

# FUTURA

# LA SCUOLA PER L'ITALIA DI DOMANI



Finanziato dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero dell'Istruzione  
e del Merito



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE DI IMPRESA E RESILIENZA

## BANDO PNRR ASILI NIDO 0 - 2 ANNI MISSIONE 4 - COMPONENTE 1 - INVESTIMENTO 1.1 AMPLIAMENTO PER REALIZZAZIONE ASILO 0-2

## COMUNE DI SANTA LUCIA DI PIAVE AMPLIAMENTO DELLA SCUOLA PER L'INFANZIA "V. DA FELTRE" REALIZZAZIONE ASILO 0-2 ANNI



### PROGETTO ESECUTIVO

|       |   |                |
|-------|---|----------------|
| ELAB. | IMPIANTI MECCANICI<br>RELAZIONE SPECIALISTICA | Rev. 00        |
| 4.1   |   | Settembre 2024 |

PROGETTISTA:

Dott. Arch. Stefano Meneghini

Per. Ind. Daniele Marcello

COLLABORATORE:

Dott. in Arch. Edoardo Valvasori



CONSYLIO s.r.l. - Società di Ingegneria

Piazzetta Cesira Gasparotto, 6 - 35131 Padova (PD) - Tel/ Fax 049 8072072

www.consylio.eu - info@consylio.eu

Società Certificata:

UNI EN ISO 9001:2015 - DASA IQ-0117-05

UNI EN ISO 14001:2015 - DASA IE-0824-01

UNI EN ISO 45001:2023 - DASA IS-0824-01

UNI/Pr 125:2022 - DASA IPDR-1023-06

UNI CEI 11339:2023 - ICMQ 24-01296

"The way for global sustainability"

## Indice:

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1   | OGGETTO DELLE OPERE DI IMPIANTO.....                           | 2  |
| 1.1 | Generalità.....  | 2  |
| 1.2 | Criteri generali di progettazione.....                         | 2  |
| 2   | NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....                                  | 3  |
| 3   | IMPIANTI MECCANICI .....                                       | 5  |
| 3.1 | Generalità.....  | 5  |
| 3.2 | Impianto Di Riscaldamento/Raffrescamento .....                 | 6  |
| 3.3 | Impianto Di Ventilazione Ad Aria Primaria.....                 | 6  |
| 3.4 | Centrale Termica .....   | 10 |
| 3.5 | Impianto Idricosanitario .....                                 | 10 |
| 3.6 | Impianto Di Scarico Acque Reflue .....                         | 11 |
| 3.7 | Impianto di Regolazione Automatica .....                       | 12 |
| 4   | RISPETTO DNSH .....  | 13 |
| 5   | VERIFICHE CRITERI MINIMI AMBIENTALI SECONDO DM 23.06.2022..... | 13 |
| 6   | Calcoli relativi alle varie tipologie impiantistiche.....      | 21 |
| 6.1 | Impianto di riscaldamento e raffrescamento.....                | 21 |
| 6.2 | Calcolo delle tubazioni idroniche .....                        | 21 |
| 6.3 | Impianto di ventilazione .....                                 | 22 |
| 6.4 | Impianto idrico sanitario .....                                | 25 |
| 6.5 | Impianto di scarico .....                                      | 25 |

# **1 OGGETTO DELLE OPERE DI IMPIANTO**

## **1.1 GENERALITÀ**

Le opere descritte nella presente relazione riguardano la fornitura e posa in opera degli impianti meccanici a servizio del nuovo asilo nido sito nel comune di Santa Lucia di Piave (TV).

L'edificio si sviluppa su un unico piano fuori terra con superficie lorda di circa 320 m<sup>2</sup>.

L'intervento impiantistico di ambito meccanico riguarda l'intero edificio che sarà costituito da un'unica zona termica.

Il progetto esecutivo redatto sulla base delle indicazioni generali e particolari formulate dalla Amministrazione appaltante e da dati reperiti in modo autonomo dai progettisti e concordati con la committenza, prevede la realizzazione di nuovi impianti adeguati alle esigenze della struttura.

## **1.2 CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE**

In linea di principio la progettazione ha seguito i criteri sottoelencati, suddivisi per le singole specificità impiantistiche:

**IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE:** L'impianto è stato progettato per il servizio di riscaldamento e raffrescamento. Il sistema di emissione previsto sarà del tipo radiante a pavimento con ventilazione meccanica e deumidificazione. La produzione del fluido termovettore caldo/freddo sarà affidata ad una pompa di calore aria/acqua.

**IMPIANTO DI VENTILAZIONE:** L'edificio sarà dotato di un sistema di ricambio dell'aria di tipo meccanico con un recuperatore di calore installato in controsoffitto. Il sistema sarà inoltre in grado di realizzare la deumidificazione necessaria per il raffrescamento estivo.

**IMPIANTO IDRICO SANITARIO:** Tale impianto alimenterà i servizi dei blocchi bagni. La produzione di acqua calda sanitaria sarà realizzata con un sistema a pompa di calore con accumulo.

**IMPIANTO DI SCARICO ACQUE REFLUE:** Tale impianto sarà a servizio delle acque usate per esigenze umane e le acque di condensa derivanti dai terminali di climatizzazione.

**IMPIANTO DI REGOLAZIONE AUTOMATICA:** La gestione degli impianti sarà realizzata da un sistema centralizzato di regolazione automatica in grado di gestire le temperature e i ricambi aria all'interno di ogni singolo ambiente.

Tutte le opere descritte nel presente progetto si intendono rispondenti anche al decreto ministeriale 23/06/2022 "Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi" e ai principi DNSH. Anche la fase di realizzazione dovrà essere conforme alla normativa suddetta.

## 2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Si riporta di seguito l'elenco delle norme principali utilizzate per la redazione del progetto:

- 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, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali
- UNI/TS 11300-3:2010 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva
- UNI/TS 11300-4:2016 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria
- UNI/TS 11300-5:2016 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 5: Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili
- UNI/TS 11300-6:2016 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 6: Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili
- UNI EN 16798-1:2019 Prestazione energetica degli edifici – Ventilazione per gli edifici – Parte 1
- UNI EN 16798-1:2020 Prestazione energetica degli edifici – Ventilazione per gli edifici – Parte 2
- UNI EN ISO 1264-1:2021 Sistemi radianti alimentati ad acqua per il riscaldamento e il raffrescamento integrati nelle strutture - Parte 1: Definizioni e simboli
- UNI EN ISO 1264-2:2021 Sistemi radianti alimentati ad acqua per il riscaldamento e il raffrescamento integrati nelle strutture - Parte 2: Riscaldamento a pavimento: metodi per la determinazione della potenza termica mediante metodi di calcolo e prove
- UNI EN ISO 1264-3:2021 Sistemi radianti alimentati ad acqua per il riscaldamento e il raffrescamento integrati nelle strutture - Parte 3: Dimensionamento
- UNI EN ISO 1264-4:2021 Sistemi radianti alimentati ad acqua per il riscaldamento e il raffrescamento integrati nelle strutture - Parte 4: Installazione
- UNI EN ISO 1264-5:2021 Sistemi radianti alimentati ad acqua per il riscaldamento e il raffrescamento integrati nelle strutture - Parte 5: Determinazione della potenza termica di riscaldamento per pareti e soffitti e di raffrescamento per pavimenti, pareti e soffitti
- UNI 9182:2014 Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Progettazione, installazione e collaudo
- UNI 8065:2019 Trattamento dell'acqua negli impianti per la climatizzazione invernale ed estiva, per la produzione di acqua calda sanitaria e negli impianti solari termici
- 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 12056-3:2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo

- UNI EN 12056-4:2001 Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Stazioni di pompaggio di acque reflue - Progettazione e calcolo
- D.Lgs 19/08/2005 e s.m.i. Attuazione della direttiva (UE) 2018/844, che modifica la direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica nell'edilizia e la direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, della direttiva 2010/31/UE, sulla prestazione energetica nell'edilizia, e della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
- D.P.R. 26/08/1992 n. 412 Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10.
- D.Lgs 30/05/2008 n. 115 Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE.
- D.Lgs 08/11/2021 n. 199 Attuazione della direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili.
- D.M. 26/06/2005 Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici.
- D.P.R. 16/04/2013 n. 74 Regolamento recante definizione dei criteri generali in materia di esercizio, conduzione, controllo, manutenzione e ispezione degli impianti termici per la climatizzazione invernale ed estiva degli edifici e per la preparazione dell'acqua calda per usi igienici sanitari, a norma dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e c), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192.

### 3 IMPIANTI MECCANICI

#### 3.1 GENERALITÀ

Gli impianti meccanici previsti per la realizzazione del nuovo asilo saranno:

- Impianto di riscaldamento/raffrescamento del tipo radiante a pavimento a servizio dell'intero edificio, il raffrescamento estivo non è previsto per la zona servizi. La produzione del fluido termovettore sarà realizzata con una pompa di calore aria/acqua.
- Impianto di ventilazione con recupero di calore e integrazione termica in grado di realizzare anche il trattamento di deumidificazione;
- Impianto idrico-sanitario, produzione acqua calda sanitaria e apparecchi sanitari;
- Impianto scarico acque reflue;
- Impianto di regolazione automatica.

Le forniture impiantistiche, nessuna esclusa, si intendono comprensive delle opere edilinecessarie alla posa degli impianti. Gli oneri per la esecuzione di dette opere si intendono compresi e quindi inclusi nei prezzi unitari offerti dalla Ditta Appaltatrice per la esecuzione delle singole forniture impiantistiche anche se non espressamente indicato nelle singole voci e salvo indicazioni specifiche particolari.

Le opere edili connesse alla posa degli impianti saranno essenzialmente le seguenti:

- fissaggi di grappe, di staffe, di supporti, di mensole, di apparecchi di sostegno e quanto altro necessario per la perfetta posa in opera degli impianti compresi gli staffaggi anche di tipo antisismico;
- la formazione e chiusura di tracce, di nicchie e di fori;
- ripristino completo delle scanalature, scassi e fori, da eseguirsi anche in più fasi con materiali idonei autorizzati dalla D.L., compreso ogni onere per dare la finitura a vista completa anche su pareti e soffitti ultimati e/o esistenti;
- l'apertura e chiusura di cavedi e camini predisposti per il passaggio di tubazioni e canalizzazioni;
- la formazione e chiusura di forometrie di qualsiasi dimensione e forma geometrica per il passaggio di tutti gli impianti (meccanici e termomeccanici) comprese pareti esolai e su qualunque tipo di struttura e materiale;
- ogni onere principale ed accessorio per il ripristino e la finitura delle strutture, delle murature, degli intonaci, delle pavimentazioni e delle tinteggiature interessate;
- lo smaltimento e il trasporto in discarica autorizzata, con i relativi oneri, di tutto il materiale di risulta;
- assistenze murarie per l'esecuzione di tracce e fori a sezione variabile, obbligata su qualsiasi tipo di elemento strutturale interessato, compresi carotaggi, taglio di elementi strutturali ecc., ripristino completo delle scanalature, scassi e fori, da eseguirsi anche in più fasi con materiali idonei autorizzati dalla D.L., compreso ogni onere per dare la finitura a vista completa anche su pareti e soffitti ultimati e/o esistenti;
- assistenza murarie per il fissaggio di tutti gli elementi di sostegno degli impianti;
- ripristini al grezzo con materiale compatibile con il materiale costituente l'impianto per evitare fenomeni di corrosione chimica o elettrochimica;
- formazione di basamenti in calcestruzzo armato per appoggio a pavimento di apparecchiature o elementi di impianti statici (es. quadri elettrici), basamenti insonorizzanti e isolanti per tutte le apparecchiature in grado di trasmettere vibrazioni (es. CTA, pompe ecc.);
- formazione di muretti di sostegno per tubazioni, canalizzazioni ecc.;

- impermeabilizzazioni e ripristino di impermeabilizzazioni rimosse compresa la fornitura di converse;
- ripristino di attraversamenti di strutture resistenti al fuoco con dispositivi atti a garantirne l'efficacia in caso di incendio;
- tiro in alto e in basso dei materiali, delle attrezzature e le lavorazioni quota.

Le opere elettriche invece connesse alla posa degli impianti termotecnici saranno essenzialmente le seguenti:

- collegamento alla rete di potenza di tutte le apparecchiature alimentate ad energia elettrica;
- il collegamento elettrico che dovrà essere effettuato per ogni apparecchiatura a servizio dell'impianto meccanico (escluse la fornitura delle linee di potenza e di segnale già predisposte);
- fissaggi di grappe, di staffe, di supporti, di mensole, di apparecchi di sostegno equanto altro necessario per la perfetta posa in opera degli impianti;
- lo smaltimento e il trasporto in discarica autorizzata, con i relativi oneri, di tutto il materiale di risulta.

### **3.2 IMPIANTO DI RISCALDAMENTO/RAFFRESCAMENTO**

L'impianto di climatizzazione a servizio dell'edificio sarà costituito da un sistema radiante a pavimento. Tale sistema sarà costituito da tubazioni annegate a pavimento posate con passo 10 cm sull'interno edificio ad esclusione della zona servizi in cui il passo previsto sarà 5 cm. La posa prevista sarà su un apposito pannello portatubo. I vari circuiti faranno capo a collettori dotati di testine elettrotermiche per la gestione delle richieste dei singoli ambienti. I collettori saranno alimentati da tubazioni derivanti dal locale tecnico in cui sarà installato un circolatore dedicato.

Le tubazioni di distribuzione saranno in polietilene multistrato isolato con gli spessori previsti dal DPR 412/93. Il sistema sarà in grado di realizzare sia il servizio di riscaldamento che di raffrescamento. Durante il raffrescamento l'impianto di ventilazione dovrà garantire anche la deumidificazione dell'aria.

### **3.3 IMPIANTO DI VENTILAZIONE AD ARIA PRIMARIA**

L'impianto di ventilazione a servizio dell'edificio sarà in grado di garantire il ricambio dell'aria all'interno degli ambienti, le estrazioni dai locali WC e la deumidificazione durante il servizio di raffrescamento.

L'impianto sarà costituito da diffusori d'aria installati all'interno degli ambienti da trattare, collegati ad un sistema aeraulico costituito da canali che collegheranno i diffusori alla macchina di ventilazione. La macchina prevista sarà un recuperatore di calore completo anche del servizio di deumidificazione per permettere il raffrescamento con il sistema radiante.

Tale recuperatore sarà dotato di una doppia sezione di recupero. La prima sarà costituita da un recuperatore a flussi incrociati e la seconda da un recuperatore termodinamico tramite circuito frigorifero. Sarà inoltre in grado di fornire carico termico agli ambienti durante la funzione di ricambio che potrà essere utile per le messe a regime o in particolari momenti di picco. La macchina prevista a progetto, in grado di eseguire anche il trattamento di deumidificazione, sarà in grado di lavorare sia in rinnovo che in ricircolo. In fase di avviamento dovrà essere programmata per lavorare in solo rinnovo.

Il sistema di distribuzione sarà costituito da canali opportunamente isolati secondo normativa vigente e diffusori di diversa tipologia installati all'interno dell'ambiente da trattare. Ogni diffusore sarà dotato di un proprio organo di taratura.

Le portate di aria esterna per ogni singolo ambiente sono state calcolate in conformità alla norma EN 16798-1 con il rispetto della Classe II e della caratteristica "Very Low Polluting Building" essendo un edificio di nuova costruzione.

Si è utilizzato il Metodo 1 (based on perceived air quality) per il calcolo delle portate di ricambio, dove la portata specifica in relazione alla superficie del locale da trattare è pari a  $0,35 \text{ l/s}\cdot\text{m}^2$  e con portata specifica per gli occupanti pari a  $2,5 \text{ l/s}\cdot\text{person}$  con l'assunzione che gli occupanti siano adattati all'ambiente in quanto occuperanno i suddetti locali per un considerevole numero di ore giornaliere.

La portata di ricambio complessiva deve essere comunque maggiore o tutt'al più uguale a  $4 \text{ l/s}\cdot\text{person}$ .

Si riporta di seguito la tabella con le indicazioni delle portate di ricambio per singolo locale.

| LOCALE                          | SUP. UTILE     | H NETTA | VOL. NETTO     | n. PERSONE | RICAMBI | RICAMBI SPECIFICI             | RICAMBI SPECIFICI SUP,           | RICAMBIO ARIA     | PORTATA A 4 l/s*pp |
|---------------------------------|----------------|---------|----------------|------------|---------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------|--------------------|
|                                 | m <sup>2</sup> | m       | m <sup>3</sup> |            | Vol/h   | m <sup>3</sup> /h per persona | m <sup>3</sup> /h*m <sup>2</sup> | m <sup>3</sup> /h | m <sup>3</sup> /h  |
| INGRESSO                        | 22,80          | 3,00    | 68,4           | 0,00       | 0,50    | 0,00                          | 0,00                             | 40,00             | -                  |
| ATRIO                           | 15,81          | 3,00    | 47,4           | 0,00       | 0,50    | 0,00                          | 0,00                             | 30,00             | -                  |
| SEZIONE 1-2<br>SPAZIO<br>COMUNE | 13,56          | 3,00    | 40,7           | 0,00       | 0,50    | 0,00                          | 0,00                             | 30,00             | -                  |
| ANTIBAGNO<br>SEZIONE 3          | 3,41           | 3,00    | 10,2           | 0,00       | 0,00    | 0,00                          | 0,00                             | 0,00              | -                  |
| DISIMPEGNO                      | 3,48           | 3,00    | 10,4           | 0,00       | 0,00    | 0,00                          | 0,00                             | 0,00              | -                  |
| DEPOSITO<br>PASSEGGINI          | 5,24           | 3,00    | 15,7           | 0,00       | 0,00    | 0,00                          | 0,00                             | 0,00              | -                  |
| LAVANDERIA                      | 7,54           | 3,00    | 22,6           | 0,00       | 1,00    | 0,00                          | 0,00                             | 30,00             | -                  |
| SPOGLIATOIO<br>PERSONALE        | 6,06           | 3,00    | 18,2           | 0,00       | 2,00    | 0,00                          | 0,00                             | 40,00             | -                  |
| SEZIONE 3<br>AREA<br>GIORCHI    | 27,09          | 3,00    | 81,3           | 7,00       | 0,00    | 9,00                          | 1,26                             | 100,00            | 120,00             |
| SEZIONE 3<br>DORMITORIO         | 16,71          | 3,00    | 50,1           | 6,00       | 0,00    | 9,00                          | 1,26                             | 80,00             | 90,00              |
| SEZIONE 2<br>AREA GIOCHI        | 29,07          | 3,00    | 87,2           | 11,00      | 0,00    | 9,00                          | 1,26                             | 140,00            | 160,00             |
| SEZIONE 2<br>DORMITORIO         | 16,71          | 3,00    | 50,1           | 9,00       | 0,00    | 9,00                          | 1,26                             | 110,00            | 130,00             |
| SEZIONE 2<br>FASCIATOIO         | 4,98           | 3,00    | 14,9           | 0,00       | 8,00    | 0,00                          | 0,00                             | 120,00            | -                  |
| SEZIONE 1 E                     | 6,00           | 3,00    | 18,0           | 0,00       | 8,00    | 0,00                          | 0,00                             | 150,00            | -                  |

|                                  |               |      |               |       |      |       |      |                |        |
|----------------------------------|---------------|------|---------------|-------|------|-------|------|----------------|--------|
| <b>2 BAGNI</b>                   |               |      |               |       |      |       |      |                |        |
| <b>SEZIONE 1<br/>FASCIATOIO</b>  | 5,10          | 3,00 | 15,3          | 0,00  | 8,00 | 0,00  | 0,00 | 130,00         | -      |
| <b>SEZIONE 3<br/>BAGNI</b>       | 4,61          | 3,00 | 13,8          | 0,00  | 8,00 | 0,00  | 0,00 | 120,00         | -      |
| <b>SEZIONE 3<br/>FASCIATOIO</b>  | 7,37          | 3,00 | 22,1          | 0,00  | 8,00 | 0,00  | 0,00 | 180,00         | -      |
| <b>WC</b>                        | 1,60          | 3,00 | 4,8           | 0,00  | 8,00 | 0,00  | 0,00 | 40,00          | -      |
| <b>WC DISABILI</b>               | 2,88          | 3,00 | 8,6           | 0,00  | 8,00 | 0,00  | 0,00 | 70,00          | -      |
| <b>DIREZIONE</b>                 | 7,28          | 3,00 | 21,8          | 1,00  | 0,00 | 25,20 | 1,26 | 40,00          | -      |
| <b>SEZIONE 1<br/>AREA GIOCHI</b> | 29,07         | 3,00 | 87,2          | 11,00 | 0,00 | 9,00  | 1,26 | 140,00         | 160,00 |
| <b>SEZIONI 1<br/>DORMITORIO</b>  | 16,64         | 3,00 | 49,9          | 9,00  | 0,00 | 9,00  | 1,26 | 110,00         | 130,00 |
| <b>DISPENSA</b>                  | 6,27          | 3,00 | 18,8          | 0,00  | 0,50 | 0,00  | 0,00 | 10,00          | -      |
| <b>CUCINA</b>                    | 16,64         | 3,00 | 49,9          | 0,00  | 0,00 | 0,00  | 0,00 | 0,00           | -      |
| <b>TOT</b>                       | <b>275,92</b> |      | <b>827,76</b> |       |      |       |      | <b>1710,00</b> |        |

### **3.4 CENTRALE TERMICA**

L'impianto sarà di tipo idronico e il fluido termovettore utilizzato sarà acqua tecnologia.

L'impianto sarà alimentato con acqua calda o refrigerata derivante da una pompa di calore aria/acqua splittata, avente unità esterna da installare sulla copertura dell'edificio e la relativa unità interna da posizionare all'interno della centrale termica esistente. Tale macchina sarà dotata di un proprio gruppo idronico di circolazione primaria e verrà collegato ad un accumulo inerziale posto nel locale tecnico.

La distribuzione verrà realizzata con tubazioni in polietilene multistrato. Il gruppo di rilancio saranno due:

- Un gruppo miscelato dedicato all'impianto radiante a pavimento;
- Un gruppo diretto per l'integrazione termica dei recuperatori di calore.

Il circolatore primario della pompa di calore sarà fornito e presente a bordo della macchina stessa.

L'acqua tecnologia dovrà essere trattata in conformità alla norma UNI 8065, sarà quindi necessaria, oltre alla filtrazione, anche il caricamento con condizionante chimico all'avviamento dell'impianto.

### **3.5 IMPIANTO IDRICOSANITARIO**

L'impianto di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda sanitaria è stato dimensionato in conformità alla norma UNI 9182, con riferimento alla più recente letteratura sinora redatta sull'argomento.

Le utenze sono state definite dalle indicazioni ricevute dalla committenza. La distribuzione principale sarà realizzata sistema a dorsale mentre i singoli blocchi saranno alimentati con un sistema a collettori con le vie singolarmente intercettabili. La distribuzione verrà realizzata con tubazioni in polietilene multistrato isolato.

La produzione di acqua calda sanitaria sarà realizzata con un sistema ad accumulo in pompa di calore, non sarà previsto il sistema di ricircolo.

Il trattamento antilegionella sarà realizzato mediante shock termico all'interno del produttore in pompa di calore.

#### **APPARECCHIATURA SANITARIA**

Gli apparecchi sanitari saranno tutti in vitreous-china, delle migliori marche esistenti in commercio, con superfici completamente lisce prive di angoli poco accessibili, dove la sporcizia si potrebbe accumulare.

Gli staffaggi di tutti gli apparecchi saranno adeguati alla tipologia della parete di sostegno, bulloni ad espansione per cemento armato, robusti telai metallici per le pareti più leggere.

Gli apparecchi sanitari, indipendentemente dalla loro forma e dal materiale costituente, rispetteranno i seguenti requisiti:

- robustezza meccanica;

- durabilità meccanica;
- assenza di difetti visibili ed estetici;
- resistenza all'abrasione;
- pulibilità di tutte le parti che possono venire a contatto con l'acqua sporca;
- resistenza alla corrosione (per quelli con supporto metallico);
- funzionalità idraulica.

Per la rubinetteria si prevedono miscelazione monocomando, con cartucce a norma CEN, che garantisce i valori di tenuta, resistenza, durata, pressione e rumorosità imposti dall'attuale normativa, con azionamento a leveraggi ergonomici aventi terminale anticontundente.

Per i servizi ad uso disabili, si prevede l'installazione di un wc completo di vaso con apertura frontale e di lavabo ribaltabile.

In osservanza dei requisiti richiesti dal DM 23/06/2022 l'apparecchiatura sanitaria dovrà prevedere sistemi di interruzione del flusso di tipo automatico attraverso dispositivi temporizzati. Inoltre, il flusso non dovrà essere superiore a 6 l/min. Le cassette di scarico dovranno avere capacità massima di 6 l e ridotta di 3 l.

### **3.6 IMPIANTO DI SCARICO ACQUE REFLUE**

L'impianto di scarico delle acque reflue derivanti dall'edificio sarà a servizio dei servizi igienici e dei recuperatori di calore.

L'impianto di scarico oggetto della presente è solo quello relativo alla parte fino a perimetro esterno dell'edificio, non è quindi compresa la rete esterna ed eventuali trattamenti prima del recapito in fognatura.

Le reti di scarico che recapiteranno le acque all'esterno dell'edificio, saranno distribuite in modo da raccogliere le utenze in prossimità dei punti di scarico. Tutti i terminali saranno dotati di sifone. Le varie sezioni di scarico saranno provviste di colonna di ventilazione. La colonna di ventilazione servirà le utenze di scarico entro la distanza massima di 4 m. nel caso in cui la distanza sia superiore a 4 m la ventilazione dovrà essere prevista una ulteriore colonna di ventilazione.

La ventilazione dell'impianto sarà garantita da colonne con terminali in copertura, le quali compenseranno le pressioni sia negative che positive che si andranno a creare all'interno dell'impianto durante il funzionamento.

Le tubazioni previste dovranno essere classificate come Sistema I secondo la norma UNI 12056 e lavorare con un grado di riempimento del 50%.

La distribuzione delle acque reflue sarà realizzata all'interno delle pareti e all'interno dei massetti ove possibile e sarà realizzata con tubazioni in polipropilene ad innesto con pendenza minima di posa dell'1%.

Sarà prevista anche una rete di scarico acque di condensa a servizio dei recuperatori di calore. Le acque di scarico derivanti da questa parte d'impianto dovranno essere recapitate allo scarico delle acque meteoriche.

### **3.7 IMPIANTO DI REGOLAZIONE AUTOMATICA**

Gli impianti saranno supervisionati e gestiti da un sistema generale di regolazione automatica.

Tale sistema potrà essere programmato per mantenere l'edificio nelle condizioni termiche e di comfort di progetto durante gli orari di occupazione mentre potrà essere mantenuto in "attenuazione" durante i periodi di non utilizzo.

Il sistema di regolazione sarà in grado di supervisionare e di regolare i parametri interni di temperatura, umidità relativa e qualità dell'aria e di gestire l'impianto meccanico per raggiungere i parametri obiettivo programmati.

#### 4 RISPETTO DNSH

La progettazione sviluppata ha tenuto conto il rispetto delle linee guida per la progettazione degli edifici scolastici per gli interventi di nuova costruzione con la finalità di accesso al PNRR e il rispetto del principio del DNSH.

L'edificio risulta essere classificato NZEB ed è pertanto conforme a quanto richiesto dalle linee guida del DNSH Regime 2.

#### 5 VERIFICHE CRITERI MINIMI AMBIENTALI SECONDO DM 23.06.2022

##### Elenco criteri:

| Descrizione                  | Esito           |
|------------------------------|-----------------|
| 2.4.2 Prestazione energetica | <b>Positiva</b> |
| 2.4.6 Benessere termico      | <b>Positiva</b> |
| 2.4.7 Illuminazione naturale | <b>Positiva</b> |

**Criterio: 2.4.2 Prestazione energetica**

##### Elenco verifiche:

| Tipo verifica   | Esito           | Valore ammissibile |   | Valore calcolato | u.m.               |
|---|-----------------|--------------------|---|------------------|--------------------|
| Area solare equivalente estiva per unità di superficie utile  | <b>Positiva</b> |                    |   |                  |                    |
| Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione (H't)  | <b>Positiva</b> |                    |   |                  |                    |
| Efficienza media stagionale dell'impianto per servizi riscaldamento, acqua calda sanitaria e raffrescamento | <b>Positiva</b> |                    |   |                  |                    |
| Indice di prestazione termica utile per riscaldamento   | <b>Positiva</b> | <b>194,05</b>      | > | <b>160,70</b>    | kWh/m <sup>2</sup> |
| Indice di prestazione termica utile per il raffrescamento   | <b>Positiva</b> | <b>7,35</b>        | > | <b>6,76</b>      | kWh/m <sup>2</sup> |
| Indice di prestazione energetica globale  | <b>Positiva</b> | <b>108,73</b>      | > | <b>46,94</b>     | kWh/m <sup>2</sup> |
| Temperatura operante estiva   | -               |                    |   |                  |                    |

##### Dettagli – Area solare equivalente estiva per unità di superficie utile:

| Nr. | Descrizione       | Verifica | Asol,eq,amm [-] |   | Asol,eq [-] | Asol [m <sup>2</sup> ] | Su [m <sup>2</sup> ] |
|-----|-------------------|----------|-----------------|---|-------------|------------------------|----------------------|
| 1   | Zona climatizzata | Positiva | 0,040           | ≥ | 0,034       | 9,48                   | 275,90               |

##### Dettagli – Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione (H't):

| Nr. | Descrizione       | Cat. DPR. 412 | H't amm. [W/m <sup>2</sup> K] |   | H't [W/m <sup>2</sup> K] |
|-----|-------------------|---------------|-------------------------------|---|--------------------------|
| 1   | Zona climatizzata | E.7           | 0,55                          | ≥ | 0,20                     |

##### Dettagli – Efficienza media stagionale dell'impianto per servizi riscaldamento, acqua calda sanitaria e raffrescamento:

| Nr. | Servizi               | Verifica | ηg amm [%] |   | ηg [%] |
|-----|-----------------------|----------|------------|---|--------|
| 1   | Riscaldamento         | Positiva | 284,2      | ≤ | 926,2  |
| 2   | Acqua calda sanitaria | Positiva | 62,5       | ≤ | 88,2   |

|   |                |          |      |   |      |
|---|----------------|----------|------|---|------|
| 3 | Raffrescamento | Positiva | 53,5 | ≤ | 53,9 |
|---|----------------|----------|------|---|------|

**Dettagli – Indice di prestazione termica utile per riscaldamento:**

Riferimento: D.M. 26.06.15, allegato 1, paragrafo 3.3, punto 2 - lettera b

| Su<br>[m <sup>2</sup> ] | Qh,nd amm.<br>[kWh] | Qh,nd<br>[kWh] |
|-------------------------|---------------------|----------------|
| 275,90                  | 53538,67            | 44338,29       |

**Dettagli – Indice di prestazione termica utile per il raffrescamento:**

Riferimento: D.M. 26.06.15, allegato 1, paragrafo 3.3, punto 2 - lettera b

| Su<br>[m <sup>2</sup> ] | Qc,nd amm.<br>[kWh] | Qc,nd<br>[kWh] |
|-------------------------|---------------------|----------------|
| 275,90                  | 2028,19             | 1865,44        |

**Dettagli – Indice di prestazione energetica globale:**

Riferimento: D.M. 26.06.15, allegato 1, paragrafo 3.3, punto 2 - lettera b

| Servizio              | EP ed. riferimento<br>[kWh/m <sup>2</sup> ] | EP<br>[kWh/m <sup>2</sup> ] |
|-----------------------|---|-----------------------------|
| Riscaldamento         | 68,27                                       | 17,35                       |
| Acqua calda sanitaria | 15,28                                       | 10,82                       |
| Raffrescamento        | 13,75                                       | 12,54                       |
| Ventilazione          | 4,56  | 1,00                        |
| Illuminazione         | 6,88  | 5,23                        |
| Trasporto             | 0,00  | 0,00                        |
| TOTALE                | 108,73                                      | 46,94                       |

**Criterio: 2.4.6 Benessere termico**

**Elenco verifiche:**

| Tipo verifica   | Esito           |
|---|-----------------|
| Voto medio previsto (PMV) e percentuale prevista di insoddisfatti (PPD) | <b>Positiva</b> |

**Dettagli – Voto medio previsto (PMV) e Percentuale prevista di insoddisfatti (PPD):**

| Zona | Locale | Descrizione             | Verifica | Categoria minima | Categoria invernale | Categoria estiva |
|------|--------|-------------------------|----------|------------------|---------------------|------------------|
| 1    | 9      | Sezione 3 - Area Giochi | Positiva | B                | A                   | B                |
| 1    | 10     | Sezione 3 Dormitorio    | Positiva | B                | A                   | B                |
| 1    | 11     | Sezione 2 - Area Giochi | Positiva | B                | A                   | B                |
| 1    | 12     | Sezione 2 Dormitorio    | Positiva | B                | A                   | B                |
| 1    | 20     | Direzione               | Positiva | B                | A                   | A                |
| 1    | 21     | Sezione 1 Area Giochi   | Positiva | B                | A                   | B                |
| 1    | 22     | Sezione 1 Dormitorio    | Positiva | B                | A                   | A                |

Zona 1 - Zona climatizzata | Locale 9 - Sezione 3 - Area Giochi

**Dettagli – Categoria invernale**

|                                |              |                  |
|--------------------------------|--------------|------------------|
| Metabolismo energetico (M)     | <u>46,00</u> | W/m <sup>2</sup> |
| Potenza meccanica efficace (W) | <u>0,00</u>  | W/m <sup>2</sup> |

|  |                    |                    |
|--|--------------------|--------------------|
| Temperatura aria interna ( $\theta_a$ )                    | 22,0               | °C                 |
| Umidità relativa interna (UR)                              | 50,0               | %                  |
| Velocità dell'aria ( $v_a$ )                               | 0,05               | m/s                |
| Isolamento termico dell'abbigliamento ( $I_{cl}$ )         | 0,200              | m <sup>2</sup> K/W |
| Giorno di riferimento                                      | 30 gennaio - ore 8 |                    |
| Temperatura interna media radiante ( $\theta_{int,r,mn}$ ) | 21,9               | °C                 |
| Voto medio previsto (PMV)                                  | -0,15              | -                  |
| Percentuale prevista di insoddisfatti (PPD)                | 5,47               | %                  |
| Categoria  | A                  |                    |
| Verifica PMV - PPD   | Positiva           |                    |

#### **Dettagli - Categoria estiva**

|  |                    |                    |
|--|--------------------|--------------------|
| Metabolismo energetico (M)                                 | 46,00              | W/m <sup>2</sup>   |
| Potenza meccanica efficace (W)                             | 0,00               | W/m <sup>2</sup>   |
| Temperatura aria interna ( $\theta_a$ )                    | 26,0               | °C                 |
| Umidità relativa interna (UR)                              | 60,0               | %                  |
| Velocità dell'aria ( $v_a$ )                               | 0,05               | m/s                |
| Isolamento termico dell'abbigliamento ( $I_{cl}$ )         | 0,100              | m <sup>2</sup> K/W |
| Giorno di riferimento                                      | 02 agosto - ore 17 |                    |
| Temperatura interna media radiante ( $\theta_{int,r,mn}$ ) | 26,0               | °C                 |
| Voto medio previsto (PMV)                                  | 0,27               | -                  |
| Percentuale prevista di insoddisfatti (PPD)                | 6,50               | %                  |
| Categoria  | B                  |                    |
| Verifica PMV - PPD   | Positiva           |                    |

---

#### **Zona 1 - Zona climatizzata | Locale 10 - Sezione 3 Dormitorio**

#### **Dettagli - Categoria invernale**

|  |                    |                    |
|--|--------------------|--------------------|
| Metabolismo energetico (M)                                 | 46,00              | W/m <sup>2</sup>   |
| Potenza meccanica efficace (W)                             | 0,00               | W/m <sup>2</sup>   |
| Temperatura aria interna ( $\theta_a$ )                    | 22,0               | °C                 |
| Umidità relativa interna (UR)                              | 50,0               | %                  |
| Velocità dell'aria ( $v_a$ )                               | 0,05               | m/s                |
| Isolamento termico dell'abbigliamento ( $I_{cl}$ )         | 0,200              | m <sup>2</sup> K/W |
| Giorno di riferimento                                      | 24 gennaio - ore 9 |                    |
| Temperatura interna media radiante ( $\theta_{int,r,mn}$ ) | 21,9               | °C                 |
| Voto medio previsto (PMV)                                  | -0,14              | -                  |
| Percentuale prevista di insoddisfatti (PPD)                | 5,38               | %                  |
| Categoria  | A                  |                    |
| Verifica PMV - PPD   | Positiva           |                    |

#### **Dettagli - Categoria estiva**

|                            |       |                  |
|----------------------------|-------|------------------|
| Metabolismo energetico (M) | 46,00 | W/m <sup>2</sup> |
|----------------------------|-------|------------------|

|  |                    |                    |
|--|--------------------|--------------------|
| Potenza meccanica efficace (W)                             | 0,00               | W/m <sup>2</sup>   |
| Temperatura aria interna ( $\theta_a$ )                    | 26,0               | °C                 |
| Umidità relativa interna (UR)                              | 60,0               | %                  |
| Velocità dell'aria ( $v_a$ )                               | 0,05               | m/s                |
| Isolamento termico dell'abbigliamento ( $I_{cl}$ )         | 0,100              | m <sup>2</sup> K/W |
| Giorno di riferimento                                      | 02 agosto - ore 17 |                    |
| Temperatura interna media radiante ( $\theta_{int,r,mn}$ ) | 26,0               | °C                 |
| Voto medio previsto (PMV)                                  | 0,27               | -                  |
| Percentuale prevista di insoddisfatti (PPD)                | 6,51               | %                  |
| Categoria  | B                  |                    |
| Verifica PMV - PPD   | Positiva           |                    |

---

**Zona 1 - Zona climatizzata | Locale 11 - Sezione 2 - Area Giochi**

---

**Dettagli - Categoria invernale**

|  |                    |                    |
|--|--------------------|--------------------|
| Metabolismo energetico (M)                                 | 46,00              | W/m <sup>2</sup>   |
| Potenza meccanica efficace (W)                             | 0,00               | W/m <sup>2</sup>   |
| Temperatura aria interna ( $\theta_a$ )                    | 22,0               | °C                 |
| Umidità relativa interna (UR)                              | 50,0               | %                  |
| Velocità dell'aria ( $v_a$ )                               | 0,05               | m/s                |
| Isolamento termico dell'abbigliamento ( $I_{cl}$ )         | 0,200              | m <sup>2</sup> K/W |
| Giorno di riferimento                                      | 30 gennaio - ore 8 |                    |
| Temperatura interna media radiante ( $\theta_{int,r,mn}$ ) | 21,8               | °C                 |
| Voto medio previsto (PMV)                                  | -0,18              | -                  |
| Percentuale prevista di insoddisfatti (PPD)                | 5,64               | %                  |
| Categoria  | A                  |                    |
| Verifica PMV - PPD   | Positiva           |                    |

**Dettagli - Categoria estiva**

|  |                    |                    |
|--|--------------------|--------------------|
| Metabolismo energetico (M)                                 | 46,00              | W/m <sup>2</sup>   |
| Potenza meccanica efficace (W)                             | 0,00               | W/m <sup>2</sup>   |
| Temperatura aria interna ( $\theta_a$ )                    | 26,0               | °C                 |
| Umidità relativa interna (UR)                              | 60,0               | %                  |
| Velocità dell'aria ( $v_a$ )                               | 0,05               | m/s                |
| Isolamento termico dell'abbigliamento ( $I_{cl}$ )         | 0,100              | m <sup>2</sup> K/W |
| Giorno di riferimento                                      | 02 agosto - ore 17 |                    |
| Temperatura interna media radiante ( $\theta_{int,r,mn}$ ) | 26,0               | °C                 |
| Voto medio previsto (PMV)                                  | 0,28               | -                  |
| Percentuale prevista di insoddisfatti (PPD)                | 6,62               | %                  |
| Categoria  | B                  |                    |
| Verifica PMV - PPD   | Positiva           |                    |

---

**Zona 1 - Zona climatizzata | Locale 12 - Sezione 2 Dormitorio**

---

**Dettagli – Categoria invernale**

|  |                    |                    |
|--|--------------------|--------------------|
| Metabolismo energetico (M)                                 | 46,00              | W/m <sup>2</sup>   |
| Potenza meccanica efficace (W)                             | 0,00               | W/m <sup>2</sup>   |
| Temperatura aria interna ( $\theta_a$ )                    | 22,0               | °C                 |
| Umidità relativa interna (UR)                              | 50,0               | %                  |
| Velocità dell'aria ( $v_a$ )                               | 0,05               | m/s                |
| Isolamento termico dell'abbigliamento ( $I_{cl}$ )         | 0,200              | m <sup>2</sup> K/W |
| Giorno di riferimento                                      | 24 gennaio - ore 9 |                    |
| Temperatura interna media radiante ( $\theta_{int,r,mn}$ ) | 21,9               | °C                 |
| Voto medio previsto (PMV)                                  | -0,14              | -                  |
| Percentuale prevista di insoddisfatti (PPD)                | 5,38               | %                  |
| Categoria  | A                  |                    |
| Verifica PMV - PPD   | Positiva           |                    |

**Dettagli – Categoria estiva**

|  |                    |                    |
|--|--------------------|--------------------|
| Metabolismo energetico (M)                                 | 46,00              | W/m <sup>2</sup>   |
| Potenza meccanica efficace (W)                             | 0,00               | W/m <sup>2</sup>   |
| Temperatura aria interna ( $\theta_a$ )                    | 26,0               | °C                 |
| Umidità relativa interna (UR)                              | 60,0               | %                  |
| Velocità dell'aria ( $v_a$ )                               | 0,05               | m/s                |
| Isolamento termico dell'abbigliamento ( $I_{cl}$ )         | 0,100              | m <sup>2</sup> K/W |
| Giorno di riferimento                                      | 02 agosto - ore 17 |                    |
| Temperatura interna media radiante ( $\theta_{int,r,mn}$ ) | 26,0               | °C                 |
| Voto medio previsto (PMV)                                  | 0,27               | -                  |
| Percentuale prevista di insoddisfatti (PPD)                | 6,51               | %                  |
| Categoria  | B                  |                    |
| Verifica PMV - PPD   | Positiva           |                    |

Zona **1** - Zona climatizzata | Locale **20** - Direzione

---

**Dettagli – Categoria invernale**

|  |                     |                    |
|--|---------------------|--------------------|
| Metabolismo energetico (M)                                 | 58,00               | W/m <sup>2</sup>   |
| Potenza meccanica efficace (W)                             | 0,00                | W/m <sup>2</sup>   |
| Temperatura aria interna ( $\theta_a$ )                    | 22,0                | °C                 |
| Umidità relativa interna (UR)                              | 50,0                | %                  |
| Velocità dell'aria ( $v_a$ )                               | 0,05                | m/s                |
| Isolamento termico dell'abbigliamento ( $I_{cl}$ )         | 0,200               | m <sup>2</sup> K/W |
| Giorno di riferimento                                      | 24 dicembre - ore 8 |                    |
| Temperatura interna media radiante ( $\theta_{int,r,mn}$ ) | 21,9                | °C                 |
| Voto medio previsto (PMV)                                  | -0,15               | -                  |
| Percentuale prevista di insoddisfatti (PPD)                | 5,46                | %                  |
| Categoria  | A                   |                    |
| Verifica PMV - PPD   | Positiva            |                    |

**Dettagli – Categoria estiva**

|  |                    |                    |
|--|--------------------|--------------------|
| Metabolismo energetico (M)                                 | 58,00              | W/m <sup>2</sup>   |
| Potenza meccanica efficace (W)                             | 0,00               | W/m <sup>2</sup>   |
| Temperatura aria interna ( $\theta_a$ )                    | 26,0               | °C                 |
| Umidità relativa interna (UR)                              | 60,0               | %                  |
| Velocità dell'aria ( $v_a$ )                               | 0,05               | m/s                |
| Isolamento termico dell'abbigliamento ( $I_{cl}$ )         | 0,100              | m <sup>2</sup> K/W |
| Giorno di riferimento                                      | 07 agosto - ore 18 |                    |
| Temperatura interna media radiante ( $\theta_{int,r,mn}$ ) | 25,9               | °C                 |
| Voto medio previsto (PMV)                                  | -0,02              | -                  |
| Percentuale prevista di insoddisfatti (PPD)                | 5,01               | %                  |
| Categoria  | A                  |                    |
| Verifica PMV - PPD   | Positiva           |                    |

**Zona 1 - Zona climatizzata | Locale 21 - Sezione 1 Area Giochi****Dettagli – Categoria invernale**

|  |                     |                    |
|--|---------------------|--------------------|
| Metabolismo energetico (M)                                 | 46,00               | W/m <sup>2</sup>   |
| Potenza meccanica efficace (W)                             | 0,00                | W/m <sup>2</sup>   |
| Temperatura aria interna ( $\theta_a$ )                    | 22,0                | °C                 |
| Umidità relativa interna (UR)                              | 50,0                | %                  |
| Velocità dell'aria ( $v_a$ )                               | 0,05                | m/s                |
| Isolamento termico dell'abbigliamento ( $I_{cl}$ )         | 0,200               | m <sup>2</sup> K/W |
| Giorno di riferimento                                      | 24 dicembre - ore 8 |                    |
| Temperatura interna media radiante ( $\theta_{int,r,mn}$ ) | 21,8                | °C                 |
| Voto medio previsto (PMV)                                  | -0,18               | -                  |
| Percentuale prevista di insoddisfatti (PPD)                | 5,65                | %                  |
| Categoria  | A                   |                    |
| Verifica PMV - PPD   | Positiva            |                    |

**Dettagli – Categoria estiva**

|  |                    |                    |
|--|--------------------|--------------------|
| Metabolismo energetico (M)                                 | 46,00              | W/m <sup>2</sup>   |
| Potenza meccanica efficace (W)                             | 0,00               | W/m <sup>2</sup>   |
| Temperatura aria interna ( $\theta_a$ )                    | 26,0               | °C                 |
| Umidità relativa interna (UR)                              | 60,0               | %                  |
| Velocità dell'aria ( $v_a$ )                               | 0,05               | m/s                |
| Isolamento termico dell'abbigliamento ( $I_{cl}$ )         | 0,100              | m <sup>2</sup> K/W |
| Giorno di riferimento                                      | 02 agosto - ore 17 |                    |
| Temperatura interna media radiante ( $\theta_{int,r,mn}$ ) | 25,9               | °C                 |
| Voto medio previsto (PMV)                                  | 0,26               | -                  |
| Percentuale prevista di insoddisfatti (PPD)                | 6,44               | %                  |
| Categoria  | B                  |                    |

Verifica PMV - PPD

Positiva

Zona **1** - **Zona climatizzata** | Locale **22** - **Sezione 1 Dormitorio****Dettagli – Categoria invernale**

|  |                     |                    |
|--|---------------------|--------------------|
| Metabolismo energetico (M)                                 | 46,00               | W/m <sup>2</sup>   |
| Potenza meccanica efficace (W)                             | 0,00                | W/m <sup>2</sup>   |
| Temperatura aria interna ( $\theta_a$ )                    | 22,0                | °C                 |
| Umidità relativa interna (UR)                              | 50,0                | %                  |
| Velocità dell'aria ( $v_a$ )                               | 0,05                | m/s                |
| Isolamento termico dell'abbigliamento ( $I_{cl}$ )         | 0,200               | m <sup>2</sup> K/W |
| Giorno di riferimento                                      | 24 dicembre - ore 8 |                    |
| Temperatura interna media radiante ( $\theta_{int,r,mn}$ ) | 21,9                | °C                 |
| Voto medio previsto (PMV)                                  | -0,14               | -                  |
| Percentuale prevista di insoddisfatti (PPD)                | 5,38                | %                  |
| Categoria  | A                   |                    |
| Verifica PMV - PPD   | Positiva            |                    |

**Dettagli – Categoria estiva**

|  |                    |                    |
|--|--------------------|--------------------|
| Metabolismo energetico (M)                                 | 46,00              | W/m <sup>2</sup>   |
| Potenza meccanica efficace (W)                             | 0,00               | W/m <sup>2</sup>   |
| Temperatura aria interna ( $\theta_a$ )                    | 26,0               | °C                 |
| Umidità relativa interna (UR)                              | 60,0               | %                  |
| Velocità dell'aria ( $v_a$ )                               | 0,05               | m/s                |
| Isolamento termico dell'abbigliamento ( $I_{cl}$ )         | 0,100              | m <sup>2</sup> K/W |
| Giorno di riferimento                                      | 07 agosto - ore 18 |                    |
| Temperatura interna media radiante ( $\theta_{int,r,mn}$ ) | 25,7               | °C                 |
| Voto medio previsto (PMV)                                  | 0,18               | -                  |
| Percentuale prevista di insoddisfatti (PPD)                | 5,69               | %                  |
| Categoria  | A                  |                    |
| Verifica PMV - PPD   | Positiva           |                    |

**Criterio: 2.4.7 Illuminazione naturale****Elenco verifiche:**

| Tipo verifica                | Esito           |
|------------------------------|-----------------|
| Fattore medio di luce diurna | <b>Positiva</b> |

**Dettagli – Fattore medio di luce diurna (FLDm):**

| Zona | Locale | Descrizione             | Verifica | FLDm ammissibile [%] |   | FLDm calcolato [%] |
|------|--------|-------------------------|----------|----------------------|---|--------------------|
| 1    | 9      | Sezione 3 - Area Giochi | Positiva | 5,000                | ≤ | 5,126              |
| 1    | 11     | Sezione 2 - Area Giochi | Positiva | 5,000                | ≤ | 9,324              |
| 1    | 20     | Direzione               | Positiva | 2,000                | ≤ | 2,673              |
| 1    | 21     | Sezione 1 Area Giochi   | Positiva | 5,000                | ≤ | 9,324              |

Zona 1 - Zona climatizzata | Locale 9 - Sezione 3 - Area Giochi

| Cod. | Descrizione          | Tipo | Esposizione | Fattore finestra $\epsilon$ | Coeff. di riduzione $\psi$ |
|------|----------------------|------|-------------|-----------------------------|----------------------------|
| W1   | PFS.ALL.2V.2500x2500 | T    | Sud         | 0,49                        | 0,97                       |

Coefficiente medio di riflessione luminosa ( $\rho_m$ ) 0,73  
 Fattore medio di luce diurna limite 5,00 %  
 Fattore medio di luce diurna FLDm 5,13 %  
**Verifica FLDm** Positiva

Zona 1 - Zona climatizzata | Locale 11 - Sezione 2 - Area Giochi

| Cod. | Descrizione          | Tipo | Esposizione | Fattore finestra $\epsilon$ | Coeff. di riduzione $\psi$ |
|------|----------------------|------|-------------|-----------------------------|----------------------------|
| W1   | PFS.ALL.2V.2500x2500 | T    | Sud         | 0,49                        | 0,97                       |
| W1   | PFS.ALL.2V.2500x2500 | T    | Ovest       | 0,49                        | 0,97                       |

Coefficiente medio di riflessione luminosa ( $\rho_m$ ) 0,73  
 Fattore medio di luce diurna limite 5,00 %  
 Fattore medio di luce diurna FLDm 9,32 %  
**Verifica FLDm** Positiva

Zona 1 - Zona climatizzata | Locale 20 - Direzione

| Cod. | Descrizione          | Tipo | Esposizione | Fattore finestra $\epsilon$ | Coeff. di riduzione $\psi$ |
|------|----------------------|------|-------------|-----------------------------|----------------------------|
| W2   | FNS.ALL.2V.1200x1200 | T    | Est         | 0,47                        | 0,88                       |

Coefficiente medio di riflessione luminosa ( $\rho_m$ ) 0,75  
 Fattore medio di luce diurna limite 2,00 %  
 Fattore medio di luce diurna FLDm 2,67 %  
**Verifica FLDm** Positiva

Zona 1 - Zona climatizzata | Locale 21 - Sezione 1 Area Giochi

| Cod. | Descrizione          | Tipo | Esposizione | Fattore finestra $\epsilon$ | Coeff. di riduzione $\psi$ |
|------|----------------------|------|-------------|-----------------------------|----------------------------|
| W1   | PFS.ALL.2V.2500x2500 | T    | Nord        | 0,49                        | 0,97                       |
| W1   | PFS.ALL.2V.2500x2500 | T    | Ovest       | 0,49                        | 0,97                       |

Coefficiente medio di riflessione luminosa ( $\rho_m$ ) 0,73  
 Fattore medio di luce diurna limite 5,00 %  
 Fattore medio di luce diurna FLDm 9,32 %  
**Verifica FLDm** Positiva

## 6 CALCOLI RELATIVI ALLE VARIE TIPOLOGIE IMPIANTISTICHE

### 6.1 IMPIANTO DI RISCALDAMENTO E RAFFRESCAMENTO

La progettazione degli impianti di riscaldamento e ventilazione è stata eseguita nel rispetto della Legge 10/91 e relativi regolamenti di esecuzione, norme UNI, nonché nel rispetto dei nuovi decreti 26/06/2015. Per i dati climatici interni ed esterni presi a riferimento e il calcolo dei fabbisogni termici, si rimanda alla relazione sul contenimento dei consumi energetici (ex 10/91).

### 6.2 CALCOLO DELLE TUBAZIONI IDRONICHE

Il dimensionamento delle reti di distribuzione dei fluidi caldi e freddi è stato eseguito sulla base delle seguenti prescrizioni fondamentali:

Le tubazioni sono state dimensionate per cadute di pressione comprese mediamente tra 20 e 40 mm c.a./m. È stata adottata un limite massima della velocità dell'acqua compresa tra 0,5 e 2,0 m/sec.

#### Calcolo della perdita di carico

Le perdite di carico distribuite dell'acqua in moto all'interno di circuiti in pressione costituiti da tubi lisci a bassa rugosità o tubi a media rugosità sono state calcolate con la seguente formula:

$$r = f \frac{1}{D} \rho \frac{v^2}{2}$$

in cui:

r: perdita di carico unitaria [Pa/m]

f: fattore d'attrito adimensionale

D: diametro interno del condotto [m]

$\rho$ : massa volumica del fluido [kg/m<sup>3</sup>]

v: velocità media del fluido [m/s]

Il parametro f viene determinato in funzione delle dimensioni e della rugosità del condotto ed in funzione del regime di moto del fluido, che è individuabile attraverso il Numero di Reynolds:

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

in cui:

Re: numero di Reynolds

v: velocità media del fluido [m/s]

D: diametro interno del condotto [m]

$\nu$ : viscosità cinematica dell'acqua [m<sup>2</sup>/s]

Per quanto attiene alle caratteristiche dimensionali delle tubazioni utilizzate nel progetto si è fatto riferimento a:

-UNI 10255 serie media per i diametri fino a 114 mm esterni (DN 100)

-UNI EN 10216-1 (ex UNI 7287) per diametri superiori.

L'impianto idraulico di distribuzione dell'acqua fredda e calda è stato progettato in base ai criteri indicati dal progetto norma UNI9182.

### 6.3 IMPIANTO DI VENTILAZIONE

#### Calcolo delle reti aerauliche

Per la progettazione delle reti di distribuzione dell'aria sono stati considerati alcuni dati fondamentali:

- portata e velocità dell'aria
- disponibilità di spazio
- sistemi di immissione dell'aria in ambiente
- perdite di carico
- livello sonoro ammissibile
- perdite o guadagni di energia termica attraverso le pareti dei condotti
- sistemi di coibentazione
- sistemi di staffaggio
- propagazione di fumo e/o fuoco
- costi di intervento e costi di gestione

Le reti sono state dimensionate con il metodo della perdita di carico costante pari a 1 Pa/m considerando una velocità massima in partenza pari a 5 m/s.

Tale metodo consiste nel calcolare le dimensioni dei canali partendo dal ramo principale, con una perdita di carico prefissata che tenga conto, per esempio, delle esigenze di rumorosità, e proseguendo nell'assegnare a tutti i diversi tronchi successive dimensioni tali che, per la portata convogliata, la perdita di carico specifica sia sempre non superiore al valore di progetto. Tale metodo comporta di equilibrare poi le diverse diramazioni con dispositivi di taratura, in modo di garantire a monte di tutti i terminali la pressione statica occorrente alla diffusione della portata d'aria di progetto.

#### Perdite di carico nei condotti che convogliano l'aria

Per ogni metro di condotto circolare, le perdite di carico continue dell'aria possono essere calcolate con la formula seguente:

$$r = 0.6376 \cdot 10^7 \cdot Fa \cdot \rho \cdot \frac{G^2}{D^5}$$

dove: r = perdita di carico continua unitaria, Pa/m Fa = fattore di attrito, adimensionale

$\rho$  = Densità dell'aria. Kg/m<sup>3</sup> G = portata dell'aria, m<sup>3</sup>/h

D = diametro interno del condotto circolare, mm

La densità dell'aria può essere calcolata con la seguente relazione:

$$\rho = 1.293 \cdot \frac{Pb}{1013} \cdot \frac{273}{273 + t}$$

$$Pb = -0.1125 \cdot H + 1011.5$$

Dove:

$\rho$  = Densità dell'aria. kg/m<sup>3</sup> t = temperatura aria, °C

Pb = pressione barometrica, mbar H = altitudine, m

Il fattore di attrito Fa può essere espresso con le grandezze e le unità normalmente utilizzate in termotecnica attraverso la seguente relazione:

$$Fa^* = 0.11 \cdot \left( \frac{\varepsilon}{D} + 192.3 \cdot \frac{D \cdot v}{G} \right)^{0.25}$$

se  $Fa^* \geq 0.018$  allora  $Fa = Fa^*$

se  $Fa^* < 0.018$  allora  $Fa = 0.85 Fa^* + 0.0028$

dove:  $Fa^*$  = fattore di attrito convenzionale, adimensionale  $Fa$  = fattore di attrito, adimensionale

$\varepsilon$  = rugosità, mm

v = viscosità cinematica dell'aria, m<sup>2</sup>/s G = portata m<sup>3</sup>/h

D = diametro interno, mm

La viscosità cinematica dell'aria può essere determinata con la relazione:

$$v = \frac{1.53}{\rho} \cdot 10^{-6} \cdot \frac{(273 + t)^{1.5}}{413 + t}$$

Dove:

$\rho$  = Densità dell'aria, kg/m<sup>3</sup> v = viscosità cinematica dell'aria, m<sup>2</sup>/s t = temperatura aria, °C

Per i condotti che convogliano aria si possono considerare le classi di rugosità riportate nella tabella seguente:

| Classi di rugosità per condotti che convogliano aria   |                    |                    |
|--|--------------------|--------------------|
| Materiale  | Classe di rugosità | $\varepsilon$ [mm] |
| Canali in PVC<br>Canali in lamiera d'alluminio   | molto lisci        | 0,03               |
| Canali in lamiera zincata<br>Canali in acciaio inox  | lisci              | 0,09               |
| Tubi flessibili metallici<br>Tubi flessibili non metallici<br>Condotti in cemento non lisciati | molto rugosi       | 3,00               |

### Perdite di carico continue nei condotti rettangolari

Le formule sopra considerate sono valide per condotti circolari. Tuttavia, la loro validità può essere estesa anche ai condotti rettangolari. Per ottenere ciò si deve trasformare la sezione rettangolare del canale in una sezione circolare equivalente: cioè in una sezione che, con le stesse portate, dà le stesse perdite di carico. Una simile trasformazione è ottenibile con la formula di Huebscher:

$$De = 1.30 \cdot \frac{(a \cdot b)^{0.625}}{(a + b)^{0.250}}$$

dove:

De = diametro di un canale circolare equivalente ad un canale rettangolare, mm  
a, b = lati della sezione rettangolare, mm

### Perdite di carico localizzate

Il metodo utilizzato per la determinazione delle perdite di carico localizzate è quello diretto, che consente di calcolare le perdite di carico localizzate con la formula:

$$z = \xi \cdot \rho \cdot \frac{v^2}{2 \cdot 9.81}$$

dove:

z = perdita di carico localizzata, mm c.a.  $\rho$  = Densità dell'aria, kg/m<sup>3</sup>

$\xi$  = coefficiente di perdita localizzata (valore adimensionale) v = velocità media dell'aria, m/s

La velocità media dell'aria può essere calcolata mediante la seguente formula:

$$v = 278 \cdot \frac{4 \cdot G}{\pi \cdot D^2}$$

dove: G = portata, m<sup>3</sup>/h D = diametro interno, mm

### Perdite di carico bocchettame ed apparecchiature

A completamento si precisa che il dimensionamento dei terminali aeraulici è stato eseguito con il limite di 20 Pa di perdita di carico concentrata.

Si riporta di seguito il calcolo del circuito sfavorito del sistema:

## **6.4 IMPIANTO IDRICO SANITARIO**

### **CALCOLO DEI DIAMETRI DELLE TUBAZIONI**

Le tubazioni di distribuzione acqua calda e fredda dell'impianto idrico sanitario sono state dimensionate adottando come portate singole degli apparecchi i valori riportati nella norma UNI 9182.

Le portate massime contemporanee di acqua fredda e calda sono sempre inferiori alla sommatoria delle singole portate, in quanto è del tutto improbabile che gli apparecchi serviti dall'impianto vengano utilizzati contemporaneamente. La contemporaneità di utilizzazione dei vari apparecchi sanitari è stata calcolata secondo i diagrammi riportati dalla norma UNI 9182. Tale norma riporta diagrammi o tabelle che correlano la portata d'acqua di progetto alle unità di carico e al tipo di edificio.

## **6.5 IMPIANTO DI SCARICO**

### **CALCOLO DEI DIAMETRI DELLE TUBAZIONI**

Il dimensionamento dell'impianto di raccolta e smaltimento acque nere degli edifici è stato effettuato secondo la UNI EN 12056 parte 2.

La norma classifica i sistemi in quattro tipi suddivisi a loro volta per il tipo di ventilazione adottato. La tipologia adottata nella maggior parte dei paesi europei è il "sistema di scarico con colonna di scarico unica e diramazioni di scarico riempite parzialmente", in questo caso gli apparecchi sanitari sono connessi a diramazioni di scarico dimensionate per un grado di riempimento uguale a 0,5 (50%).

Il processo di dimensionamento di un sistema di scarico può essere suddiviso nelle seguenti fasi:

1. calcolo delle portate in relazione alle unità di scarico degli apparecchi sanitari allacciati;
2. determinazione dei diametri delle diramazioni di collegamento degli apparecchi sanitari alle colonne di scarico;
3. determinazione dei diametri delle colonne di scarico;
4. determinazione dei diametri dei collettori di scarico.

Nei paragrafi seguenti le portate di scarico saranno basate sui diametri nominali delle tubazioni; la normativa UNI EN 12056 stabilisce una correlazione tra i diametri nominali e i diametri interni minimi da rispettare, riportati nella tabella seguente.

Prospetto 1 norma UNI EN 12056-2 - Diametri nominali (DN) e relativi diametri interniminimi (di min)

| Diametro nominale | Diametro Interno minimo |
|-------------------|-------------------------|
| DN                | $d_{\text{min}}$<br>mm  |
| 30                | 26                      |
| 40                | 34                      |
| 50                | 44                      |
| 56                | 48                      |
| 60                | 56                      |
| 70                | 68                      |
| 80                | 75                      |
| 90                | 79                      |
| 100               | 96                      |
| 125               | 113                     |
| 150               | 146                     |
| 200               | 184                     |
| 225               | 207                     |
| 250               | 230                     |
| 300               | 290                     |

### CALCOLO DELLE PORTATE

Il dimensionamento del sistema di scarico è stato condotto in funzione delle portate to-tali  $Q_{\text{tot}}$  che circolano nei vari tratti e dovute agli apparecchi sanitari, agli apparecchi a flusso continuo (per esempio le acque di scarico dei sistemi di raffreddamento) e alle eventuali pompe di sollevamento delle acque reflue.

$$Q_{\text{tot}} = Q_{\text{ww}} + Q_{\text{c}} + Q_{\text{p}} \quad (1)$$

dove:

$Q_{\text{ww}}$  è la portata delle acque reflue dovute agli apparecchi sanitari [l/s],  $Q_{\text{c}}$  è

la portata continua [l/s],

$Q_{\text{p}}$  è la portata di pompaggio [l/s].

Poiché il sistema in oggetto non preveda portate a flusso continuo o eventuali pompe di sollevamento delle acque reflue, la portata totale per ogni tratto dell'impianto di scarico è stata fornita esclusivamente dalla portata degli apparecchi sanitari e quindi la relazione precedente si riduce a:

$$Q_{\text{tot}} = Q_{\text{ww}}$$

La portata delle acque reflue  $Q_{\text{ww}}$  in un tratto di impianto non è la somma algebrica delle portate di tutti gli apparecchi sanitari che convogliano in quel tratto, ma è stata ottenuta mediante una semplice formula che tiene conto dei fattori di contemporaneità.

In un edificio è presumibile pensare che non tutti gli apparecchi sanitari scarichino contemporaneamente e quindi le portate convogliate nel sistema di scarico sono inferiori alla somma algebrica delle portate dei singoli apparecchi. I livelli di contemporaneità sono ovviamente dipendenti dal tipo di edificio: un'abitazione ha una frequenza di utilizzo dei

sanitari inferiore a quella di ospedali e ristoranti.

La formula che consente di calcolare la portata delle acque reflue in relazione al tipo di edificio è la seguente:

$$Q_{ww} = K \cdot \sqrt{\Sigma DU}$$

dove:

K è il fattore di contemporaneità (o fattore di frequenza)

DU è la somma delle unità di scarico degli apparecchi sanitari che convogliano in quel tratto di impianto.

Per unità di scarico DU (Drainage Unit) si intende la portata media di un apparecchio sanitario espressa in litri al secondo [l/s].

È importante ricordare che il valore di  $Q_{ww}$  deve corrispondere come minimo alla portata dell'apparecchio sanitario con unità di scarico più grande.

Prospetto 3 norma UNI EN 12056-2 - Coefficienti di frequenza tipo

| 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            |

Nel caso in oggetto è stato utilizzato un fattore di contemporaneità pari a 0,7 relativo ad un uso frequente.

La normativa propone i valori delle unità di scarico DU per varie tipologie di apparecchi sanitari di tipo domestico; tali valori devono essere considerati in caso non si abbiano informazioni relative ai prodotti effettivamente utilizzati.

Estratto Prospetto 2 norma UNI EN 12056-2 - Portate tipiche per le varie tipologie di apparecchi sanitari presenti in progetto

| Apparecchio | DU [l/s] |
|-------------|----------|
| Lavabo      | 0,5      |
| Doccia      | 0,6      |
| Vaso        | 2,0      |
| bidet       | 0,5      |

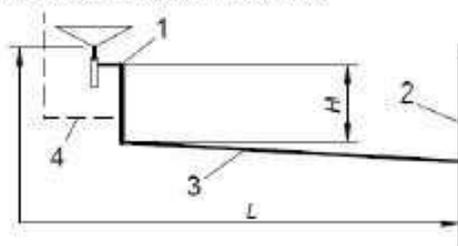
## IL DIMENSIONAMENTO DELLE DIRAMAZIONI DI SCARICO

Il dimensionamento delle diramazioni di scarico dipende dalla presenza o meno del sistema di ventilazione della diramazione stessa. La normativa stabilisce non solo i diametri nominali in relazione alle portate di scarico ma anche i limiti alla geometria delle diramazioni.

### Limiti di applicazione per i condotti di diramazione con ventilazione dei sistemi I, II e IV

Legenda

- 1) Curva di raccordo
- 2) Colonna di scarico
- 3) Diramazione di scarico
- 4) Ventilazione del condotto di diramazione



Limiti di applicazione per i condotti di diramazione con ventilazione dei sistemi I

Nel caso di diramazioni ventilate i limiti geometrici e le caratteristiche specificate nella Figura sono ridotti ai valori indicati in tabella.

Prospetto 8 norma UNI EN 12056-2 Limiti geometrici delle diramazioni ventilate

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

Nella seguente tabella sono indicate le portate massime consentite in relazione ai diametri nominali ed i diametri minimi richiesti per il tubo di ventilazione della diramazione. Prospetto 7 norma UNI EN 12056-2 Portate massime e diametri nominali delle diramazioni ventilate

| $Q_{max}$<br>Vs  | Sistema I                    | Sistema II                   | Sistema III                  | Sistema IV                   |
|--|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|  | DN                           | DN                           | DN                           | DN                           |
|  | Diramazione/<br>Ventilazione | Diramazione/<br>Ventilazione | Diramazione/<br>Ventilazione | Diramazione/<br>Ventilazione |
| 0,60   | *                            | 30/30                        | Vedere prospetto 6           | 30/30                        |
| 0,75   | 50/40                        | 40/30                        |                              | 40/30                        |
| 1,50   | 60/40                        | 50/30                        |                              | 50/30                        |
| 2,25   | 70/50                        | 60/30                        |                              | 60/30                        |
| 3,00   | 80/50**                      | 70/40**                      |                              | 70/40**                      |
| 3,40   | 90/60***                     | 80/40****                    |                              | 80/40****                    |
| 3,75   | 100/60                       | 90/50                        |                              | 90/50                        |
| * Non ammesso.<br>** Senza WC.<br>*** Massimo due WC e cambiamenti di direzione per un totale massimo di 90°.<br>**** Massimo un WC. |                              |                              |                              |                              |

### IL DIMENSIONAMENTO DEI COLLETTORI DI SCARICO

I collettori di scarico sono stati dimensionati in relazione alla portata da scaricare, alla pendenza della condotta e al grado di riempimento che si vuole realizzare. Le formule idrauliche applicabili per il calcolo sono varie, nei diagrammi e nelle tabelle seguenti è stata

utilizzata la formula di Chézy-Bazin con coefficiente di scabrezza di circa 0,16 m<sup>1/2</sup> (corrispondente ad una scabrezza equivalente di 1 mm come suggerito dalla normativa UNI EN 12056).

Per la scelta dei diametri è possibile utilizzare le tabelle realizzate con specifici gradi di riempimento; per motivi di sicurezza si utilizzerà solamente la tabella inerente al grado di riempimento del 50%.

Prospetto B.1 norma UNI EN 12056:2 - Velocità e portata dei tubi di scarico in funzione della pendenza  $i$  e per un grado di riempimento  $h/D_i=0,5$  (50%)

| Pendenza | DN 100    |     | DN 125    |     | DN 150    |     | DN 200    |     | DN 225    |     | DN 250    |     | DN 300    |     |
|----------|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|
|          | $Q_{max}$ | $v$ |
| $i$      | 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 |