

# CONSORZIO CEVEDALE - BASSANO

con sede in

Piazza Giacomo Matteotti n. 8, Cernusco sul Naviglio (MI)

Città di Cernusco sul Naviglio

Provincia di Milano

PIANO ATTUATIVO

m1\_3 Via Cevedale, Cernusco sul Naviglio

E19

Relazione tecnica impianti



## Ubistudio srl

Via Paullo, 4-20135 Milano

02.5456591 / 819

info@ubistudio.it - www.ubistudio.it

Arch. Alessandro Ali - *Responsabile di progetto*

Arch. Danilo Ercoli e Arch. Maddalena Lama

## Consulenti

Studio Latis architetti - *progetto architettonico edificio pubblico*

L&S Studio Tecnico S.r.l. - *computi, progetto strutture / impianti / sottoservizi*

Ing. Bruno Cabbizzosu - *progettazione impianti elettrici*

Ing. Alessandro Marzi - *acustica edificio pubblico*

Arch. Walter Torriani - *prevenzione incendi edificio pubblico*

Dott. Geol. Marco Parmigiani - *progetto di invarianza idraulica e idrologica /*

*relazione geologica e geotecnica edificio pubblico*

Geom. Marco Perego - *rilievo e catasto*

Ing. Francesca Sirtori - *studio di mobilità*

Ing. Sebastiano Gatto - *valutazione previsionale clima acustico*

Dott. Forestale Enrico Pozzi - *impianto di irrigazione*

COMUNE DI  
CERNUSCO SUL NAVIGLIO  
(Provincia di Milano)

Opere di urbanizzazione secondaria  
Edificio Pubblico

**Oggetto**

Piano Attuativo M1\_3 Via Cevedale  
20063 Cernusco sul Naviglio – MI

E. 19 RELAZIONE IMPIANTI MECCANICI

**Indirizzo**

M1\_3 Via Cevedale  
20063 Cernusco sul Naviglio – MI

**Committente**

CONSORZIO CEVEDALE - BASSANO  
Piazza Giacomo Matteotti n. 8  
20063 Cernusco sul Naviglio – MI

**Il tecnico**

L&S Studio Tecnico Srl  
Via Lombardini, 10  
20143 Milano

Ing. Laura Sini

Ing. Silvia Pisano

Maggio, 2024

## 1. INTRODUZIONE

### Oggetto dell'intervento

La presente relazione tecnica di progetto documenta la metodologia da adottarsi per la realizzazione degli impianti meccanici necessari (riscaldamento, raffrescamento, ventilazione meccanica, produzione di acqua calda sanitaria) nell'ambito delle opere di nuova realizzazione di un edificio polifunzionale previsto dal "Piano di Attuazione m1\_3 via Cevedale a Cernusco sul Naviglio".

La relazione comprende le norme di riferimento, i dati di progetto, i criteri di dimensionamento e la descrizione delle opere. Il progetto è stato elaborato nel pieno rispetto delle prescrizioni di Legge e secondo le specifiche richieste all'utente; in particolare l'intervento nella sua globalità è previsto nel rispetto di tutte le normative vigenti in materia di impianti per quanto concerne le condizioni di:

-  benessere
-  rumorosità
-  impatto ambientale
-  igiene e sicurezza.

L'impiego di tecnologie di sistemi energeticamente efficienti non esula dall'adozione di tutti gli accorgimenti utili ed efficaci per la riduzione dei carichi, siano questi contaminanti o termici. Tali accorgimenti devono essere finalizzati al miglioramento dell'involucro e all'ottimizzazione del sistema edificio impianto. Gli impianti devono essere progettati, realizzati e condotti adottando tutti gli accorgimenti che a parità di prestazione in termini di comfort termico e di qualità dell'aria consentono una riduzione dei consumi e l'utilizzo di fonti rinnovabili/alternative ai fini di un razionale utilizzo complessivo dell'energia.

Si è posta particolare attenzione alle seguenti esigenze:

- il rinnovo dell'aria negli ambienti senza necessità di aperture periodiche delle finestre, particolarmente fastidiose nella stagione invernale;
- il controllo della purezza dell'aria immessa, tramite adeguata filtrazione dell'aria esterna, aspetto particolarmente importante nelle aree urbane a causa dell'inquinamento atmosferico presente;

L'edificio è destinato ad accogliere attività di vario tipo, pertanto esso dovrà rispondere alle richieste di legge e caratteristiche funzionali.

La presente relazione ha lo scopo di illustrare come saranno strutturati gli impianti meccanici e le motivazioni che hanno portato a determinare le scelte impiantistiche effettuate, per l'edificio in oggetto che presenta, per la loro morfologia e le caratteristiche geometriche e planimetriche, spazi disponibili appositamente studiati per il passaggio degli impianti meccanici e per la collocazione dei gruppi termici, refrigeratori e centrali di trattamento aria.

La struttura in oggetto è costituita da un unico piano che ospita una Hall di ingresso, un ufficio e tre sale polifunzionali, oltre a ripostigli, locali tecnici e servizi igienici.

**La presente la relazione di calcolo è da intendersi correlata alla Relazione redatta secondo la Decreto Interministeriale 26 giugno 2015 per il contenimento dei consumi energetici (ex Legge 10/91).**

RELAZIONE TECNICA IMPIANTI MECCANICI  
Edificio polifunzionale – PA m1\_3 Via Cavedale, Cernusco sul Naviglio

Layout funzionale dei locali e descrizione del servizio

Il layout funzionale è visionabile nella relazione architettonica.

Dal punto di vista dimensionale le superfici e i volumi sono di seguito specificati:

Descrizione	V [m3]	S [m2]	S/V [1/m]	Su [m2]	θ <sub>int</sub> [°C]	φ <sub>int</sub> [%]
<b>Zona climatizzata</b>	1354,42	984,81	0,73	250,59	20,0	65,0

V Volume delle parti di edificio abitabili o agibili al lordo delle strutture che li delimitano

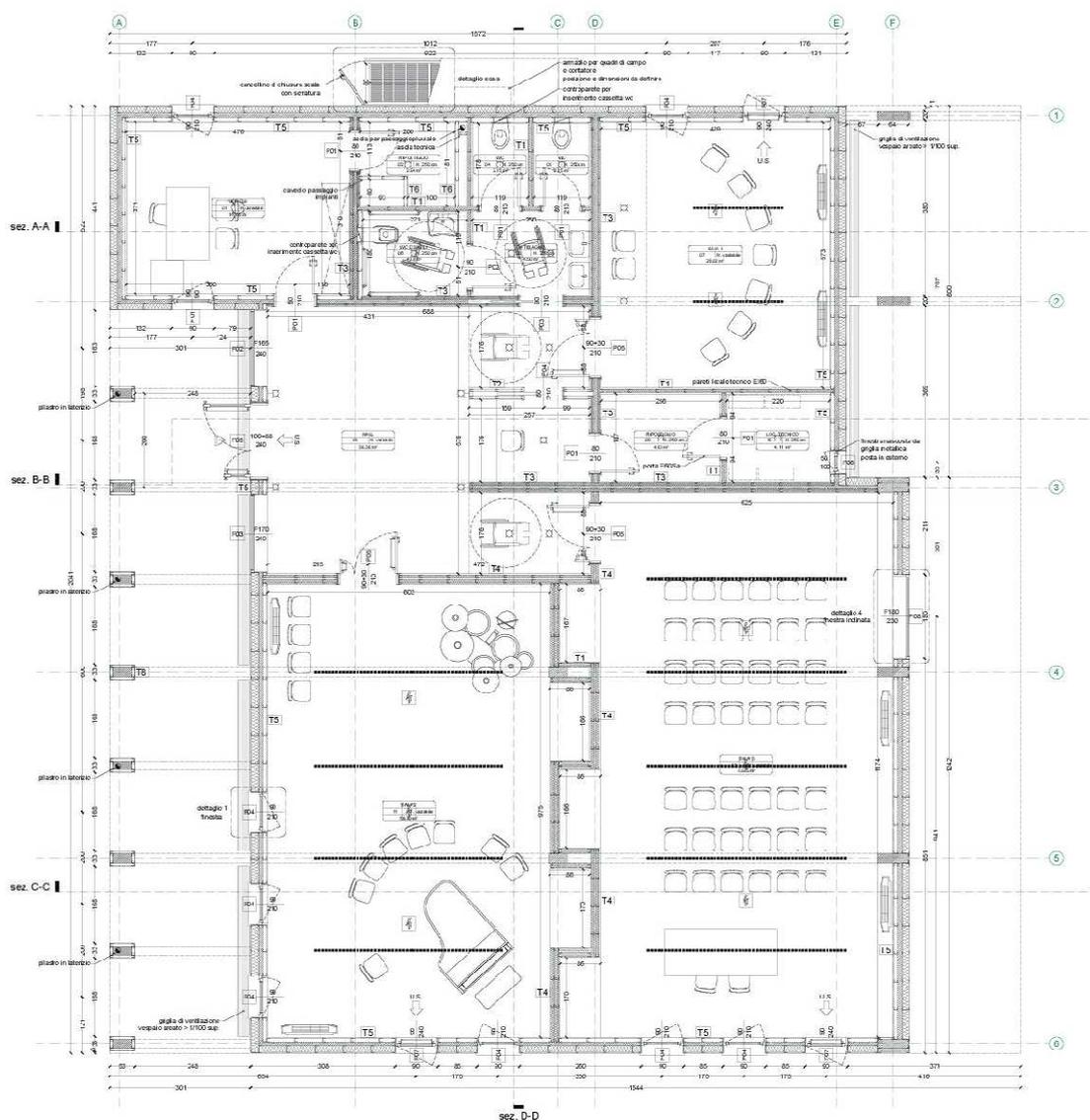
S Superficie esterna che delimita il volume

S/V Rapporto di forma dell'edificio

Su Superficie utile dell'edificio

θ<sub>int</sub> Valore di progetto della temperatura interna

φ<sub>int</sub> Valore di progetto dell'umidità relativa interna



**Planimetria generale Edificio**

## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le principali normative e disposizioni di legge considerate per la messa a punto delle procedure analitiche e di calcolo utilizzate sono le seguenti:

- DPR n.380 del 2001 testo unico delle disposizioni legislative e regolamenti in materia edilizia aggiornato al DL n. 301 del 2002.
- Decreto Legge 9 aprile 2008 n. 81 “Attuazione dell’articolo 1 della legge 3 agosto 2007 n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”
- D.M. n. 37 del 22.01.08 (ex Legge 05/03/1990 n. 46) - “Regolamento concernente (..) disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici”.
- Legge n. 615 del 13.01.1966 recante provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico e relativi regolamenti per l'esecuzione di cui al D.P.R. n. 1288 del 24.10.1967 e D.P.R. n. 1391 del 22.12.1970.
- Dlgs n. 152 del 03.04.2006 - “Norme in materia ambientale”.
- Legge n. 447 del 26.10.1995 - “Legge quadro sull’inquinamento acustico”.
- D.P.C.M. del 14.11.1997 - “Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore”; D.P.C.M. del 01.03.1991 - “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno” e Norma UNI 8199:1998 - “Misura in opera e valutazione del rumore prodotto negli ambienti dagli impianti”.
- Legge 05/03/1990 n. 46 Norme per la sicurezza degli impianti Gazzetta Ufficiale n. 59 del 12/03/1990 e successivo decreto applicativo;
- D.P.R. n. 477 DEL 06.12.91 Regolamento di attuazione delle Legge n. 46/90 e successive modifiche;
- LEGGE 9-01-91, n. 10 successivi DL192 e DL311/06 - 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;
- DPR 26-08-1993, n. 412 - Regolamento recante norme per la progettazione, l’installazione, l’esercizio o la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell’art. 4, comma 4, della legge 09-01-1991 n. 10;
- DPR 21-12-1999, n. 551 - 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 9-01-1991 n. 10 (Modifiche al DPR 412/93);
- Decreto Legislativo 19.08.2005, n. 192 - "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia";
- D.Lgs. n. 163 del 12.04.2006 – “Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione della direttiva 2004/17/CE e 2004/18/CE”.
- Normative del ministero dell'interno sulla sicurezza degli impianti termici a combustibili liquidi e/o gassosi;
- D.M. 28/04/2005 “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l’esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili liquidi”;
- Decreto Legislativo 3.3.2011, n. 28.
- Decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015 e DGR 30.07.2015 n. 6480;
- Norme CEI per tutta la parte elettrica degli impianti;
- Norme di sicurezza ISPESL per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione, Raccolta R, DM 1/12/1975;
- Normative tecniche contenute nella normativa ASHRAE per le tecniche costruttive dei canali dell'aria;
- Norme UNI 10344, 0345-10346-10347-10348-10349-10350-10351 - Riscaldamento degli edifici – metodi di calcolo per il riscaldamento e raffrescamento degli edifici;
- Norma UNI 10339 - Impianti di condizionamento dell'aria;
- UNI/TS 11300-2 e UNI/TS 11300-4.
- Regolamento di Igiene comunale, regionale, nazionale.

### Impianti di climatizzazione

- Legge n. 10 del 09.01.1991 – “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”.
- (Ex Legge n. 373 del 30.04.1976 e relativi decreti di attuazione D.P.R. n. 1052 del 28.06.1977 e D.M. 10.03.1977).
- D.P.R. n. 412 del 26.08.1993 – “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”.
- D.P.R. n. 551 del 21.12.1999 – “Regolamento recante modifiche al Decreto del Presidente della Repubblica n. 412 del 26.07.1993, in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia”.
- Dlgs n. 192 del 19.08.2005 – “Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia”.
- Dlgs n. 311 del 29.12.2006 – “Disposizioni correttive ed integrative al Decreto Legislativo n. 192 del 19.08.2005, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.” Le metodologie di calcolo adottate dovranno garantire risultati conformi alle migliori regole tecniche, a tale requisito rispondono le normative UNI e CEN vigenti in tale settore che sono indicate sull'allegato L del decreto.
- D.P.R. n. 59 del 02.04.2009 – “Regolamento di attuazione (...) del D.Lgs. 19.08.2005 (...) sul rendimento energetico in edilizia”
- Disposizioni e regolamenti emanati dagli Enti locali in materia di risparmio energetico ed in particolare D.G.R. Lombardia n. 8745 del 22.12.2008 – “(...) disposizioni per l'efficienza energetica in edilizia (...)”
- Dlgs n. 28 del 03.03.2011 – “(...) promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili (...)”
- UNI/TS 11300-1:2008 - Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.
- 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 11300-3:2010 - Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva.
- UNI/TS 11300-4:2012 - 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 378-3:2021 - Sistemi di refrigerazione e pompe di calore
- Norma UNI 10339:1995 (sostituisce la UNI 5104) - "Impianti di condizionamento dell'aria: norme per l'ordinazione, l'offerta ed il collaudo".
- Norma UNI 5364:1976 - "Impianti di riscaldamento ad acqua calda: norme per l'ordinazione, l'offerta ed il collaudo".
- Normative tecniche contenute nella normativa ASHRAE per le tecniche costruttive dei canali dell'aria.

### Norme tecniche per impianti aeraulici

- UNI EN 12237:2004 (sostituisce la UNI 10381-1 e la UNI 10381-2) relativa alla classificazione, progettazione, dimensionamento, posa e caratteristiche costruttive di condotte e componenti relative agli impianti aeraulici. “Ventilazione degli edifici - Reti delle condotte - Resistenza e tenuta delle condotte circolari di lamiera metallica”
- UNI-EN 1506:2008 “Condotte di lamiera metallica e raccordi a sezione circolare Dimensioni”
- UNI-EN 1507:2008 “Condotte rettangolari di lamiera metallica. Requisiti di resistenza e tenuta.”
- UNI-EN 12236:2003 “Ganci e supporti per la rete delle condotte. Requisiti di resistenza.”
- UNI-EN 1505:2000 “Condotte metalliche e raccordi a sezione rettangolare. Dimensioni.”
- UNI-EN 14239:2004 “Reti delle condotte. Misurazione dell'area superficiale delle condotte.”
- UNI-EN 12097:2007 “Requisiti relativi ai componenti atti a facilitare la manutenzione delle reti delle condotte”
- UNI-EN 12220:2001 “Dimensioni delle flange circolari per la ventilazione generale”
- UNI-EN 1366-2:2008 “Prove di resistenza al fuoco per impianti di fornitura servizi – Serrande tagliafuoco.”
- UNI-EN 13180:2004 “Rete delle condotte. Dimensione e requisiti meccanici per le condotte flessibili.”

- UNI-EN 13403:2004 “Rete delle condotte realizzata con pannelli in materiale isolante.”

Impianto idrico-sanitario e scarichi

- D.P.C. 08.02.1985 (Caratteristiche dell'acqua potabile) G.U. del 09.05.1985.
- Norma UNI 9182:2008 "Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda – Criteri di progettazione, collaudo e gestione”.
- Norma UNI EN 806-1:2008 – Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano – Parte 1: Generalità
- Norma UNI EN 806-2:2008 – Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano – Parte 2: Progettazione
- Norma UNI EN 806-3:2008 – Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano – Parte 3: Dimensionamento delle tubazioni – Metodo semplificato
- Norma UNI 12056-1:2001 – “Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Requisiti generali e prestazioni”.
- Norma UNI 12056-2:2001 – “Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo”.
- Norma UNI 12056-3:2001 – “Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo”.
- Norma UNI 12056-4:2001 – “Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Stazioni di pompaggio di acque reflue - Progettazione e calcolo”.
- Norma UNI 12056-5:2001 – “Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Installazione e prove, istruzioni per l'esercizio, la manutenzione e l'uso”.
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 “Norma in materia ambientale” e s.m.i., quali D.Lgs. 16 gennaio 2008, n. 4” ulteriori disposizioni correttive ed integrative (...)” e D.L. 30 dicembre 2008, n. 208 “Misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente”.
- UNI 9182:2010 “Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Criteri di progettazione, collaudo e gestione”
- Norme UNI 7611 ("Tubi di PEAD per condotte di fluidi in pressione"), UNI 8451 ("Tubi di PEAD per condotte di scarico interrato"), UNI 7441 ("Tubi di PVC per condotte di fluidi in pressione"), UNI 7443 ("Tubi di PVC per condotte di scarico e ventilazione all'interno dei fabbricati").
- UNI 10521:1997 “Saldatura di materie plastiche. Saldatura per elettrofusione. Saldatura di tubi e/o raccordi in polietilene per il trasporto di gas combustibili, di acqua e di altri fluidi in pressione”.
- UNI EN 12201-1:2004 “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua – Polietilene (PE) – Generalità”
- UNI EN 12201-3:2004 “Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua – Polietilene (PE) – Raccordi”

Per quanto concerne le prescrizioni riposte nella presente specifica, esse dovranno essere rispettate anche qualora siano previsti dei dimensionamenti in misura eccedenti i limiti minimi consentiti dalle norme.

Gli impianti devono essere realizzati a "perfetta regola d'arte" ed in osservanza a tutte le leggi, prescrizioni e norme che regolano la qualità, la sicurezza e le modalità di esecuzione e installazione degli impianti stessi.

### 3. ANALISI DELL'EDIFICIO E CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI

L'edificio oggetto di progettazione è destinato ad accogliere sale multifunzione per uso collettivo oltre ad un locale ad uso ufficio.

L'analisi preliminare di una serie di caratteristiche dell'edificio in esame consente il raggiungimento di una scelta della soluzione impiantistica più adatta per garantire il raggiungimento di condizioni termico igrometriche di benessere; a tale scopo si è analizzata la posizione geografica (latitudine, altitudine s.l.m.), l'orientamento, la forma, l'altezza e la vicinanza ad altri edifici, nonché la destinazione d'uso dell'edificio in esame.

L'immobile in oggetto è da considerarsi appartenente a diverse categorie:

•E.2 \* Edifici adibiti ad uffici e assimilabili,

•E.4 (1) \* Edifici adibiti ad attività ricreative, associative e simili: : quali cinema e teatri, sale di riunione per congressi in base alla categoria di cui all'articolo 3 del Decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412.

L'edificio si sviluppa su un unico piano fuori terra ed è presente uno spazio aperto di pertinenza dell'edificio al cui interno sono individuati spazi per la mobilità pedonale.

La suddivisione dei locali e la relativa numerazione identificativa é riportata nelle tavole grafiche allegate, insieme ai dati di potenza e portata dei singoli ambienti.

I locali serviti dall'impianto in oggetto verranno normalmente impiegati come ambienti con medio affollamento.

### 4. DATI PRINCIPALI DI PROGETTO

#### Caratteristiche geografiche e condizioni termo-igrometriche

Si riportano di seguito le principali condizioni ambientali esterne di riferimento assunte secondo la UNI 10349 per Cernusco sul Naviglio (Provincia di Milano), ovvero:

Dati progetto | **Dati climatici** | Regime normativo | Dati default

Regime normativo  UNI 10349:2016  UNI 10349:1994

**Dati mensili** | Dati orari

**Dati geografici**

Comune: Cernusco sul Naviglio

Provincia: Milano

Gradi giorno DPR 412/93: 2404 gg

Altitudine s.l.m.: 133 m

Latitudine Nord: 45 ° 31 '

Longitudine Est: 9 ° 19 '

Codice Catastale: C523 CAP: 20063

Codice ISTAT: 15070

Distanza dal mare: > 40 km

Regione di vento: A

Direz. preval. vento: ND

Velocità vento media: 1.50 m/s

Velocità vento max: 3.00 m/s

**Dati invernali**

Stazione di rilevazione per:

Temperatura: MB - Cinisello Balsamo

Irraggiamento: MB - Cinisello Balsamo

Ventosità: MB - Cinisello Balsamo

Temperatura esterna

Località di rif.: Milano

Temperatura: -5,1 °C

Variazione: 0,0 °C

Adottata: -5,1 °C

Periodo convenzionale riscaldamento

Zona climatica: E

Durata: 183 giorni

Dal giorno: 15 ottobre

Al giorno: 15 aprile

Irradianza solare massima sul piano orizzontale: 277,8 W/m<sup>2</sup>

**Dati estivi**

Località riferimento estiva: Milano

Temperatura bulbo secco: 31,9 °C

Temperatura bulbo umido: 23,1 °C

Umidità relativa: 48,0 %

Umidità assoluta: 14,6 g/kg

Escursione termica giornaliera: 12,0 °C

Si riportano di seguito le principali condizioni ambientali interne:

Dati progetto		Dati climatici		Regime normativo		Dati default	
<b>Temperature interne</b>							
Potenza invernale	$\theta_{int,p,H}$	20,0	°C				
Energia invernale	$\theta_{int,e,H}$	20,0	°C				
Energia estiva	$\theta_{int,e,C}$	26,0	°C				
<b>Ricambi d'aria</b>							
Potenza invernale	$n_{p,H}$	0,50	Vol/h				
Energia invernale	$n_{e,H}$	0,30	Vol/h				
Energia estiva	$n_{e,C}$	0,30	Vol/h				
<b>Correzione potenza per riscaldamento intermittente</b>							
Altezza netta del locale		3,50	m				
Capacità termica per unità di superficie		165	kJ/m <sup>2</sup> K				
<b>Energia elettrica</b>							
Fattore di conversione in energia primaria	$fp$	2,420					
Fattore di conversione in energia primaria non rinnovabile	$fp_{nren}$	1,950					
Fattore di conversione in energia primaria rinnovabile	$fp_{ren}$	0,470					
Fattore di emissione CO <sub>2</sub>	$kem$	0,4600	kgCO <sub>2</sub> /kWh				
<b>Fattori di energia primaria</b>							
		$fp_{nren}$	$fp_{ren}$	$fp_{tot}$			
Energia termica da collettori solari		0,000	1,000	1,000			
Energia elettrica prodotta da fotovoltaico		0,000	1,000	1,000			
Energia termica da pompe di calore (Eres)		0,000	1,000	1,000			
Energia elettrica esportata da fotovoltaico		0,000	1,000	1,000			

Sono ammesse le seguenti tolleranze:

Temperatura  $\pm 1^\circ\text{C}$

Umidità relativa  $\pm 10\%$

### Portate aria di rinnovo

Le portate aria di rinnovo di ciascun locale sono specificate nella relazione Ex L10/91.

### Estrazione forzata servizi igienici (funzionamento discontinuo)

I Bagni e antibagni ciechi dovranno essere dotati di estrazione forzata discontinua pari a minimo 8 vol/h.

Le condizioni termico igrometriche interne da utilizzare come dati di progetto vanno fissate tenendo presenti una serie di fattori che determinano la sensazione di benessere ambientale, come per esempio il tipo di attività svolta mediamente nell'edificio, la temperatura media radiante ( $t_{mr}$ ) delle superfici che racchiudono i vari ambienti (nel caso in esame stante la tipologia delle murature e la presenza di superfici vetrate, si può ritenere che la temperatura media radiante non sia necessariamente vicina alla temperatura ambiente), il tipo di vestiario degli occupanti i locali e la velocità dell'aria negli ambienti.

Nella situazione estiva, si ritiene pertanto accettabile mantenere una temperatura interna di 26 °C con una umidità relativa variabile dal 40% al 60%, considerando che le persone abbiano vestiti leggeri (0,5 Clo) e la velocità dell'aria non superi i 0,15 m/s.

Nella situazione invernale, in presenza di persone con un vestiario più pesante (1,2 Clo) la temperatura interna dovrebbe essere di circa 21 °C. Dato però che a termini di legge é imposto il valore di 20 °C, non é possibile superare questo limite e pertanto si é costretti consigliare, eventualmente un adeguamento del vestiario (1,5 Clo).

Ai fini delle considerazioni che si andranno ad effettuare di seguito e tenendo conto di quanto espresso riguardo al rinnovo dell'aria, si sottolinea che una persona che svolga un'attività sedentaria produce, nelle condizioni termico-igrometriche estive previste, circa 65 Watt di calore sensibile e 70 Watt di calore latente.

Nella stagione invernale il carico latente prodotto da ciascuna persona è di circa 45 W, mentre quello sensibile è di 90 W. Il calore sensibile non è comunque considerato ai fini del calcolo.

La quantità di aria di rinnovo immessa nei singoli locali può essere valutata in relazione al numero di persone presenti nei singoli ambienti e/o al loro volume e destinazione.

Un supporto normativo specifico è dato dalla norma UNI 10339 che riporta le portate di aria esterna o di estrazione in base alla destinazione d'uso, calcolata come  $10^{-3}$  mc/s per persona:

Categorie di edifici	Portata di aria esterna o di estrazione		Note
	$Q_{op}$ ( $10^{-3}$ m <sup>3</sup> /s per persona)	$Q_{os}$ ( $10^{-3}$ m <sup>3</sup> /s m <sup>2</sup> )	
<b>EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ RICREATIVE ASSOCIATIVE DI CULTO E ASSIMILABILI</b>			
<b>CINEMA, TEATRI, SALE PER CONGRESSI</b>			
• atrii, sale di attesa, bar		estrazioni	-
• platee, loggioni, aree per il pubblico, sale cinematografiche, sale teatrali, sale per riunioni senza fumatori	5,5*	-	-
• palcoscenici, studi TV	12,5*	-	-
• sale riunioni con fumatori	10*	-	-
• servizi		estrazioni	A
• borse titoli	10*	-	-
• sale attesa stazioni e metropolitane, ecc.		estrazioni	A
<b>MOSTRE, MUSEI, BIBLIOTECHE, LUOGHI DI CULTO</b>			
• sale mostre, pinacoteche, musei	6*	-	-
• sale lettura biblioteche	5,5*	-	-
• depositi libri	-	1,5	-
• luoghi di culto	6*	-	-
• servizi		estrazioni	A
<b>BAR, RISTORANTI, SALE DA BALLO</b>			
• bar	11	-	A
• pasticcerie	6	-	A
• sale pranzo ristoranti e self-service	10	-	-
• sale da ballo	16,5*	-	-
• cucine	-	16,5	-
• servizi		estrazioni	A

Tabella 2 - Ricambi d'aria in m<sup>3</sup>/h per persona (o Volumi ambiente/h)

Descrizione dei locali	valore ottimale (m <sup>3</sup> /h)	valore minimo (m <sup>3</sup> /h)
Appartamenti	35	17
Stanze da bagno	2 Vol/h	1 Vol/h
Cucine e gabinetti	3-5 Vol/h	1 Vol/h
Banche	18	12
Istituti di bellezza	17	13
Laboratori	34	25
Magazzini deposito	13	8
Farmacia	20	15
Magazzini di vendita dettaglio	17	13
Negozi da barbiere	25	20
Ospedali – sale operatorie	100% aria est.	
Ospedali - stanze degenze	50	40
Ospedali - infermerie per contagiosi	60	-
Ospedali - infermerie per partorienti	65	-
Ospedali – corsie	34	17
Ristoranti - caffè	30	20
Ristoranti - sale da pranzo	30	20
Sale da cocktail	68	42
Sale da riunione	60	30
Stanze d'albergo	40	30
Teatri	30	20
Uffici generali	25	15
Uffici privati	30	20
Stabilimenti e bagni idroterapici	2 vol/h	2 vol/h

CATEGORIA EDIFICI	Affollamento n <sub>s</sub> Persone/m <sup>2</sup>
EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ DI RICREATIVE ASSOCIATIVE DI CULTO E ASSIMILABILI	
CINEMA, TEATRI, SALE PER CONGRESSI	
- atri, sale attesa, zona bar annessa	0,3
- platee, loggioni, aree per il pubblico, sale cinematografiche, sale teatrali, sale per riunioni	0,7

Nei locali presenti a progetto si è garantito un ricambio d'aria pari a 5 volte il volume dell'ambiente, cercando sempre di equiparare la portata di immissione con al portata di estrazione.

**Per i dati di potenze locali, dispersioni e verifiche di legge si faccia riferimento alla Relazione ex Legge 10/91 allegata al progetto.**

## 5. CRITERI DI PROGETTO E DESCRIZIONE SOMMARIA DEGLI INTERVENTI

Gli obiettivi che hanno guidato le scelte progettuali sono stati i seguenti:

- semplicità impiantistica
- garanzie assolute in termini di sicurezza
- affidabilità delle apparecchiature
- facilità ed economicità di gestione
- facilità ed economicità di manutenzione
- facile reperibilità dei componenti e delle loro parti di ricambio
- rispetto delle normative vigenti

Il dimensionamento degli impianti è stato eseguito facendo riferimento non solo alla destinazione d'uso dei locali interessati ma anche secondo criteri volti all'utilizzo di sistemi avanzati per il conseguimento del contenimento dei consumi energetici e predisposto per eventuali integrazioni.

I criteri di scelta dei componenti di distribuzione e utilizzazione del calore sono omologati, secondo le prescrizioni delle leggi vigenti e del relativo regolamento di esecuzione, e ciò sarà documentato dai certificati di omologazione (e/o di conformità dei componenti ai prototipi omologati) forniti a corredo delle apparecchiature.

I componenti devono essere conformi alle prescrizioni di sicurezza delle rispettive Norme e scelti e successivamente messi in opera tenendo conto delle caratteristiche di ciascun ambiente.

Tutti i componenti saranno provvisti del marchio CE e del marchio di qualità (I.M.Q.).

## 6. DESCRIZIONE GENERALE DEGLI IMPIANTI CLIMA/ TERMOVENTILAZIONE/ ESTRAZIONE

Partendo da una precisa volontà progettuale e dal vincolo normativo determinato dalle Verifiche di Legge in materia di efficientamento energetico, si è deciso di progettare un impianto meccanico per riscaldamento e raffrescamento costituito da un sistema di generazione mediante pompa di calore VRF da installazione esterna, collettori di distribuzione e terminali di emissione misti costituiti da ventilconvettori a parete, orizzontali e tipo split mentre per la ventilazione meccanica controllata si è optato per un sistema autonomo mediante una macchina di recupero calore canalizzata al servizio di tutto l'edificio.

La produzione di acqua calda sanitaria, data la modesta entità dei servizi igienici e dall'uso limitato all'utenza, sarà garantita da un bollitore in pompa di calore dimensionato ad hoc per l'allestimento in progetto dei bagni.

L'ubicazione della componentistica impiantistica esterna è prevista in un locale aperto ricavato in copertura, al fine di minimizzare le emissioni sonore derivanti dai ventilatori e l'impatto paesistico.

In particolare per l'Impianto di ventilazione è previsto un impianto di immissione ed estrazione d'aria in tutti i locali con permanenza di persone mediante una macchina di rinnovo aria dotata di circuito refrigerante.

Sono previste le seguenti opere impiantistiche così raggruppate:

- Riscaldamento e raffrescamento ambienti mediante sistema VRF
- Ventilazione meccanica controllata mediante unità di rinnovo aria autonoma canalizzata
- Produzione acqua calda sanitaria mediante generatore autonomo
- Impianti idrico-sanitari
- Impianti di scarico

È presente un sistema di rinnovo dell'aria che per mezzo del recupero di calore permette il rinnovo dell'aria negli ambienti, riducendo al minimo il dispendio di energia e minimizzando le fluttuazioni di temperatura.

La tipologia impiantistica descritta nella presente relazione rappresenta il frutto di molteplici considerazioni effettuate in riferimento all'uso e tipo di utilizzo dell'edificio.

## 7. IMPIANTI CLIMA

### Caratteristiche generali

L'impianto previsto è un impianto di tipo VRF (Volume Refrigerante Variabile) a espansione diretta che, invece dell'acqua, utilizza un gas refrigerante come fluido vettore. Questa soluzione è l'ideale per tutte quelle strutture che necessitano di un sistema flessibile, in grado di raffrescare e riscaldare gli ambienti anche contemporaneamente, garantendo notevoli risparmi per quanto riguarda i consumi energetici e favorendo massima elasticità nell'utilizzo e nella possibile variazione del sistema, con comfort elevato e minimizzando le manutenzioni.

Un impianto di climatizzazione VRF è composto da quattro componenti principali:

- Unità esterna: all'interno della quale è contenuto il compressore e la batteria di scambio con l'aria esterna;
- Unità interne: dislocate nei vari locali da climatizzare, rappresentano i terminali che contengono la valvola di laminazione e la batteria che genera l'effetto utile in ambiente;
- Tubazioni in rame: dove defluisce il liquido refrigerante;
- Sistemi di controllo: per monitorare il funzionamento del sistema e regolare la temperatura.

### Criteri di dimensionamento

I requisiti generali cui tali impianti sono finalizzati possono essere così brevemente sintetizzati:

- assicurare le condizioni termoigrometriche di progetto nei vari ambienti, con le accettabili tolleranze, tenendo conto di variabilità spesso considerevole del livello di occupazione, carichi termici, condizioni climatiche esterne, ecc.;
- assicurare il ricambio di aria adeguato all'attività che si svolge negli ambienti, con le prescritte qualità e quantità di aria, con distribuzione e velocità dell'aria stessa nell'ambiente tale da non dare sgradevoli sensazioni alle persone presenti;
- mantenere il livello di rumorosità entro i limiti fisiologici accettabili e ammessi dalle norme.

### Vincoli da rispettare

Nell'esecuzione dell'impianto di climatizzazione di tipo VRF occorre rispettare vincoli specifici:

- lunghezze massime di installazione del sistema;
- agevolare l'installazione utilizzando diametri delle tubazioni più contenuti;
- rispettare i vincoli sulle dimensioni dell'unità esterna e le caratteristiche termiche

È prevista l'installazione di n.1 unità esterna da posizionare in copertura piana opportunamente studiata, che ospiterà anche la macchina per la ventilazione meccanica.

L'unità esterna dovrà poggiare su un solaio adeguatamente dimensionato, e dovrà essere posizionata su supporti antivibranti. La collocazione della macchina dovrà tenere conto del maggiore carico sulla struttura, scegliendo la posizione meno gravosa.

Il collegamento fra l'unità esterna e le unità interne (n. 14) sarà eseguito con tubazioni in rame fosforoso disossidato, senza saldatura, coibentate (sia la linea del liquido sia quella del gas) con elastomeri dello spessore conforme alle disposizioni vigenti. Le tubazioni, in parte in vista, in parte sottopavimento ed in parte nel controsoffitto, saranno rispettivamente protette da una canalina in alluminio preverniciato, o staffate alle pareti/solaio.

Il controllo/impostazione della temperatura sarà per singolo ambiente mediante comando ad infrarossi inoltre, sarà predisposto un controllore di tipo touchscreen "Intelligent-Manager" che permetterà la supervisione remota dell'impianto consentendo la programmazione e i relativi limiti di funzionamento.

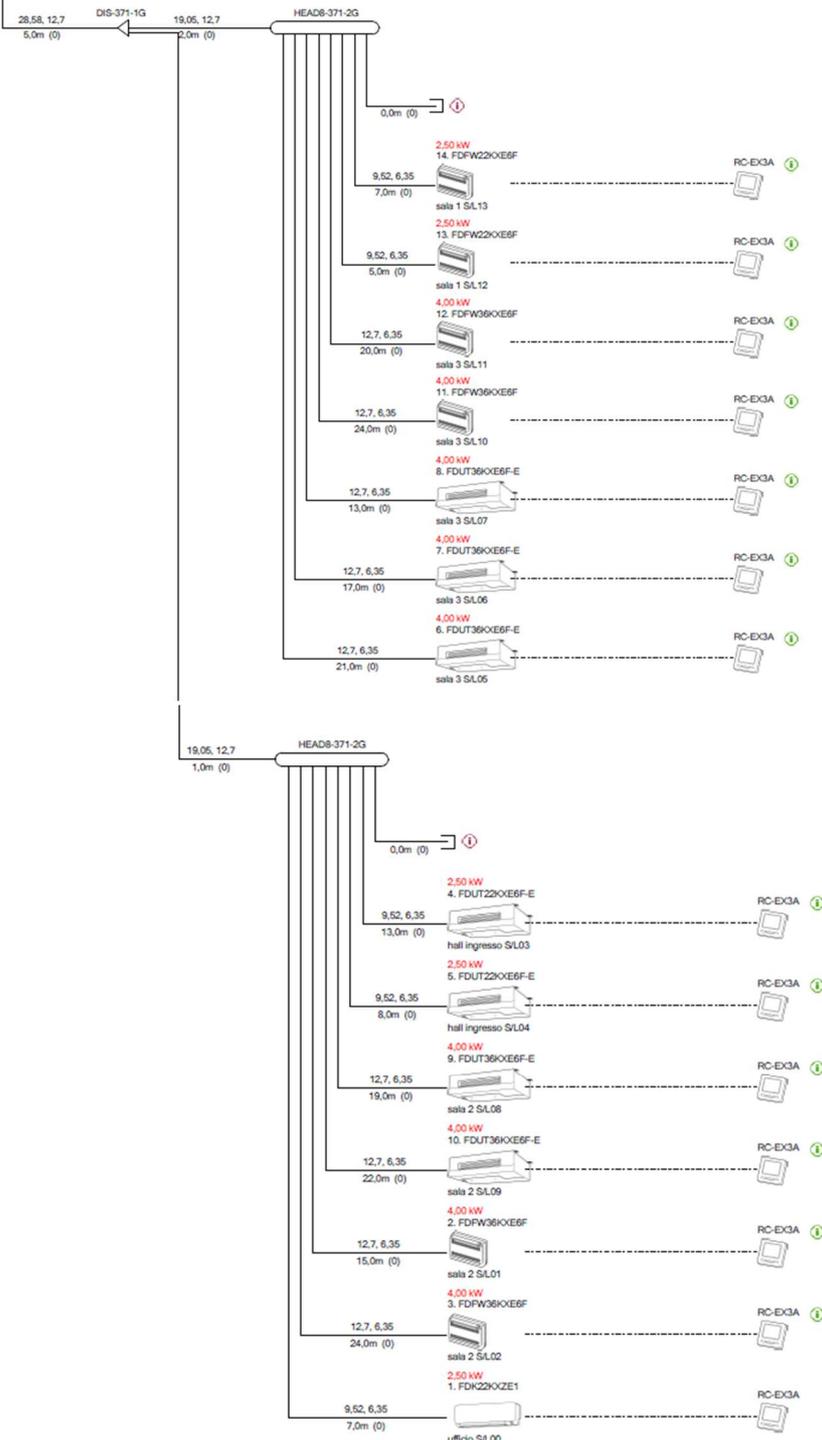
Tutte le unità saranno provviste di rete scarico condensa realizzate con tubazioni in polipropilene con giunzioni ad innesto o a saldare. Le tubazioni di scarico della condensa saranno convogliate a pavimento e portate in unione con gli scarichi del fabbricato.

Schema funzionale unifilare

Di seguito si allegano gli schemi frigoriferi:



Progetto : PA Cernusco  
 Riferimento progetto : 17549.JV\_REV01  
 Impianto : Default 0  
 Condizioni di progetto: 20,0°C DB / 7,0°C DB, 6,0°C WB  
 Totale tubazione installata : 223,0m di 1000,0m  
 Totale U.I. collegate : 14  
 Capacità totale in riscaldamento : 48,50 kW  
 Richiesta totale in riscaldamento : 0,00 kW  
 Capacità collegata : 434 / 650  
 Fattore di contemporaneità : 0%  
 Carica aggiuntiva di R410A : 11,9 kg  
 Quantità totale refrigerante : 23,4 kg  
 Tonnellate equivalenti di CO2 : 48,84 t



AOO CERNUSCO SUL NAVIGLIO  
 Protocollo Arrivo N. 14703/2025 del 17-03-2025  
 Allegato 1 - Class. 6.1 - Copia Del Documento Firmato Digitalmente

Locali tecnici - Generazione

Per l'edificio è previsto un generatore in pompa di calore ubicati all'esterno con le seguenti caratteristiche.  
Data la dimensione del locale che ospita i macchinari, si consiglia di optare per un prodotto simile oltre che per caratteristiche di potenza e coefficienti di prestazioni, anche in merito alle dimensioni e ingombri.

HP			16	18	20	22	
Model name							
Power supply			380-415V, 3N~, 50Hz				
Cooling	Capacity <sup>1,2</sup>	kW	45.0	50.0	56.0	61.5	
	Power input <sup>1</sup>	kW	17.9	17.9	21.6	25.3	
	EER <sup>1</sup>		2.52	2.80	2.59	2.43	
	EER <sup>2</sup>		3.40	3.50	3.25	3.40	
Heating (Rated)	Capacity <sup>3,4</sup>	kW	45.0	50.0	56.0	61.5	
	Power input <sup>3</sup>	kW	12.5	13.2	15.3	16.9	
	COP <sup>3</sup>		3.60	3.80	3.65	3.63	
	COP <sup>4</sup>		3.90	4.12	4.05	3.80	
Heating2(Max)	Capacity	kW	50.0	56.0	63.0	69.0	
		kBtu/h	170.5	191.0	214.8	235.3	
	Power input	kW	15.6	15.3	17.8	21.0	
	COP		3.21	3.66	3.53	3.28	
SEER			7.00	7.10	6.80	6.70	
ηs,c			%	277.00	281.00	269.00	265.00
SCOP				4.40	4.45	4.30	4.45
ηs,h			%	173.00	175.00	169.00	175.00
Connected indoor unit	Total capacity		50%-130% of outdoor unit capacity				
	Maximum quantity		26	29	33	36	
Compressor	Type		DC				
	Quantity		1				
	Oil type		FV68H				
	Start-up method		Soft start				
Fan	Type		Propeller				
	Motor type		DC				
	Quantity		1	2			
	Motor output	kW	0.92	0.56+0.56			
	Static pressure	Pa	0-20 (standard)20-120 (customized)				
	Airflow rate	m³/h	15600	22000	22000	21500	
Drive type		Direct					
Refrigerant	Type		R410A				
	Factory charge	kg	8	9.3	9.3	11.96	
Pipe connections <sup>5</sup>	Liquid pipe	mm	Φ15.9				
	Gas pipe	mm	Φ28.5				
Sound pressure level <sup>6</sup>			dB(A)	65	65	66	66
Sound power level <sup>6</sup>			dB(A)	86	88	89	89
Net dimensions (W×H×D)			mm	940×1760×825	1340×1760×825		
Packed dimensions (W×H×D)			mm	1005×1945×890	1405×1945×890		
Net weight			kg	218	277		297
Gross weight			kg	236	297		317
Ambient temp. operation range	Cooling	°C	-15°C~35°C				
	Heating	°C	-30°C~30°C				

Notes:

- Indoor air temperature 27°C DB, 19°C WB; outdoor air temperature 35°C DB; equivalent refrigerant piping length 5m with zero level difference; Data according to eurovent test conditions.
- Indoor air temperature 27°C DB, 19°C WB; outdoor air temperature 35°C DB, equivalent refrigerant piping length 5m with zero level difference; Data according to EN 14511 test conditions.
- Indoor air temperature 20°C DB; outdoor air temperature 7°C DB, 6°C WB; equivalent refrigerant piping length 5m with zero level difference; Data according to eurovent test conditions.
- Indoor air temperature 20°C DB; outdoor air temperature 7°C DB, 6°C WB; equivalent refrigerant piping length 5m with zero level difference; Data according to EN 14511 test conditions.
- Diameters given are those of the unit's stop valve.
- Sound pressure level is measured at a position 1m in front of the unit and 1.3m above the floor in a semi-anechoic chamber.

AOO CERNUSCO SUL NAVIGLIO  
 Protocollo Arrivo N. 14703/2025 del 17-03-2025  
 Allegato 1 - Class. 6.1 - Copia Del Documento Firmato Digitalmente

Tubazioni di distribuzione

La distribuzione in progetto prevede connessioni in rame che si diramano mediante due collettori principali da n. 7 stacchi cadauno alle n. 14 unità interne, con un dimensionamento delle tubazioni come di seguito riportato:

Diametro tubazione	Lunghezza totale (m)
6,35mm	215,0
9,52mm	40,0
12,7mm	183,0
19,05mm	3,0
28,58mm	5,0

Sistema di emissione

Il sistema di emissione è costituito da differenti tipologie di terminali:

Tipo di terminali	Numero di apparecchi	Potenza termica nominale [W]
<b>n. 1 Unità interne a split</b>	<b>1</b>	<b>2500 cad</b>
<b>n. 2 Unità interne a pavimento con involucro</b>	<b>2</b>	<b>2500 cad</b>
<b>n. 4 Unità interne a pavimento con involucro</b>	<b>4</b>	<b>4000 cad</b>
<b>n. 2 Unità interne a soffitto orizzontali</b>	<b>2</b>	<b>2500 cad</b>
<b>n. 5 Unità interne a soffitto orizzontali</b>	<b>5</b>	<b>4000 cad</b>

Per un totale di 48,50 kW in riscaldamento.

Impianto : Default 0

Condizioni di temperature (Raffrescamento)

Bulbo secco est.  
35,0°C

Bulbo umido int.  
19,0°C

Condizioni di temperature (Riscaldamento)

Bulbo umido est.  
6,0°C

Bulbo secco int.  
20,0°C

Unit	Stanza	Modello	Capacità nominale (kW)			Capacità calcolata (kW)			Unità Interna Posizione (m)	Reale Lunghe (m)	Tubazi Lunghe (m)	Indirizzo			
			Totale	Sensibile	Riscalda	Totale	Sensibile	Riscalda				S/L	O/U	I/U	
			50,00	-	56,00	49,19	-	55,53				1	00	-	
1	ufficio		2,20	1,80	2,50	2,20	1,80	2,50	Sotto	0,0	13,0	13,0	1	00	00
2	sala 2		3,60	3,31	4,00	3,60	3,31	4,00	Sotto	0,0	21,0	21,0	1	00	01
3	sala 2		3,60	3,31	4,00	3,60	3,31	4,00	Sotto	0,0	30,0	30,0	1	00	02
4	hall ingresso		2,20	1,67	2,50	2,20	1,67	2,50	Sotto	0,0	19,0	19,0	1	00	03
5	hall ingresso		2,20	1,67	2,50	2,20	1,67	2,50	Sotto	0,0	14,0	14,0	1	00	04
6	sala 3		3,60	2,52	4,00	3,60	2,52	4,00	Sotto	0,0	28,0	28,0	1	00	05
7	sala 3		3,60	2,52	4,00	3,60	2,52	4,00	Sotto	0,0	24,0	24,0	1	00	06
8	sala 3		3,60	2,52	4,00	3,60	2,52	4,00	Sotto	0,0	20,0	20,0	1	00	07
9	sala 2		3,60	2,52	4,00	3,60	2,52	4,00	Sotto	0,0	25,0	25,0	1	00	08
10	sala 2		3,60	2,52	4,00	3,60	2,52	4,00	Sotto	0,0	28,0	28,0	1	00	09
11	sala 3		3,60	3,31	4,00	3,60	3,31	4,00	Sotto	0,0	31,0	31,0	1	00	10
12	sala 3		3,60	3,31	4,00	3,60	3,31	4,00	Sotto	0,0	27,0	27,0	1	00	11
13	sala 1		2,20	2,11	2,50	2,20	2,11	2,50	Sotto	0,0	12,0	12,0	1	00	12
14	sala 1		2,20	2,11	2,50	2,20	2,11	2,50	Sotto	0,0	14,0	14,0	1	00	13
TOTALE			43,40	35,22	48,50	43,40	35,22	48,50							

## 8. IMPIANTI TERMOVENTILAZIONE E RICAMBI ARIA

### Caratteristiche generali

La progettazione degli impianti di termoventilazione devono assicurare la sensazione termica e il grado di benessere delle persone esposte ad un ambiente termicamente moderato.

Il caso in esame prevede un tipo di Impianto con trattamento centralizzato dell'aria immessa caratterizzato da unità centrale per il trattamento dell'aria esterna e dell'aria di ricircolo, ovvero impianto a tutt'aria a portata variabile.

L'impianto in oggetto, ai fini di benessere, opportunamente dotato di regolazione automatica, dovrà perseguire le seguenti finalità:

- garantire le condizioni di qualità e movimento dell'aria in accordo con le prescrizioni di cui di seguito;
- garantire le condizioni termiche e le condizioni igrometriche dell'aria specifiche delle funzioni assegnate in accordo con le prescrizioni di progetto.
- garantire le prestazioni attraverso il controllo dei parametri ambientali definiti in funzione della tipologia/finalità dell'impianto;
- a parità di prestazioni i consumi devono essere correlati all'entità dei carichi, tenendo conto di tutti i possibili recuperi e apporti gratuiti.

Le caratteristiche di qualità e movimento dell'aria, termiche ed igrometriche devono essere mantenute nel volume convenzionale occupato dalle persone nei locali trattati.

A livello progettuale l'impianto deve assicurare:

- un'immissione d'aria esterna pari o maggiore ai valori minimi per ciascun tipo di destinazione d'uso, riferiti o al numero di persone presenti, o alla superficie in pianta, o al volume dell'ambiente;
- una filtrazione minima convenzionale dell'aria (esterna e ricircolata) tramite impiego di filtri di classe appropriata, per ciascun tipo di locale;
- una movimentazione dell'aria (nel volume convenzionale occupato) con velocità comprese entro i limiti di legge.

L'impianto di aspirazione e reintegro aria ambiente sarà realizzato in modo da garantire un corretto apporto di aria esterna di rinnovo per le persone impiegate nelle varie lavorazioni, come richiesto dalla norma tecnica UNI 10339 che contempla il caso specifico delle "sale riunioni".

L'uso razionale dell'energia prevede in caso di applicazioni complesse l'adozione di logiche di regolazione integrate atte a privilegiare i sistemi di produzione e di distribuzione di volta in volta più energeticamente convenienti.

In caso di compresenza di sistemi in grado di influenzare gli stessi parametri ambientali come nel caso di impianti misti, la regolazione deve rispondere ad una logica complessiva atta a prevenire azioni contemporanee ed opposte che comportino consumi inutili.

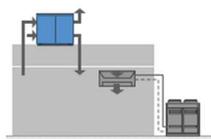
Per contenere i consumi energetici negli edifici dovuto al trattamento di aria esterna è sempre consigliata la valutazione di utilizzo di dispositivi statici o dinamici di recupero di calore.

I dispositivi di recupero di calore devono osservare le prescrizioni di seguito elencate:

1. devono essere protetti da filtri adeguati, conformi a quanto prescritto dalle norme vigenti, che ne riducano lo sporco e ne facilitino la pulizia sia dal lato dell'aria espulsa che da quello dell'aria di rinnovo.
2. nel caso in cui sia previsto l'utilizzo di free-cooling, il sistema di recupero del calore deve essere necessariamente dotato di serranda di by-pass o di soluzione equivalente, ad azionamento automatico sotto regolazione.

Impianto misto con:

- Unità VRF
- Immissione separata in ambiente dell'aria primaria



### Unità esterna per rinnovo aria

Di seguito si riportano le caratteristiche dell'unità esterna dedicata al rinnovo aria negli ambienti, canalizzata per tutti gli ambienti in progetto:

#### **Compressore**

Compressore ermetico Scroll comandati con inverter, completi di protezione del motore contro le sovratemperature, sovracorrenti e contro temperature eccessive del gas di mandata. Sono montati su gommini antivibranti e sono completi di carica olio. Un riscaldatore dell'olio ad inserimento automatico previene la diluizione dell'olio da parte del refrigerante all'arresto del compressore.

È installato un singolo compressore per ciascuno dei due circuiti frigoriferi.

#### **Struttura**

Il basamento è assemblato con telaio in acciaio zincato a caldo e verniciato. La struttura interna è a telaio portante, eseguita in lamiera sagomata in acciaio del tipo "ALUZINK".

Aluzink offre un'ottima resistenza alla corrosione grazie alla protezione galvanica tipica del binomio alluminio-zinco.

#### **Pannellatura**

Pannelli del vano compressori in lamiera di acciaio, verniciati mediante polveri di poliestere con colorazione RAL 9001 e rivestiti sul lato interno con materiale termoisolante e fonoassorbente del tipo autoestinguente (spessore 20 mm, densità 9.5 kg/m<sup>3</sup>, reazione alla fiamma classe 1 - DIN 53438).

Pannelli della zona trattamento aria e pannelli di copertura di tipo sandwich a doppia parete in lamiera d'acciaio con interposto isolante di materiale poliuretano (40 kg/m<sup>3</sup>), spessore lamiera esterna 6/10mm zincata e verniciata mediante polveri di poliestere con colorazione RAL 9001, spessore poliuretano 40 mm con coefficiente di conduttività termica 0.022 W/mK, spessore lamiera interna 5/10 mm zincata a caldo. Il pannello inoltre è fornito di un profilo in PVC per il taglio termico con inserita una guarnizione in gomma in EPDM che garantisce una tenuta ermetica, colorazione RAL 9001. Ogni pannellatura è facilmente rimovibile per permettere la completa accessibilità ai componenti interni.

#### **Scambiatore interno**

- scambiatore per il trattamento dell'aria esterna
- scambiatore per il recupero dell'energia dell'aria estratta

Scambiatore a espansione diretta a pacco alettato, realizzato con tubi di rame disposti su file sfalsate ed espansi meccanicamente per meglio aderire al collare delle alette. Le alette sono realizzate in alluminio con una particolare superficie corrugata adeguatamente spaziate per garantire il massimo rendimento di scambio termico.

#### **Ventilatore**

- Ventilatore di mandata
- Ventilatore di estrazione

Ventilatori del tipo plug-fan senza coclea a pale rovesce azionati da motori a corrente continua "brushless" a controllo elettronico direttamente accoppiati. Le pale dei ventilatori sono state progettate per ottimizzare l'aerodinamica e ridurre la rumorosità, sono costruite in materiale plastico ad elevate prestazioni. Non è necessario alcun dimensionamento di trasmissione.

#### **Circuito frigorifero**

Circuito frigorifero completo di:

- carica refrigerante (R-410A)
- indicatore di passaggio del liquido e di umidità
- pressostato di sicurezza alta pressione

- filtro deidratatore
- valvola di sicurezza per alta pressione
- valvola di espansione elettronica
- valvola di non ritorno
- valvola inversione ciclo a 4 vie
- ricevitore di liquido
- post/riscaldamento a recupero di gas caldo a modulazione di capacità

## Filtrazione

### 1. Lato presa aria esterna

Filtro pieghettato per ottenere una maggiore superficie filtrante, costituito da telaio in lamiera zincata con reti di protezione zincate ed elettrosaldate e setto filtrante rigenerabile in fibre di poliestere apprettate con resine sintetiche. Efficienza G4 (ISO 16890 Coarse 60%). È del tipo autoestinguente (resistenza alla fiamma classe 1 - DIN 53438).

Nel lato presa aria esterna, è installato un secondo stadio di filtrazione ad alta efficienza, attraverso un filtro elettronico con tecnologia iFD (Intense Field Dielectric) in lega di alluminio, realizzato mediante celle filtranti di tipo elettrostatico attivo. Il circuito elettronico di controllo è integrato, con protezione a tenuta stagna che ne consente il lavaggio. Efficienza di filtrazione ISO 16890 ePM1 90% equivalente alla classificazione E10 impiegata nei filtri tradizionali.

### 2. Lato estrazione ambiente

Filtro pieghettato per ottenere una maggiore superficie filtrante, costituito da telaio in lamiera zincata con reti di protezione zincate ed elettrosaldate e setto filtrante rigenerabile in fibre di poliestere apprettate con resine sintetiche G4 (ISO 16890 Coarse 60%). È del tipo autoestinguente (resistenza alla fiamma classe 1 - DIN 53438).

## Bacinella

Bacinella raccolta condensa in lega di alluminio 1050 H24 con isolamento anticondensa, saldata e provvista di manicotto di scarico.

## Quadro elettrico

Il quadro elettrico è situato all'interno dell'unità e l'accesso è garantito da una porta basculante apribile mediante apposita chiave.

La sezione di potenza comprende:

- sezionatore generale bloccoporta
- magnetotermico protezione compressore
- teleruttore alimentazione compressore
- protezioni termiche motori ventilatori della sezione interna e della sezione esterna
- magnetotermico a protezione circuito ausiliario
- inverter per controllo compressore
- resistenze elettriche

La sezione di controllo a microprocessore comprende:

- regolazione temperatura aria trattata
- programmatore giornaliero, settimanale del set point di temperatura e dell'accensione o spegnimento dell'unità
- protezione e temporizzazione compressore
- sistema di autodiagnosi con visualizzazione immediata del codice guasto
- contatti puliti per ON-OFF remoto, stato ventilatori, stato compressori ed allarme cumulativo
- variazione umidità specifica aria di mandata in raffreddamento

Tastiera di comando e controllo comprensiva di:

- display per indicazione modo e stato di funzionamento

- display per la visualizzazione dei valori impostati e dei codici guasti
- tasto PRG per la configurazione macchina e visualizzazione dei parametri
- tasto ALARM per accedere alla gestione allarmi
- tasto selezione funzionamento unità
- tasto ON/OFF e riarmo manuale in caso di intervento protezioni
- tasti UP e DOWN per la navigazione dei menù e dei sottomenù

Funzionalità IoT (optional):

Connessione alla piattaforma per la fruizione di tutti i servizi relativi all'accesso da remoto, alla manutenzione e all'ottimizzazione dell'unità.

Accessibilità remota per mezzo di smartphone, tablet e PC con interfaccia responsive.

Sensore aria mandata per installazione remota

- Antivibranti di base in gomma

L'unità dovrà avere le seguenti caratteristiche di portata, prevalenza, potenza e dimensioni massime:

## Prestazioni

GRANDEZZE		SIZE 1	SIZE 2	SIZE 3	SIZE 4	SIZE 5	SIZE 6
<b>Utilizzo con regolazione mandata a punto fisso</b>							
<b>Portata aria standard</b>							
Portata aria nominale	l/s	361	611	1278	2000	2638	3333
Portata aria nominale	m <sup>3</sup> /h	1300	2200	4600	7200	9500	12000
Massima pressione statica esterna (mandata)	Pa	630	630	630	600	420	630
Massima pressione statica esterna (estrazione)	Pa	630	630	630	630	540	630
<b>Raffreddamento</b>							
Potenza frigorifera totale	1 kW	10,6	17,5	38,7	58,4	79,0	95,9
Potenza postriscaldamento	1 kW	2,70	4,20	10,9	14,9	21,3	22,9
Potenza assorbita compressori	1 kW	2,91	4,92	11,1	15,7	20,4	23,2
EER_C	1 -	4,57	4,41	4,47	4,67	4,91	5,12
<b>Riscaldamento</b>							
Potenza termica	2 kW	5,93	10,0	21,0	32,9	43,4	54,9
Potenza assorbita compressori	2 kW	0,71	1,35	2,54	4,22	5,75	8,77
COP_C	2 -	8,38	7,45	8,28	7,80	7,55	6,26
<b>Utilizzo alla massima potenzialità disponibile</b>							
<b>Portata aria standard</b>							
Portata aria nominale	l/s	361	611	1278	2000	2638	3333
Portata aria nominale	m <sup>3</sup> /h	1300	2200	4600	7200	9500	12000
Massima pressione statica esterna (mandata)	Pa	630	630	630	600	420	630
Massima pressione statica esterna (estrazione)	Pa	630	630	630	630	540	630
<b>Raffreddamento</b>							
Potenza frigorifera totale	3 kW	10,6	17,5	38,7	58,4	79,0	95,9
Potenza assorbita compressori	3 kW	3,26	5,52	12,5	17,7	22,9	26,1
Ulteriore potenza sensibile disponibile all'ambiente	3 kW	3,57	5,67	14,0	19,8	27,7	30,9
EER_C	3 -	3,25	3,18	3,10	3,31	3,45	3,68
<b>Riscaldamento</b>							
Potenza termica	4 kW	10,5	17,8	37,1	58,2	76,8	96,9
Potenza assorbita compressori	4 kW	2,28	3,77	7,13	11,2	14,4	18,3
Ulteriore potenza disponibile all'ambiente	3 kW	4,41	7,47	15,6	24,4	32,3	40,7
COP_C	4 -	4,61	4,72	5,21	5,20	5,33	5,29
<b>Utilizzo con alta portata aria</b>							
<b>Portata aria alta</b>							
Portata aria nominale	l/s	528	972	1944	2556	3194	3889
Portata aria nominale	m <sup>3</sup> /h	1900	3500	7000	9200	11500	14000
Massima pressione statica esterna (mandata)	Pa	630	470	630	455	345	615
Massima pressione statica esterna (estrazione)	Pa	630	530	630	535	400	630
<b>Raffreddamento</b>							
Potenza frigorifera totale	5 kW	9,20	18,2	31,9	45,1	62,0	80,6
Potenza assorbita compressori	5 kW	1,56	3,38	4,46	6,97	13,8	17,8
EER_C	5 -	5,89	5,38	7,15	6,48	4,50	4,51
<b>Riscaldamento</b>							
Potenza termica	6 kW	6,00	11,1	22,1	29,1	36,3	44,2
Potenza assorbita compressori	6 kW	0,54	1,31	2,48	3,11	3,40	5,44
COP_C	6 -	11,10	8,46	8,91	9,36	10,7	8,14

D.B. = Bulbo secco

W.B. = Bulbo umido

EER\_C = Efficienza termodinamica del sistema in raffreddamento

COP\_C = Efficienza termodinamica del sistema in riscaldamento

1. Temperatura aria esterna: 35°C D.B./ 24°C W.B.. Temperatura aria estratta: 26°C D.B.. Umidità specifica aria di mandata: 11g/kg. Temperatura aria di mandata: 24°C D.B.
2. Temperatura aria esterna: 7°C D.B./ 6,0°C W.B.. Temperatura aria estratta: 20°C D.B. / 12°C W.B.. Temperatura aria di mandata: 20°C D.B.
3. Temperatura aria esterna: 35°C D.B./ 24°C W.B.. Temperatura aria estratta: 26°C D.B.. Umidità specifica aria di mandata: 11g/kg
4. Temperatura aria esterna: 7°C D.B./ 6,0°C W.B.. Temperatura aria estratta: 20°C D.B. / 12°C W.B.. Temperatura aria di mandata: 30°C D.B.
5. Temperatura aria esterna: 35°C D.B./ 24°C W.B.. Temperatura aria estratta: 26°C D.B.. Temperatura aria di mandata: 22°C D.B.
6. Temperatura aria esterna: 7°C D.B./ 6,0°C W.B.. Temperatura aria estratta: 20°C D.B. / 12°C W.B.. Temperatura aria di mandata: 16°C D.B.

### Canali e bocchette

Il percorso delle canalizzazioni è stato sviluppato in funzione dei differenti limiti morfologici presenti nell'edificio e, in particolare:

- presenza di travi strutturali;
- presenza di finestre e portefinestra;
- presenza di altri impianti;
- riduzione delle possibilità di circuitazione dell'aria di mandata e ripresa (cortocircuito che non permetterebbe il corretto lavaggio dei locali);
- riduzione dei percorsi al fine di limitare lo spreco di energia, le perdite di carico (l'assorbimento dei ventilatori e le rumorosità)

Il dimensionamento ha tenuto conto di:

- Norme UNI 10339 e EN 13779;
- Efficienza filtri secondo EN 779 (UNI 10339);
- Requisiti relativi ai componenti atti a facilitare la manutenzione delle reti delle condotte a norma UNI ENV 12097;
- Classe di tenuta dei canali secondo la UNI EN 12237.

Prescrizioni particolari:

- Recuperatori di calore del tipo statico con rendimento minimo garantito  $\eta$  come da progetto;
- Prese d'aria esterna con isolamento acustico non inferiore a 40 dB;
- Canalizzazioni di mandata e ripresa rigorosamente con classe di tenuta dei canali "C" secondo la UNI EN 12237 con una massima perdita consentita pari a  $0,003 \cdot (\rho \cdot l) \cdot 0,65 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$ ;
- Diffusori e bocchette completi di serrande di taratura;
- Finitura isolamento tubazioni non in vista di tipo preisolato flessibile;
- Sistemi di assorbimento rumore;
- Sistemi di assorbimento vibrazioni.

Il dimensionamento delle portate aeruliche di aspirazione ed immissione d'aria trattata in ambiente sono state rapportate alla volumetria degli ambienti e correlate alla tipologia di apparecchiature installate nelle diverse aree.

Il dimensionamento delle condotte veicolanti aria di mandata e di ripresa è stato eseguito con il metodo a perdita di carico costante, assumendo come valori di riferimento:

- canalizzazioni interne  $dP \text{ lin.} < 0,5 \text{ Pa/m}$
- canalizzazioni esterne  $dP \text{ lin.} < 0,8 \text{ Pa/m}$

In ogni caso la velocità dell'aria nei canali d'aspirazione non supererà il valore di 8 m/s e nei canali d'immissione 6 m/s.

Il calcolo finale delle perdite complessive delle condotte è calcolato sommando le perdite di carico per attrito distribuito (lineari) a quelle dovute ad accidentalità presenti nei tratti considerati e allo sbocco dai diffusori o dalle cappe.

Il calcolo delle perdite di carico lineari avviene dall'espressione della seguente formula:

$$dP_{\text{Lin}} = f \cdot l/d \cdot \rho \cdot V^2$$

dove:

f = coefficiente di attrito distribuito calcolato con la formula di Colebrook

l = lunghezza della tubazione in m

d = diametro idraulico in m

$\rho$  = massa volumica dell'aria nel canale in  $\text{Kg/m}^3$

g = accelerazione di gravità in  $\text{m/s}^2$

V = velocità dell'aria nel canale in  $\text{m/s}$

Il calcolo delle perdite di carico accidentali i avviene dall'espressione della seguente formula:

$$dP_{\text{Acc}} = C_x \cdot \rho \cdot V^2$$

dove

C = coefficiente di perdita localizzata (curve, riduzioni, derivazioni etc.)

$\sigma$  = massa volumica dell'aria nel canale in Kg/m<sup>3</sup>

V = velocità dell'aria nel canale in m/s

Per il calcolo delle perdite di carico sono adottate le seguenti velocità dell'aria:

- canali estrazione 8 m/s
- canali immissione 8 m/s

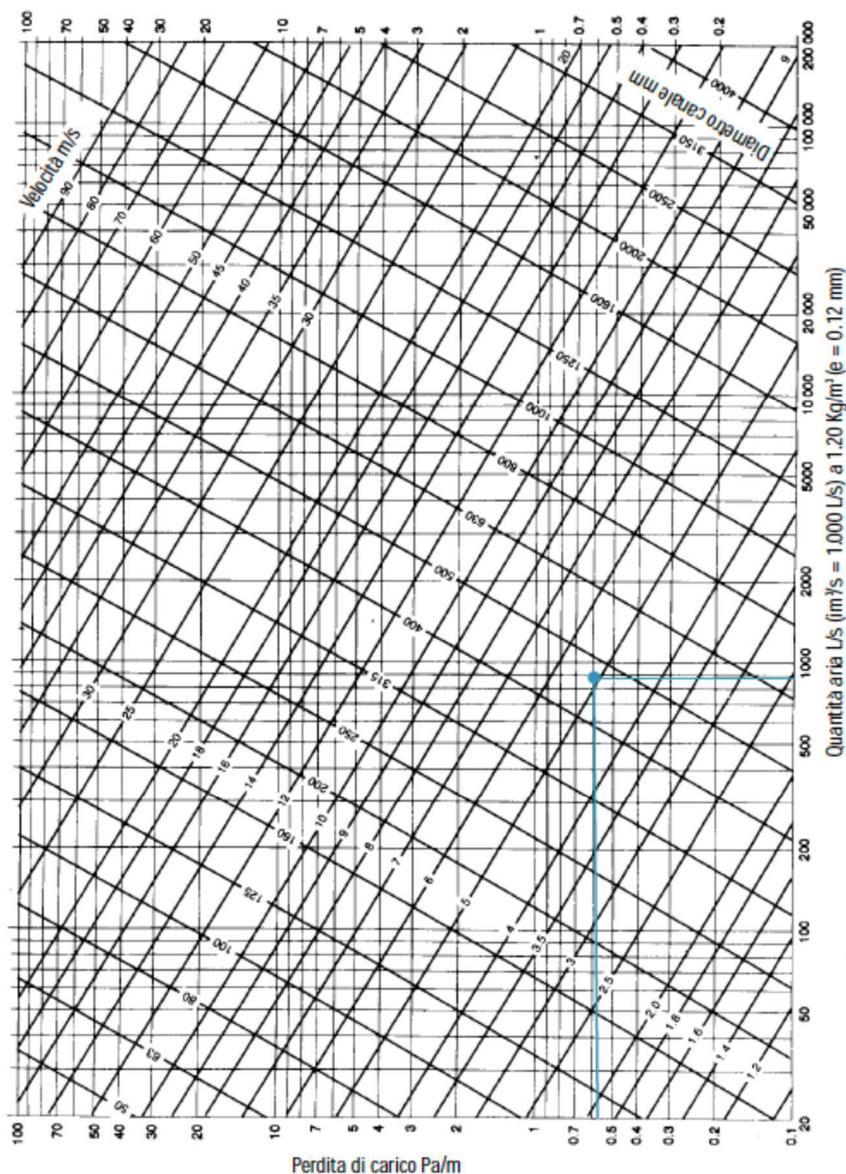
Nella tabella seguente sono riportate rispettivamente le velocità consigliate e le velocità massime in funzione del tipo di canale.

È importante ricordare che la velocità dell'aria all'interno delle condotte è la principale causa, assieme ad una costruzione poco accurata, della rumorosità per auto-generazione nella condotta.

Nel nostro impianto fissiamo per il tronco V-D una velocità di 5 m/s.

Si determina il valore della perdita di carico lineare utilizzando il grafico di seguito riportato, intersecando la quantità d'aria prevista nel tronco e la velocità selezionata

Nello stesso grafico di ricava anche il valore del diametro del condotto De.



Per quanto riguarda la griglia di aspirazione dell'aria, tenuto conto dei limiti relativi alla velocità dell'aria e dei livelli di rumorosità ambientali previsti, il criterio di dimensionamento prevede l'interpolazione di dati mediante la tabella di seguito riportata:

**Canali rettangolari: diametri equivalenti per la determinazione delle perdite di carico continue**

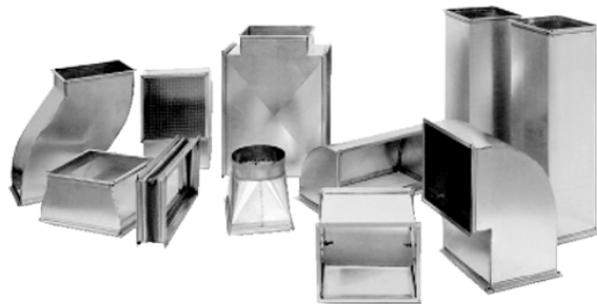
a, b = dimensioni rettangolo/quadrato, mm		Ø <sub>e</sub> = diametro equivalente, mm															f = fattore correttivo velocità	
b	a	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	a	b
100	Ø <sub>e</sub>	109	133	152	169	183	195	207	217	227	236	245	253	261	268	275	Ø <sub>e</sub>	100
	f	0,94	0,93	0,91	0,89	0,87	0,86	0,84	0,82	0,81	0,80	0,79	0,77	0,76	0,75	0,74	f	
150	Ø <sub>e</sub>	133	164	189	210	229	245	260	274	287	299	310	321	331	341	350	Ø <sub>e</sub>	150
	f	0,93	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81	0,80	f	
200	Ø <sub>e</sub>	152	189	219	244	266	286	305	321	337	352	365	378	391	402	414	Ø <sub>e</sub>	200
	f	0,91	0,93	0,94	0,94	0,93	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	f	
250	Ø <sub>e</sub>	169	210	244	273	299	322	343	363	381	398	414	429	443	457	470	Ø <sub>e</sub>	250
	f	0,89	0,92	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,92	0,91	0,90	0,90	0,89	0,88	0,87	0,87	f	
300	Ø <sub>e</sub>	183	229	266	299	328	354	378	400	420	439	457	474	490	506	520	Ø <sub>e</sub>	300
	f	0,87	0,91	0,93	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,92	0,92	0,91	0,90	0,90	0,89	0,89	f	
350	Ø <sub>e</sub>	195	245	286	322	354	383	409	433	455	477	496	515	533	550	567	Ø <sub>e</sub>	350
	f	0,86	0,90	0,92	0,93	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92	0,91	0,91	0,90	f	
400	Ø <sub>e</sub>	207	260	305	343	378	409	437	464	488	511	533	553	573	592	609	Ø <sub>e</sub>	400
	f	0,84	0,89	0,91	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,92	0,92	0,92	0,91	f	
450	Ø <sub>e</sub>	217	274	321	363	400	433	464	492	518	543	567	589	610	630	649	Ø <sub>e</sub>	450
	f	0,82	0,87	0,90	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,92	0,92	f	
500	Ø <sub>e</sub>	227	287	337	381	420	455	488	518	547	573	598	622	644	666	687	Ø <sub>e</sub>	500
	f	0,81	0,86	0,89	0,91	0,92	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	0,93	0,93	f	
550	Ø <sub>e</sub>	236	299	352	398	439	477	511	543	573	601	628	653	677	700	722	Ø <sub>e</sub>	550
	f	0,80	0,85	0,88	0,90	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	0,93	f	
600	Ø <sub>e</sub>	245	310	365	414	457	496	533	567	598	628	656	683	708	732	755	Ø <sub>e</sub>	600
	f	0,79	0,84	0,87	0,90	0,91	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,93	f	
650	Ø <sub>e</sub>	253	321	378	429	474	515	553	589	622	653	683	711	737	763	787	Ø <sub>e</sub>	650
	f	0,77	0,83	0,86	0,89	0,90	0,92	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	f	
700	Ø <sub>e</sub>	261	331	391	443	490	533	573	610	644	677	708	737	765	792	818	Ø <sub>e</sub>	700
	f	0,76	0,82	0,86	0,88	0,90	0,91	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	f	
750	Ø <sub>e</sub>	268	341	402	457	506	550	592	630	666	700	732	763	792	820	847	Ø <sub>e</sub>	750
	f	0,75	0,81	0,85	0,87	0,89	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	f	
800	Ø <sub>e</sub>	275	350	414	470	520	567	609	649	687	722	755	787	818	847	875	Ø <sub>e</sub>	800
	f	0,74	0,80	0,84	0,87	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	f	
850	Ø <sub>e</sub>	282	359	424	482	534	582	626	668	706	743	778	811	842	872	901	Ø <sub>e</sub>	850
	f	0,74	0,79	0,83	0,86	0,88	0,89	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	f	
900	Ø <sub>e</sub>	289	367	435	494	548	597	643	686	726	763	799	833	866	897	927	Ø <sub>e</sub>	900
	f	0,73	0,79	0,82	0,85	0,87	0,89	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94	f	
950	Ø <sub>e</sub>	295	376	445	506	561	612	659	703	744	783	820	855	889	921	952	Ø <sub>e</sub>	950
	f	0,72	0,78	0,82	0,85	0,87	0,88	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,94	0,94	f	
1000	Ø <sub>e</sub>	301	384	454	517	574	626	674	719	762	802	840	876	911	944	976	Ø <sub>e</sub>	1000
	f	0,71	0,77	0,81	0,84	0,86	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,94	f	
1100	Ø <sub>e</sub>	313	399	473	538	598	652	703	751	795	838	878	916	953	988	1.022	Ø <sub>e</sub>	1100
	f	0,70	0,76	0,80	0,83	0,85	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	f	
1200	Ø <sub>e</sub>	324	413	490	558	620	677	731	780	827	872	914	954	993	1.030	1.066	Ø <sub>e</sub>	1200
	f	0,69	0,74	0,79	0,82	0,84	0,86	0,87	0,89	0,90	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	f	
1300	Ø <sub>e</sub>	334	426	506	577	642	701	757	808	857	904	948	990	1.031	1.069	1.107	Ø <sub>e</sub>	1300
	f	0,67	0,73	0,77	0,80	0,83	0,85	0,86	0,88	0,89	0,90	0,90	0,91	0,92	0,92	0,92	f	
1400	Ø <sub>e</sub>	344	439	522	595	662	724	781	835	886	934	980	1.024	1.066	1.107	1.146	Ø <sub>e</sub>	1400
	f	0,66	0,72	0,76	0,79	0,82	0,84	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,91	0,92	0,92	f	
1500	Ø <sub>e</sub>	353	452	536	612	681	745	805	860	913	963	1.011	1.057	1.100	1.143	1.183	Ø <sub>e</sub>	1500
	f	0,65	0,71	0,75	0,79	0,81	0,83	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,91	0,92	f	
1600	Ø <sub>e</sub>	362	463	551	629	700	766	827	885	939	991	1.041	1.088	1.133	1.177	1.219	Ø <sub>e</sub>	1600
	f	0,64	0,70	0,74	0,78	0,80	0,82	0,84	0,85	0,87	0,88	0,89	0,89	0,90	0,91	0,91	f	
1700	Ø <sub>e</sub>	371	475	564	644	718	785	849	908	964	1.018	1.069	1.118	1.164	1.209	1.253	Ø <sub>e</sub>	1700
	f	0,64	0,69	0,74	0,77	0,79	0,81	0,83	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,89	0,90	0,91	f	
1800	Ø <sub>e</sub>	379	485	577	660	735	804	869	930	988	1.043	1.096	1.146	1.195	1.241	1.286	Ø <sub>e</sub>	1800
	f	0,63	0,69	0,73	0,76	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,90	f	
1900	Ø <sub>e</sub>	387	496	590	674	751	823	889	952	1.012	1.068	1.122	1.174	1.224	1.271	1.318	Ø <sub>e</sub>	1900
	f	0,62	0,68	0,72	0,75	0,78	0,80	0,82	0,83	0,85	0,86	0,87	0,88	0,88	0,89	0,90	f	
2000	Ø <sub>e</sub>	395	506	602	688	767	840	908	973	1.034	1.092	1.147	1.200	1.252	1.301	1.348	Ø <sub>e</sub>	2000
	f	0,61	0,67	0,71	0,74	0,77	0,79	0,8	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,89	f	
2200	Ø <sub>e</sub>	410	525	625	715	797	874	945	1.013	1.076	1.137	1.195	1.251	1.305	1.356	1.406	Ø <sub>e</sub>	2200
	f	0,60	0,66	0,70	0,73	0,76	0,78	0,80	0,81	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,88	f	

AOO CERNUSCO SUL NAVIGLIO  
 Protocollo Arrivo N. 14703/2025 del 17-03-2025  
 Allegato 1 - Class. 6.1 - Copia Del Documento Firmato Digitalmente

Per i dettagli relativi a dimensioni canali, bocchette e portata riferirsi ai disegni allegati alla presente relazione. Le canalizzazioni di mandata e di ripresa possono essere di diverse tipologie.

Tutti i canali aereali esterni, interni in aria appesi in controsoffitto e interni sottopavimento, sono previsti in lamiera zincata o acciaio inox con coibentazione esterna termoacustica a cellule aperte (elastomero) e rivestimento in lamierino, compresi di:

- giunzioni flangiate, o a innesto;
- raccordi curvi con angoli compresi tra 1 e 100 gradi;
- cambi di sezione;
- raccordi a "S" o a "T" o quadri / tondi;
- derivazioni;
- plenum;
- attacchi per tubi flessibili;
- scatole di derivazione per diffusori;
- silenziatori a setti fonoassorbenti;
- giunti antivibranti;
- serrande in alluminio, motorizzate o manuali;
- serrande tagliafuoco omologate;
- supporti e staffaggi per installazione di condotte.



E' possibile sostituire i soli canali interni in controsoffitto mediante la tipologia di canali in pannello sandwich preisolato 30 mm, rivestiti in alluminio groffato con interno poliuretano espanso con conduttività termica pari a  $\lambda_i=0,022 \text{ W/(m}^\circ\text{C)}$  misurata 10 °C, classe "C" di tenuta pneumatica secondo UNI EN 13403, classe di reazione al fuoco 0-1 in conformità al D. M. 31-3-2003, classe F1 secondo AFNOR NF F 16-101 (fumi di combustione), FED e FEC < 0,3 secondo prEN 50399-2-1/1, ad effetto autopulente e antimicrobico, compresi di:

- giunzioni;
- raccordi curvi con angoli compresi tra 1 e 100 gradi;
- cambi di sezione;
- raccordi a "S" o a "T" o quadri / tondi;
- derivazioni;
- plenum;
- attacchi per tubi flessibili;
- scatole di derivazione per diffusori;
- silenziatori a setti fonoassorbenti;
- giunti antivibranti;
- serrande in alluminio, motorizzate o manuali;
- serrande tagliafuoco omologate;
- supporti e staffaggi per installazione di condotte.



La distribuzione all'interno della Sala 2 e Sala 3 è prevista mediante l'innesto al canale principali di canali in metallo microforato, in acciaio zincato o inox o alluminio zincato, silenziosi e verniciabili, compresi di:

- giunzioni;
- plenum;
- attacchi per tubi flessibili;
- giunti antivibranti;
- serrande in alluminio, motorizzate o manuali;
- serrande tagliafuoco omologate;
- supporti e staffaggi per installazione



La distribuzione aerea che collega il canale principale in controsoffitto all'immissione aria nel locale Hall di ingresso e che collega il canale principale interrato alla ripresa della Sala 2 e Sala 3 a pavimento, sono del tipo flessibile coibentati della seguente tipologia.



T4 / A
<p>Condotto flessibile realizzato da doppia parete di alluminio microforato rinforzato da un film di poliestere e struttura a spirale in filo d'acciaio armonico rivestito in PVC, rivestimento fonoassorbente in lana di vetro dello spessore di 25 mm, protezione esterna antivapore in tessuto di alluminio rinforzato da un reticolo in fibra di vetro e poliestere CERTIFICATO CLASSE 1-0.</p> <p><b>Applicazioni:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Condizionamento dell'aria e ventilazione</li> <li>- Riduzione di condensa e dispersioni termiche</li> <li>- Attenuazione acustica</li> </ul> <p><b>Caratteristiche:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Colore: alluminio</li> <li>- Pezzature standard: 10 m</li> <li>- Temperatura esercizio: -20°C +120°C</li> <li>- Raggio di curvatura: 1 x Ø</li> <li>- Velocità massima aria: 30 m/s</li> <li>- Pressione massima in mandata a 18°C:  <math>\phi \leq 204 \text{ P} = 2100 \text{ Pa}</math>, <math>\phi &gt; 204 \text{ P} = 6 \times 10^6 / \sqrt{\phi^3}</math></li> <li>- Densità lana di vetro: 16 kg/m<sup>3</sup></li> </ul>

Le bocchette di mandata saranno del tipo a doppio filare regolabile nelle misure come da elaborato grafico. In alcuni casi si è optato alla realizzazione di apposita bocchetta innestando la mandata della ventilazione meccanica direttamente nel plenum di mandata del ventilconvettore incassato orizzontale (locale Hall di ingresso).

#### Regolazione automatica

- Fornitura e posa degli elementi in campo (valvole di regolazione, sonde, pressostati, ecc.)
- Fornitura e posa delle unità periferiche.
- Collegamenti elettrici di regolazione, comando e segnalazione da quadri, regolatori, ecc al campo
- Accessori d'impianto.

Ogni terminale ha una regolazione composta da:

- Regolatore (con collegamento Bus al sistema BMS)
- Sonda di temperatura sulla ripresa
- Valvola a due vie batteria calda
- Valvola a due vie batteria fredda

N.B. Si consiglia di adottare un sistema di supervisione.

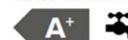
## 9. PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA

L'acqua calda sarà prodotta da un sistema a pompa di calore aria-acqua composto da unità interna canalizzata per il riscaldamento dell'acqua calda sanitaria ad alta temperatura, temperatura massima di mandata 80° C. Range di potenza da 11 kW a 16 kW, funzionamento modulante e tecnologia ad inverter. L'energia prodotta dalla pompa di calore verrà accumulata in un bollitore con capacità di 1500 litri. Quando la temperatura dell'acqua sanitaria nel boiler raggiunge un valore di temperatura maggiore o uguale a quella di set la valvola a tre vie devierà verso l'impianto di riscaldamento in caso contrario per valori più bassi, funziona in riscaldamento dell'accumulo per l'acqua calda sanitaria. La commutazione fra le due configurazioni è realizzata tramite un a sonda sul bollitore che comanda una valvola a tre vie posta in prossimità della pompa di calore. L'acqua calda contenuta nel boiler verrà distribuita parallelamente alle tre linee di acqua fredda, fino al raggiungimento dei tre collettori di distribuzione da ognuno dei quali servirà due lavabi e tre docce.



- / Range di lavoro in pompa di calore con temperature dell'aria da -5 a 42°C
- / Gas ecologico R134a consente di raggiungere temperature dell'acqua fino a 62°C in pompa di calore
- / Condensatore avvolto alla caldaia (non immerso in acqua)
- / Bassa rumorosità (funzione silent)
- / Caldaia in acciaio smaltato al titanio
- / Resistenza elettrica integrativa
- / Anodo attivo (protech) + anodo magnesio
- / Display LCD
- / Funzioni: green, auto, boost, boost 2, programmazione oraria dei prelievi voyage e antilegionella
- / Prodotto per installazione interna
- / **Prima accensione gratuita**

CLASSE ENERGETICA



DATI TECNICI		80	110
COP**		2,83	2,75
COP***		2,60	2,50
Tempo di riscaldamento***	h:min	5:35	8:04
Temperatura min/max aria	°C	-5/42	-5/42
Temperatura max acqua solo pompa di calore/con R	°C	62/75	62/75
Potenza sonora*****	dB(A)	50	50
Potenza elettrica assorbita media in pompa di calore	W	250	250
Potenza elettrica assorbita max in pompa di calore	W	350	350
Capacità nominale accumulo	l	80	110
Pressione massima di esercizio	bar	8	8
Tensione/Potenza massima assorbita	V/W	220-240/1550	220-240/1550
Potenza resistenza	W	1200	1200
Portata d'aria standard	m³/h	100-200	100-200
Volume minimo del locale d'installazione****	m³	20	20
Massa a vuoto	kg	50	55
Protezione elettrica		IP24	IP24
Spessore isolamento	mm	41	41
Diametro connessioni acqua	"	1/2 M	1/2 M
Minima Temperatura del locale di accumulo	°C	1	1
Dispersioni termiche (Pes)***	W	12	16
Pressione statica disponibile	Pa	65	65
Consumo annuo di energia (clima medio)***	kWh/anno	479	495
Rendimento stagionale***	%	107,1	103,8
V40 (quantità di acqua miscelata a 40°C)***	l	85	128
<b>DATI F-GAS</b>			
Tipo refrigerante		R-134a	R-134a
Carica refrigerante	g	500	550
GWP		1430	1430
CO2 equivalenti	t	0,72	0,79

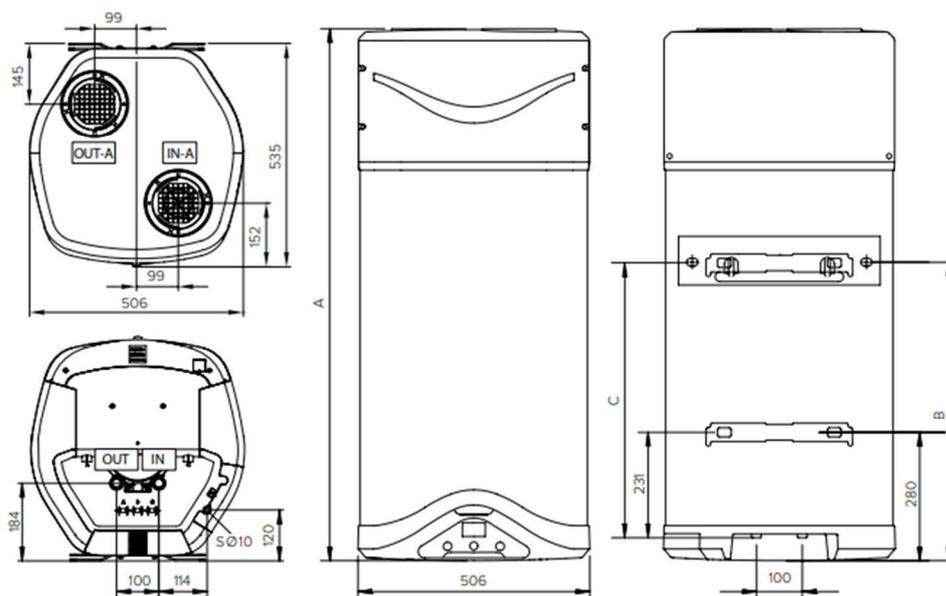
\*\* Valori ottenuti con temperatura dell'aria esterna 14 °C ed umidità relativa 87%, temperatura dell'acqua in ingresso 10 °C e temperatura impostata 53 °C (EN 16147). Prodotto canalizzato Ø150 rigido.

\*\*\* Valori ottenuti con temperatura dell'aria esterna 7 °C ed umidità relativa 87%, temperatura dell'acqua in ingresso 10 °C e temperatura 53 °C (EN 16147 / 812/2013 – 814/2013). Prodotto canalizzato Ø150 rigido.

\*\*\*\* Riferito al prodotto non canalizzato

\*\*\*\*\* Valori ottenuti dalla media dei risultati di tre prove eseguite con temperatura dell'aria esterna 7°C ed umidità relativa 87%, temperatura dell'acqua in ingresso 10°C e temperatura impostata secondo quanto previsto dalla 2014/C 207/03 - transitional methods of measurement and calculation ed EN 12102. Prodotto canalizzato Ø150 rigido.

Dimensioni di ingombro	80	110
A mm	1171	1398
B mm	656	874
C mm	607	825



- S** Scarico condensa Ø10mm
- IN** Entrata acqua fredda G 1/2"
- OUT** Uscita acqua calda G 1/2"
- IN-A** Entrata aria Ø125-150mm
- OUT-A** Uscita aria Ø125-150mm

L'acqua addotta dalla linea esterna arriva nel vano tecnico e alimenta il Bollitore in pompa di calore e il collettore che servirà le utenze.

L'acqua fredda verrà distribuita a partire dal vano tecnico con due linee che vanno a servire rispettivamente il collettore di distribuzione e il bollitore per la produzione di acqua calda sanitaria. La linea di distribuzione attraverso il collettore servirà tre lavabi e tre cassette wc.

## 10. IMPIANTO IDRICO SANITARIO - ADDUZIONI

### Caratteristiche generali

Il corretto funzionamento di componenti per impianti idrico sanitari quali in particolare riduttori di pressione e miscelatori va garantito tramite una corretta procedura di dimensionamento. Il parametro di calcolo più importante e allo stesso tempo non di facile stima è la portata di progetto. Come per il dimensionamento delle reti idrosanitarie, anche i componenti all'interno di essa vanno scelti in base alle portate massime probabili (portate di progetto), ovvero in base al numero massimo più plausibile di utenze contemporaneamente attive.

Se dal punto di vista della rete e quindi delle tubazioni risulterebbe inutile, costoso ed ingombrante un impianto dimensionato considerando tutti i punti di prelievo aperti, dal punto di vista dei componenti l'ulteriore rischio è quello di incorrere in un sovradimensionamento che ne impedirebbe con certezza il funzionamento ottimale. In altre parole una tubazione di diametro maggiorato rispetto a quello effettivamente necessario non genera particolari problemi nella rete, mentre invece un miscelatore o un riduttore di pressione di misura eccessiva non è nelle condizioni di svolgere la sua funzione. Appare quindi evidente la necessità di considerare un criterio di contemporaneità, che permetta di stimare quale sia la portata di progetto appropriata e che al contempo sia idoneo a garantire che i componenti lavorino entro il loro ottimale campo di lavoro.

Le portate di progetto dipendono da molti fattori, quali in particolare:

- il numero degli apparecchi sanitari;
- le portate unitarie dei singoli apparecchi sanitari;
- la durata, la frequenza e la casualità d'uso a seconda della tipologia di utenza.

L'acqua fredda sanitaria sarà fornita e direttamente derivata dalla rete dell'acquedotto cittadino, previo pozzetto di allaccio, e fornita alle utenze.

Le apparecchiature di centrale idrica sono preposte al trattamento dell'acqua di rete ed alla produzione di acqua calda sanitaria. In particolare l'acqua potabile proveniente dall'acquedotto, a partire dal contatore, viene utilizzata per:

- distribuzione acqua fredda uso sanitario;
- addolcimento ed alimentazione
- produzione e distribuzione acqua calda uso sanitario, antilegionella;

L'impianto idrico-sanitario sarà realizzato in conformità con quanto indicato nelle rispettive norme UNI, tenendo conto della specifica destinazione d'uso e dello sviluppo planimetrico e altimetrico dell'edificio, al fine di garantire il regolare e sicuro funzionamento. L'acqua addotta dal collettore comunale, tramite una linea interrata, giunge nel vano tecnico. Ogni distribuzione di acqua potabile, prima di essere utilizzata, deve essere pulita e disinfettata come indicato nelle norme UNI 9182. A tal fine verrà installato un filtro separatore, esso, oltre alla protezione igienico-fisiologica contro le impurità, preserverà tutti gli apparecchi dai corpi estranei solidi quali sabbia, ossidi di ferro ed altre sostanze in sospensione trascinati nelle condutture, inoltre affinché la durezza dell'acqua rispetti i parametri di legge verrà installato un addolcitore subito a valle del filtro. Per il dimensionamento delle tubazioni, si è tenuto conto della eventualità che la pressione disponibile immediatamente a monte dei contatori sia insufficiente a garantire le portate degli erogatori indicati in tabella.

### Criteri di dimensionamento

Per il dimensionamento delle condutture di adduzione dell'acqua è stato utilizzato il metodo delle Unità di Carico ed in base ai coefficienti di contemporaneità previsti dalle norme UNI9182- UNI9183. Tale metodo assume un valore convenzionale, che tiene conto della portata di un punto di erogazione, delle sue caratteristiche dimensionali e funzionali e della sua frequenza d'uso. Una UC corrisponde ad una portata di circa 0.33 l/s.

Le velocità all'interno delle condotte sono state verificate sempre in funzione dei minimi tabellati dalle predette norme.

TIPO APPARECCHIO	UNI 9182:2014		UNI EN 806	
	PORTATA UNITARIA	UNITA' DI CARICO	PORTATA UNITARIA	UNITA' DI CARICO
lavello cucina	0,2 l/s	2	0,15 l/s	1,5
lavabo	0,1 l/s	1	0,075 l/s	0,75
bidet	0,1 l/s	1	0,075 l/s	0,75
doccia	0,2 l/s	2	0,15 l/s	1,5
vasca	0,4 l/s	4	0,15 l/s	1,5
vaso a cassetta	0,1 l/s	1	0,3 l/s	3
lavabiancheria	0,2 l/s	2	0,2 l/s	2
lavastoviglie	0,2 l/s	2	0,2 l/s	2

Altri parametri presi in considerazione sono:

- pressione di servizio media;
- portate nominali per rubinetti d'uso sanitario ricavati dalla precedente tabella;
- fattore di contemporaneità, che tiene conto dell'uso contemporaneo dell'acqua in percentuale;
- velocità dell'acqua;
- erogazione nel periodo di punta.

Il dimensionamento delle reti è effettuato tenendo conto delle seguenti condizioni idrauliche:

- Acqua calda disponibile: 55/60° C
- Acqua fredda sanitaria: pressione idrica ipotizzata: 4 bar

Le tubazioni saranno dimensionate assumendo per esse valori di perdite di carico da 15 ÷ 25 mm. c.a. per metro lineare di tubazione rettilinea; per quanto riguarda la velocità dell'acqua nelle stesse si assumono i seguenti valori:

- tubazioni aventi  $O \leq 2''$  da 0,6 a 1,2 m/sec.
- tubazioni maggiori  $O 2''$  da 1,2 a 1,7 m/sec.

Per le perdite di carico distribuite è stata usata la formula di Hazen-Williams

$$dP = f \times l/d \times y/2g \times V^2$$

dove:

f = coefficiente di attrito (funzione del numero di Reynolds)

l = lunghezza della tubazione in m

d = diametro interno della tubazione in m

y = peso specifico del fluido, Kg/m<sup>3</sup>

g = accelerazione di gravità in m/s<sup>2</sup>

V = velocità del fluido in m/s

mentre per quelle concentrate è stata utilizzata una espressione in funzione del coefficiente di forma dei pezzi speciali. Nel caso di valvole a tre vie, saracinesche, valvole di ritegno, per i quali era conosciuto, si è utilizzata la formula della perdita di carico localizzata a partire dal relativo valore di Kvs (portata in m<sup>3</sup>/h corrispondente al valore dP=1 Bar).

Per la distribuzione dell'acqua sanitaria calda e fredda verranno utilizzate tubazioni in Pe reticolato e Polipropilene (PP) atossico con barriera anti-ossigeno secondo UNI EN ISO 15875 in rotoli con guaina isolante o equivalente, nei vari diametri occorrenti in modo da evitare il fenomeno della condensa superficiale per le condotte di acqua fredda e le dispersioni termiche per quelli dell'acqua calda.

La distribuzione sarà del tipo radiale con collettore modul installato nel vano appositamente progettato; dal collettore si dirameranno le tubazioni che serviranno le varie utenze.

Velocità massima nelle reti idriche:

- reti principali 1,5 m/s
- diramazioni secondarie 0,5 m/s

Per l'acqua calda agli utilizzi viene considerata una portata pari all'80% della corrispondente per l'acqua fredda. Sulla base delle portate contemporanee, il diametro delle varie tubazioni dovrà essere tale che la velocità dell'acqua in esse non superi il valore di 2 mt/sec e che sia decrescente nelle diramazioni fino ad un minimo di 0,5 mt./sec., restando fissato che le perdite di carico debbano assumere valori tali da garantire, a monte del rubinetto più distante, una pressione non inferiore a 1,5 mt.

Il diametro di alimentazione dei singoli apparecchi sanitari è previsto pari a De 16.

Le tubazioni di acqua calda sanitaria (e di eventuale ricircolo) verranno isolate con guaina in materiale a cellule chiuse dello spessore di 19 mm mentre le tubazioni di acqua fredda verranno isolate con guaina in materiale a cellule chiuse dello spessore di 9 mm.

Gli apparecchi sanitari saranno con superfici perfettamente liscia, di porcellana dura vetrificata di colore bianco, secondo le norme UNI 4542.

Ai fini di i consumi idrici ingiustificati verrà fatto largo uso di sistemi di erogazione a pulsante e le cassette per i WC saranno con doppia erogazione.

#### Sistema addolcimento acqua – dimensionamento generale

Il sistema di addolcimento acqua è previsto per una portata pari a circa 60 litri/h rispetto a un totale di acqua fredda necessaria.

## **11. IMPIANTO IDRICO SANITARIO – SCARICHI**

### Caratteristiche

Sarà previsto un impianto di scarico acque nere con tubazione in Pead tipo Geberit dimensionati a norma UNI 12056-2 e UNI 12056-3.

Sarà inoltre previste una rete di scarico della condensa dei ventilconvettori con tubazione in pead a pavimento; lo scarico condensa verrà convogliato all'esterno dell'edificio in più punti, dentro pozzetti a perdere.

### Criteri di dimensionamento

La rete di scarico per le acque nere, dagli apparecchi sanitari, sarà realizzata mediante tubazioni in PVC per quanto riguarda i tratti suborizzontali fino all'entrata nei tratti interrati della rete fognaria esistente. La rete di scarico sarà costituita essenzialmente tratti suborizzontali di raccolta realizzati con tubazioni di De 100 mm, che scaricheranno nei pozzetti (previa sifonatura) posti al di fuori dell'edificio per poi essere raccordati alla linea della fogna esistente.

In particolare l'impianto di scarico interno delle acque nere sarà costituito da:

- Diramazioni di scarico dai singoli apparecchi igienico-sanitari;
- Raccordo previa sifonatura con la fogna esistente.

La pendenza dei collettori suborizzontali, sia di raccolta interni al fabbricato che esterni interrati, non dovrà essere inferiore all'1%.

## 12. PRESCRIZIONI TECNICHE COSTRUTTIVE

### Provvedimenti contro la trasmissione di vibrazioni

Allo scopo di evitare i problemi connessi alla presenza di un impianto, quali logoramento delle macchine e delle strutture soggette a vibrazioni e generazione di rumore è necessario sopprimere o almeno drasticamente ridurre le vibrazioni generate dalle macchine rotanti (ventilatori, pompe, compressori, ecc.) presenti nell'impianto.

Le parti in movimento devono essere equilibrate staticamente e dinamicamente dove necessario e le apparecchiature devono pertanto essere montate su basamenti, telai o solai in c.a. isolate dal pavimento a mezzo di supporti antivibranti. È consigliato installare le apparecchiature meccaniche su basamenti pesanti in modo che la loro inerzia possa limitare l'ampiezza delle vibrazioni e interporre un materassino resiliente o dei supporti elastici tra la macchina e il solaio.

Le apparecchiature quali pompe e ventilatori devono essere corredate di giunti elastici al fine di evitare la trasmissione di vibrazioni alle tubazioni ed ai canali.

I canali e le tubazioni devono essere sospesi alle pareti a mezzo di dispositivi tali che evitino la trasmissione alla struttura ed alle pareti dell'edificio di vibrazioni residue provenienti dalle macchine o dovute alla circolazione dei fluidi.

Per evitare la trasmissione di vibrazioni dovute alle tubazioni è consigliabile interromperle opportunamente con giunti elastici in gomma o in metallo.

## 13. ELENCO ELABORATI ALLEGATI ALLA PRESENTE RELAZIONE

Alla presente relazione sono allegati i disegni di progetto delle opere da realizzare secondo l'elenco allegato.

Il livello di progettazione è preliminare/definitivo.

Alcuni dettagli esecutivi saranno da perfezionare e verificare nel progetto esecutivo. Ogni cambiamento successivo ai disegni di progetto dovrà essere sottoposto al progettista per approvazione e potrà essere eseguito solo previa autorizzazione della Direzione lavori.

Il responsabile tecnico dei lavori dovrà tempestivamente comunicare alla Committente le eventuali mancanze progettuali che a suo avviso possano risultare compromettenti da un punto di vista normativo o eventuali difficoltà di installazione che compromettano una corretta gestione e manutenzione degli impianti.

Gli elaborati di disegno esplicativi sono così nominati:

- E14. Schema funzionale
- E15. Planimetrie locali tecnici
- E16. Clima
- E17. Ventilazione meccanica
- E18. Impianto idrico sanitario-adduzioni/scarichi
- E19. Relazione tecnica impianti (presente documento)*
- E20. Relazione ex Legge 10/91

## Sommario

1. INTRODUZIONE .....	2
Oggetto dell'intervento .....	2
Layout funzionale dei locali e descrizione del servizio .....	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	4
Impianti di climatizzazione .....	5
Impianto idrico-sanitario e scarichi .....	6
3. ANALISI DELL'EDIFICIO E CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI .....	7
4. DATI PRINCIPALI DI PROGETTO .....	7
Caratteristiche geografiche e condizioni termo-igrometriche .....	7
5. CRITERI DI PROGETTO E DESCRIZIONE SOMMARIA DEGLI INTERVENTI.....	11
6. DESCRIZIONE GENERALE DEGLI IMPIANTI CLIMA/ TERMOVENTILAZIONE/ ESTRAZIONE.....	11
7. IMPIANTI CLIMA .....	12
Caratteristiche generali .....	12
Criteri di dimensionamento .....	12
Vincoli da rispettare .....	12
Schema funzionale unifilare .....	13
Locali tecnici - Generazione.....	14
Tubazioni di distribuzione .....	15
Sistema di emissione .....	15
8. IMPIANTI TERMOVENTILAZIONE E RICAMBI ARIA .....	16
Caratteristiche generali .....	16
Unità esterna per rinnovo aria .....	17
Canali e bocchette .....	21
Regolazione automatica .....	25
9. PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA .....	26
10. IMPIANTO IDRICO SANITARIO - ADDUZIONI .....	28
Caratteristiche generali .....	28
Criteri di dimensionamento .....	28
Sistema addolcimento acqua – dimensionamento generale .....	30
11. IMPIANTO IDRICO SANITARIO – SCARICHI .....	30
Caratteristiche .....	30
Criteri di dimensionamento .....	30
12. PRESCRIZIONI TECNICHE COSTRUTTIVE .....	31
Provvedimenti contro la trasmissione di vibrazioni .....	31
13. ELENCO ELABORATI ALLEGATI ALLA PRESENTE RELAZIONE.....	31