seguente indica i valori massimi di interasse tra i supporti delle tubazioni.

| DIAMETRO TUBO | TUBI IN ACCIAIO [m] | TUBI IN RAME [m] |
|---------------|---------------------|------------------|
| 3/4" | 2,1 | 1,5 |
| 1"÷1"1/2 | 2,1 | 1,8 |
| 2"÷2"1/2 | 3,0 | 2,4 |
| 3" | 3,7 | 3,0 |
| 4" | 4,2 | 3,7 |
| 5" | 4,8 | 4,0 |
| 6" | 5,2 | 4,3 |
| 8" | 5,8 | 4,9 |
| 10" | 6,7 | 5,5 |
| 12" | 7,0 | 5,8 |
| 14" | 7,6 | - |

Per quanto concerne gli isolamenti previsti sulle distribuzioni, per il riscaldamento, è stato fatto riferimento alla tabella che segue:

| Conduttività termica utile dell'isolante W/m°C | Diametro esterno della tubazione (mm) | | | | | |
|--|---------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | <20 | 20<d<39 | 40<d<59 | 60<d<79 | 80<d<99 | >100 |
| 0.030 | 13 | 19 | 26 | 33 | 37 | 40 |
| 0.032 | 14 | 21 | 29 | 36 | 40 | 44 |
| 0.034 | 15 | 23 | 31 | 39 | 44 | 48 |
| 0.036 | 17 | 25 | 34 | 43 | 47 | 52 |
| 0.038 | 18 | 28 | 37 | 46 | 51 | 56 |
| 0.040 | 20 | 30 | 40 | 50 | 55 | 60 |
| 0.042 | 22 | 32 | 43 | 54 | 59 | 64 |
| 0.044 | 24 | 35 | 46 | 58 | 63 | 69 |
| 0.046 | 26 | 38 | 50 | 62 | 68 | 74 |

| | | | | | | |
|-------|----|----|----|----|----|----|
| 0.048 | 28 | 41 | 54 | 66 | 72 | 79 |
| 0.050 | 30 | 44 | 58 | 71 | 77 | 84 |

Per tubazioni esterne dovranno essere utilizzati spessori pari a quelli indicati, per tubazioni montanti poste al di qua dell'isolamento del fabbricato gli spessori potranno essere moltiplicati per 0.5, mentre per tubazioni poste in locali non affacciati all'esterno né su locali non riscaldati, gli spessori potranno essere moltiplicati per 0.3. Questo in base alla legge 10/1991 e successive modifiche.

4.2. METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE TUBAZIONI IDRICO SANITARIE

Il calcolo delle tubazioni idrico-sanitarie è stato eseguito in base ai fabbisogni dedotti dalle tabelle disponibili in letteratura. Tutti i diametri sono stati computati in base ad un valore di velocità inferiore a 1,5 m/s per non avere rumorosità al passaggio d'acqua ed in base ai diametri commerciali in uso. Le dorsali ed all'interno dei servizi igienici saranno utilizzate tubazioni con materiale plastico o multistrato.

La metodologia di calcolo utilizzata è quella delle UNITA' DI CARICO prevista dalla norma UNI 9182.

Tutte le tubazioni saranno coibentate. La coibentazione della rete idrica fredda è dovuta al fatto che con essa si cercherà di eliminare ogni possibilità di gelo o di eccessivo raffreddamento, mentre la coibentazione della rete idrica calda dovrà garantire le minime dispersioni termiche per la necessità di mantenere la temperatura ai valori desiderati.

- Isolamenti sottotraccia acqua calda sanitaria da 13 mm
- Isolamenti acqua calda sanitaria tubazioni esterne 32 mm
- Isolamenti acqua fredda sanitaria tubazioni esterne 13 mm.

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.

Fig. 4

UNI 9182 - Unità di carico (UC) per utenze edifici ad uso pubblico e collettivo (alberghi, uffici, ospedali, ecc)

| Apparecchio | Alimentazione | UNITÀ DI CARICO | | |
|------------------------------|---------------------|-----------------|-------------|-----------------------------------|
| | | Acqua fredda | Acqua calda | Totale acqua calda + acqua fredda |
| Lavabo | Gruppo miscelatore | 1,50 | 1,50 | 2,00 |
| Bidet | Gruppo miscelatore | 1,50 | 1,50 | 2,00 |
| Vasca | Gruppo miscelatore | 3,00 | 3,00 | 4,00 |
| Doccia | Gruppo miscelatore | 3,00 | 3,00 | 4,00 |
| Vaso | Cassetta | 5,00 | - | 5,00 |
| Vaso | Passo rapido | 10,00 | - | 10,00 |
| Vaso | Flussometro | 10,00 | - | 10,00 |
| Orinatoio | Rubinetto a vela | 0,75 | - | 0,75 |
| Orinatoio | Passo rapido | 10,00 | - | 10,00 |
| Orinatoio | Flussometro | 10,00 | - | 10,00 |
| Lavello | Gruppo miscelatore | 2,00 | 2,00 | 3,00 |
| Lavatoio di cucina | Gruppo miscelatore | 3,00 | 3,00 | 4,00 |
| Pilozzo | Gruppo miscelatore | 2,00 | 2,00 | 3,00 |
| Vuotatoio | Cassetta | 5,00 | - | 5,00 |
| Vuotatoio | Passo rapido | 10,00 | - | 10,00 |
| Vuotatoio | Flussometro | 10,00 | - | 10,00 |
| Lavabo a canale (ogni posto) | Gruppo miscelatore | 1,50 | 1,50 | 2,00 |
| Lavapiedi | Gruppo miscelatore | 1,50 | 1,50 | 2,00 |
| Lavapadelle | Gruppo miscelatore | 2,00 | 2,00 | 3,00 |
| Lavabo clinico | Gruppo miscelatore | 1,50 | 1,50 | 2,00 |
| Beverino | Rubinetto a molla | 0,75 | - | 0,75 |
| Doccia di emergenza | Comando a pressione | 3,00 | - | 3,00 |
| Rubinetto da giardino Ø 3/8" | Solo acqua fredda | 2,00 | - | 2,00 |
| Rubinetto da giardino Ø 1/2" | Solo acqua fredda | 4,00 | - | 4,00 |
| Rubinetto da giardino Ø 3/4" | Solo acqua fredda | 6,00 | - | 6,00 |
| Rubinetto da giardino Ø 1" | Solo acqua fredda | 10,00 | - | 10,00 |

Tabella 1

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 Tab. 1 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 esemili, alberghi e ristoranti, ospedali e cliniche, scuole e centrisportivi.

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 Tab. 4, 5, 6, 7, 8 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. È tuttavia un metodo pratico che porta a risultati sostanzialmente in accordo con quelli delle norme DVGW e DTU.

Tab. 4: Tubi d'acciaio

| | | | |
|--------------|------|------|------|
| Gt [l/s] | 0,6 | 1,6 | 4,0 |
| De [pollici] | 1/2" | 3/4" | 1" |
| Di [mm] | 16,3 | 21,7 | 27,4 |

Tab. 5: Tubi di rame

| | | | | | |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Gt [l/s] | 0,2 | 0,4 | 0,7 | 1,0 | 1,6 |
| De [mm] | 12 | 14 | 16 | 18 | 22 |
| Di [mm] | 10 | 12 | 14 | 16 | 20 |

Tab. 6: Tubi PEX

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

Tab. 7: Tubi PPR

| | | | |
|----------|------|------|------|
| Gt [l/s] | 0,6 | 1,3 | 3,1 |
| De [mm] | 20 | 25 | 32 |
| Di [mm] | 13,2 | 16,6 | 21,2 |

Tab. 8: Tubi Multistrato

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

Nel caso specifico, avendo optato per l'installazione di tubazione Metalplastica multistrato si applica la Tab.8. ottenendo i dimensionamenti rappresentati nella tavola grafica 08-IMP e 09-IMP. 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.

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

Tabella 9 - ACQUA FREDDA - Portate massime in relazione al carico lineare unitario disponibile (J)

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

Tabella 10 - ACQUA CALDA - Portate massime in relazione al carico lineare unitario disponibile

La Tabella 10 è utilizzata per il dimensionamento della rete di distribuzione acqua calda sanitaria. 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'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 (superiori a 50 m c.a.) all'erogazione dei servizi igienici.

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

- Contatore 1,5 mc.a..
- Filtroautopulente 2,0 m c.a..Addolcitore 8,0 m c.a..

Pertanto, la pressione massima disponibile in centrale idrica non sarà superiore a 38,5 m c.a.

Il Carico Lineare Totale [H_{lin}] è il carico che può essere speso per vincere le perdite di carico lineari lungo la rete. Si calcola sottraendo alla pressione disponibile (P_{disp}) le pressioni che servono per:

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

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

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

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

Si assume:

$$P_{disp} = 50 \text{ m c.a.}$$

$$H_{app} = 10 \text{ m c.a.}$$

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

$$H_{comp} = 11,5 \text{ m c.a.}$$

Si calcola:

$$H_{lin} = 23,50 \text{ m c.a./m}$$

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:

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

Alla luce delle considerazioni sopra effettuate il valore di J calcolato consente di distribuire l'acqua con l'impiego di un riduttore di pressione riducendo il valore di J a 90 mm c.a./m.

Si entra pertanto nella Tab.9 con il valore di J pari a 90 mm c.a./m e si definiscono i diametri riportati nello schema 03.1-PD-IM.

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

| Diametro tubi | Velocità [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 |

Tabella 11 - Velocità massime consigliate

La posa in opera verrà eseguita, per la maggior parte dei percorsi, interrata o sottotraccia ed avrà l'andamento illustrato nelle tavole. Dovrà essere eseguito il minor numero possibile di saliscendi onde evitare la formazione di sifoni contenenti aria che potrà inficiare il buon funzionamento dell'impianto di ricircolo. Verrà attivato settimanalmente il ciclo di disinfestazione del batterio della legionella sia del bollitore (che comunque sarà tenuto sempre a 70°C, temperatura alla quale il batterio viene ucciso) che delle tubazioni dell'acqua calda. Sarà cura dell'ente proprietario provvedere alla pulizia e alla sostituzione dei filtri dei rubinetti e degli altri elementi terminali in cui può annidarsi il batterio della legionella.

E' opportuno che l'ente proprietario, al fine di combattere lo sviluppo del batterio della legionella, oltre ad effettuare le operazioni settimanali di sanificazione termica ed i controlli dell'effettivo funzionamento delle procedure precedentemente descritte, effettui una disinfestazione a base di cloro secondo le indicazioni delle apposite linee guida almeno una volta l'anno.

RETI DI SCARICO

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

Per la progettazione dell'impianto di scarico, le modalità di posa, gli accorgimenti tecnici da impiegarsi per limitare i fenomeni di rumorosità si fa riferimento per quanto applicabile al caso specifico la norma UNI-EN 12056.2:2001.

Si assume che l'impianto costituisca un Sistema di Scarico di tipo I 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.

Tutte le capacità di scarico sono basate sui diametri interni minimi indicati nella seguente tabella

| Diametro nominale | Diametro Interno minimo |
|-------------------|-------------------------|
| DN | d_{min} mm |
| 30 | 26 |
| 40 | 34 |
| 50 | 44 |
| 56 | 49 |
| 60 | 56 |
| 70 | 68 |
| 80 | 75 |
| 90 | 79 |
| 100 | 96 |
| 125 | 113 |
| 150 | 146 |
| 200 | 184 |
| 225 | 207 |
| 250 | 230 |
| 300 | 290 |

Nella tabella successiva sono indicate le unità di scarico di vari apparecchi sanitari. I valori riportati valgono unicamente ai fini del calcolo e non sono correlati alle unità di scarico degli apparecchi sanitari citate nelle norme di prodotto. Il valore Q_{ww} è la portata di acque reflue prevista per un impianto di scarico, in parte e nell'intero sistema, al quale sono raccordati gli apparecchi sanitari.

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

dove:

- Q_{ww} è la portata acque reflue (l/s);
- K è il coefficiente di frequenza;
- $\sum DU$ è la somma delle unità di scarico

| Apparecchio sanitario | Sistema I | Sistema II | Sistema III | Sistema IV |
|---|------------------|------------------|------------------|------------------|
| | $\frac{DU}{l/s}$ | $\frac{DU}{l/s}$ | $\frac{DU}{l/s}$ | $\frac{DU}{l/s}$ |
| Lavabo, bide | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| Doccia senza tappo | 0,6 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| Doccia con tappo | 0,8 | 0,5 | 1,3 | 0,5 |
| Orinatoio con cassetta | 0,8 | 0,5 | 0,4 | 0,5 |
| Orinatoio con valvola di cacciata | 0,5 | 0,3 | - | 0,3 |
| Orinatoio a parete | 0,2* | 0,2* | 0,2* | 0,2* |
| Vasca da bagno | 0,8 | 0,6 | 1,3 | 0,5 |
| Lavello da cucina | 0,8 | 0,6 | 1,3 | 0,5 |
| Lavastoviglie (domestica) | 0,8 | 0,6 | 0,2 | 0,5 |
| Lavatrice, carico max. 6 kg | 0,8 | 0,6 | 0,6 | 0,5 |
| Lavatrice, carico max. 12 kg | 1,5 | 1,2 | 1,2 | 1,0 |
| WC, capacità cassetta 4,0 l | ** | 1,8 | ** | ** |
| WC, capacità cassetta 6,0 l | 2,0 | 1,8 | da 1,2 a 1,7*** | 2,0 |
| WC, capacità cassetta 7,5 l | 2,0 | 1,8 | da 1,4 a 1,8*** | 2,0 |
| WC, capacità cassetta 9,0 l | 2,5 | 2,0 | da 1,6 a 2,0*** | 2,5 |
| Pozzetto a terra DN 50 | 0,8 | 0,9 | - | 0,6 |
| Pozzetto a terra DN 70 | 1,5 | 0,9 | - | 1,0 |
| Pozzetto a terra DN 100 | 2,0 | 1,2 | - | 1,3 |
| * Per persona. ** Non ammesso. *** A seconda del tipo di cassetta (valido unicamente per WC a cacciata con cassetta e sifone). - Non utilizzata o dati mancanti. | | | | |

Tabella - Unità di scarico DU

Nel seguente prospetto sono riportati i coefficienti di frequenza tipo relativi al differente utilizzo degli apparecchi.

| Utilizzo degli apparecchi | Coefficiente K' |
|--|-------------------|
| Uso intermittente, per esempio in abitazioni, locande, uffici | 0,5 |
| Uso frequente, per esempio in ospedali, scuole, ristoranti, alberghi | 0,7 |
| Uso molto frequente, per esempio in bagni e/o docce pubbliche | 1,0 |
| Uso speciale, per esempio laboratori | 1,2 |

Q_{tot} è la portata di progetto dell'impianto fognario, al quale sono raccordati apparecchi sanitari, apparecchi a flusso continuo e/o pompe di impianti di sollevamento di acque reflue. Le portate continue e di pompaggio che dovrebbero essere sommate alla portata acque reflue senza alcuna riduzione nel caso in questione non esistono

$$Q_{tot} = Q_{ww} + Q_c + Q_p$$

dove:

- Q_{tot} è la portata totale (l/s);

- Q_{ww} è la portata acque reflue (l/s); Q_c è la portata continua (l/s);
- Q_p è la portata di pompaggio (l/s).

La capacità massima ammessa per le tubazioni (Q_{max}) deve corrispondere, al valore maggiore tra:

- portata acque reflue calcolata (Q_{ww}) o portata totale (Q_{tot})
- portata dell'apparecchio con l'unità di scarico più grande.

I valori di Q_{ww} o Q_{tot} , calcolati con diversi coefficienti di frequenza (K) e somme di unità di scarico (DU) si scelgono nella tabella seguente:

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

Le capacità sono calcolate mediante la formula di Colebrook-White, utilizzando un coefficiente di scabrezza $k_b = 1,0$ mm ed un coefficiente di viscosità dell'acqua pura $\nu = 1,31 \times 10^{-6}$ m²/s.

Poiché si è assunto di realizzare colonne di scarico senza ventilazione, si deve valutare tramite le successive tabelle le dimensioni e i limiti di applicazione per diramazioni di scarico senza ventilazione. Ove non sono rispettati i valori delle due tabelle seguenti si prevede la ventilazione secondaria.

| 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. | | | | |

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

Nella tabella seguente si riportano le dimensioni e i limiti di applicazione per le colonne di scarico con ventilazione primaria. Infine nell'ultima tabella si riportano le dimensioni e i limiti di applicazione per le colonne di scarico con ventilazione secondaria.

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

| Colonna di scarico e sfiato | Ventilazione secondaria | Sistemi I, II, III e IV | |
|--|-------------------------|-------------------------|-----------------|
| | | Q_{max} (l/s) | |
| DN | DN | Braga a squadra | Braga ad angolo |
| 60 | 50 | 0,7 | 0,9 |
| 70 | 50 | 2,0 | 2,6 |
| 80* | 50 | 2,6 | 3,4 |
| 90 | 50 | 3,5 | 4,6 |
| 100** | 50 | 5,6 | 7,3 |
| 125 | 70 | 7,6 | 10,0 |
| 150 | 80 | 12,4 | 18,3 |
| 200 | 100 | 21,0 | 27,3 |
| * Dimensione minima quando i WC sono raccordati secondo il sistema II. ** Dimensione minima quando i WC sono raccordati secondo i sistemi I, III, IV. | | | |