



# COMUNE DI ERCOLANO

PROGETTO DEFINITIVO  
LAVORI DI RISTRUTTURAZIONE E ADEGUAMENTO  
DELL'EDIFICIO SCOLASTICO F. GIAMPAGLIA  
II CIRCOLO DIDATTICO  
ERCOLANO (NA) - VIA G. SEMMOLA



COMMITTENTE:  
Comune di Ercolano

ELABORATO  
**IM.01**

TITOLO:  
Relazione Impianto Meccanici

Impianti Meccanici

DATA  
settembre 2017

PROGETTISTA: Ing. Aniello Moccia

rev. 00

SUPPORTI TECNICI ALLA PROGETTAZIONE

Architettura: Arch. Raffaele Auriemma  
Strutture: Prof. Ing. Michele Candela  
Impianti: Ing. Salvatore Varapodio

## INDICE

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>PREMESSA .....</b>   | <b>2</b>  |
| <b>2</b> | <b>IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE .....</b>                              | <b>2</b>  |
| 2.1      | NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....  | 4         |
| 2.2      | DATI DI PROGETTO .....  | 7         |
| 2.3      | PRINCIPALI RISULTATI DEI CARICHI TERMICI E FRIGORIFERI .....          | 11        |
| 2.4      | PRINCIPALI CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO .....     | 12        |
| 2.5      | SISTEMA DI SUPERVISIONE E CONTROLLO.....                              | 14        |
| 2.6      | CRITERI DI DIMENSIONAMENTO COMPONENTI IMPIANTO AERAUICO .....         | 15        |
| <b>3</b> | <b>IMPIANTO SOLARE TERMICO .....</b>                                  | <b>18</b> |
| 3.1      | NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....  | 18        |
| 3.2      | DIMENSIONAMENTODELL'IMPIANTO .....                                    | 20        |
| <b>4</b> | <b>IMPIANTO IDRICO SANITARIO.....</b>                                 | <b>23</b> |
| 4.1      | NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....  | 23        |
| 4.2      | CARATTERISTICHE IMPIANTO .....  | 26        |
| 4.3      | CRITERI DI DIMENSIONAMENTO IMPIANTO IDRICO SANITARIO DI CARICO .....  | 27        |
| 4.4      | CRITERI DI DIMENSIONAMENTO IMPIANTO IDRICO SANITARIO DI SCARICO ..... | 32        |
| 4.5      | SISTEMA PER IL RECUPERO DELL'ACQUA PIOVANA .....                      | 37        |
| <b>5</b> | <b>ELENCO E DESCRIZIONE INTERVENTI PREVISTI.....</b>                  | <b>38</b> |

## 1 PREMESSA

La presente Relazione Tecnica ha lo scopo di descrivere gli impianti meccanici previsti nell'ambito del progetto per i ***“Lavori di ristrutturazione e adeguamento impiantistico dell'edificio scolastico F. Giampaglia - Il Circolo Didattico”*** di proprietà del Comune di Ercolano, ubicato alla via G. Semmola.

Il progetto degli impianti meccanici, è stato impostato considerando i seguenti aspetti prioritari:

- Adeguamento alla normativa
- Garanzia di benessere termoigrometrico per le varie aree oggetto degli interventi
- Contenimento dei costi energetici e di gestione/manutenzione degli impianti.
- Affidabilità, sicurezza e durata nel tempo degli impianti
- Possibilità di sezionamento degli impianti, in funzione delle aree servite, per omogeneità di orari operativi.

Gli impianti da realizzare a servizio dell'immobile dovranno essere:

- impianto di climatizzazione
- impianto solare termico
- impianto idrico sanitario

## 2 IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE

L'impianto di ventilazione e condizionamento, dovrà avere la funzione di:

- a. mantenere condizioni termoigrometriche idonee allo svolgimento delle attività previste, conciliando le esigenze di benessere del personale con quelle primarie dell'utente (alunni).
- b. fornire una aerazione agli ambienti idonea a mantenere, in alcuni casi, le concentrazioni ambientali di agenti inquinanti al di sotto dei valori di interesse prevenzionistico;

Considerando la destinazione, le caratteristiche geometriche e strutturali dell'edificio e il periodo di utilizzo (annuale), si è considerato indispensabile prevedere un impianto di raffrescamento estivo e di termoventilazione invernale.

E' previsto sostanzialmente la seguente tipologia di impianto:

- a. *per gli ambienti adibiti ad attività scolastica ed ufficio ubicati ai due livelli*: impianto a pompa di calore con batterie ad espansione diretta di R-410a con sistema a portata variabile di gas refrigerante (VRF) ed aria primaria con recupero di calore (in portata idonea a garantire il ricambio con aria esterna previsto dalle più recenti leggi e norme);
- b. *per gli ambienti adibiti ad attività ricreative (palestra)*: impianto a tutt'aria a parziale recupero con Roof-Top (in portata idonea a garantire il ricambio con aria esterna previsto dalle più recenti leggi e norme);

Gli impianti potranno essere messi in funzione separatamente in relazione delle diverse esigenze ed orari di funzionamento per ciascun ambiente da climatizzare.

Tale impianto è senz'altro il più idoneo a consentire il controllo, durante tutto l'arco dell'anno, dei seguenti parametri che influenzano il benessere termoigrometrico degli occupanti:

- Ta (°C) : temperatura dell'aria;
- wa (%) : velocità dell'aria nella zona occupata dalle persone;
- purezza dell'aria : ricambio con aria esterna.

E' importante evidenziare che in assenza di un idoneo impianto si avrebbero due significativi inconvenienti:

- 1) nelle stagioni intermedie e in quella estiva il carico termico esterno e interno porterebbero per alcune aree ad avere condizioni interne di disagio a causa di elevate temperatura;
- 2) non sarebbero assicurati i ricambi di aria esterna previsti da leggi e norme vigenti.

La distribuzione delle condotte aerauliche e delle tubazioni del fluido refrigerante, avverrà nel rispetto dell'architettura della struttura garantendo la massima facilità di accesso per la manutenzione.

Gli impianti di climatizzazione a servizio dell'immobile saranno realizzati in modo da assicurare, nella stagione invernale ed estiva la climatizzazione degli ambienti, i ricambi d'aria e l'efficienza del sistema di filtrazione previsti dalla Circolare Ministero LL.PP. n. 13011 del 21 novembre 1974 e le norme tecniche UNI 10339 (Impianti aeraulici a fini di benessere) come descritti nella tabella sottostante.

L'impianto ad espansione diretta con unità interne a soffitto assicurerà il controllo dei carichi invernali e estivi dovuti alle dispersioni e alle rientrate di calore; la regolazione della temperatura all'interno dei singoli locali sarà controllata da sonde di temperatura ambiente a canale che agiscono direttamente sull'area da climatizzare. Nella stagione invernale, inoltre, l'aria primaria assolverà al compito di controllare l'umidità relativa nei locali, mentre nella stagione estiva di deumidificare l'aria trattata.

Il sistema di trattamento aria dovrà assicurare i seguenti ricambi minimi di aria esterna:

| <b>EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITA' SCOLASTICHE A TUTTI I LIVELLI E ASSIMILABILI</b> |  |  |  |      |
|--|--|--|--|------|
| Categorie di locale  | Indice di affollamento previsto per m <sup>2</sup> | Portata di aria esterna Qop (10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup> /s per persona) | Portata di aria esterna Qos (10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup> /s m <sup>2</sup> ) | note |
| Aule (materne)   | 0,40   | 4  | -  | -    |
| Aule (elementari)  | 0,45   | 5  | -  | -    |
| Laboratori   | 0,30   | 7  | -  | -    |
| Uffici   | 0,06   | 11   | -  | -    |
| Palestra   | 0,40   | 16,5   | -  | -    |
| Servizi  | //   | estrazioni   |  | A    |

A [ ricambio richiesto 0,0022 vol/s (8 vol/h) ]

L'impianto ad espansione diretta sarà del tipo a due tubi (gas/liquido) e sulla copertura del corpo di fabbrica sarà prevista l'ubicazione delle unità esterne dei sistemi frig/p.d.c..

L'aria primaria sarà trattata da più un'unità di recupero aria di tipo entalpici con e senza batteria ad espansione diretta, con estrazione/espulsione dell'aria, ciascuna delle quali servirà alcune macroaree della struttura al fine di garantire una maggiore flessibilità e riduzione dei consumi in caso di aree non utilizzate.

La regolazione della temperatura sarà effettuata mediante la variazione del flusso di refrigerante alle unità interne che servono ciascun ambiente.

La distribuzione dell'aria in mandata e in ripresa sarà effettuata mediante canalizzazioni in acciaio zincato opportunamente coibentate, viaggianti nel controsoffitto del reparto.

## 2.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- DM 26 giugno 2015 - Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici.
- DM 26 giugno 2015 - Metodologie di calcolo delle prestazioni e requisiti minimi.
- DM 26 giugno 2015 - gli Schemi per la relazione tecnica di progetto.
- Decreto Legislativo 3 marzo 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"
- Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità europee – Legge comunitaria 2009. Testo approvato dal Senato il 12 maggio 2010.
- Decreto Ministeriale 26 giugno 2009 "Linee Guida Nazionali per la Certificazione Energetica"
- Decreto Del Presidente Della Repubblica 2 aprile 2009 , n. 59 "Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.
- Decreto Legislativo 30 maggio 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 311 del 29/12/2006 "Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia"
- Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192 "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia"
- Piano di azione nazionale per le energie rinnovabili (direttiva 2009/28/CE)
- Legge 09/01/1991, 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"

- UNI/TS 11300-1 Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell’edificio per la climatizzazione estiva ed invernale;
- UNI/TS 11300-2 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;e successive integrazioni.
- UNI/TS 11300-3: Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva.
- UNI/TS 11300-4 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per riscaldamento di ambienti e preparazione acqua calda sanitaria.
- UNI/TS 11300-5 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 5: Calcolo dell’energia primaria e della quota da fonti rinnovabili.
- UNI/TS 11300-6 Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 6: Fabbisogno energetici di ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili.
- UNI EN ISO 13790 Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento
- UNI EN ISO 6946 Componenti ed elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo.
- UNI EN ISO 10077-1 Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 1: Generalità.
- UNI EN ISO 10077-2 Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Calcolo della trasmittanza termica - Metodo numerico per i telai.
- UNI EN ISO 13786 Prestazione termica dei componenti per edilizia – Caratteristiche termiche dinamiche - Metodi di calcolo.
- UNI EN ISO 13789 Prestazione termica degli edifici - Coefficienti di trasferimento del calore per trasmissione e ventilazione - Metodo di calcolo.
- UNI EN ISO 13370 Prestazione termica degli edifici - Trasferimento di calore attraverso il terreno - Metodi di calcolo.
- UNI EN ISO 10211 Ponti termici in edilizia - Flussi termici e temperature superficiali – Calcoli dettagliati.
- UNI EN ISO 14683 Ponti termici in edilizia - Coefficiente di trasmissione termica lineica -Metodi semplificati e valori di riferimento.
- UNI EN ISO 13788 Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia -Temperatura superficiale interna per evitare l’umidità superficiale critica e condensazione interstiziale - Metodo di calcolo.

- UNI EN 13363-1 Dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate - Calcolo della trasmittanza solare e luminosa - Parte 1: Metodo semplificato.
- UNI EN 13363-2 Dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate - Calcolo della trasmittanza solare e luminosa - Parte 2: Metodo di calcolo dettagliato.
- UNI 11235 Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde.
- UNI 10339 Impianti aeraulici a fini di benessere - Generalità, classificazione e requisiti - Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura
- UNI EN 13779 Ventilazione degli edifici non residenziali - Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e di climatizzazione.
- UNI EN 15242 Ventilazione degli edifici - Metodi di calcolo per la determinazione delle portate d'aria negli edifici, comprese le infiltrazioni.
- UNI 10349 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici.
- UNI 10351 Materiali da costruzione - Conduttività termica e permeabilità al vapore.
- UNI 10355 Murature e solai - Valori di resistenza termica e metodo di calcolo.
- UNI EN 410 Vetro per edilizia - Determinazione delle caratteristiche luminose e solari delle vetrate.
- UNI EN 673 Vetro per edilizia - Determinazione della trasmittanza termica (valore U) - Metodo di calcolo.
- UNI EN ISO 7345 Isolamento termico - Grandezze fisiche e definizioni.
- UNI 8065 Trattamento dell'acqua negli impianti termici ad uso civile.
- UNI EN 303-5 Caldaie per riscaldamento - Caldaie per combustibili solidi, con alimentazione manuale e automatica, con una potenza termica nominale fino a 300 kW - Parte 5: Terminologia, requisiti, prove e marcatura.

## 2.2 DATI DI PROGETTO

Nella presente relazione tecnica saranno evidenziate le necessarie informazioni che hanno condotto alla valutazione del carico termico estivo ed invernale per ogni ambiente, punto di partenza per discriminare una scelta in termini tecnici ed economici dell'impianto più idoneo, in base anche alla destinazione d'uso dei locali, all'occupazione degli stessi ed alla disponibilità degli spazi per collocare le macchine e gli impianti di servizio.

### Dati Geoclimatici

- Comune: Ercolano (NA)
- G.G.: 969
- Zona Climatica: C
- Altitudine: 44 m s.l.m

### Periodo invernale

Nel calcolo delle dispersioni, eseguito con il metodo "stazionario" raccomandato dalle norme UNI 7357-74, e nella verifica termoigrometrica delle strutture opache dell'edificio, secondo le prescrizioni della Legge n.10 del 9/1/91 e relativo R.A. e norme U.N.I. correlate, per le condizioni esterne invernali sono stati assunti rispettivamente i seguenti valori:

- Temperatura a bulbo secco : 2 °C
- Umidità relativa corrispondente : 80 %

Si precisa che alle dispersioni di calore è stata applicata una correzione per tenere conto dell'esposizione. Queste correzioni tengono conto di vari fattori, quali l'insolazione normale, il diverso grado di umidità delle pareti, la diversa velocità e temperatura dei venti delle varie provenienze. Nella fattispecie sono stati considerati i seguenti valori nell'intervallo previsto dalla UNI 7357 di riferimento:

| Esposizione | N    | NE   | E    | SE   | S    | SO   | O    | NO   |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Correzione  | 1,20 | 1,20 | 1,15 | 1,10 | 1,00 | 1,05 | 1,10 | 1,15 |

### Periodo estivo

Nel calcolo dei carichi estivi, eseguito con il metodo CARRIER, per le condizioni esterne sono stati assunti i seguenti valori:



- Temperatura a bulbo secco : 32 °C
- Umidità relativa corrispondente : 45 %

### Condizioni Termoigrometriche Interne

Condizioni termoigrometriche da raggiungere e mantenere nei locali climatizzati durante il funzionamento invernale :

|              |                        |
|--------------|------------------------|
| - AULE       | 20+2 °C – 45±10 % U.R. |
| - UFFICI     | 20+2 °C – 45±10 % U.R. |
| - LABORATORI | 20+2 °C – 45±10 % U.R. |
| - PALESTRA   | 20+2 °C – 45±10 % U.R. |
| - BAGNI      | non climatizzati       |
| - SPOGLIATOI | 20+2 °C – U.R. n.c.    |

Condizioni termoigrometriche da raggiungere e mantenere nei locali climatizzati durante il funzionamento estivo:

|              |                        |
|--------------|------------------------|
| - AULE       | 26±1 °C – 50±10 % U.R. |
| - UFFICI     | 26±1 °C – 50±10 % U.R. |
| - LABORATORI | 26±1 °C – 50±10 % U.R. |
| - PALESTRA   | 20+2 °C – 45±10 % U.R. |
| - BAGNI      | non climatizzati       |
| - SPOGLIATOI | 26±1 °C – U.R. n.c.    |

### Aria Esterna di Rinnovo / Espulsione

Per l' aria esterna di rinnovo / espulsione, sono stati garantiti i volumi minimi di aria di rinnovo nel rispetto anche dei seguenti valori di riferimento espressamente richieste dalla committenza:

| EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITA' SCOLASTICHE A TUTTI I LIVELLI E ASSIMILABILI |  |  |  |      |
|---|--|--|--|------|
| Categorie di locale   | Indice di affollamento previsto per m <sup>2</sup> | Portata di aria esterna Qop (10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup> /s per persona) | Portata di aria esterna Qos (10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup> /s m <sup>2</sup> ) | note |
| Aule (materne)  | 0,40   | 4  | -  | -    |
| Aule (elementari)   | 0,45   | 5  | -  | -    |
| Laboratori  | 0,30   | 7  | -  | -    |
| Uffici  | 0,06   | 11   | -  | -    |

|          |      |            |   |   |
|----------|------|------------|---|---|
| Palestra | 0,40 | 16,5       | - | - |
| Servizi  | //   | estrazioni |   | A |

A [ ricambio richiesto 0,0022 vol/s (8 vol/h) ]

### Tassi di infiltrazione

E' prevista esclusivamente l'infiltrazione naturale di aria dall'esterno pari a 0.5 Vol/h.

### Fattore solare vetri

Fattore di Shading : 0,6

### Carichi Interni

I carichi interni da prendere a base per il dimensionamento degli impianti sono riportati di seguito.

Illuminazione : 10W/mq  
 Apparecchiature : valore maggiore tra 10W/mq e 250W equivalente per ogni computer  
 Affollamento : previsto da norma.  
 Persone : seduto in leggero movimento: 65W sensibile – 55W latente  
 (Il carico termico per le persone è definito in funzione dell'attività.

### Funzionamento giornaliero degli impianti

- tutti gli ambienti condizionati 12 ore

### Temperatura e velocità dei fluidi termovettori e dell'aria

#### A1– Velocità dell'aria nei canali

- Canali principali 6,0 m/s
- Canali secondari 4,0 – 3,5 m/s
- Canali terminali 2,5 - 2,0 m/s
- Presa aria esterna 2,5 m/s

#### A2– Velocità dell'aria nelle apparecchiature di diffusione

- Diffusori circolari e bocchette 2,0 - 3,0 m/s
- Bocchette di estrazione 2,0 - 2,5 m/s

-Griglie di ripresa 2,5m/s

A3– Velocità residua dell'aria in ambiente

-non superiore a 0,20 m/sec.

### **Livelli Pressone Sonora**

Dovranno essere rigorosamente rispettate le prescrizioni indicate nella Legge quadro n° 447 del 26/10/95, nel D.P. C.M. del 14/11/97, nella Norma UNI 10339 e successivi aggiornamenti. La ditta installatrice, in fase di progettazione costruttiva e successivamente in fase di realizzazione, dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari a contenere il livello di rumorosità degli impianti nei limiti richiesti dalle norme in vigore.

## **2.3 PRINCIPALI RISULTATI DEI CARICHI TERMICI E FRIGORIFERI**

### **Carichi Termici Estivi**

Nel suo complesso la centrale termofrigorifera dovrà soddisfare un fabbisogno frigorifero di circa 270 kW.

Il funzionamento dell'impianto é stato ipotizzato per 12 ore al giorno.

Sono stati scelti:

- due sistemi VRF ad espansione diretta, ognuno per ciascun livello, per sopperire ad eventuali picchi estivi, ad eventuali ampliamenti futuri o ad eventuali cambi di destinazione d'uso dei locali;
- un sistema a tutt'aria a mezzo Roof-Top per la palestra.

### **Carichi Termici Invernali**

Nel suo complesso la centrale termofrigorifera soddisfa il fabbisogno termico della struttura. I due sistemi VRF ad espansione diretta e il Roof-Top a servizio della struttura sono stati scelti bilanciando il coordinamento dei diversi sistemi per le stesse considerazioni fatte per il funzionamento estivo.

## 2.4 PRINCIPALI CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO

L'impianto di climatizzazione dell'edificio è basato sui seguenti 2 impianti:

- a. *per gli ambienti adibiti ad attività scolastica ed ufficio ubicati ai due livelli*: impianto a pompa di calore con batterie ad espansione diretta di R-410a con sistema a portata variabile di gas refrigerante (VRF) ed aria primaria con recupero di calore (in portata idonea a garantire il ricambio con aria esterna previsto dalle più recenti leggi e norme);
- b. *per gli ambienti adibiti ad attività ricreative (palestra)*: impianto a tutt'aria a parziale recupero con Roof-Top (in portata idonea a garantire il ricambio con aria esterna previsto dalle più recenti leggi e norme);

*- Impianto a VRF con batterie ad espansione diretta di R-410a ed aria primaria*

Per i due sistemi VRF, ognuno che serve ciascun livello, sarà previsto l'installazione di:

- unità interne canalizzate nei corridoi per la climatizzazione degli ambienti, opportunamente posizionate, dotate di apposite griglie per la ripresa dall'aria dall'ambiente e di bocchette per l'immissione dell'aria trattata dall'alto, in modo da evitare, nei limiti del possibile, che l'aria trattata possa recare fastidio alle persone;
- unità pensili a soffitto nell'ambiente da climatizzare;
- unità a parete nell'ambiente da climatizzare;
- unità a 4 vie nell'ambiente da climatizzare;

Ogni unità interna è dotata di un filtro in aspirazione per limitare la formazione di sporcizia sulla batteria. L'acqua di condensa verrà recapitata al servizio igienico più vicino mediante una tubazione di scarico dedicata. Sarà installato un apposito sifone prima dell'allacciamento a tubazioni di scarico di acque bianche, onde evitare risalita di cattivi odori nella rete di scarico della condensa che potranno così diffondersi negli ambienti.

Per garantire la massima flessibilità in termini di suddivisione, affollamento e attività svolta negli ambienti, ogni unità interna è stata dotata di un sistema di regolazione autonomo ed automatico.

La regolazione delle singole unità interne avviene mediante un pannello comandi multifunzione a filo per i soli uffici, posizionato nell'ambiente da condizionare, mentre per gli altri è centralizzato; l'unità interna è dotata di valvola di laminazione e regolazione dell'afflusso di refrigerante pilotata da un sistema di controllo a microprocessore con caratteristica PID (proporzionale-integrale-derivativa) che consente il controllo della temperatura ambiente con la massima precisione.

Tale sistema di regolazione consente la massima flessibilità in base alle esigenze dei occupanti di ogni singolo ambiente.

Grazie al controllo di tutti gli ambienti climatizzati, il sistema VRF riduce i costi al minimo; è inoltre possibile raffreddare o riscaldare solo le zone che necessitano di condizionamento e disattivare il sistema negli ambienti vuoti.

E' prevista in aggiunta alle unità interne l'installazione di unità di ventilazione a recupero aria di tipo entalpici con e senza batteria ad espansione diretta, al fine di poter garantire il rispetto dei dovuti ricambi d'aria prescritti dalla normativa vigente, in ciascuna delle aree in cui si è sezionato l'edificio oggetto dell'intervento.

Le unità di ventilazione a recupero saranno posizionate in controsoffitto ai due livelli.

I canali di mandata e ripresa dell'aria avranno i percorsi indicati negli elaborati grafici.

I canali saranno realizzati in lamiera zincata in conformità alle norme UNI 10381-1 e UNI 10381-2 ed a partire dall'unità di ventilazione saranno opportunamente coibentati all'esterno con idoneo materiale.

L'immissione dell'aria primaria negli ambienti avverrà attraverso bocchette disposte in posizione opportuna per servire l'ambiente.

La ripresa avverrà attraverso bocchette disposte nei diversi ambienti climatizzati ed anche attraverso valvole di aspirazione posizionate nei servizi igienici.

I canali di ripresa saranno anch'essi coibentati con spessori opportuni.

#### *- Impianto a tutt'aria a parziale recupero (Roof-Top)*

E' previsto impianto a tutt'aria con parziale recupero per l'ambiente adibito a palestra mediante Roof-Top opportunamente posizionata sulla copertura della stessa, costituito di idonee canalizzazioni, di apposite griglie per la ripresa dall'aria e di diffusori in tessuto con micro ugelli per l'immissione dell'aria trattata dall'alto, in modo da evitare, nei limiti del possibile, che l'aria possa recare fastidio alle persone.

Il sistema di ventilazione regola la temperatura e l'umidità dell'aria in entrata sulla base delle condizioni interne. Per tale unità è possibile commutare automaticamente la modalità di ventilazione ottenendo ulteriori e significativi risparmi energetici:

- modalità a scambio totale di calore (raffreddamento in estate/riscaldamento in inverno);
- modalità by-pass o free-cooling (stagione intermedia).

I canali di mandata e ripresa dell'aria avranno i percorsi indicati negli elaborati grafici.

I canali saranno realizzati in lamiera zincata in conformità alle norme UNI 10381-1 e UNI 10381-2 ed a partire dall'unità di ventilazione saranno opportunamente coibentati all'esterno con idoneo materiale e protetti da lamierino.

L'immissione dell'aria negli ambienti avverrà attraverso diffusore in tessuto con microugelli idoneamente progettati disposti in posizione opportuna per servire l'ambiente.

La ripresa avverrà attraverso griglie di ripresa disposte nell'ambiente da climatizzare.

I canali di ripresa saranno anch'essi coibentati con spessori opportuni.

## **2.5 SISTEMA DI SUPERVISIONE E CONTROLLO**

Il sistema di controllo dei VRF può essere strutturato su più livelli gestionali. La flessibilità del sistema consente comunque la possibilità di espandere il sistema di controllo fino a livelli gestionali sempre più complessi.

1° Livello di controllo (comando remoto utente)

Per la zona uffici il singolo utente, mediante apposito comando locale, ha la possibilità di modificare i principali parametri di funzionamento della singola unità interna (o delle unità interne controllate dal medesimo comando) quali la velocità del ventilatore, la temperatura desiderata, la direzione di mandata dell'aria, la temporizzazione del funzionamento, ecc.

2° Livello di controllo (comando centralizzato)

E' stato previsto con la finalità di sicurezza ed ottimizzazione energetica un sistema centralizzato di controllo del sistema tramite regolatore unificato.

## 2.6 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO COMPONENTI IMPIANTO AERAUICO

### TERMINALI DI DISTRIBUZIONE DELL'ARIA

Il dimensionamento dei terminali di distribuzione dell'aria è stato eseguito utilizzando i diagrammi prestazionali forniti dalla casa costruttrice in conformità alle norme DIN 1946. Per le caratteristiche si rimanda alle tavole di progetto.

### RETI AERAUICHE

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 considerando una velocità massima in partenza dalle Unità di rinnovo aria pari a 6m/s.

Tale metodo consiste nel calcolare le dimensioni dei canali partendo dal ramo principale, con una velocità 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 sia sempre costante ed uguale al valore iniziale. Tale metodo comporta di equilibrare poi le diverse diramazioni con particolari artifici, 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 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:

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

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

se  $Fa^* < 0.018 \rightarrow Fa = 0.85 Fa^* + 0.0028$

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

$Fa$  = fattore di attrito, adimensionale

$\varepsilon$  = rugosità, mm

$\nu$  = 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:

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

dove:  $\rho$  = densità dell'aria, Kg/m<sup>3</sup>

$\nu$  = 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.

$\xi$  = coefficiente di perdita localizzata, adimensionale

$\rho$  = densità dell'aria, Kg/m<sup>3</sup>

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 E APPARECCHIATURE

A completamento si precisa che il dimensionamento del bocchettame deve essere fatto nel rispetto delle seguenti perdite di carico alla portata di progetto indicata sui grafici:

| Componente                                   | Perdite di carico DP (Pa) |
|--|---------------------------|
| Bocchette di mandata, griglie di aspirazione | 15                        |
| griglie di ripresa                           | 20                        |
| Prese aria e di espulsione                   | 10                        |
| Serrande tagliafuoco                         | 10                        |

### 3 IMPIANTO SOLARE TERMICO

Con la realizzazione dell'impianto solare termico ad integrazione per la produzione di a.c.s. si intende conseguire un significativo risparmio energetico per la struttura servita, mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal Sole.

Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- la compatibilità con esigenze architettoniche e di tutela ambientale;
- un risparmio di combustibile fossile;
- una produzione di energia senza emissioni di sostanze inquinanti

L'impianto solare consente la riduzione di emissioni in atmosfera delle sostanze che hanno effetto inquinante e che contribuiscono all'effetto serra.

#### 3.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Gli impianti e i relativi componenti devono rispettare, ove di pertinenza, le prescrizioni contenute nelle seguenti norme di riferimento, comprese eventuali varianti, aggiornamenti ed estensioni emanate successivamente dagli organismi di normazione citati.

- Legge 09/01/91, n. 10, "Norma 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. 26/08/93, 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".
- DPR 380/01, "Testo unico per l'edilizia e sue successive modifiche ed integrazioni".
- D. Lgs. 29/12/03, n. 387: attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.
- Decreto Ministero delle Attività Produttive, 20/07/04: nuova individuazione degli obiettivi quantitativi per l'incremento dell'efficienza energetica negli usi finali di energia, ai sensi dell'art. 9, comma 1, del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79.
- Decreto Ministero delle Attività Produttive, 20/07/04: nuova individuazione degli obiettivi quantitativi nazionali di risparmio energetico e sviluppo delle fonti rinnovabili, di cui all'art. 16, comma 4, del decreto legislativo 23 maggio 2000, n. 164.
- Decreto 27/07/05: (Legge 09/07/91, 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. Lgs. 19/08/05, n. 192: attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
- D. Lgs. 29/12/06, n. 311: disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
- Legge 24/12/07, n. 244: Legge finanziaria 2008.
- D. Lgs. 30/05/08, n. 115, recante “Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all’efficienza degli usi finali dell’energia e ai servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE” es.m.i..
- D.Lgs. 03/03/11 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”.
- Decreto Legge 6/12/11, n. 201, convertito in legge 22 dicembre 2011, n. 214, recante “Disposizioni urgenti per la crescita, l’equità e il consolidamento dei conti pubblici”.
- Decreto 28/12/12, Incentivazione della produzione di energia termica da fonti rinnovabili ed interventi di efficienza energetica di piccole dimensioni.
- Piani Energetici Comunali e Regionali.
- UNI 8211:1981, “Impianti di riscaldamento ad energia solare –Terminologia, funzioni, requisiti e parametri per l’integrazione negli edifici”.
- UNI 8477-1:1983, “Energia solare. Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia. Valutazione dell'energia raggiante ricevuta”.
- UNI 8477-2:1985, “Energia solare. Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia. Valutazione degli apporti ottenibili mediante sistemi attivi o passivi”.
- UNI 10349:1994, Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.
- UNI EN ISO 9488:2001, “Energia solare – Vocabolario”.
- UNI EN 12975-2:2006, “Impianti solari termici e loro componenti - Collettori solari - Parte 2: Metodi di prova”.
- UNI EN 12976-1:2006, “Impianti solari termici e loro componenti - Impianti prefabbricati - Parte 1: Requisiti generali”.
- UNI EN 12976-2:2006, “Impianti solari termici e loro componenti - Impianti prefabbricati - Parte 2: Metodi di prova”.
- UNI/TS 11300-2:2008, 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 11300-4:2012 “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 15316-4-3:2008, Impianti di riscaldamento degli edifici. Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto. Parte 4-3: Sistemi di generazione del calore, sistemi solari termici.
- UNI EN 12975-1:2011, "Impianti solari termici e loro componenti - Collettori solari - Parte 1: Requisiti generali".
- UNI EN 12977-1:2012, "Impianti solari termici e loro componenti - Impianti assemblati su specifica - Parte 1: Requisiti generali per collettori solari ad acqua e sistemi combinati".
- UNI EN 12977-2:2012, "Impianti solari termici e loro componenti - Impianti assemblati su specifica - Parte 2: Metodi di prova per collettori solari ad acqua e sistemi combinati".
- UNI EN 12977-3:2012, "Impianti solari termici e loro componenti - Impianti assemblati su specifica - Parte 3: Caratterizzazione delle prestazioni dei serbatoi di stoccaggio acqua per impianti di riscaldamento solare".
- D.Lgs. 81/2008 (Testo Unico Sicurezza): misure di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- D.M.37/2008: sicurezza degli impianti elettrici all'interno degli edifici. I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi.

Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

## 3.2 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

Il dimensionamento dell'impianto è stato effettuato, come di seguito descritto, tenendo conto, oltre che della disponibilità economica, di:

- disponibilità di spazi sui quali installare l'impianto;
- disponibilità della fonte solare;
- fattori morfologici e ambientali (ombreggiamento e albedo).

Il contesto in cui verrà installato l'impianto è il seguente:

L'impianto, oggetto del presente documento, è posizionato sulla copertura di un edificio a carattere per uso scolastico. La zona in cui è ubicato l'impianto anche se è soggetta a vincolo non vi è impatto visivo finale in quanto i collettori sono posizionati con inclinazione di 2-5° sull'orizzonte su nuovo corpo realizzato per usi tecnologici.

### Disponibilità della fonte solare

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale La disponibilità della fonte solare per il sito di installazione è verificata utilizzando i dati “UNI10349” relativi a valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale. Per la località sede dell'intervento, ovvero il comune di Ercolano (NA) avente latitudine 40°80'5"88, longitudine 14°35'29"209 e altitudine di 44 m s.l.m., i valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale stimati sono inseriti negli elaborati di calcolo

### **Procedura di calcolo**

Il principio progettuale normalmente utilizzato per un impianto solare termico è quello di ottimizzare il rapporto fra costi di realizzazione ed energia prodotta, tenendo conto dei dati relativi a:

- requisiti minimi di legge secondo il D.Lgs.n. 28/2011;
- fabbisogni dell'utente;
- orientamento e inclinazione delle superfici;
- condizioni climatiche;
- globalità del progetto.

L'impianto è esposto alla luce solare in modo ottimale, scegliendo prioritariamente l'orientamento a Sud e evitando fenomeni di ombreggiamento, in funzione degli eventuali vincoli architettonici della struttura che ospita l'impianto stesso,. Poiché i collettori solari termici variano molto in termini di costo e di prestazioni, ed essendo l'energia solare una fonte aleatoria, i collettori sono realisticamente considerati integrativi rispetto alle tecnologie tradizionali (caldaia a condensazione), ovvero forniscono direttamente solo una parte dell'energia necessaria all'utenza, quella percentuale che prende il nome di percentuale di copertura del fabbisogno energetico annuo.

L'impianto è utilizzato per la produzione di acqua calda ad uso sanitario ed è composto da:

- n. 3 collettori solari a tubi sottovuoto;
- un serbatoio;
- un modulo murale a condensazione a Gas naturale/metano.

L'impresa installatrice installerà il tutto secondo le normative vigenti e nel rispetto della regola d'arte, rilasciando sia il certificato di verifica che la documentazione attestante la conformità dell'impianto ai sensi del DM 37/08.

I dati prestazionali dell'impianto progettato sono stati definiti in funzione dei seguenti parametri:

Energia prodotta e consumata

Fabbisogno di energia termica

Fabbisogno di energia primaria per la produzione ACS

Percentuale di copertura del fabbisogno annuo

## 4 IMPIANTO IDRICO SANITARIO

L'impianto idraulico di distribuzione dell'acqua fredda e calda è stato progettato in base ai criteri indicati dalla NORME UNI 9182 "Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda – Criteri di progettazione, collaudo e gestione”.

Le caratteristiche dell'acqua potabile di alimentazione dell'Acquedotto esterno dovranno essere conformi alle prescrizioni del D.P.C. 8 febbraio 1985 (G.U. n° 108 9 maggio 1985) ed alle indicazioni dell'Appendice A delle Norme UNI 9182 sopra citate.

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

### 4.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nella progettazione esecutiva e nella realizzazione degli impianti idrico-sanitari e del gas dovranno essere rispettate le seguenti normative il cui elenco è indicativo e non limitativo :

- D.P.C.M. 8 febbraio 1985 : Caratteristiche di qualità delle acque destinate al consumo umano
- Decreto del Presidente della Repubblica n. 236/1988 : Attuazione della direttiva n. 80/778/CEE concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano, ai sensi dell'art. 15 della legge 16 aprile 1987, n. 183.
- Ministero della Sanità – Conferenza Stato Regioni del 4 aprile 2000: “Linee Guida per la prevenzione ed il controllo della legionellosi”.
- Circolare Ministero della Sanità n. 102/1978 : Disciplina igienica concernente le materie plastiche, gomme per tubazioni ed accessori destinati a venire in contatto con acqua potabile e da potabilizzare
- D.M. n°37 del 22/01/2008 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.
- Decreto Ministero della Salute n. 174/2004 : Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano
- Legge n°10/1991 (e relativo Regolamento di attuazione DPR 412/1993) : 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



- Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 27 luglio 2005: Regolamento di attuazione della legge 10/1991 (art. 4, commi 1 e 2)
- Decreto Legislativo n°192 del 19 agosto 2005 in “Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell’edilizia”
- Decreto Legislativo n°311 del 29 dicembre 2006 “Disposizioni correttive ed integrative al Decreto Legislativo n°192 del 19 agosto 2005 recante attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell’edilizia”
- Decreto Del Presidente Della Repubblica 2 aprile 2009 , n. 59 “Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.
- Decreto Legislativo n. 31/2001 (come integrato dal D. L.vo n. 27/2002): Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano – Parte Prima : Generalità”
- UNI 9182 : Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Criteri di progettazione, collaudo e gestione
- NORME EN-UNI 806.1 “Specifiche relative agli impianti all’interno degli edifici per il convogliamento di acque destinata al consumo umano – Parte 1 : Generalità ”.
- NORME EN-UNI 806.2 “Specifiche relative agli impianti all’interno degli edifici per il convogliamento di acque destinata al consumo umano – Parte 2 : Progettazione ”.
- NORME EN-UNI 806.3 “Specifiche relative agli impianti all’interno degli edifici per il convogliamento di acque destinata al consumo umano – Parte 3 : Dimensionamento delle Tubazioni . Metodo semplificato ”.
- NORME EN-UNI 1508 “Adduzione dell’acqua – Requisiti per sistemi e componenti per l’accumulo dell’acqua ”.
- UNI 8065:1989. Trattamento dell’acqua negli impianti termici ad uso civile.
- UNI EN 752-1:1997. Connessioni di scarico e collettori di fognatura all' esterno degli edifici. Generalità e definizioni.
- UNI EN 752-2:1997. Connessioni di scarico e collettori di fognatura all' esterno degli edifici. Requisiti prestazionali.
- UNI EN 752-3:1997. Connessioni di scarico e collettori di fognatura all' esterno degli edifici. Pianificazione.
- UNI EN 752-4:1999. Connessioni di scarico e collettori di fognatura all' esterno degli edifici. Progettazione idraulica e considerazioni legate all'ambiente.

- UNI EN 476:1999. Requisiti generali per componenti utilizzati nelle tubazioni di scarico, nelle connessioni di scarico e nei collettori di fognatura per sistemi di scarico a gravità.
- UNI EN 1610:1999. Costruzione e collaudo di connessioni di scarico e collettori di fognatura.
- 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 gravità all'interno degli edifici. Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo.
- UNI EN 12056-4:2001. Sistemi di scarico funzionanti gravità all'interno degli edifici. Stazione di pompaggio di acque reflue , progettazione e calcolo.
- UNI EN 12056-5:2001. Sistemi di scarico funzionanti 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 10724:2004. Coperture - Sistemi di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche - Istruzioni per la progettazione e l'esecuzione con elementi discontinui

## 4.2 CARATTERISTICHE IMPIANTO

### Impianto idrico sanitario di carico

La rete idraulica di distribuzione principale acqua fredda, calda e ricircolo, all'interno dell'edificio per usi igienici e sanitari a partire dalla centrale di produzione ACS sarà realizzata con tubazioni in cavedio, incassate sotto traccia o in controsoffitto in acciaio zincato, corredate di isolamento termico delle tipo già descritto. Tutti i sistemi di supporto e sostegno delle tubazioni saranno realizzati con sistemi prefabbricati con profilati, collari ed accessori in acciaio zincato.

Le tubazioni di distribuzione saranno installate in controsoffitto ed alimenteranno i singoli WC, docce e lavandini e saranno intercettati mediante valvole a sfera poste sulle due tubazioni di alimentazione e su quella di ricircolo.

La distribuzione interna ai singoli gruppi di servizi igienici sarà realizzata con sistema di distribuzione idrica con collegamento "a centralina".

Tutte le tubazione fredde saranno coibentate con coppelle isolanti di gomma espansa pellicolata tipo "Armaflex" con spessori tali da evitare la condensa ed il gelo, quelle calde saranno rivestite con lo stesso materiale con spessori conformi alla legge n° 10/91 e DPR n° 412/94.

I materiali isolanti avranno classe di resistenza al fuoco conformi alle prescrizioni di sicurezza e prevenzione incendi vigenti.

### Impianto idrico sanitario di scarico

La rete interna di raccolta suddivisa in acque fecali, bianche e grigie che provvede dai diversi servizi igienici alla raccolta delle rispettive acque, fino all'immissione nelle rete esterna, sarà realizzate con tubazioni in materiale plastico in polietilene alta densità.

Tutta la rete sarà continua, dall'allaccio agli apparecchi fino al recapito finale, in modo da evitare nel modo più assoluto ogni contatto diretto o indiretto con l'ambiente. Sia nei tratti verticali che in quelli orizzontali saranno installati pezzi di ispezione con tappo ad ogni cambiamento di direzione e/o ad ogni confluenza.

La rete di raccolta interna delle acque di scarico, sarà dotata di ventilazione primaria e secondaria laddove necessario.

In corrispondenza di eventuali attraversamenti tagliafuoco orizzontali e verticale tutte le tubazioni saranno corredate di dispositivi certificati (collari, manicotti isolamenti, ecc.) per il ripristino della compartimentazione antincendio.

Al piede di ogni fecale è prevista l'installazione di pozzetti sifonati ispezionabili. Sarà realizzata nuova rete esterna per la raccolta delle acque nere e prima dell'immissione le stesse si uniranno alle acque bianche in apposito pozzetto in quanto la rete fognaria comunale è di tipo misto.

Il calcolo dei diametri delle tubazioni di scarico, è stato eseguito con il criterio delle unità di scarico secondo quanto prescritto dalla norma UNI EN 12056.

Per quanto concerne le acque bianche al piede di ogni pluviale è prevista l'installazione di un pozzetto e sarà realizzata una nuova rete orizzontale che, a gravità, fa defluire l'acqua in parte verso la fogna comunale e in parte verso l'impianto di recupero delle stesse.

Le acque bianche, unitamente alle acque nere, saranno convogliate in un unico punto alla rete fognaria comunale esistente.

### 4.3 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO IMPIANTO IDRICO SANITARIO DI CARICO

Gli impianti idrici sanitari a servizio del complesso sono stati dimensionati utilizzando il metodo delle unità di carico come proposto dalla norma UNI 9182:2010. In particolare per il dimensionamento sono state utilizzate le tabelle e i diagrammi stralciati dalla suddetta normativa e riportate nei paragrafi seguenti.

Il dimensionamento è stato effettuato affinché, l'apparecchio posto nelle condizioni più sfavorevoli di utilizzazione sia alimentato con il giusto valore di portata (calcolata come specificato nei paragrafi successivi) durante i periodi nei quali nella rete si verificano le richieste di punta.

Il dimensionamento delle tubazioni e degli altri componenti è stato fatto sulla base della conoscenza dei seguenti dati:

- Portata massima contemporanea per ogni tronco e per l'intera rete;
- Pressione utilizzabile;
- Massime velocità ammissibili.

Il calcolo delle portate massime contemporanee è stato eseguito col metodo delle unità di carico di seguito dettagliato.

Il calcolo della pressione utilizzabile è stato fatto eseguendo la sommatoria di:

- Pressione dinamica da garantire all'utenza posta nella condizione più sfavorevole;
- Differenza di quota fra il punto di alimentazione e della utenza;
- Perdita di pressione nelle tubazioni in corrispondenza della portata massima contemporanea.

Questa perdita di pressione, somma a sua volta delle perdite lineari e delle perdite accidentali, è stata calcolata con le procedure tradizionali in funzione anche della temperatura dell'acqua distribuita.

Il valore della pressione utilizzabile è tale da risultare uguale al valore della pressione fornita dall'impianto di sopraelevazione.

## Portate idriche e pressioni nominali di erogazione

Le portate e le pressioni minime di progetto da garantire ai rubinetti di erogazione per gli apparecchi sanitari ed a tutte le utenze d'acqua, anche nelle più gravose condizioni di esercizio, sono quelle indicate nell' Appendice E delle NORME UNI 9182 sopra citate e di seguito specificate nell'appendice C alla norma UNI 9182.

### APPENDICE C - Norma UNI 9182:2010 - Portate nominali e pressioni dei rubinetti di erogazione per apparecchi sanitari ed altri impieghi

| Apparecchio                                | Portata<br>l/s | Pressione minima<br>kPa |
|--|----------------|-------------------------|
| Lavabi                                     | 0,10           | 50                      |
| Bidet                                      | 0,10           | 50                      |
| Vasi a cassetta                            | 0,10           | 50                      |
| Vasi con passo rapido o flussometro Ø 3/4" | 1,50           | 150                     |
| Vasca da bagno                             | 0,20           | 50                      |
| Doccia                                     | 0,15           | 50                      |
| Lavello di cucina                          | 0,20           | 50                      |
| Lavabiancheria                             | 0,10           | 50                      |
| Orinatoio comandato                        | 0,10           | 50                      |
| Vuotatoio con cassetta                     | 0,15           | 50                      |
| Beverino                                   | 0,05           | 50                      |
| Idrantino Ø 1/2"                           | 0,40           | 100                     |
| Idrantino Ø 3/4"                           | 0,60           | 100                     |
| Idrantino Ø 1"                             | 0,80           | 100                     |

## Calcolo delle portate massime contemporanee

Il metodo utilizzato per il calcolo delle portate massime contemporanee è stato quello delle unità di carico (UC) così come descritto dalla UNI 9182. L'unità di carico è il valore, assumendo convenzionalmente, che tiene conto della portata di un punto di erogazione, delle sue caratteristiche dimensionali e funzionali e della sua frequenza d'uso.

Ad ogni punto di erogazione corrisponde un determinato valore di unità di carico così come riportato nel prospetto D.3.1 della norma UNI 9182.

In particolare:

- per ogni tratto della rete sono stati calcolati i valori delle unità di carico (Prospetto D.3.1);
- individuato il numero delle unità di carico per ogni singolo tratto, è stata calcolata la massima portata contemporanea con l'ausilio del Prospetto D.4.1.1;

- definita la portata per ogni tratto è stato scelto il giusto diametro delle tubazioni della rete ed è stata valutata la velocità raggiunta dall'acqua nel tratto considerato verificando che il valore di questa ultima sia inferiore ai limiti del Prospetto I.10.

Prospetto D.3.1. – Norma UNI 9182:2010 - Unità di carico (UC) per le utenze degli edifici ad uso pubblico e collettivo (alberghi, uffici, ecc.) - Apparecchi singoli

| 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 o flussometro | 10,00           | -           | 10,00                             |
| Orinatoio                        | Rubinetto a vela           | 0,75            | -           | 0,75                              |
| Orinatoio                        | Passo rapido o 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 o flussometro | 10,00           | -           | 10,00                             |
| Lavabo a canale (per 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                              |
| Idrantino Ø 3/8"                 | Solo acqua fredda          | 2,00            | -           | 2,00                              |
| Idrantino Ø 1/2"                 | Solo acqua fredda          | 4,00            | -           | 4,00                              |
| Idrantino Ø 3/4"                 | Solo acqua fredda          | 6,00            | -           | 6,00                              |
| Idrantino Ø 1"                   | Solo acqua fredda          | 10,00           | -           | 10,00                             |

Prospetto D.4.1.1 – Norma UNI 9182:2010 - Utenze delle abitazioni private e degli edifici collettivi (alberghi, ospedali, scuole, caserme, centri sportivi e simili)

| Unità di carico UC | Portata l/s | Unità di carico UC | Portata l/s | Unità di carico UC | Portata l/s |
|--------------------|-------------|--------------------|-------------|--------------------|-------------|
| 6                  | 0,30        | 120                | 3,65        | 1 250              | 15,50       |
| 8                  | 0,40        | 140                | 3,90        | 1 500              | 17,50       |
| 10                 | 0,50        | 160                | 4,25        | 1 750              | 18,80       |
| 12                 | 0,60        | 180                | 4,60        | 2 000              | 20,50       |
| 14                 | 0,68        | 200                | 4,95        | 2 250              | 22,00       |
| 16                 | 0,78        | 225                | 5,35        | 2 500              | 23,50       |
| 18                 | 0,85        | 250                | 5,75        | 2 750              | 24,50       |
| 20                 | 0,93        | 275                | 6,10        | 3 000              | 26,00       |
| 25                 | 1,13        | 300                | 6,45        | 3 500              | 28,00       |
| 30                 | 1,30        | 400                | 7,80        | 4 000              | 30,50       |
| 35                 | 1,46        | 500                | 9,00        | 4 500              | 32,50       |
| 40                 | 1,62        | 600                | 10,00       | 5 000              | 34,50       |
| 50                 | 1,90        | 700                | 11,00       | 6 000              | 38,00       |
| 60                 | 2,20        | 800                | 11,90       | 7 000              | 41,00       |
| 70                 | 2,40        | 900                | 12,90       | 8 000              | 44,00       |
| 80                 | 2,65        | 1 000              | 13,80       | 9 000              | 47,00       |
| 90                 | 2,90        |                    |             | 10 000             | 50,00       |
| 100                | 3,15        |                    |             |                    |             |

Prospetto I.10. – Norma UNI 9182:2010 Velocità massima ammessa nei circuiti aperti (tubazioni in acciaio zincato)

| Diametro esterno - Pollici | DN  | Diametro interno mm | Velocità m/s |
|----------------------------|-----|---------------------|--------------|
| 1/2"                       | 16  | sino a 16,5         | 0,7          |
| 3/4"                       | 20  | 21,9                | 0,9          |
| 1"                         | 25  | 27,7                | 1,2          |
| 1 1/4"                     | 32  | 36,1                | 1,5          |
| 1 1/2"                     | 40  | 42,1                | 1,7          |
| 2"                         | 50  | 53,4                | 2,0          |
| 2 1/2"                     | 65  | 68,5                | 2,3          |
| 3"                         | 80  | 80,75               | 2,4          |
| 4"                         | 100 | 105,5               | 2,5          |
| 5"                         | 125 | 130                 | 2,5          |
| 6"                         | 150 | 155,5               | 2,5          |

### Calcolo rete ricircolo acqua calda sanitaria

Le reti di ricircolo sono state dimensionate in modo da poter compensare le dispersioni termiche delle reti di acqua calda. A tal fine si è proceduto nel seguente modo:

1. È stato stabilito un salto termico pari a 2°C fra la temperatura di partenza dell'acqua calda e quella di erogazione all'apparecchio più sfavorito.
2. Sono state determinate le portate delle colonne e dei vari tratti orizzontali della rete dividendo fra loro le dispersioni termiche dei tratti stessi per il salto termico ammesso.
3. Si determinano le portate di ogni tratto del collettore orizzontale sommando fra loro:
  - le portate richieste dalle colonne servite dal tratto considerato,
  - le portate richieste dai tratti di collettore a valle del tratto considerato,
  - la portata del tratto considerato ottenuta dividendo le sue dispersioni termiche per il salto termico ammesso.
4. Per il calcolo delle reti di ricircolo (considerando materiali isolanti e spessori conformi alle norme sul risparmio energetico), è stato possibile ipotizzare (con accettabile approssimazione) che i tubi dell'acqua calda disperdano mediamente 10 kcal/h ogni metro. L'indipendenza di tale valore dal diametro dei tubi deriva dal fatto che gli spessori dell'isolamento richiesto crescono col diametro dei tubi stessi. Le portate di ricircolo quindi sono state determinate considerando valori di 5 l/h per ogni metro di tubazione che compone la rete di distribuzione dell'acqua calda.
5. Sono stati quindi, dimensionati i tubi in base alle portate sopra determinate e ipotizzando perdite di carico lineari costanti, ad esempio:  $r = 10 \div 20 \text{ mm c.a./m.}$
6. È stata infine dimensionata la pompa di ricircolo, considerando che:
  - la portata è uguale a quella massima della rete di ricircolo;
  - la prevalenza è determinabile con la formula:

$$H = L \cdot r \cdot f$$

dove:

$H$  = prevalenza della pompa [mm c.a.]

$L$  = lunghezza massima equivalente della rete di ricircolo [m]

$r$  = valore assunto per le perdite di carico lineari [mm c.a./m]

$f$  = fattore che tiene conto delle perdite di carico localizzate [adimensionale] mediamente ed è stato considerato paria 1,8 essendo gli impianti dotati di gruppo di miscelazione



#### 4.4 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO IMPIANTO IDRICO SANITARIO DI SCARICO

Il dimensionamento dell'impianto di raccolta e smaltimento acque nere, bianche e grigie dell'edificio 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:

- calcolo delle portate in relazione alle unità di scarico degli apparecchi sanitari allacciati;
- determinazione dei diametri delle diramazioni di collegamento degli apparecchi sanitari alle colonne di scarico;
- determinazione dei diametri delle colonne di scarico;
- 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 ed i diametri interni minimi da rispettare, riportati nella tabella seguente.

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

| Diametro nominale | Diametro Interno minimo |
|-------------------|-------------------------|
| DN                | $d_{min}$<br>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                     |

## Calcolo delle Portate

Il dimensionamento del sistema di scarico è stato condotto in funzione delle portate totali  $Q_{tot}$  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.

$$Q_{tot} = Q_{ww} + Q_c + Q_p \quad (1)$$

dove:

- $Q_{ww}$  è la portata delle acque reflue dovute agli apparecchi sanitari [l/s],
- $Q_c$  è la portata continua [l/s],
- $Q_p$  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:

$$Q_{tot} = Q_{ww}$$

La portata delle acque reflue  $Q_{ww}$  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) definito nella tabella 13,
- $\Sigma DU$  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 0,5 relativo ad un uso intermittente in uffici.

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      |

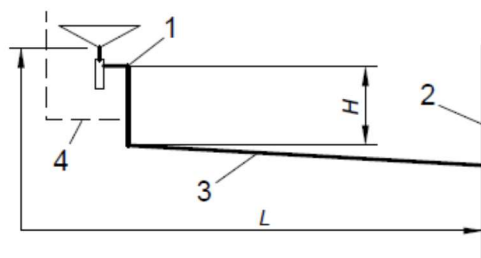
## Il Dimensionamento delle diramazioni di Scarico

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 11 sono ridotti ai valori indicati in tabella 14.

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<br>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

| $Q_{max}$ | Sistema I   | Sistema II                   | Sistema III                  | Sistema IV                   |
|-----------|---|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| l/s       | 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.  |                              |                              |                              |
| **        | Senza WC.   |                              |                              |                              |
| ***       | Massimo due WC e cambiamenti di direzione per un totale massimo di 90°. |                              |                              |                              |
| ****      | 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 il 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    |     |
|----------|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|-----------|-----|
| $i$      | $Q_{max}$ | $v$ | $Q_{max}$ | $v$ | $Q_{max}$ | $v$ | $Q_{max}$ | $v$ | $Q_{max}$ | $v$ | $Q_{max}$ | $v$ | $Q_{max}$ | $v$ |
| 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 |

## 4.5 SISTEMA PER IL RECUPERO DELL'ACQUA PIOVANA

In ambito terziario, una grande quantità di acqua utilizzata è destinata alle pulizie e ai lavaggi, all'irrigazione e allo scarico dei servizi igienici, infatti la maggior parte dell'acqua utilizzata ogni giorno non è destinata al consumo umano.

L'acqua piovana è un bene inesauribile, disponibile e gratuito ed il recupero, lo stoccaggio e il riutilizzo dell'acqua piovana per tutti gli impieghi in cui non è richiesto l'utilizzo di acqua potabile permette la realizzazione di un edificio efficiente; ciò permette di adottare soluzioni per un utilizzo responsabile e sostenibile dell'acqua.

L'obiettivo è:

- migliorare la classe di efficienza energetica così da contribuire al raggiungimento delle prestazioni per considerare la struttura in A1;
- migliorare la classe di efficienza idrica dell'immobile (EFID) così come stabilito dalla commissione europea per l'ambiente.
- risparmiare riducendo i costi della bolletta idrica;
- disporre di una riserva idrica sempre disponibile anche in caso di emergenza;
- alleggerire il carico della rete fognaria durante le precipitazioni, contribuendo a diminuire intasamenti fognari e rischi idrici;
- contribuire ad aumentare l'efficienza dei sistemi e degli impianti di depurazione

Ad oggi nel complesso scolastico è presente esclusivamente una vasca interrata con pompe per il recupero e il riutilizzo dell'acqua piovana, la quale è inviata in pressione all'impianto della struttura, nello specifico alla linea per acqua non potabile destinata a punti per irrigazione del verde.

Non esiste, per cui si prevede la realizzazione di un sistema per la captazione dell'acqua piovana dalle coperture e dal dilavamento della strada. Su tali superfici possono depositare impurità quali polvere, sabbia fine e foglie che sono trascinate via dall'acqua che scorre durante l'evento meteorico. Sarà installato un filtro, esterno al serbatoio d'accumulo, tale da trattenere la gran parte delle impurità contenute nell'acqua piovana, in modo che non arrivino al serbatoio di accumulo.

L'ingresso dell'acqua piovana filtrata nel serbatoio di accumulo avviene attraverso una particolare tubazione che regola il flusso in maniera che non si creino turbolenze all'interno del serbatoio.

Il gruppo di pressurizzazione esistente dovrà mantenere la pressione dell'impianto e fornisce la portata di acqua richiesta dalle utenze per irrigazione.

Il Sistema deve prevedere il recupero delle acque piovane per irrigazione e punti di prelievo acqua per usi NON POTABILE.

Il sistema prevede a completamento, oltre alla vasca d'accumulo interrata ed al gruppo di pressurizzazione esistente, pozzetto filtro-foglie esterno, tubo ingresso anti-turbolenza, tubo troppo-pieno "anti-intrusione" di piccoli animali.

L'acqua raccolta all'interno della vasca, pressurizzata è resa disponibile per l'impianto di irrigazione o per i punti di prelievo. I rubinetti o i punti di prelievo che erogano acqua non potabile devono essere opportunamente identificati dall'indicazione "ACQUA NON POTABILE" (norme UNI 806-2:2010 e UNI 5634:1997). L'acqua di rete (potabile) e l'acqua piovana (non potabile) come prescritto nel testo unico per l'ambiente D.lgs 152/2006 avranno delle condutture separate.

Nell'area parcheggio è stato previsto sistema prima pioggia in continuo che prevede il trattamento delle acque meteoriche di dilavamento mediante dissabbiatore e disoleatore gravitazionale.

## **5 ELENCO E DESCRIZIONE INTERVENTI PREVISTI**

### **IM.01 Impianto per la climatizzazione ad Aria Primaria**

Fornitura e posa in opera dell'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE per la distribuzione dell'ARIA PRIMARIA, composto da:

- N. 4 recuperatori di calore entalpici con batteria ad espansione diretta completi di comando locale a filo per il controllo della velocità, di staffaggi con supporti antivibranti, allacciamenti e collegamenti elettrici;
- N.13 recuperatori di calore entalpici completi di comando locale a filo per il controllo della velocità di staffaggi con supporti antivibranti, allacciamenti e collegamenti elettrici;
- canalizzazioni interne di mandata e di ripresa, del tipo in lamiera zincata a sezione rettangolare o quadrata coibentate secondo la normativa vigente, complete di giunzioni a flangia o baionetta, compresi i pezzi speciali (curve – derivazioni – ecc.), compresi gli sfridi e lo staffaggio;
- condotte flessibili per la distribuzione dell'aria in alluminio triplo laminato con spirale in acciaio armonico ed uno strato esterno in pvc, temperature di utilizzo da -300 °C a +1400 °C, velocità massima dell'aria sino a 30 m/s, pressione d'esercizio massima 3.000 Pa, coibentate secondo la normativa vigente; misure da DN 100 a DN 250;
- N. 11 bocchette di mandata aria in alluminio, ad alette regolabili a doppio filare di cui il primo verticale, fissaggio a clips, completa di serranda di contrasto;
- N.24 griglie di aspirazione aria in alluminio con serranda e rete per aspirazione ed espulsione dall'esterno;
- N.38 valvole di ventilazione in polipropilene, circolare con sistema di fissaggio viti a vista;
- N.48 griglie di transito per porte con profilo delle alette anti luce, fissaggio con viti a vista.

Le opere sono complete di ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

## IM.02 Impianto di Climatizzazione ad espansione diretta tipo VRF

- Fornitura e posa in opera di IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE composta da n. 2 sistemi a pompa di calore ad espansione diretta, con condensazione ad aria, inverter a portata variabile di refrigerante R410A (VRF) rispondenti e conformi alle norme vigenti in materia.
- Il sistema n. 1 a servizio del piano terra è dotato di unità esterna della capacità totale in raffrescamento, alle condizioni standard di funzionamento, di circa 125 kWf e in riscaldamento di circa 140 kWt. Utilizzabile in un impianto con circuito a due tubi, la cui potenza resti compresa tra il 50% ed il 130% rispetto alla potenza di targa sopra indicata. Il tutto completo di accessori, piedi antivibranti, pezzi speciale e quant'altro necessario a dare l'opera finita e funzionante a perfetta regola d'arte.
- Il sistema n. 2 a servizio del piano primo è dotato di unità esterna della capacità totale in raffrescamento, alle condizioni standard di funzionamento, di circa 100 kWf e in riscaldamento di circa 115 kWt. Utilizzabile in un impianto con circuito a due tubi, la cui potenza resti compresa tra il 50% ed il 130% rispetto alla potenza di targa sopra indicata. Il tutto completo di accessori, piedi antivibranti, pezzi speciale e quant'altro necessario a dare l'opera finita e funzionante a perfetta regola d'arte.
- I due sistemi saranno dotati dei seguenti componenti:
- N. 35 unità interne canalizzabili del tipo a portata variabile di refrigerante, completo di sistema di regolazione del flusso di refrigerante controllato da valvola modulante LEV con controllo continuo della potenza tra il 25% ed il 100%, di staffaggi con supporti antivibranti, allacciamenti e collegamenti idraulici ed elettrici, plenum e canalizzazioni di mandata e di ripresa, del tipo in lamiera zincata coibentata secondo la normativa vigente, fino alle bocchette/griglie di ripresa;
- N. 5 unità interne a parete standard del tipo a portata variabile di refrigerante, completo di sistema di regolazione del flusso di refrigerante controllato da valvola modulante LEV con controllo continuo della potenza tra il 25% ed il 100%, di staffaggi con supporti antivibranti, allacciamenti e collegamenti idraulici ed elettrici;
- N. 5 unità interne pensili a soffitto del tipo a portata variabile di refrigerante, completo di sistema di regolazione del flusso di refrigerante controllato da valvola modulante LEV con controllo continuo della potenza tra il 25% ed il 100%, di staffaggi con supporti antivibranti, allacciamenti e collegamenti idraulici ed elettrici;
- N. 4 unità interne cassette a 4 vie del tipo a portata variabile di refrigerante, completo di sistema di regolazione del flusso di refrigerante controllato da valvola modulante LEV con controllo continuo della potenza tra il 25% ed il 100%, di staffaggi con supporti antivibranti, allacciamenti e collegamenti idraulici ed elettrici;
- N. 5 comando locale a filo per sistemi multisplit a R410a per tutti gli uffici, con limite di funzionamento (min/max) regolabile, Orologio e timer di regolazione , protezione antigelo , direzione del flusso d'aria
- N. 1 comando centralizzato avanzato Touch-Screen per il controllo, il monitoraggio del funzionamento e dei consumi energetici di ciascuna unità interna;
- linee di comando e segnale per il controllo e la gestione dell'impianto di condizionamento e relativi allacciamenti, realizzate come da progetto e comunque in conformità a quanto previsto dal costruttore, prevalentemente costituite da: 1) Linea elettrica in cavo in corda rigida di rame rosso ricotto isolato in gomma EPR, FG7 OM1 600/1000 V e/o in gomma elastomerico di qualità G9, N07 G9-K, 450/750 V con conduttore a corda flessibile, non propagante incendio, non propagante fiamma, contenuta emissione di gas corrosivi, con guaina di miscela isolante con elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche; 2) Tubo rigido filettabile in PVC autoestinguente, costruito secondo norme CEI EN 50086-1, CEI EN 50086-2-1, fornito e posto in opera, compresi: i giunti, i raccordi e le curve, ad attacco rigido, atti a garantire un grado di protezione IP55; 3) Guaina



flessibile in PVC con raccordi ad alta resistenza chimica e meccanica. Fornita e posta in opera in vista. Sono compresi: i raccordi e le curve filettate; gli accessori, scatole di derivazione e tutto quanto altro occorre per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte;

- rete di distribuzione del fluido refrigerante R410A (gas/liquido) realizzata con tubo di rame ricotto/crudo in barre con isolamento in polietilene espanso a cellule chiuse a bassissima densità senza CFC a finitura esterna corrugata colorata, conformi alla norma EN 1057 e Legge 10/91, resistenza al fuoco classe 1, temperatura d'impiego da -30 °C a +95 °C, in opera comprese le sagomature di percorso, le centrature in asse agli attacchi dei corpi scaldanti, eseguiti a mano e/o con l'ausilio di piegatubi. La rete realizzata per impianti di condizionamento comprende i giunti di derivazione in rame ricotto, coibentato con guscio in poliuretano a cellule chiuse;
- linee smaltimento condensa e relativi allacciamenti, come indicato da progetto prevalentemente costituite da tubazione rigida in PVC con giunzioni ad innesto o saldata, realizzata in pendenza, completa di raccordi, pezzi speciali, sifoni, sfridi, staffaggio e quant'altro necessario a dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte;
- n. 35 bocchette di mandata aria in alluminio, ad alette regolabili a doppio filare di cui il primo verticale, fissaggio a clips, completa di serranda di contrasto;
- n. 35 griglie di aspirazione aria in alluminio con serranda e rete.
- È compreso il trasporto, il posizionamento in loco con qualsiasi mezzo, il primo avviamento, il collaudo, e quant'altro necessario a far sì che le opere siano complete di ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

### **IM.03 Impianto di Climatizzazione a tutt'aria (Roof-Top)**

Fornitura e posa in opera dell'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE della palestra per la distribuzione dell'ARIA, composto da:

- N. 1 condizionatore autonomo monoblocco ad espansione diretta tipo Roof-Top ad alta efficienza per ambienti ad alto affollamento per raffreddamento e riscaldamento a pompa di calore costituito da contenitore in lamiera metallica preverniciata idonea per esposizione all'esterno, gruppo di ventilazione del circuito aria interna con ventilatori centrifughi, sezione filtrante ad alta efficienza, sezione di trattamento aria con batteria ad espansione diretta e possibilità di installare altre batterie ad acqua o elettriche, circuito frigorifero funzionante a gas ecologico con compressori di tipo scroll o ermetici alternativi, uno o più ventilatori assiali ad espulsione verticale per lo smaltimento del calore di condensazione, circuito elettrico precablato, sistema di regolazione con termostato ambiente; è compreso il trasporto, il posizionamento in loco con qualsiasi mezzo, il primo avviamento, il collaudo, le opere di fissaggio e quanto altro necessario per dare l'opera finita a perfetta regola dell'arte. Sono esclusi i collegamenti elettrici di potenza.
- canalizzazioni esterne di mandata e di ripresa, del tipo in lamiera zincata a sezione rettangolare o quadrata coibentate secondo la normativa vigente e rivestiti con lamierino, complete di giunzioni a flangia o baionetta, compresi i pezzi speciali (curve – derivazioni – ecc.), compresi gli sfridi e lo staffaggio;
- n 2 diffusori in tessuto tecnico impermeabili per la palestra di forma circolare, semicircolare o a quarto di cerchio, con sistema di staffaggio tramite cavetto in metallo (acciaio zincato o inox) e clips plastiche appositamente progettate e sviluppate. Sistema ad alta induzione che sfrutta il principio fisico dell'induzione creato da un flusso d'aria uscente da fori di piccole/medie dimensioni, miscelando così l'aria trattata immessa con quella ambiente e ottenendo un elevato comfort ambientale;

- n. 4 bocchette di mandata aria in alluminio, ad alette regolabili a doppio filare di cui il primo verticale, fissaggio a clips, completa di serranda di contrasto;
- n. 5 griglie di aspirazione aria in alluminio con serranda e rete per aspirazione ed espulsione dall'esterno;
- condotte flessibili per la distribuzione dell'aria in alluminio triplo laminato con spirale in acciaio armonico ed uno strato esterno in pvc, temperature di utilizzo da -300 °C a +1400 °C, velocità massima dell'aria sino a 30 m/s, pressione d'esercizio massima 3.000 Pa, coibentate secondo la normativa vigente; misure da DN 100;
- N.5 valvole di ventilazione in polipropilene, circolare con sistema di fissaggio viti a vista;
- N.3 griglie di transito per porte con profilo delle alette anti luce, fissaggio con viti a vista.

#### **IM.04 Centrale Idrica**

Fornitura e posa in opera degli impianti meccanici da installare per la realizzazione della nuova CENTRALE IDRICA a servizio della rete interna di acqua potabile e acqua calda sanitaria. I seguenti componenti:

N. 1 gruppo di caricamento automatico e disconnettore idraulico tipo BA;

N. 2 serbatoio di prima raccolta in acciaio inox AISI 304 idoneo per impieghi alimentari;

N. 1 gruppo di pressurizzazione acqua per impianti medi con comando a pressostato e due elettropompe ad asse verticale, con piedini antivibranti, collettori di aspirazione e mandata con giunti antivibranti, valvole di intercettazione e ritegno per ciascuna elettropompa, manometro con rubinetto e flangia di controllo, collegamenti elettrici, completo di quadro IP 55 con interruttori, telesalvamotori, commutatore per invertire l'ordine di avviamento, spie di funzionamento e blocco, pressostati, cavi di collegamento alle elettropompe e morsetteria;

N. 4 valvole di intercettazione per la manutenzione dei componenti e filtri;

N. 1 valvola a 3 vie miscelatrice per acqua calda sanitaria;

N. 1 elettropompa singola per la rete di ricircolo acqua calda sanitaria;

organi di controllo (termometri e manometri).

Devono rispondere ed essere conformi alle norme vigenti in materia.

Sono escluse le opere murarie.

Sono comprese le tubazioni interrate in PEAD di carico acqua fredda dall'acquedotto e le tubazioni in acciaio zincato senza saldatura in centrale.

Le opere sono complete dei pezzi speciali e ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

## **IM.05 Impianto di Distribuzione Idrico sanitario**

Fornitura e posa in opera della rete di DISTRIBUZIONE IDRICA a collettori per acqua potabile e acqua calda sanitaria in partenza dalla centrale idrica, completa di:

tubazione in PE-AD (polietilene ad alta densità) PE 80 per rete interrata conformi alle norme UNI 10910 e 7615 tipo 312 per condotte d'acqua potabile in pressione PN 12,5, con marchio di conformità IIP e sigla della materia prima impressa sulle tubazioni, rispondenti alle disposizioni emanate in materia dal Ministero della Sanità;

tubazione in acciaio zincato, isolata per evitare la formazione di ghiaccio e condensa, per la distribuzione primaria dell'acqua potabile. Diametro nominale da 2"1/2 a 3/4";

tubazione in acciaio zincato isolata per la distribuzione primaria e la rete di ricircolo dell'acqua calda sanitaria. Diametro nominale da 1"1/2 a 1/2";

n. 14 valvole di non ritorno da DN 20 a DN 32;

valvole di intercettazione per la manutenzione dei componenti Da DN 20 a DN 32;

collettori con rubinetti di intercettazione per ciascun bagno/spogliatoio completa di relativa cassetta in plastica con coperchio;

allaccio a tutti gli apparecchi igienico-sanitari in partenza dai collettori per la distribuzione d'acqua fredda (n. 129 punti) e calda (n. 66 punti) mediante tubazioni in rame in lega con titolo di purezza Cu 99,9 rivestito con resina polivinilica stabilizzata di spessore minimo 1,5 mm a sezione stellare.

Sono esclusi i ripristini dell'intonaco, la fornitura e la posa in opera delle apparecchiature igienico-sanitarie con le relative rubinetterie.

Sono compresi le opere murarie per l'apertura e eguagliatura delle tracce, le viti, i manicotti, i pezzi speciali, il materiale di tenuta e ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

## **IM.06 Impianto Solare Termico ad integrazione caldaia**

Fornitura e posa in opera di un IMPIANTO SOLARE TERMICO, composto da:

- N. 1 gruppo termico murale a condensazione, per il solo riscaldamento, con bruciatore premiscelato a gas metano ad elevato rendimento da 50 kW;
- N. 1 un bollitore solare vetrificato a doppio serpentino, di altissima qualità completo di rivestimento coibente da 50 mm e protezione anticorrosiva con anodo di magnesio;
- n. 3 collettori solari con tubi sottovuoto ad alta efficienza con una superficie captante totale di circa 12 mq, completo di telaio di supporto adatto al montaggio sia su tetto piano che a falda con l'ausilio delle apposite staffe;
- n. 1 stazione di circolazione solare completa di pompa solare, misuratore e regolatore di portata con valvole di carico e scarico, valvola di sicurezza a 6 bar con manometro, valvola a sfera a tre vie con valvola di non ritorno e maniglia porta manometro;
- n. 1 centralina solare differenziale dotata di funzioni speciali quali anti-gelo, anti-surriscaldamento e raffreddamento ed in grado di operare con diversi schemi idraulici;
- n. 1 vaso di espansione solare precaricato, di altissima qualità e omologato;
- n. 1 degasatore solare manuale;
- fluido solare termovettore

Sono comprese le tubazioni idonee per l'attraversamento del fluido solare ad alta temperatura; tutti i componenti devono rispondere ed essere conformi alle norme vigenti in materia.

Le opere sono complete dei pezzi speciali e ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte.

## **IM.07 Impianto di Scarico Acque Reflue**

Fornitura e posa in opera della rete di SCARICO ACQUE REFLUE. Sono compresi:

- la rete esterna interrata di scarico acque nere realizzata con tubazioni in PEAD completa di pozzetti di ispezione/raccordo, sifonati e non, in cemento vibrato con impronte laterali per l'immissione di tubi e relativi coperchi, posto in opera compresi ogni onere e magistero per l'allaccio a tenuta con le tubazioni;
- la rete esterna interrata di scarico acque grigie realizzata con tubazioni in PEAD completa di pozzetti di ispezione/raccordo, sifonati e non, in cemento vibrato con impronte laterali per l'immissione di tubi e relativi coperchi, posto in opera compresi ogni onere e magistero per l'allaccio a tenuta con le tubazioni;
- la rete esterna interrata di scarico acque bianche realizzata con tubazioni in PEAD completa di pozzetti di ispezione/raccordo, sifonati e non, in cemento vibrato con impronte laterali per l'immissione di tubi e relativi coperchi, posto in opera compresi ogni onere e magistero per l'allaccio a tenuta con le tubazioni;
- la rete esterna interrata di scarico acque meteoriche realizzata con tubazioni in PEAD completa di pozzetti di ispezione/raccordo, sifonati e non, in cemento vibrato con impronte laterali per l'immissione di tubi e relativi coperchi, posto in opera compresi ogni onere e magistero per l'allaccio a tenuta con le tubazioni;
- le colonne di scarico realizzata con tubazione in PEAD con rivestimento insonorizzante;
- n. 1 pozzetto scolmatore per acque meteoriche del parcheggio;
- n. 1 dissabbiatore per le acque meteoriche del parcheggio;
- n. 1 disoleatore gravitazionale per acque meteoriche del parcheggio;
- l'impianto di scarico con tubi in PVC con innesto a bicchiere all'interno dei bagni/spogliatoi per lo scarico di ogni apparecchio igienico-sanitario compreso il pozzetto a pavimento, le relative tubazioni in PVC, le guarnizioni, le opere murarie per l'apertura e eguagliatura delle tracce, esclusi il ripristino dell'intonaco e del masso.

È compreso ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte. Sono esclusi la fornitura e la posa in opera delle apparecchiature igienico-sanitarie con le relative rubinetterie e gli oneri per lo scavo.