



LAVORI DI RECUPERO EDILIZIO ED ADEGUAMENTO NORMATIVO DI LOCALI DELLA SEDE DEL LICEO ARTISTICO “NERVI-SEVERINI”, VIA TOMBESI DALL’OVA, 14 - RAVENNA

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO

Presidente: Michele de Pascale	Consigliere delegato Pubblica Istruzione - Edilizia Scolastica - Patrimonio: Maria Luisa Martinez
Dirigente responsabile del Settore: Ing. Paolo Nobile	Responsabile del Servizio: Arch.Giovanna Garzanti

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: Arch. Giovanna Garzanti

PROGETTISTA COORDINATORE: Arch. Giovanna Garzanti

PROGETTISTI OPERE ARCHITETTONICHE: Arch. Giovanna Garzanti
Ing. Barbara Contessi

COLLABORATORI ALLA PROGETTAZIONE: Ing. Giulia Angeli
P.I. Andrea Bezzi
Ing. Junior Annalisa Bollettino
Ing. Tiziana Napoli

ELABORAZIONE GRAFICA: Ing. Giulia Angeli, Ing. Barbara Contessi

Professionisti esterni:

PROGETTISTA OPERE STRUTTURALI: Ing. Mario De Lorenzi

PROGETTISTA IMPIANTI IDRICI E MECCANICI: P.I. Mirco Bondi

P.I. Alberto Cortini

PROGETTISTA IMPIANTI ELETTRICI: P.I. Nicola Bersani

COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE: Arch. Paola Sanapo

PROGETTISTA PREVENZIONE INCENDI: P. I. Alberto Cortini

TITOLO ELABORATO:

RELAZIONE SPECIALISTICA E DI CALCOLO DEGLI IMPIANTI MECCANICI

Codice elaborato: PDE_IM_01_01	Revisione: 01	Data: 12/08/2021	Scala: -	Nome file di archiviazione: PDE_IM_01_RELAZ_r.01
-----------------------------------	------------------	---------------------	-------------	---

PROFESSIONISTA RESPONSABILE: Per. Ind. Mirco Bondi	FIRMATO DIGITALMENTE Timbro e firma del Professionista	FIRMATO DIGITALMENTE Il progettista coordinatore Arch. Giovanna Garzanti
		FIRMATO DIGITALMENTE Il Responsabile Unico del Procedimento Arch. Giovanna Garzanti

Rev.	Descrizione	Redatto:	Controllato:	Approvato:	Data:
00	EMISSIONE	M.B.	M.B.	M.B.	10/02/2021
01	REVISIONE	M.B.	M.B.	M.B.	12/08/2021
02					
03					

SOMMARIO

1. PREMESSA	PG.2
2. IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO	PG.2
2.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	PG.2
2.2 DATI DI PROGETTO	PG.3
2.3 CARATTERISTICHE ACUSTICHE PROGETTO	PG.5
2.4 PRINCIPALI RISULTATI DEI CARICHI TERMICI E FRIGORIFERI	PG.5
3. PRINCIPALI CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO	PG.6
3.1 CENTRALE TERMICA ESISTENTE	PG.6
3.2 POMPA DI CALORE	PG.7
3.3 PANNELLI RADIANTI A PAVIMENTO	PG.10
3.4 VENTILCONVETTORI	PG.12
3.5 RADIATORI	PG.12
4. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO COMPONENTI IMPIANTO CDZ	PG.13
4.1 RETI IDRATICHE	PG.13
4.2 POMPA DI CALORE	PG.14
4.3 PANNELLI RADIANTI	PG.15
4.4 VENTILCONVETTORI	PG.21
4.5 RADIATORI	PG.26
5. IMPIANTO IDRICO SANITARIO	PG.36
5.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO	PG.36
5.2 CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO	PG.37
5.3 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO IMPIANTO IDRICO SANITARIO DI CARICO	PG.38
5.4 PORTATE IDRICHE E PRESSIONI NOMINALI DI EROGAZIONE	PG.38
5.5 CALCOLO DELLE PORTATE MASSIME CONTEMPORANEE	PG.39
5.6 PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA – DIMENSIONAMENTO ACCUMULO	PG.39
5.7 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO IMPIANTO IDRICO SANITARIO DI SCARICO	PG.40
5.8 CALCOLO DELLE PORTATE	PG.40
5.9 DIMENSIONAMENTO DELLE DIRAMAZIONI DI SCARICO	PG.41
5.10 IL DIMENSIONAMENTO DEI COLLETTORI DI SCARICO	PG.42

RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IMPIANTI MECCANICI

1. PREMessa

La presente Relazione Tecnica ha lo scopo di descrivere gli impianti meccanici previsti nell'ambito del progetto di recupero edilizio ed adeguamento normativo di locali della sede del Liceo Artistico “NERVI-SEVERINI” in Via Tombesi Dall’Ova, 14 – Ravenna.

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

- Garanzia di benessere termoigometrico 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;
- Impatto acustico limitato al massimo possibile;

Gli impianti da realizzare ed oggetto di tale relazione sono:

- impianto di condizionamento
- impianto idrico sanitario
- impianto antincendio

2. IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO

L'impianto di condizionamento a servizio dell'edificio in oggetto è composto sostanzialmente da due elementi principali:

- Impianto di riscaldamento:

l'impianto di riscaldamento sarà di derivazione dalla centrale termica esistente, posta al piano terra del fabbricato in apposito locale tecnico. Dalla centrale termica deriverà un c.to dedicato con una nuova pompa che alimenterà i radiatori dei servizi igienici, con distribuzione a collettore, e alimenterà a sua volta i c.ti dei pannelli radianti a pavimento del piano secondo anch'essi con distribuzione a collettore.

- Impianto di raffrescamento:

per garantire anche durante il periodo estivo il benessere termoigometrico degli occupanti della struttura verrà realizzato ex-novo un impianto di condizionamento idronico, composto essenzialmente da una nuova pompa di calore aria-acqua con ventilatori centrifughi da installare in zona tecnica dedicata al piano ammezzato e da ventilconvettori ad acqua per installazione a parete.

2.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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”;

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”;

DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE 24 OTTOBRE 2016, N. 1715 Modifiche all’Atto di coordinamento tecnico regionale per la definizione dei requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici” di cui alla deliberazione di Giunta regionale n. 967 del 20 luglio 2015;

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. Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva”;

UNI/TS 11300-4 Prestazione energetica degli edifici. Utilizzo di energie rinnovabili (solare termico, fotovoltaico, biomasse) e altri metodi di generazione per riscaldamento di ambienti e preparazione di acqua calda sanitaria (pompe di calore, cogenerazione, teleriscaldamento);

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 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 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 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.

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: Ravenna(RA)

G.G.: 2227

Zona Climatica: E

Altitudine: 4 m s.l.m

Destinazione E.7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili

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 : -5 °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 : 31 °C

Umidità relativa corrispondente : 50.1 %

CARATTERISTICHE TERMICHE DELLE STRUTTURE EDILIZIE DISPERDENTI

Muratura di tamponamento esterna: $K = 1,33 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Solaio di copertura: $K = 0,380 \text{ W/m}^2\text{K}$

Pavimento interpiano: $K = 0,445 \text{ W/m}^2\text{K}$

Serramento con doppio vetro e telaio : $U_w \text{ medio} = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$

CONDIZIONI TERMOIGROMETRICHE INTERNE

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

LABORATORI	$20 \pm 2^\circ\text{C}$ – U.R. n.c.
BAGNI	$20 \pm 2^\circ\text{C}$ – U.R. n.c.
SPOGLIATOI	$20 \pm 2^\circ\text{C}$ – U.R. n.c.
CORRIDOI E DISIMPEGNI	$20 \pm 2^\circ\text{C}$ – U.R. n.c.

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

LABORATORI	$26 \pm 2^\circ\text{C}$ – U.R. n.c.
------------	--------------------------------------

Tassi di infiltrazione

E' prevista esclusivamente l'infiltrazione naturale di aria dall'esterno pari a 0.3 Vol/h negli ambienti interni:

Fattore solare vetri

Fattore di Shading : 0,35

CARICHI INTERNI

AMBIENTE	LUCI (w/m ²)	Carichi interni
LABORATORIO 29	10	2 PC – 400watt * 2 = 800watt

LABORATORIO 30	10	2 PC – 400watt * 2 = 800watt
LABORATORIO 31	10	9 PC – 400watt * 9 = 3600watt
LABORATORIO 32	10	9 PC – 400watt * 9 = 3600watt
LABORATORIO 33	10	2 PC – 400watt * 2 = 800watt
BAGNI	5	-
SPOGLIATORI	5	-
CORRIDOI E DISIMPEGNI	5	-

Il carico termico dovuto alle persone è stato definito in funzione dell'attività: In particolare si è assunto:
Seduto in leggero movimento: 65W sensibile – 55W latente

Come indice di affollamento si è fatto riferimento alla distribuzione degli arredi del progetto architettonico.

Funzionamento giornaliero degli impianti:
intermittente

TEMPERATURA E VELOCITA' DEI FLUIDI TERMOVETTORI E DELL'ARIA

A1 – Temperatura dei fluidi termovettori

Circuito	Temperatura di mandata [°C]	Temperatura di ritorno [°C]
VENTILCONVETTORI FREDDO	7	12
VENTILCONVETTORI CALDO	55	45
PANNELLI RADIANTI	35	30

A2 – Velocità fluido termovettore nelle tubazioni

velocità dell'acqua nelle tubazioni in multistrato: 0,2-0,5 m/s derivazioni alle unità terminali 0,5-0,9 m/s Tubazioni secondarie
0,9-1,2 m/s Tubazioni principali

velocità dell'aria nelle apparecchiature di scambio termico:
batteria fredda 2,5 m/s
batteria calda 3,0 m/s

velocità dell'acqua nelle tubazioni in acciaio:

0,2-0,7 m/s derivazioni alle unità terminali 0,5-1,5 m/s Tubazioni secondarie
1,5-2,5 m/s Tubazioni principali

A3 – Velocità dell'aria nei canali

Canali principali UTA 7,0 m/s
Canali secondari uta e mandata fan coil 4,0 – 3,5 m/s
Canali terminali 2,5 - 2,0 m/s Presa aria esterna 2,5 m/s

A4 – Velocità dell'aria nelle apparecchiature di diffusione

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

A5 – Velocità residua dell'aria in ambiente
non superiore a 0,20 m/sec.

2.3 CARATTERISTICHE ACUSTICHE IMPIANTO

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.

Gli impianti sono stati progettati scegliendo apparecchiature di ottima qualità con adeguato isolamento acustico, soprattutto per basse frequenze in modo da non generare nell'ambiente esterno livelli sonori inaccettabili e, comunque, superiori a quelli di legge.

In linea generale si è operato come segue:

le pompe di circolazione sono state scelte in modo da lavorare correttamente. I motori scelti hanno tutti velocità di rotazione inferiore a 1.500 g/min quando necessario, sono stati previsti silenziatori o altri dispositivi su canali; Nel caso in cui il rumore trasmesso dagli impianti all'esterno superi i valori di legge, devono essere presi, nella fase esecutiva della progettazione, adeguati provvedimenti per rientrare nei limiti.

I provvedimenti potranno interessare:

l'isolazione delle fonti di rumore con cuffie afoniche e protezioni in genere; il trattamento dell'ambiente impiegando per pareti, soffitti, pavimenti prese d'aria, porte, serramenti, i sistemi ed i mezzi più idonei per ottenere il risultato voluto.

2.4 PRINCIPALI RISULTATI DEI CARICHI TERMICI E FRIGORIFERI

POTENZE MASSIME EDIFICIO				
Superficie	[m ²]	365,58		
Volume	[m ³]	1.721,03		
Ambienti	[n.]	15		
Zone	[n.]	2		
Persone	[n.]	118		
		Pot. max.	Ora	Mese
		[W]		
Ambienti	35.762	11	7	42.603

3. PRINCIPALI CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO

3.1 CENTRALE TERMICA ESISTENTE

L'impianto di riscaldamento sarà del tipo a due tubi, di derivazione dal collettore di distribuzione esistente nella centrale termica a servizio dell'intero complesso.

La centrale termica è composto da n.2 generatori di calore che lavorano in cascata:

- RIELLO ALU 525 PRO POWER potenza termica 525kW
- FBR BIPRESS potenza termica 406Kw

Dalla centrale termica esistente derivano n.3 circuiti come si evince dagli elaborati di progetto:

- C.to radiatori esistente;
- C.to palestra esistente;
- C.to pannelli radianti e radiatori nuovi;

Oggetto dell'intervento è il nuovo circuito che servirà i nuovi radiatori che andranno installati nei servizi igienici e i pannelli radianti a servizio del nuovo volume riscaldato del piano secondo.

Il c.to deriverà da un nuovo circolatore gemellare elettronico gestito mediante l'ampliamento del sistema di regolazione esistente, che tramite un sistema di tubazioni a due tubi in multistrato coibentate in conformità all'allegato del DPR 412/93, sale dal cavedio tecnico e serve al piano i nuovi collettori dei radiatori e al piano secondo i collettori dei pannelli

radianti.

La temperatura di mandata di progetto sarà di 55°C.

3.2 POMPA DI CALORE (descrizione/voce indicativa in quanto utilizzata per il calcolo della predisposizione dell'impianto di raffrescamento, ma non inserita nell'appalto)

Nei nuovi laboratori ricavati al piano secondo, oltre all'impianto di riscaldamento primario a pannelli radienti, verrà realizzato un impianto di condizionamento idronico con ventilconvettori per installazione a parete.

L'impianto sarà asservito da una nuova pompa di calore aria-acqua.

Vista la natura del fabbricato e la sua localizzazione, ne è derivato di scegliere una pompa di calore per installazione interna dotata di ventilatori centrifughi.

La pompa di calore verrà installata al piano ammezzato nella zona tecnica dedicata come da elaborati grafici fi progetto e la presa aria ed espulsione dell'aria di condensazione verrà effettuata a parete tramite n.2 grigli e di dimensione nette 1200*850mm collegate alla pompa di calore tramite canali dotati di silenziatori.

La pompa di calore è dotata di accumulo inerziale e pompa di circolazione nonché di tutte le apparecchiature di sicurezza e controllo necessarie al corretto funzionamento alla regola d'arte.

Dalla pompa di calore deriverà un sistema di distribuzione a due tubi in multistrato coibentati in conformità all'allegato B del DPR 412/93 che servirà i collettori di distribuzione dei ventilconvettori.

Le principali caratteristiche della pompa di calore sono:

Unità aria-acqua monoblocco da interno canalizzabile Galetti MPED H MPET54H0AD 01S0E03M20G02A000 o equivalente.

Refrigeratore d'acqua condensato ad aria in pompa di calore monoblocco per installazione all'interno principalmente composta da:

STRUTTURA

Carpenteria in lamiera zincata e verniciata (RAL9002) per una piacevole estetica e un'efficace resistenza agli agenti corrosivi. I sistemi di fissaggio sono realizzati in materiali non ossidabili in acciaio al carbonio con trattamenti superficiali di passivazione. Il vano compressore è completamente chiuso ed accessibile su 3 lati grazie a pannelli facilmente rimovibili per semplificare al massimo tutte le operazioni di manutenzione e/o controllo. La coibentazione acustica (a richiesta) consente di abbattere ulteriormente le emissioni sonore dell'unità.

COMPRESSORI

Di tipo scroll, collegati in parallelo sul medesimo circuito frigorifero e inseriti in un vano isolabile acusticamente, completi di protezione termica interna degli avvolgimenti ed installati su appositi supporti antivibranti.

SCAMBIATORE DI CALORE A PACCO ALETTATO

In tubo di rame da 8 mm di diametro ed alette in alluminio, dimensionati generosamente. Il particolare criterio di progettazione degli scambiatori consente di velocizzare al massimo le fasi di sbrinamento nelle versioni a pompa di calore con evidenti benefici in termini di efficienza integrata sull'intero ciclo. L'utilizzo di scambiatori di calore a pacco alettato con tubo da 8mm di diametro riduce le perdite di carico lato aria migliorando sensibilmente i livelli acustici delle unità.

SCAMBIATORE DI CALORE A PIASTRE

Scambiatore a piastre saldabrasate realizzate in acciaio inox e ottimizzato per l'uso con R410A.

CIRCUITO IDRAULICO

- Filtro a Y meccanico fornito di serie su tutte le versioni a tutela dell'evaporatore.
- manometro pressione acqua.
- Valvola di sfato aria automatica.
- Pressostato differenziale acqua e sonda di temperatura acqua in uscita con funzione di termostato antigelo.
- Valvola di sicurezza.
- Rubinetto di svuotamento.

CIRCUITO FRIGORIFERO

- Filtro deidratatore.
- Spia di flusso con indicatore di umidità.
- Valvola termostatica con equalizzazione esterna e funzione MOP integrata.
- Valvola 4 vie di inversione di ciclo.
- Pressostati alta e bassa pressione.
- Valvola di sicurezza.
- Valvole Schrader per controllo e/o manutenzione.
- Manometri refrigerante (opzionali).

GRUPPO MOTOVENTILANTE

Ventilatori, di tipo radiale con pale indietro, bilanciati staticamente e dinamicamente, direttamente calettati al motore elettrico. Le unità sono complete di regolatore di velocità a taglio di fase controllato dalla sonda di pressione raziometrica o con ventole EC. Il vano di ventilazione è completamente rivestito di materiale anticondensa ed isolato dal vano tecnico compressore/elettrico per poter effettuare verifiche con macchina in funzione (senza interferire sul funzionamento della batteria a pacco alettato). L'assenza di trasmissione a cinghia riduce sensibilmente le operazioni di manutenzione anche grazie alla possibilità di estrazione frontale del ventilatore.

QUADRO ELETTRICO

Quadro elettrico realizzato e cablato in accordo alla direttiva CEE 73/23, alla direttiva 89/336 sulla compatibilità elettromagnetica ed alle norme ad essa collegabili. Realizzato in lamiera, è ulteriormente protetto dai pannelli perimetrali della macchina e principalmente composto da:

- Teleruttore di comando compressore.
 - Relè pompa.
 - Trasformatore 230V/24V.
 - Morsettiera di appoggio.
- La protezione dei componenti elettrici (compressore, pompa, ventilatori, trasformatore e centralina) può essere realizzata tramite:
- Fusibili
 - Interruttori magnetotermici

CONTROLLO ELETTRONICO A MICROPROCESSORE

Il controllo elettronico permette la gestione completa delle unità ed è facilmente raggiungibile attraverso uno sportello in policarbonato, con grado di protezione IP65. Al comando è collegata una sonda che rileva la temperatura dell'aria esterna. La lettura della temperatura dell'aria esterna consente di modificare automaticamente il set-point per adattarlo alle condizioni di carico esterno o mantenere in funzione l'unità anche in condizioni invernali più rigide.

La logica autoadattiva permette il funzionamento dell'unità anche con bassi contenuti di acqua nell'impianto e di evitare l'utilizzo dell'accumulo inerziale.

Funzioni principali:

- Controllo sulla temperatura dell'acqua in ingresso all'evaporatore.
- Controllo della velocità dei ventilatori in funzione della pressione di condensazione.
- Completa gestione degli allarmi.
- Gestione dello sbrinamento.
- Gestione del setpoint dinamico in funzione della temperatura dell'aria.
- Collegabile a linea seriale RS485 per supervisione/teleassistenza.
- Possibilità di collegare un terminale esterno che replica le funzioni del controllo.

Dispositivi controllati:

- Compressore.
- Valvola di inversione di ciclo.
- Ventilatori.
- Pompa di circolazione acqua.
- Relè di segnalazione di allarme.

Completo di:

- Alimentazione elettrica 400V - 3N - 50Hz
- Refrigerante R-410A
- Valvola di espansione meccanica
- Pompa BP + vaso espansione + rubinetto carica
- Accumulo inerziale lato utenza
- Controllo di condensazione con ventilatori a controllo elettronico BLDC
- Isolamento fonoassorbente vano compressore e cuffie compressore
- Manometri refrigerante
- RS485 (protocollo Carel / Modbus)
- Batteria alettata con tubi in rame e alette in alluminio
- Griglia di protezione batteria
- Comando a microprocessore AVANZATO
- Taratura automatica della portata d'aria

Raffreddamento

Temperatura Acqua In Utenza	°C	12
Temperatura Acqua Out Utenza	°C	7
Glicole Utenza	%	0
Temperatura Aria Sorgente	°C	35
Riscaldamento		

Temperatura Acqua In Utenza	°C	45
Temperatura Acqua Out Utenza	°C	50
Glicole Utenza	%	0
Temperatura Aria Sorgente	°C	-5
Umidità relativa Sorgente	%	89
Selezione Tipo Glicole		
Tipo Glicole		Etilenico
Input Sonori		
Distanza in c.libero	m	10
Fattore di direzionalità		2
Input Altitudine		
Altitudine s.l.m.	m	0
Input UNI EN 14511		
Abilita calcoli secondo UNI EN 14511		Si
H2_UNIEN14511Version		UNI EN 14511 - 2013
Pompe Utenza		-
Raffreddamento		
Potenza Frigorifera	kW	53,5
Potenza Frigorifera [UNI EN 14511]	kW	53,1
Portata Acqua lato utenza	l/h	9179
Perdita di carico Acqua lato utenza	kPa	51
Potenza Assorbita Compressori	kW	16,7
Corrente Assorbita Compressori	A	26,8
Potenza Assorbita Totale	kW	21,6
Potenza Assorbita Totale [UNI EN 14511]	kW	20,5
Corrente Assorbita Totale	A	34,4
EER		2,47
EER [UNI EN 14511]		2,59
ESEER		3,15
Pompe BP (opzione) Lato Utenza -	kPa	137
Prevalenza utile		
Pompe BP (opzione) Lato Utenza -	A	4,1
Corrente Massima (FLA)		
Riscaldamento		
Potenza termica	kW	45,4
Potenza termica [UNI EN 14511]	kW	45,7
Portata Acqua lato utenza	l/h	7906
Perdita di carico Acqua lato utenza	kPa	35
Potenza Assorbita Compressori	kW	17,8
Corrente Assorbita Compressori	A	28,6
Potenza Assorbita Totale	kW	22,6
Potenza Assorbita Totale [UNI EN 14511]	kW	21,4
Corrente Assorbita Totale	A	36,0
COP		2,01
COP [UNI EN 14511]		2,14
SCOP		2,95
Efficienza ERP		115,00
Classe Efficienza ERP		A L.T. Heat Pump
Pompe BP (opzione) Lato Utenza -	kPa	163
Prevalenza utile		
Pompe BP (opzione) Lato Utenza -	A	4,1
Corrente Massima (FLA)		
Dati Comuni		
Corrente Massima (FLA) [Senza Opzioni]	A	57
Corrente di spunto (LRA) [Senza Opzioni]	A	177
Corrente di spunto con Soft Starter kit [Senza Opzioni]	A	145
Potenza sonora mandata	db(A)	88
Livello potenza sonora Lw irradiata + asp. (unità base)	db(A)	85
Livello pressione Sonora Lp irradiata + asp. (unità base)	db(A)	57
Livello potenza sonora Lw irradiata + asp. (unità low noise)	db(A)	82
Portata Aria	m3/h	24800
Numero Ventilatori		2
Potenza Assorbita Ventilatori	kW	4,9
Corrente Assorbita Ventilatori	A	7,6
AESP	Pa	120
Compressori/Circuiti		2/1
Capacità Serbatoio (opzionale)	l	125
Alimentazione Elettrica		400 / 3 / 50
Refrigerante		R410A
GWP		2088
Dimensioni [LxDxH]	mm	2113x1182x2100
Peso senza accessori	kg	732

3.3 PANNELLI RADIANTI A PAVIMENTO

I nuovi laboratori ricavati al piano secondo saranno serviti da un sistema di riscaldamento a bassa temperatura del tipo radiante a pavimento.

La distribuzione sarà del tipo a collettore, la temperatura di alimentazione ai collettori sarà di 55°C, i collettori saranno dotati ciascuno di valvola a 3 vie miscelatrice manuale e punto fisso che dovrà garantire ai circuiti radianti la temperatura di mandata di progetto di 35°C con un salto termico di 5°C.

Ogni zona sarà corredata da termostato ambiente che comanderà le testine termostatiche di ogni singolo circuito radiante.

Il sistema radiante è del tipo tradizionale con elementi bugnati in EPS e tubi in Pex-A.

Per la distribuzione orizzontale al piano è importante fare riferimento agli elaborati di progetto, anche per l'impianto di condizionamento, in quanto al piano sono presenti elementi strutturali a terra che non permettono una distribuzione rettilinea, per tanto per raggiungere le varie zone del piano, le tubazioni percorreranno il cunicolo presente perimetralmente alla struttura.

Il sistema radiante prevista è composto essenzialmente dai seguenti componenti:

Tubazione in polietilene reticolato PEX-A a 5 strati

Tubo altamente flessibile idoneo per sistemi di riscaldamento e raffrescamento a pavimento. Impermeabile all'ossigeno ai sensi della norma DIN 4726, impedisce corrosioni ed incrostazioni, fornendo una lunga vita di servizio. Tubazione plastica 5 strati, che garantisce una maggiore protezione della barriera all'ossigeno da possibili danneggiamenti durante tutte le operazioni di cantiere, grazie alla posizione intermedia dello strato della barriera all'ossigeno.

Lo strato interno realizzato in PEXa, polietilene reticolato con perossidi, è un materiale resistente, omogeneo, stabile nel tempo e dotato di eccellente flessibilità che mantiene il polietilene inodore, il secondo strato è formato da collante, il terzo strato è l'EVOH, la barriera all'ossigeno, il quarto strato è collante, quindi l'ultimo strato, il quinto più esterno e soggetto a possibili danneggiamenti durante le operazioni di movimentazione in cantiere, è realizzato in PE resistente alle alte temperature.

La struttura a cinque strati serve a tutelare lo strato centrale EVOH, allo scopo di impedire il danneggiamento della barriera all'ossigeno durante le operazioni di cantiere, per preservare le condizioni dell'acqua dell'impianto da possibili problemi di ossigenazione (es. alghe, fanghi, ecc.....).

Caratteristiche principali: materiale di base: PEXa.- standard di riferimento: DIN EN ISO15875, DIN 4726.

Condizioni di servizio: classe 4 (70°C). Pressione di servizio: <=6 bar. Ciclo di vita: >50 anni. Permeabilità ossigeno: =<0,1g/(m3xd) a 40°C. Dimensioni tubo (diametro x s pessore): 17x2,00mm

Pannello isolante in EPS

Pannello termoformato in polistirene espanso. - Dimensioni utili: 140 x 80 cm - Film plastico: 600 µm - Classe materiale (UNI EN 13163): EPS 200 (10 mm); EPS 150 (20-63 mm) - Conducibilità termica (EN 12667): λ_d 0,033 W/m K (10 mm); λ_d 0,034 W/m K (20-63 mm) - Resistenza a compressione al 10% di deformazione (UNI EN 826): 200 kPa (10 mm); 150 kPa (20-63 mm) Spessore isolante:30-Spessore totale:52-Resistenza termica:1,03 m² K/W

Tassello ferma pannello

Tassello in plastica (h=90 mm) per l'ancoraggio dei pannelli alla soletta negli angoli delle stanze.

Collettori impianto radiante

Kit coppia di collettori multi-attacco in ottone da 1"1/4 termostatizzabile.

Sono due collettori (mandata e ritorno) in ottone da 1"1/4, ad alta resistenza meccanica e lunga durata.

Dotati di coppia di staffe di sostegno con supporti antivibranti, detentori antimanomissione incorporanti flussimetro (misuratore di portata) e valvole di regolazione manuale micrometrica (da 1 a 4 l/min) predisposte per il montaggio delle testine eletrotermiche.

Sono completi di due valvole di intercettazione a sfera, due termometri con scala 0-80°C, due valvole di sfogo aria automatico e due rubinetti di carico/scarico impianto.

La gamma prevede modelli da 2 fino a 16 coppie (andata + ritorno) di attacchi.

Tubo utilizzabile: d16, d17,20.

Ogni collettore sarà completo di valvola di regolazione a 3 vie a punto fisso.

Adattatori per collettori

Coppia di adattatori per collettori modello EUROCONO 3/4". Adattatore composto da dado, anello, portagomma

17x2,00mm per collegamento collettore/tubazione.

Testa eletrotermica con microinterruttore per collettori

Testa eletrotermica automatizzata con sistema ON/OFF, adeguata per montaggio su collettore termostatizzabile; consente di controllare l'apertura e la chiusura automatica dei singoli circuiti.

È dotata di microinterruttore di fine corsa. Ghiera per vitone M30X1,50.

Tensione di alimentazione 230 Vca, assorbimento 1 W, lunghezza filo alimentazione 60 cm.

Guaina proteggi-tubo modello

Guaina isolante diametro 25mm in polietilene ad alta densità in rotoli da 50 m. S'inserisce sul primo metro di tubo Ø16 in uscita dal collettore ed in corrispondenza degli eventuali giunti di dilatazione.

Curva reggi-tubo

Curva reggitubo 90° per protezione e sostegno tubazioni di diametro 16/17mm.

Fascia perimetrale di bordo

Fascia perimetrale totalmente adesiva in PE con bandella in nylon, presenti 5 pretagli distanziati di 10mm.

Giunto di dilatazione

Giunto di dilatazione ad L (Dim L=1000, H=130, S=8mm 10pz). Il giunto di dilatazione è un profilo idoneo per effettuare tagli nel massetto ricoprente i tubi. Si utilizza all'altezza delle soglie delle porte e per dividere i massetti nei locali con area maggiore di 40 m².

Fibre sintetiche per rinforzo massetto

Miscela di fibre sintetiche fibrillate e multifilamento, realizzate in polipropilene puro, per il rinforzo diffuso tridimensionale ausiliario antifessurativo di conglomerati cementizi in genere.

Additivo fluidificante

Additivo fluidificante per massetti tradizionali (sabbia-cemento) costituito da miscela concentrata di polimeri sintetici polifunzionali che favorisce l'idratazione del cemento.

Dose consigliata: 1% in peso del cemento utilizzato nel massetto di ricoprimento dei tubi.

Unità di fornitura: tanica da 10 kg e 25 kg.

Per una corretta posa del impianto radiante e fondamentale seguire le seguenti prescrizioni:

La posa dell'impianto deve seguire le procedure individuate dalla norma UNI EN 1264-4 e UNI EN ISO 11855-5. In particolare:

La base di supporto deve essere preparata in conformità alle norme pertinenti ed eventuali tubi o condotti devono esser fissati e incassati per fornire una base livellata.

Nel caso il piano trattato fosse un piano terra, su garage o su terreno o che si affaccia direttamente sull'esterno deve essere posato un foglio in PE di spessore 0,2 mm sulla base livellata avendo cura di risvoltarlo sulle pareti esterne di almeno 100 mm e sovrapporlo di almeno 100 mm.

Lungo tutto il perimetro dei locali interessati dalla posa del pavimento radiante deve essere applicata la striscia perimetrale, avendo cura di farla aderire bene al muro in particolare in corrispondenza degli angoli.

Sulla base livellata devono essere posati i pannelli isolanti del sistema a pavimento con resistenza termica maggiore o uguale al valore minimo prescritto dalla normativa UNI EN 1264-4.

Il pannello isolante verrà posato accostandolo bene in corrispondenza del bordo e nastrando il punto di giunzione, o avendo cura di srotolare la confezione di fornitura disponibile per lo spessore minore di isolante.

In corrispondenza del perimetro il pannello isolante deve appoggiare alla striscia perimetrale; il suo lembo superiore deve essere sollevato e fatto aderire alla parte superiore del pannello isolante posato: il lembo deve aderire all'angolo retto formato tra parete e pannello isolante.

Si consiglia di usare il nastro adesivo per bloccare il lembo della striscia perimetrale nella posizione voluta.

La posa di ciascun anello deve avvenire senza giunzioni; qualora, causa incidenti subiti dall'impianto finito, venissero fatti giunti meccanici, questi devono essere localizzati e riportati sulla documentazione allegata (UNI EN 1264-4).

Va rispettato fedelmente il progetto per quanto riguarda interassi di posa, giunti di dilatazione e posa della striscia perimetrale che andrà tagliata a pavimentazione finita.

In tutti i punti di elevato infittimento delle tubazioni (es: in partenza al collettore, nei passaggi obbligati attraverso le porte) e nei punti di attraversamento dei giunti di dilatazione la tubazione deve essere inguinata per tutta la lunghezza dove è presente l'infittimento e per 40 cm in corrispondenza dell'attraversamento dei giunti.

Dopo la posa dell'impianto esso dovrà essere messo in pressione prima del getto del massetto; dovrà rimanere in pressione fino all'ultimazione dei massetti e il procedimento di collaudo dovrà essere documentato.

Il pre-riscaldamento dovrà avvenire non prima di 21 giorni dalla posa di un massetto di tipo cementizio e non prima di 7 giorni dalla posa di un massetto a base di anidride e comunque vanno seguite le istruzioni del fornitore del massetto

stesso; per evitare lo shock termico del massetto la temperatura di avviamento dovrà essere non superiore di 5°C rispetto alla temperatura esterna e dovrà essere aumentata di 2 o 3°C al giorno fino a raggiungere il valore di progetto. Il processo di avviamento del riscaldamento dovrà essere documentato.

3.4 VENTILCONVETTORI

La destinazione d'uso dei laboratori e la previsione di utilizzo a determinato la scelta di condizionarli, con un sistema che permetta di gestire in maniera rapida e puntuale le diverse attività e fasce orarie dei laboratori, per questo si è scelto per un impianto a ventilconvettori del tipo a parete che coniugano tutte queste prerogative.

La distribuzione di derivazione dalla nuova pompa di calore al piano si diramerà in parallelo alla distribuzione calda dei pannelli radianti, servendo i collettori dedicati.

I ventilconvettori previsti hanno le seguenti caratteristiche principali:

Ventilconvettori a 2tubi mod.FILOMUTO DC Inverter, INNOVA modello SW800 o equivalenti per installazione a parete a venti le seguenti caratteristiche:

struttura portante in lamiera zincata di elevato spessore e isolamento interno termoacustico, pannello schienale in materiale insonorizzante;

mantellatura completa in lamiera di acciaio verniciata a forno con polveri epossidiche,diffusore frontale con aletta direzionabile e pannello digitale di comando;

bacinella raccolta condensa in PVC antiurto;

batteria di scambio in rame alluminio con pacco alettato mandrinato ad alta efficienza, progettata internamente ed ottimizzata per garantire la massima uniformità del passaggio dell'aria;

gruppo ventilatore tangenziale in materiale sintetico ad alette sfalsate(elevatasilenziosità)con motore DCI nverter modulante in continuo, montato su supporti antivibranti EPDM;

griglia di ripresa apribile in alluminio verniciato con filtro estraibile in maglia sintetica a trama sottile,estraibile,rigenerabile mediante lavaggio con acqua, soffiatura, aspirazione;

diffusore frontale con aletta direzionabile e pannello digitale di comando e di impostazione della regolazione,completo di telecomando o termostato ambiente(estate/inverno)e led di indicazione delle funzioni impostate;

equipaggiamento elettrico abbinabile ad un'ampiascelta di comandi, posto sul lato opposto degli attacchi idraulici. attacchi idraulici eurokonus 3/4".

Ventilconvettore DC Inverter taglia SLW800, per installazione a parete con comando elettronico autonomo a bordo macchina e telecomando:

Resa totale in raffreddamento con acqua a 7 °C: 2,3 4 kW;

Resa in riscaldamento con acqua a 45 °C: 2,78 kW;

Peso: 19 kg;

Dimensioni (lungh. x alt. x prof.): 1.102 x 318 x 128 mm

Gruppo valvola 3 vie deviatrice con motore termoelettrico (completo di valvola di ingresso a tre vie e detentore).

3.5 RADIATORI

Nei servizi igienici oggetto di intervento saranno installati nuovi radiatori del tipo in acciaio a colonna con distribuzione a collettore.

I nuovi radiatori avranno le seguenti caratteristiche:

Radiatori in acciaio a colonnine

Dovranno essere del tipo in acciaio tubolare a spigoli arrotondati e ad elementi componibili mediante nipples, completi di tappi e di riduzioni.

Essi dovranno essere posti in opera sospesi dal pavimento, fissati alle pareti su adatte mensole di sostegno in acciaio ad espansione.

Ogni radiatore dovrà essere provvisto di valvola di regolazione con testa termostatica antimanomissione, da detentore in ottone e da valvolina per lo sfogo manuale dell'aria.

Gli organi di intercettazione dei corpi scaldanti dovranno essere diritti o a squadra, completi di raccordi per attacco a tubazioni in ferro, o di ogive e biconi per attacco a tubazioni in rame.

I radiatori, dovranno essere del tipo verniciato di colore bianco dalla fabbrica.

Inoltre ogni radiatore dovrà essere accuratamente lavato al suo interno onde eliminare eventuali residui di lavorazione, sabbia e sporcizia in genere.

La Ditta dovrà presentare il certificato di omologazione ed una tabella con indicate le rese unitarie riferite alle norme UNI con indicati i coefficienti di correzione al variare della differenza di temperatura fra l'ambiente e la temperatura media dell'acqua all'interno.

Caratteristiche costruttive:

- tubi in lamiera d'acciaio di diametro 25 mm
- collettori in lamiera d'acciaio stampati

- lunghezza elementi 45 mm (passo del singolo elemento)
- filettature estremità collettore sup. e inf. 1"1/4 G dx o sx
- pressione di esercizio massima ammessa 8 bar
- temperatura di esercizio massima ammessa 95°C

Tipo IRSAP mod. TESI o equivalente.

Valvole termostatiche per radiatori

Costruzione in ottone cromato, predisposta per comando termostatico, attacchi filettati a bocchettone e manicotto, corredate di certificato di omologazione europea EN 215.

In esecuzione diritta o a squadra, attacco al radiatore 1/2" M con codolo fornito di pre-guarnizione in EPDM. Le valvole saranno dotate di cappuccio di manovra in ABS, doppia tenuta sull'asta di comando con O-Ring in EPDM. Temperatura massima d'esercizio: 100°C. Pressione massima d'esercizio: 10 bar.

Comandi termostatici

I comandi termostatici vengono utilizzati sulla precedente valvola, per effettuare la regolazione automatica della temperatura ambiente.

I comandi termostatici, dotati di sensore con elemento sensibile a liquido, vanno installati in posizione orizzontale.

Tali comandi non devono essere installati in nicchie, dietro tendaggi, oppure all'esposizione diretta dei raggi solari, in quanto ne falserebbero le rilevazioni.

Caratteristiche tecniche:

- Temperatura massima ambiente 50°C;
- Scala graduata da 0 a 5 corrispondente ad un campo di temperatura da 0 a 28°C con possibilità di bloc caggio e limitazione di temperatura;
- Intervento antigelo 7°C.

Detentori per radiatori

Costruzione in ottone cromato, in esecuzione diritta o a squadra, attacco al radiatore 1/2" M con codolo fornito di pre-guarnizione in EPDM, tenuta verso l'esterno costituita da O-Ring in EPDM sull'asta di comando. I detentori saranno dotati di cappuccio bianco in ABS e vite di regolazione.

Temperatura massima d'esercizio 100°C. Pressione massima d'esercizio 10 bar.

Valvole di sfogo manuale dell'aria

Le valvoline di sfogo manuale dell'aria, dovranno essere installate su ogni corpo scaldante e dovranno essere realizzate con corpo in ottone nichelato, con volantino atermico bianco in POM e scarico orientabile.

Attacco filettato da 3/8" a tenuta PTFE. Temperatura massima d'esercizio 100°C. Pressione massima d'esercizio 10 bar.

4. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO COMPONENTI IMPIANTO CDZ

4.1 RETI IDRONICHE

In questo paragrafo sono riportati criteri di dimensionamento delle reti idroniche di alimentazione dei circuiti dei pannelli radianti, dei ventilconvettori e dei radiatori al fine di determinare le caratteristiche delle pompe di circolazione.

Verranno utilizzate, su tutti i circuiti di acqua refrigerata e riscaldata, valvole a sfera o saracinesche a passaggio totale con corpo in ghisa, flangiate con diametri uguali o maggiori del DN 65; in bronzo, filettate per diametri uguali o minori DN 50.

Le tubazioni saranno dimensionate assumendo per esse valori di perdite di carico da 10 ÷ 30 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 $\varnothing \leq 2"$ da 0,6 a 1,2 m/sec.

tubazioni maggiori $\varnothing 2"$ da 1,2 a 1,7 m/sec.

Le perdite di carico in un circuito idraulico sono date dalla somma di due fattori: le perdite di carico distribuite e quelle concentrate.

Per tubi di media rugosità ($0,020 < \epsilon < 0,090$), qual è il tubo in acciaio nero o zincato, le perdite di carico continue unitarie sono state calcolate attraverso la formula di Darcy.

Le perdite di carico distribuite sono proporzionali alla lunghezza reale del circuito (L) ed alla perdita di carico specifica (r).

Applicando i concetti e la metodologia sopra descritti sono stati ricavati, per i singoli rami del circuito il valore della perdita di carico; sommando le perdite di carico dei vari rami che compongono i circuiti di alimentazione dei singoli ventilconvettori o delle batterie della centrale di trattamento aria, è stata individuata la perdita di carico totale di ciascun circuito inteso come l'insieme di tratti di tubazione che, partendo dalle pompe di circolazione e tornando alla centrale, raggiungono i singoli terminali.

Per il calcolo delle perdite localizzate sono state considerate anche le seguenti perdite delle apparecchiature:

Perdita di carico batteria del fan coil idraulicamente più sfavorito: 10 kPa

Perdita di carico circuito radiante più sfavorito: 20 kPa

4.2 POMPA DI CALORE

Ben sappiamo che, in natura, non è possibile trasferire calore da una sorgente esterna fredda ad un locale caldo. Tuttavia sappiamo anche che la Tecnica (dal greco “l’arte del saper fare”) può metterci a disposizione le nozioni teoriche e i mezzi pratici per fare ciò che in natura non è possibile.

In particolare, la tecnica per trasferire calore da un fluido freddo ad uno caldo è nota ormai da più di 150 anni.

Finora questa tecnica è stata utilizzata soprattutto per produrre macchine frigorifere: macchine che tolgoano calore al fluido da raffreddare e lo cedono ad un fluido esterno più caldo.

La stessa tecnica è però utilizzabile anche per produrre il caldo. È così possibile, ad esempio, riscaldare ambienti senza bruciare combustibili.

Gli esempi che seguono servono ad illustrare come tutto ciò sia possibile. Dapprima vedremo come raffreddare un locale con aria più calda, poi come riscalarlo con aria più fredda.

L’esempio è suddiviso in tre fasi:

Fase 1 – Acquisizione aria calda

Immaginiamo di racchiudere aria a 35°C in un cilindro con pistone mobile.

Fase 2 – Espansione

Facciamo poi espandere quest’aria in modo che il volume da essa occupato superi del 20% quello iniziale. Ciò provoca un raffreddamento dell’aria in quanto:

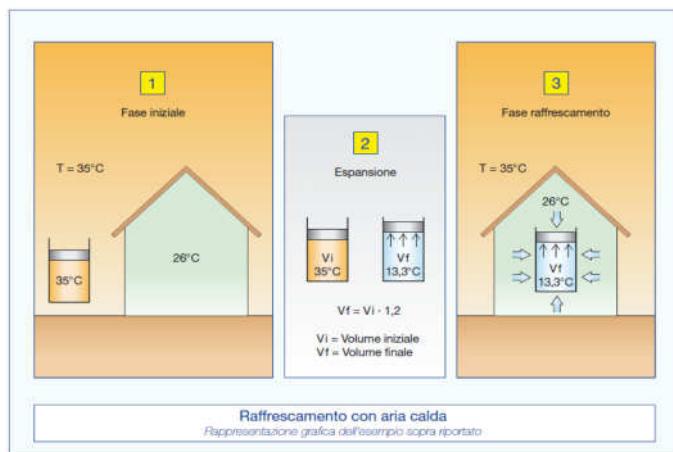
- dopo l’espansione, la quantità di calore iniziale deve riscaldare un volume d’aria più grande;
- l’energia che serve per l’espansione è sottratta all’aria contenuta nel cilindro (teoria dei fluidi).

In particolare, con l’aumento di volume ipotizzato, la temperatura dell’aria diminuisce da 35 a 13,3°C .

Fase 3 – Raffrescamento

Spostiamo, infine, il cilindro con aria a 13,3°C in un locale con temperatura a 26°C. L’aria contenuta nel cilindro è in grado di raffrescare tale locale.

L’esempio ci dimostra che è possibile raffrescare un locale ricorrendo all’artificio di far espandere e spostare una massa d’aria più calda.



Come riscaldare un locale con aria fredda

L’esempio è suddiviso in tre fasi:

Fase 1 – Acquisizione aria fredda

Immaginiamo di racchiudere aria a 10°C in un cilindro con pistone mobile.

Fase 2 – Compressione

Comprimiamo poi quest’aria in modo che il volume da essa occupato sia inferiore del 20% rispetto a quello iniziale. Ciò comporta un riscaldamento dell’aria in quanto:

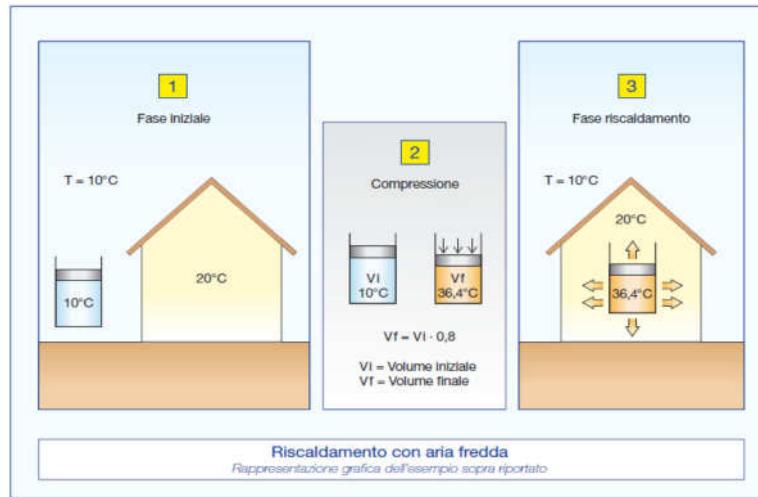
- dopo la compressione, la quantità di calore iniziale riscalda un volume d’aria più piccolo;
- l’energia che serve per la compressione è ceduta all’aria contenuta nel cilindro (teoria dei fluidi).

In particolare, con la diminuzione di volume ipotizzata, la temperatura dell’aria cresce da 10 a 36,4°C.

Fase 3 – Riscaldamento

Spostiamo, infine, il cilindro con aria a 36,4°C in un locale con temperatura a 20°C. L’aria contenuta nel cilindro è in grado di riscaldare tale locale.

L'esempio ci dimostra che è possibile riscaldare un locale ricorrendo all'artificio di comprimere e spostare una massa d'aria più fredda.



Per trasferire calore da bassa ad alta temperatura sono ormai disponibili macchine che si servono di processi fisici e chimici assai diversi fra loro.

Tuttavia le macchine di gran lunga più diffuse sono proprio quelle che utilizzano i fenomeni prima considerati.

Queste macchine sono essenzialmente costituite da un circuito chiuso entro cui viene continuamente compresso e fatto espandere un apposito fluido, chiamato intermedio o frigorifero.

Ad ogni compressione ed ad ogni espansione (cioè ad ogni ciclo di lavoro) il fluido intermedio ruba un pò di calore al fluido freddo e lo cede a quello caldo.

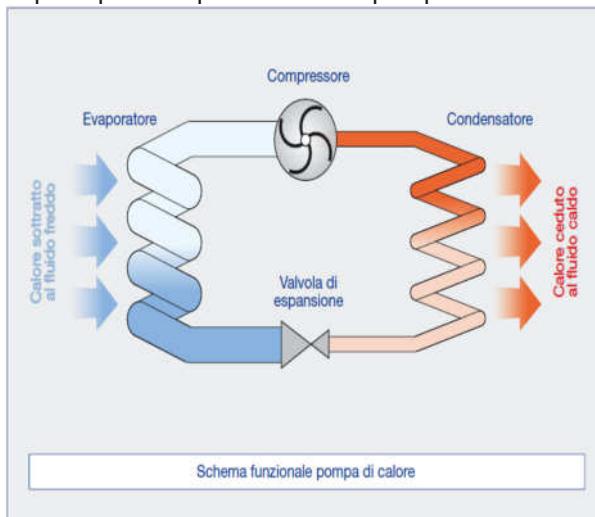
Quale fluido intermedio non si usa l'aria perché, pur essendo un fluido sicuro dal punto di vista ambientale e a costo nullo, comporta cicli di lavoro con resa termica molto bassa.

Si usano, invece, fluidi che evaporano quando il calore viene assorbito e che condensano quando il calore viene ceduto. Tali passaggi di stato fanno infatti aumentare notevolmente la quantità di calore che ogni ciclo di lavoro è in grado di assorbire e di cedere.

Invertendo i cicli di lavoro, queste macchine, possono essere utilizzate sia per riscaldare sia per raffreddare.

Nel primo caso sono chiamate pompe di calore, nel secondo macchine frigorifere. Tuttavia si tratta di una differenza solo nominale.

Il disegno sotto riportato evidenzia i principali componenti di una pompa di calore.



Dopo aver accennato il principio di funzionamento della pompa di calore, per la scelta della tipologia si è fatto riferimento al risultato dei calcoli energetici e della tipologia di installazione.

4.3 PANNELLI RADIANTI

Dimensionamento del pannello radiante

Il punto di partenza per la determinazione dei parametri di funzionamento del pannello radiante e il flusso termico specifico q [W/m²]. Questo flusso è dato dal fabbisogno in W di ogni ambiente diviso per la superficie delle camere. Il

dimensionamento dei pannelli dipende da una serie di parametri: su: spessore dello strato compreso fra la serpentina ed il rivestimento del pavimento [m]

IE: conduttività dello strato compreso fra la serpentina ed il rivestimento del pavimento [W/mK]

RB: resistenza termica del rivestimento del pavimento [mK/W]

De: diametro esterno del tubo in PEX [mm]

T: passo delle serpentine [cm]

Ti: temperatura ambiente [°C]

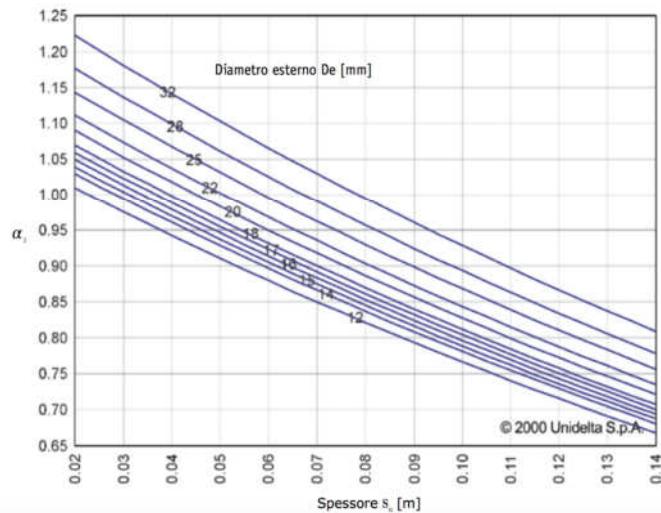
Tv: temperatura di mandata dell'acqua del circuito [°C]

Tr: temperatura di ritorno dell'acqua del circuito [°C]

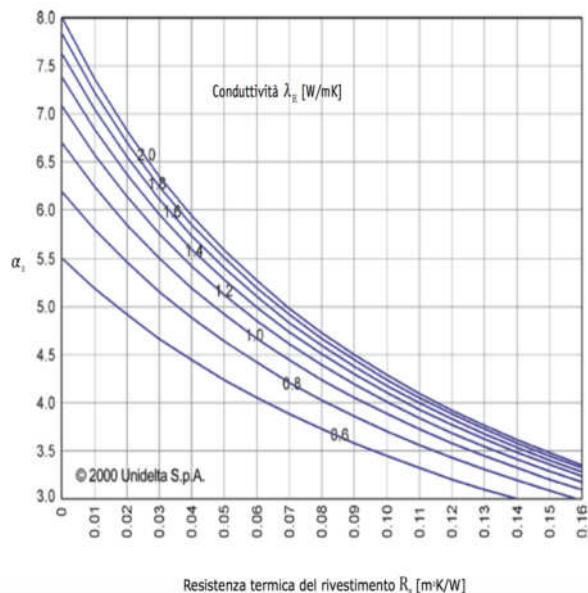
La relazione esistente tra il flusso termico specifico q e i parametri sopracitati e la seguente:

α_1 e dato dal diagramma

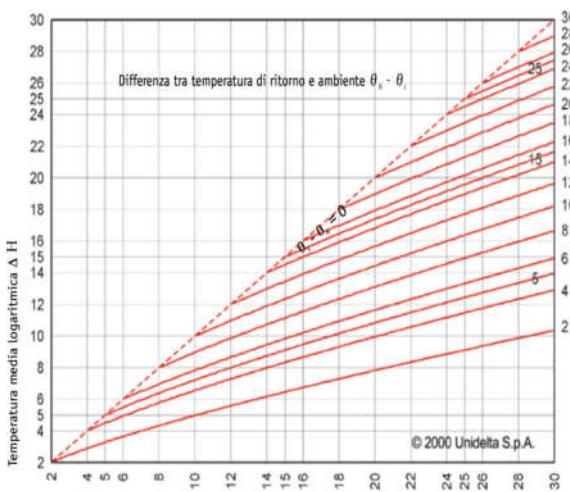
$$q = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \Delta \theta_H$$



α_2 e dato dal diagramma



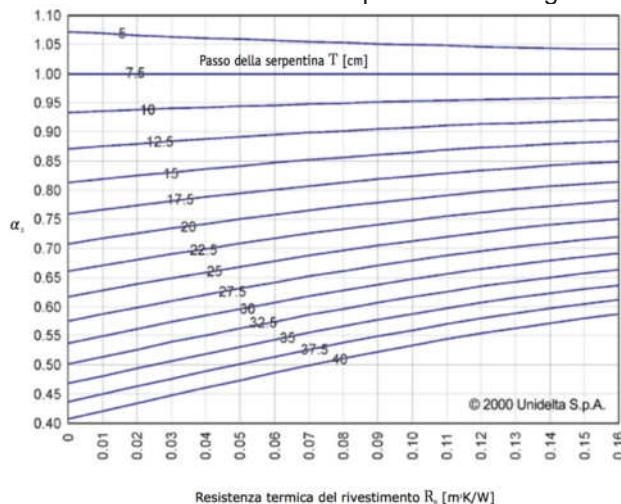
α_3 e ancora incognito in quanto dipende dal passo T della serpentina che non è ancora stato determinato. Si determina allora $\Delta \theta_H$ dal diagramma



Per sostituzione si può allora ricavare α_3 con la formula

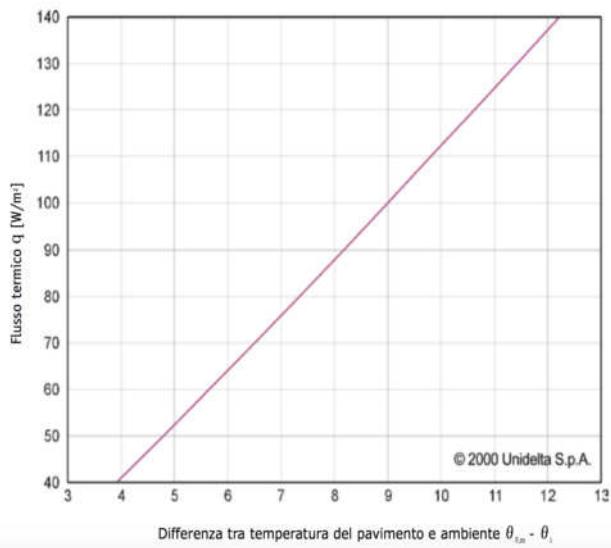
$$\alpha_3 = \frac{q}{\alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \Delta \theta_H}$$

che consente di determinare il passo T dal diagramma

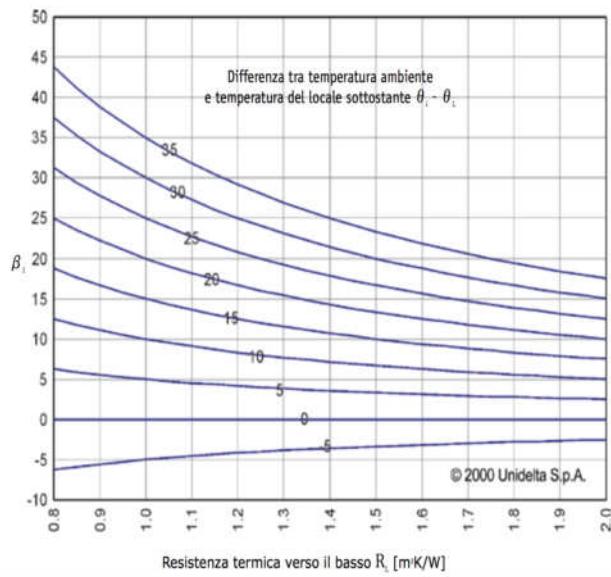


Dal diagramma precedente si determina nuovamente α_3 sulla base delle eventuali approssimazioni. Variato il valore del coefficiente α_3 e opportuno calcolare il nuovo valore di $\Delta\theta_H$ dal quale si determina la temperatura effettiva di ritorno dell'acqua del circuito TR. Si ottiene la nuova differenza tra temperatura di ritorno e dell'ambiente da cui la nuova temperatura di ritorno e il conseguente salto termico tra mandata e ritorno.

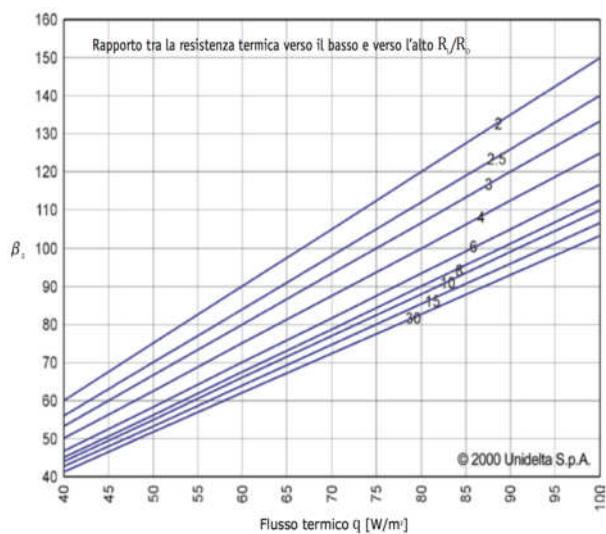
Si può ora calcolare la temperatura media del pavimento $q_{F,m}$ mediante il Diagramma



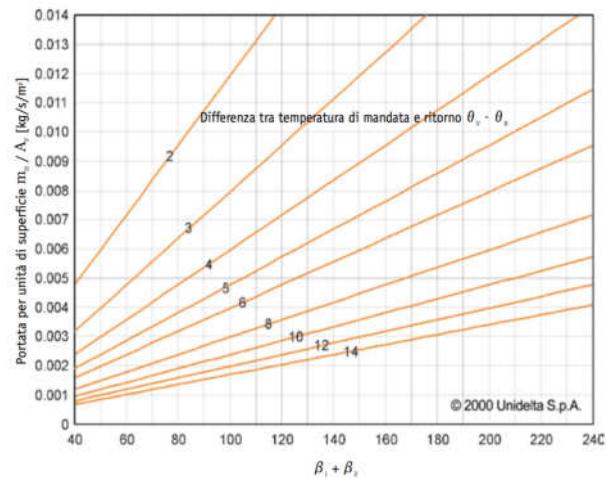
si ha la portata di acqua che circola nelle serpentine per unità di superficie in funzione della somma $\beta_1 + \beta_2$ e del salto termico dell'acqua $qV - qR$; dove il coefficiente β_1 è dato dal diagramma



ed il coefficiente β_2 è dato dal diagramma



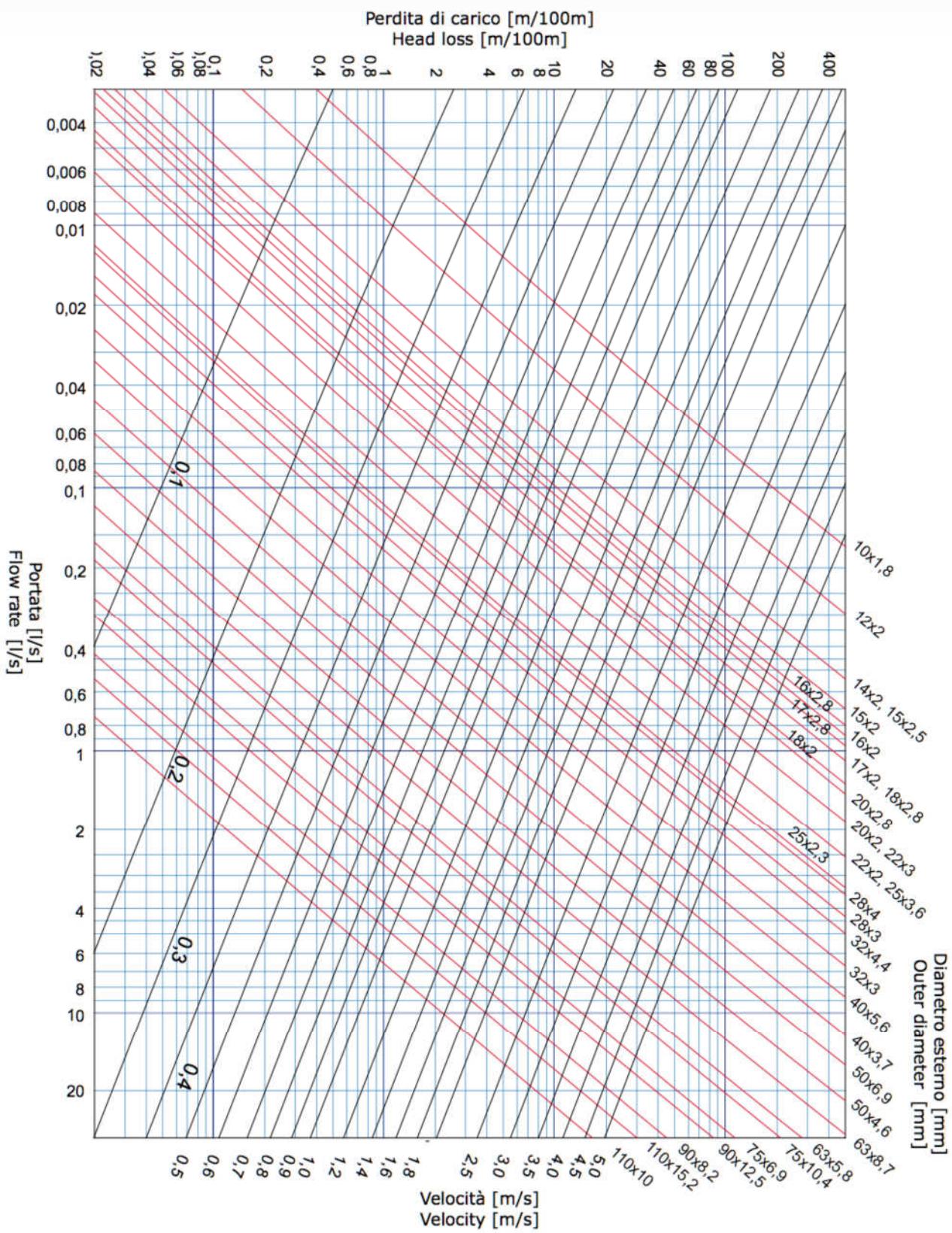
Si trova quindi la portata di acqua che circola nelle serpentine per unità di superficie con il diagramma e successivamente la portata dell'acqua complessiva moltiplicando il risultato per la superficie della camera considerata.



Nota infine la lunghezza complessiva delle serpentine $L = 100 \cdot AF/T$ si può determinare la perdita di carico D_p e la velocità dell'acqua v nella condotta dal diagramma .

Infine si determina il Δp e il flusso termico q verso il basso con la formula

$$q_2 = \beta_1 + \beta_2 - q$$



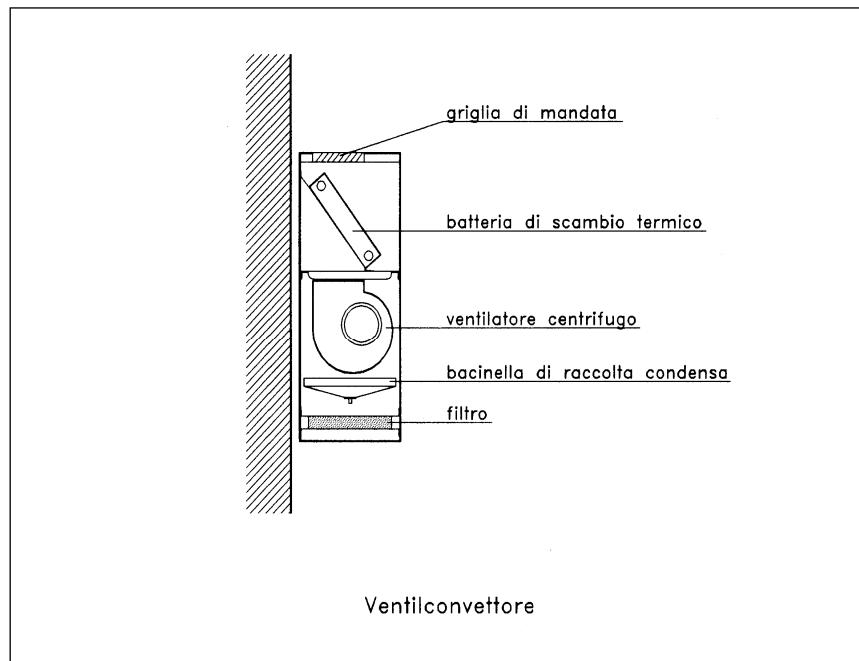
Per ogni ambiente quindi a partire dal fabbisogno, dai dati dimensionali e dai dati termici del pannello si possono definire tutti i parametri di funzionamento dei pannelli. Nel caso di studio dato il ridotto fabbisogno di ogni ambiente in tutti gli ambienti il passo di posa dei tubi si è ricavato pari a 40 cm, il massimo consentito dalle tabelle del dimensionamento. Un fabbisogno così ridotto fa rientrare l'edificio nella categoria degli edifici a energia quasi zero, quegli edifici in cui il bilancio tra dispersioni e apporti gratuiti è prossima allo zero. Questo implica che l'edificio teoricamente potrebbe non avere bisogno di impianti di riscaldamento in quanto il calore generato dagli utilizzatori e gli altri apparecchi elettrici basterebbe a compensare il fabbisogno. Considerando però che nel fabbisogno diverse aliquote della dispersione sono state trascurate e il calcolo è in generale approssimato si è preferito progettare comunque un impianto di riscaldamento che dati questi presupposti risulta sicuramente sovrardimensionato.

4.4 VENTILCONVETTORI

I ventilconvettori sono terminali che cedono o sottraggono calore all'ambiente per convezione forzata. Sono costituiti essenzialmente da:

- una o due batterie alettate di scambio termico,
- uno o due ventilatori centrifughi o tangenziali,
- un filtro dell'aria,
- una bacinella di raccolta condensa,
- un involucro di contenimento.

Si utilizzano per riscaldare e raffreddare abitazioni, uffici, sale di riunione, alberghi, ospedali, laboratori, ecc....



CLASSIFICAZIONE

I ventilconvettori possono essere classificati secondo i seguenti criteri:

in base al luogo di messa in opera:

- a pavimento,
- a parete,
- a controsoffitto,
- a soffitto;

secondo il tipo di protezione:

- con mobiletto,
- ad incasso;

in base alla posizione del ventilatore:

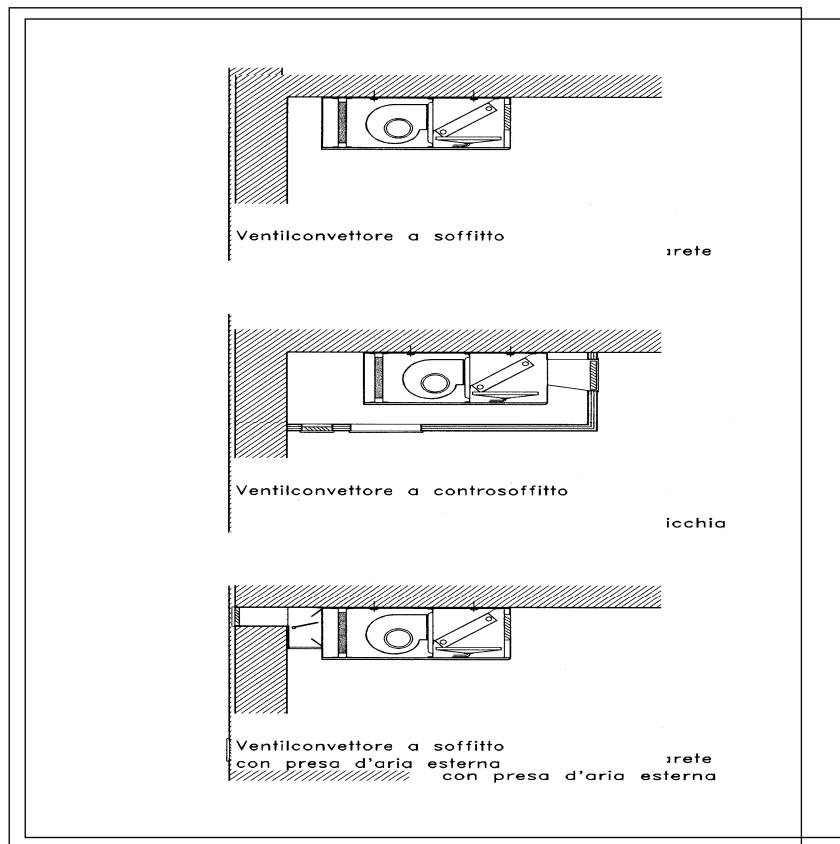
- sulla manda (il ventilatore invia aria alla batteria),
- sull'aspirazione (il ventilatore aspira aria dalla batteria);

in relazione alle caratteristiche del flusso d'aria:

- a percorso libero,
- a percorso canalizzato;

in base al numero di batterie:

- a batteria singola (in impianti a 2 tubi),
- a doppia batteria (in impianti a 4 tubi, cioè in impianti in cui circola contemporaneamente sia il fluido caldo che il fluido freddo).



INSTALLAZIONE DEI VENTILCONVETTORI

E' consigliabile installare i ventilconvettori sotto finestra o lungo le pareti esterne

perché in tal modo:

si possono contrastare meglio le correnti d'aria fredda che si formano in corrispondenza di tali superfici;
si evita o si riduce, nell'intorno del corpo scaldante, l'eventuale formazione di condensa superficiale interna.

SCELTA DEI VENTILCONVETTORI

Una corretta scelta di questi corpi scaldanti, richiede l'esame dei seguenti fattori:
potenza termica e portata d'aria dei ventilconvettori,
temperatura di uscita dell'aria,
livello sonoro.

POTENZA TERMICA E PORTATA D'ARIA DEI VENTILCONVETTORI

In locali medio-grandi è consigliabile suddividere la potenza termica richiesta su più ventilconvettori. Potenze termiche troppo concentrate possono, infatti, determinare temperature interne non uniformi.

Per garantire una buona distribuzione del calore è bene, inoltre, che la portata d'aria dei ventilconvettori non sia inferiore a 3,5 volte il volume del locale da riscaldare.

TEMPERATURA DELL'ARIA IN USCITA DAI VENTILCONVETTORI IN FASE DI RISCALDAMENTO

E' conveniente che, in fase di riscaldamento, la temperatura dell'aria in uscita dai ventilconvettori sia compresa tra 35 e 50°C.

Tali valori consentono di raggiungere un buon compromesso fra due esigenze diverse:
evitare che le correnti d'aria, generate dai ventilconvettori stessi, possano provocare sensazioni di freddo,
impedire il formarsi di una forte stratificazione dell'aria.

Soltamente la temperatura dell'aria in uscita dai ventilconvettori è riportata sulle specifiche tecniche del costruttore. In caso contrario può essere calcolata mediante le seguenti formule:

(1)

$$\tau_{au} = t_{ae} + \frac{(273 + t_{ae}) \cdot Q}{84,6 \cdot G}$$

(2)

$$\tau_{au} = t_{ae} + \frac{(273 + t_{ae}) \cdot Q}{84,6 \cdot G - Q}$$

dove: τ_{au} = temperatura dell'aria in uscita dal ventilconvettore, °C t_{ae} = temperatura dell'aria in entrata dal ventilconvettore, °C Q = potenza termica resa nelle condizioni considerate, kcal/h G = portata d'aria riferita a 20°C, m^3/h

La formula (1) vale per ventilconvettori con ventilatore sulla mandata, cioè con ventilatore che invia aria alla batteria.

La formula (2), invece, vale per ventilconvettori con ventilatore sull'aspirazione, cioè con ventilatore che aspira aria dalla batteria.

La temperatura dell'aria in entrata nel ventilconvettore (t_{ae}) si considera:

uguale alla temperatura ambiente, quando si ha un ricircolo totale dell'aria interna;

uguale alla temperatura esterna, quando tutta l'aria che passa attraverso il ventilconvettore è derivata dall'esterno;

uguale alla temperatura dell'aria di miscela, quando l'aria che passa attraverso il ventilconvettore è in parte presa dall'interno e in parte dall'esterno.

LIVELLO SONORO AMMISSIBILE

Il rumore prodotto dai ventilconvettori - di norma riportato sulle relative specifiche tecniche - non deve superare il livello sonoro ammissibile nell'ambiente. Tale valore dipende essenzialmente dalla destinazione d'uso dei locali e può essere stabilito in base ai valori consigliati dalla letteratura tecnica.

Nella tabella 1 della voce AEROTERMI sono riportati i livelli sonori normalmente accettabili in ambienti ad uso civile e industriale.

Misure atte a determinare la rumorosità in opera dei ventilconvettori possono essere condotte secondo le prescrizioni della norma:

UNI 8199 - misura in opera e valutazione del rumore prodotto negli ambienti dagli impianti di riscaldamento,

condizionamento e ventilazione.

Nota:

In genere i ventilconvettori sono dotati di ventilatori a tre velocità e risulta conveniente effettuare la loro scelta in base alla velocità media. Si può così ottenere un contenuto livello sonoro in condizioni normali e una rapida messa a regime con la massima velocità di rotazione.

MANUTENZIONE DEI VENTILCONVETTORI

Una corretta manutenzione dei ventilconvettori richiede le seguenti operazioni e verifiche:

pulire i filtri, mediamente ogni mese, con un aspirapolvere o utilizzando detersivi neutri;

sostituire i filtri almeno una volta all'anno;

pulire le batterie con spazzola morbida o con getti d'aria compressa. La frequenza di queste operazioni dipende dal grado di pulizia dell'ambiente e dall'efficienza dei filtri;

pulire la bacinella di raccolta condensa, ad ogni inizio della stagione estiva, rimuovendo eventuali occlusioni nella zona di drenaggio.

LIVELLO SONORO AMMISSIBILE

Il rumore prodotto dai ventilconvettori - di norma riportato sulle relative specifiche tecniche - non deve superare il livello sonoro ammissibile nell'ambiente. Tale valore dipende essenzialmente dalla destinazione d'uso dei locali e può essere stabilito in base ai valori consigliati dalla letteratura tecnica.

Nella tabella 1 della voce AEROTERMI sono riportati i livelli sonori normalmente accettabili in ambienti ad uso civile e industriale.

Misure atte a determinare la rumorosità in opera dei ventilconvettori possono essere condotte secondo le prescrizioni della norma:

UNI 8199 - misura in opera e valutazione del rumore prodotto negli ambienti dagli impianti di riscaldamento, condizionamento e ventilazione.

Nota:

In genere i ventilconvettori sono dotati di ventilatori a tre velocità e risulta conveniente effettuare la loro scelta in base alla velocità media. Si può così ottenere un contenuto livello sonoro in condizioni normali e una rapida messa a regime con la massima velocità di rotazione.

MANUTENZIONE DEI VENTILCONVETTORI

Una corretta manutenzione dei ventilconvettori richiede le seguenti operazioni e verifiche:

pulire i filtri, mediamente ogni mese, con un aspirapolvere o utilizzando detersivi neutri;

sostituire i filtri almeno una volta all'anno;

pulire le batterie con spazzola morbida o con getti d'aria compressa. La frequenza di queste operazioni dipende dal grado di pulizia dell'ambiente e dall'efficienza dei filtri;

pulire la bacinella di raccolta condensa, ad ogni inizio della stagione estiva, rimuovendo eventuali occlusioni nella zona di drenaggio.

POTENZA TERMICA NOMINALE DI UN VENTILCONVETTORE IN FASE DI RISCALDAMENTO

E' la potenza termica ceduta da un ventilconvettore all'ambiente esterno nelle condizioni di prova.

Tali condizioni - con riferimento alla norma UNI 7940 (Ventilconvettori - condizioni di prova e caratteristiche) - possono essere così riassunte:

- apparecchiature e strumentazione di misura: come richiesto dalla norma sopra richiamata;
- temperature dei fluidi (riferite a tre condizioni di prova):
 $t_e = 50, 60, 70^\circ\text{C}$, temperature di entrata del fluido scaldante,
 $t_u = 40, 50, 60^\circ\text{C}$, temperature di uscita del fluido scaldante,
 $t_{ae} = 20^\circ\text{C}$, temperatura dell'aria in entrata nel ventilconvettore;
- velocità di rotazione del ventilatore: massima prevista;
- differenza di pressione statica tra l'entrata e l'uscita dell'aria dal ventilconvettore: nulla;
- pressione atmosferica di prova: uguale alla pressione atmosferica esistente a livello del mare (101,3 kPa).

TEMPERATURA DI PROGETTO DEL FLUIDO SCALDANTE

Di norma è conveniente che questa temperatura sia compresa fra 50 e 75°C.

In ogni caso - per evitare correnti fredde e una forte stratificazione dell'aria - la temperatura di progetto del fluido scaldante deve essere tale da consentire il rispetto dei limiti definiti al capitolo TEMPERATURA DELL'ARIA IN USCITA DAI VENTILCONVETTORI IN FASE DI RISCALDAMENTO.

POTENZA TERMICA EFFETTIVA DI UN VENTILCONVETTORE IN FASE DI RISCALDAMENTO

E' la potenza termica ceduta da un ventilconvettore all'ambiente esterno nelle effettive condizioni di utilizzo. Il suo valore può essere calcolato con la formula:

(3)

$$Q_{\text{eff}} = Q_{\text{nom}} \cdot F$$

dove: Q_{eff} = potenza termica effettiva, W o kcal/h

Q_{nom} = potenza termica nominale, W o kcal/h

F = fattore correttivo globale, adimensionale

Il fattore correttivo globale F può essere espresso con la seguente funzione:

(4)

$$F = F [t_m, t_{ae}, v_r, h, v]$$

dove: t_m = temperatura media del fluido scaldante, °C

t_{ae} = temperatura dell'aria in entrata nel ventilconvettore, °C

v_r = velocità di rotazione del ventilatore, giri/min

h = altezza sul livello del mare, m

v = velocità del fluido scaldante, m/s.

La determinazione analitica di questa funzione è molto complessa. In pratica il suo valore è determinabile solo sperimentalmente.

Soltamente i costruttori:

- forniscono il valore di F (oppure riportano direttamente la potenza termica effettiva dei ventilconvettori) in funzione delle variabili:
 - t_m , temperatura media del fluido scaldante;
 - t_{ae} , temperatura dell'aria in entrata nel ventilconvettore;
 - v_r , velocità di rotazione del ventilatore.

- considerano trascurabile l'effetto correttivo dovuto al variare dell'altitudine;
- indicano la portata minima necessaria per poter ritenere nullo l'effetto correttivo connesso alla velocità del fluido scaldante.

POTENZA TERMICA NOMINALE DI UN VENTILCONVETTORE IN FASE DI RAFFREDDAMENTO

E' la potenza termica sottratta da un ventilconvettore all'ambiente esterno nelle condizioni di prova.

Tali condizioni - con riferimento alla norma UNI 7940 (Ventilconvettori - condizioni di prova e caratteristiche) - possono essere così riassunte:

apparecchiature e strumentazione di misura: come richiesto dalla norma sopra richiamata;

temperature dei fluidi:

t_e = 7°C, temperatura di entrata del fluido di raffreddamento,

t_u = 12°C, temperatura di uscita del fluido di raffreddamento,

t_{ae} (s) = 27°C, temperatura al bulbo secco dell'aria in entrata nel ventilconvettore,

t_{ae} (u) = 19°C, temperatura al bulbo umido dell'aria in entrata nel ventilconvettore;

velocità di rotazione del ventilatore: massima prevista;

differenza di pressione statica tra l'entrata e l'uscita dell'aria dal ventilconvettore: nulla;

pressione atmosferica di prova: uguale alla pressione atmosferica esistente a livello del mare (101,3 kPa).

TEMPERATURA DI PROGETTO DEL FLUIDO DI RAFFREDDAMENTO

La scelta di questa temperatura - normalmente compresa fra 7 e 15°C - dipende essenzialmente dalla quantità di vapore acqueo che si intende sottrarre all'aria che passa attraverso i ventilconvettori.

POTENZA TERMICA EFFETTIVA DI UN VENTILCONVETTORE IN FASE DI RAFFREDDAMENTO

E' il calore (sensibile e latente) sottratto da un ventilconvettore all'ambiente esterno nelle effettive condizioni di utilizzo. Il suo valore può essere calcolato con la formula:

(5)

$$Q_{\text{eff}} = Q_{\text{nom}} \cdot F$$

dove: Q_{eff} = potenza termica effettiva, W o kcal/h

Q_{nom} = potenza termica nominale, W o kcal/h

F = fattore correttivo globale, adimensionale

Il fattore correttivo globale F può essere espresso con la seguente funzione:

(6)

$$F = F [t_m, t_{ae}(u), v_r, h, v]$$

dove: t_m = temperatura media del fluido di raffreddamento, °C

$t_{ae}(u)$ = temperatura al bulbo umido dell'aria in entrata nel ventilconvettore, °C

v_r = velocità di rotazione del ventilatore, giri/min

h = altezza sul livello del mare, m

v = velocità del fluido di raffreddamento, m/s.

La determinazione analitica di questa funzione è molto complessa. In pratica il suo valore è determinabile solo sperimentalmente.

Soltamente i costruttori:

forniscono il valore di F (oppure riportano direttamente la potenza termica effettiva dei ventilconvettori) in funzione delle variabili:

t_m , temperatura media del fluido di raffreddamento;

$t_{ae}(u)$, temperatura al bulbo umido dell'aria in entrata nel ventilconvettore;

v_r , velocità di rotazione del ventilatore.

considerano trascurabile l'effetto correttivo dovuto al variare dell'altitudine;

indicano la portata minima necessaria per poter ritenere nullo l'effetto correttivo connesso alla velocità del fluido di raffreddamento;

riportano sia il calore effettivo sensibile, sia il calore effettivo latente sottratti all'ambiente in funzione delle variabili:

t_m , temperatura media del fluido di raffreddamento;

$t_{ae}(s)$, temperatura al bulbo secco dell'aria in entrata nel ventilconvettore;

$t_{ae}(u)$, temperatura al bulbo umido dell'aria in entrata nel ventilconvettore.

4.5 RADIATORI

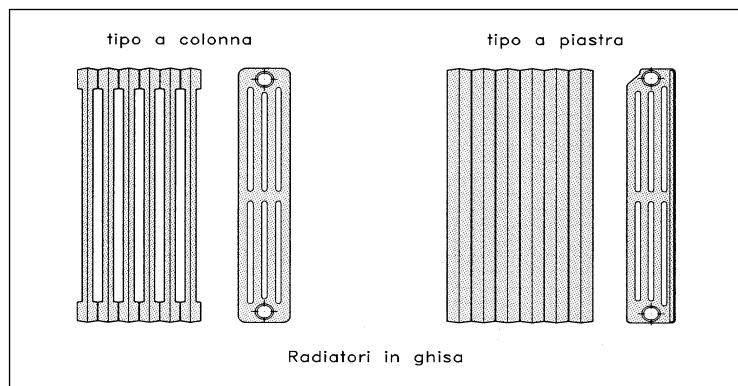
I radiatori sono corpi scaldanti (ad elementi, a piastra, a tubi o a lamelle) che cedono calore per convezione naturale ed irraggiamento.

CLASSIFICAZIONE

In base al materiale con cui sono costruiti, i radiatori possono essere suddivisi nei tipi: in ghisa, in acciaio e in alluminio (puro o in lega).

RADIATORI IN GHISA

Sono costituiti da elementi realizzati per fusione e assemblati con nipples. Al tradizionale modello a colonne si è aggiunto, negli anni Settanta, il modello a piastre che presenta anteriormente un'ampia superficie radiante e posteriormente una sezione atta a limitare lo scambio termico passivo con le pareti.

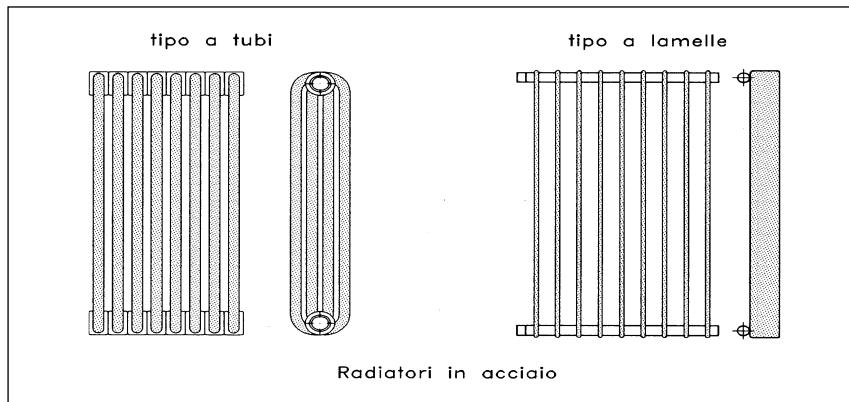
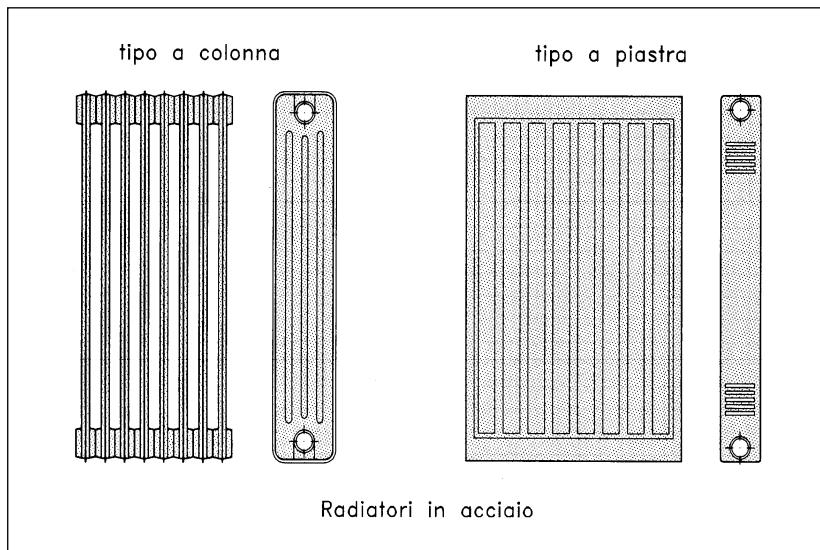


Aspetti positivi dei radiatori in ghisa:
non temono fenomeni corrosivi;
dilatandosi non causano rumori;
sono sempre componibili.

Aspetti negativi:
maggior costo, soprattutto rispetto ai radiatori in acciaio a piastra e a colonne;
elevato peso che rende meno agevole il montaggio del corposcaldante;
fragilità che può esser causa di rotture in fase di montaggio;
elevata inerzia termica che può rendere meno efficienti i sistemi di regolazione della temperatura ambiente.

RADIATORI IN ACCIAIO

Sono realizzati mediante saldatura di lamiere stampate o di tubi. Possono essere a piastra, a colonne, a tubi o a lamelle.



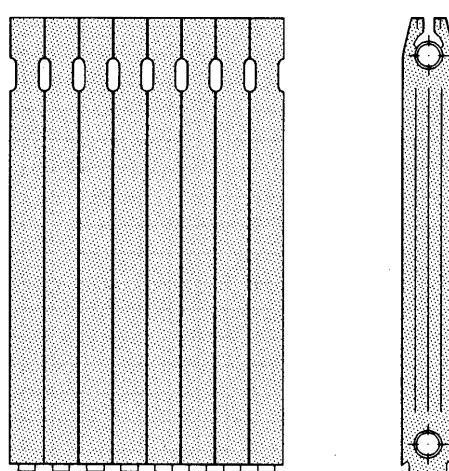
Aspetti positivi dei radiatori in acciaio:
costo contenuto. Nei tipi a piastra e a colonne sono i radiatori più economici;
limitato peso. A parità di resa termica pesano circa il 65-70% in meno dei radiatori in ghisa;
facile inserimento ambientale. La vasta gamma di tipi e di forme geometriche disponibili consente soluzioni estetiche facilmente integrabili nell'ambiente;
bassa inerzia termica nei tipi a piastra.

Aspetti negativi:
elevata inerzia termica nei tipi a colonne e a tubi (cioè nei tipi che contengono molta acqua). Tale caratteristica può rendere meno efficienti i sistemi di regolazione della temperatura ambiente;
non sono componibili nei tipi a piastra, a lamelle e a colonne con elementi saldati;

possibili fenomeni di corrosione. Senza adeguati rivestimenti superficiali questi radiatori sono facilmente esposti a corrosione esterna.

RADIATORI IN ALLUMINIO

Sono costituiti da elementi realizzati per estrusione o pressofusione e assemblati con nipples.



Radiatore in alluminio

Aspetti positivi dei radiatori in alluminio:

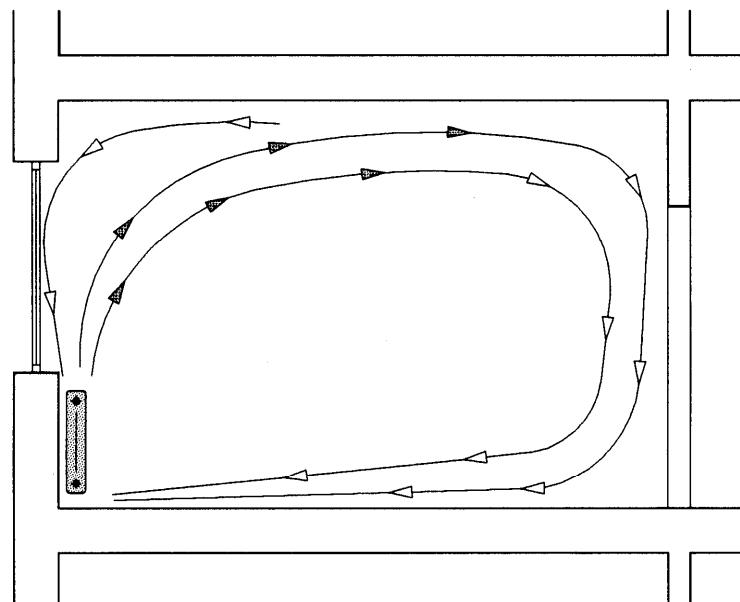
costo relativamente contenuto. Costano sensibilmente meno dei radiatori in ghisa;
leggerezza. A parità di resa termica pesano circa il 70 ÷ 75% in meno dei radiatori in ghisa;
sono sempre componibili;
limitata inerzia termica.

Aspetti negativi:

possibili fenomeni di corrosione interna. La presenza di alcali forti nell'acqua favorisce fenomeni di corrosione dell'alluminio. Per questo è opportuno evitare addolcimenti troppo spinti ed eventualmente ricorrere ad inibitori chimici.

INSTALLAZIONE DEI RADIATORI

E' consigliabile installare i radiatori sotto finestra o lungo le pareti esterne perché in tal modo:
si possono contrastare meglio le correnti d'aria fredda che si formano in corrispondenza di tali superfici;
si migliorano le condizioni di benessere fisiologico limitando l'irraggiamento del corpo umano verso le zone fredde;
si evita o si riduce, nell'intorno del corpo scaldante, l'eventuale formazione di condensa superficiale interna.



Esempio di moti convettivi determinati da un radiatore

Per la corretta installazione dei radiatori si devono assicurare le seguenti distanze:

distanza dal pavimento = 10 ÷ 12 cm;

distanza dalla parete = 4 ÷ 5 cm;

per sporgenze al di sopra o a fianco del radiatore (mensole, nicchie, ripiani, ecc..)

è consigliabile garantire "distanze di rispetto" non inferiori a 10 cm.

POTENZA TERMICA NOMINALE DI UN RADIATORE

E' la potenza termica scambiata da un radiatore (o da un suo elemento) con l'ambiente esterno nelle condizioni di prova.

Tali condizioni - con riferimento alla norma UNI 6514 (Corpi scaldanti alimentati ad acqua e vapore - prova termica) - possono essere così riassunte:

apparecchiature e strumentazione di misura: come richiesto dalla norma sopra richiamata;

temperature dei fluidi:

$t_e = 85^\circ\text{C}$, temperatura di entrata del fluido scaldante ,

$t_u = 75^\circ\text{C}$, temperatura di uscita del fluido scaldante;

$t_a = 20^\circ\text{C}$, temperatura dell'aria;

installazione del corpo scaldante:

distanza dalla parete = 5 cm,

distanza dal pavimento = 10 ÷ 12 cm;

alimentazione del corpo scaldante: entrata in alto e uscita in basso;

pressione atmosferica di prova: uguale alla pressione atmosferica esistente a livello del mare (101,3 kPa).

TEMPERATURA DI PROGETTO DEL FLUIDO SCALDANTE

Normalmente conviene che i valori di questa temperatura siano compresi fra

65 e 75°C . Non sono consigliabili temperature più elevate in quanto possono:

attivare forti moti convettivi e quindi contribuire al formarsi di zone con aria più calda a soffitto e più fredda al pavimento; determinare una sensibile "cottura" del pulviscolo atmosferico e quindi causare irritazioni all'apparato respiratorio, nonché l'annerimento delle pareti dietro e sopra i corpi scaldanti.

D'altra parte, temperature di progetto troppo basse fanno aumentare notevolmente il costo dell'impianto e l'ingombro dei radiatori.

POTENZA TERMICA EFFETTIVA DI UN RADIATORE

E' la potenza termica scambiata da un radiatore (o da un suo elemento) con l'ambiente esterno nelle effettive condizioni di utilizzo. Il suo valore può essere calcolato con la formula:

(1)

$$Q_{\text{eff}} = Q_{\text{nom}} \cdot F$$

dove: Q_{eff} = potenza termica effettiva, W o kcal/h

Q_{nom} = potenza termica nominale, W o kcal/h

F = fattore correttivo globale, adimensionale

Il fattore correttivo globale F è determinabile con la relazione:

(2)

$$F = F_t \cdot F_{al} \cdot F_{pr} \cdot F_{at} \cdot F_{vr}$$

dove: F_t = fattore correttivo per la diversa temperatura dei fluidi

F_{al} = fattore correttivo per effetto dell'altitudine

F_{pr} = fattore correttivo per protezione del radiatore

F_{at} = fattore correttivo in relazione agli attacchi del radiatore

F_{vr} = fattore correttivo per effetto della verniciatura

Tali fattori correttivi sono di seguito determinati in base alle condizioni di prova sopra definite. Inoltre, per la determinazione del fattore F_t , si considera valida la formula:

(3)

$$Q' = B \cdot (t_m - t_a)^{1,3}$$

dove: Q' = potenza termica del radiatore, W o kcal/h

B = costante caratteristica del radiatore, $W/C^{1,3}$ o $kcal/(h \cdot C^{1,3})$

t_m = temperatura media del fluido scaldante, $^{\circ}C$

t_a = temperatura ambiente, $^{\circ}C$

Nota:

La formula (3) è da ritenersi valida (con buona approssimazione) per temperature medie del fluido scaldante variabili da 40 a 100 $^{\circ}C$.

FATTORE CORRETTIVO PER LA DIVERSA TEMPERATURA DEI FLUIDI

E' il fattore che serve a determinare la potenza termica di un radiatore quando la temperatura ambiente (t_a) e la temperatura media del fluido scaldante (t_m) sono diverse da quelle di prova. Per definizione il suo valore è dato dal rapporto:

Q'_{eff}

$F_t = \frac{Q'_{\text{eff}}}{Q'_{\text{nom}}}$

Q'_{nom}

Mediante la formula (3) Q'_{eff} e Q'_{nom} possono essere così espressi:

$$Q'_{\text{eff}} = B \cdot (t_m - t_a)^{1,3}$$

$$Q'_{\text{nom}} = B \cdot (t_m - t_a)^{1,3} = B \cdot (80 - 20)^{1,3}$$

$$F_t = \frac{Q'_{\text{eff}}}{Q'_{\text{nom}}} = \frac{B \cdot (t_m - t_a)^{1,3}}{B \cdot (80 - 20)^{1,3}}$$

Si ottiene pertanto:

Semplificando opportunamente i termini di tale uguaglianza risulta:

(8)

$$F_t = \left(\frac{t_m - t_a}{60} \right)^{1,3}$$

I valori del fattore F_t - ricavati dalla formula (8) - sono riportati nella tabella 1.

Può essere utile esprimere F_t anche nei casi in cui varia solo la temperatura media (t_m) del fluido scaldante, oppure solo la temperatura (t_a) dell'aria ambiente.

A tal fine, sostituendo nella (8) prima t_a e poi t_m con i relativi valori di prova, è possibile ottenere le formule:

(8.1) valida per t_m variabile e $t_a = 20^\circ\text{C}$ (temperatura di prova)

(8.2) valida per t_a variabile e $t_m = 80^\circ\text{C}$ (temperatura di prova).

$$(8.1) \quad F_t(t_a = 20^\circ\text{C}) = \left(\frac{t_m - 20}{60} \right)^{1,3}$$

$$(8.2) \quad F_t(t_m = 80^\circ\text{C}) = \left(\frac{80 - t_a}{t_a} \right)^{1,3}$$

Nota:

Per la prova termica dei radiatori è attualmente in via di approvazione una norma europea che prevede una temperatura media del fluido scaldante uguale a 70°C .

In base a tale condizione di prova, il valore del fattore correttivo F_t - determinabile con un procedimento analogo a quello adottato per la UNI 6514 - risulta:

$$(9) \quad F_t = \left(\frac{t_m - t_a}{50} \right)^{1,3}$$

I valori del fattore F_t - ricavati dalla formula (9) - sono riportati nella tabella 2.

Può essere utile esprimere F_t anche nei casi in cui varia solo la temperatura media (t_m) del fluido scaldante, oppure solo la temperatura (t_a) dell'aria ambiente.

A tal fine, sostituendo nella (8) prima t_a e poi t_m con i relativi valori di prova, è possibile ottenere le formule:

(8.1) valida per t_m variabile e $t_a = 20^\circ\text{C}$ (temperatura di prova)

(8.2) valida per t_a variabile e $t_m = 80^\circ\text{C}$ (temperatura di prova).

$$(8.1) \quad F_t(t_a = 20^\circ\text{C}) = \left(\frac{t_m - 20}{60} \right)^{1,3}$$

$$(8.2) \quad F_t(t_m = 80^\circ\text{C}) = \left(\frac{80 - t_a}{t_a} \right)^{1,3}$$

Nota:

Per la prova termica dei radiatori è attualmente in via di approvazione una norma europea che prevede una temperatura media del fluido scaldante uguale a 70°C .

In base a tale condizione di prova, il valore del fattore correttivo F_t - determinabile con un procedimento analogo a quello adottato per la UNI 6514 - risulta:

(9)

$$F_t = \left(\frac{t_m - t_a}{50} \right)^{1,3}$$

I valori del fattore F_t - ricavati dalla formula (9) - sono riportati nella tabella 2.

TAB. 1 - FATTORE CORRETTIVO F_t PER RADIATORI

condizioni di misura della potenza termica nominale
 $t_m = 80^\circ\text{C}$ e $t_a = 20^\circ\text{C}$

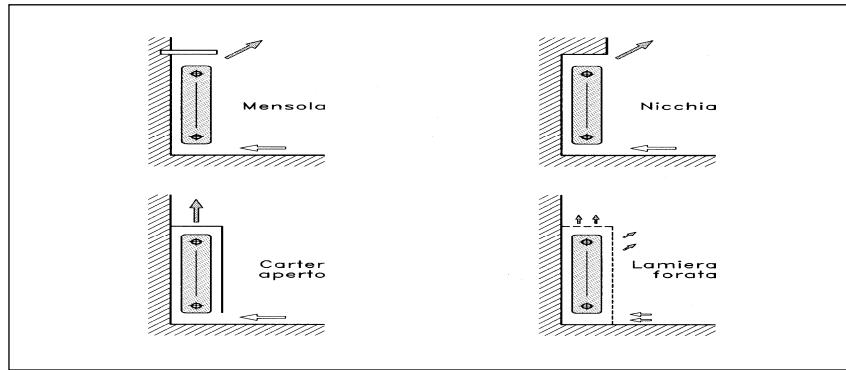
temperatura media del fluido scaldante	temperatura dell'aria									
	10°C	12°C	14°C	16°C	18°C	20°C	22°C	24°C	26°C	
40°C	0,41	0,37	0,34	0,30	0,27	0,24	0,21	0,18	0,15	
42°C	0,44	0,41	0,37	0,34	0,30	0,27	0,24	0,21	0,18	
44°C	0,48	0,44	0,41	0,37	0,34	0,30	0,27	0,24	0,21	
46°C	0,51	0,48	0,44	0,41	0,37	0,34	0,30	0,27	0,24	
48°C	0,55	0,51	0,48	0,44	0,41	0,37	0,34	0,30	0,27	
50°C	0,59	0,55	0,51	0,48	0,44	0,41	0,37	0,34	0,30	
52°C	0,63	0,59	0,55	0,51	0,48	0,44	0,41	0,37	0,34	
54°C	0,67	0,63	0,59	0,55	0,51	0,48	0,44	0,41	0,37	
56°C	0,71	0,67	0,63	0,59	0,55	0,51	0,48	0,44	0,41	
58°C	0,75	0,71	0,67	0,63	0,59	0,55	0,51	0,48	0,44	
60°C	0,79	0,75	0,71	0,67	0,63	0,59	0,55	0,51	0,48	
62°C	0,83	0,79	0,75	0,71	0,67	0,63	0,59	0,55	0,51	
64°C	0,87	0,83	0,79	0,75	0,71	0,67	0,63	0,59	0,55	
66°C	0,91	0,87	0,83	0,79	0,75	0,71	0,67	0,63	0,59	
68°C	0,96	0,91	0,87	0,83	0,79	0,75	0,71	0,67	0,63	
70°C	1,00	0,96	0,91	0,87	0,83	0,79	0,75	0,71	0,67	
72°C	1,04	1,00	0,96	0,91	0,87	0,83	0,79	0,75	0,71	
74°C	1,09	1,04	1,00	0,96	0,91	0,87	0,83	0,79	0,75	
76°C	1,13	1,09	1,04	1,00	0,96	0,91	0,87	0,83	0,79	
78°C	1,18	1,13	1,09	1,04	1,00	0,96	0,91	0,87	0,83	
80°C	1,22	1,18	1,13	1,09	1,04	1,00	0,96	0,91	0,87	
82°C	1,27	1,22	1,18	1,13	1,09	1,04	1,00	0,96	0,91	
84°C	1,31	1,27	1,22	1,18	1,13	1,09	1,04	1,00	0,96	
86°C	1,36	1,31	1,27	1,22	1,18	1,13	1,09	1,04	1,00	
88°C	1,41	1,36	1,31	1,27	1,22	1,18	1,13	1,09	1,04	
90°C	1,45	1,41	1,36	1,31	1,27	1,22	1,18	1,13	1,09	
92°C	1,50	1,45	1,41	1,36	1,31	1,27	1,22	1,18	1,13	
94°C	1,55	1,50	1,45	1,41	1,36	1,31	1,27	1,22	1,18	
96°C	1,60	1,55	1,50	1,45	1,41	1,36	1,31	1,27	1,22	

98°C	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,41	1,36	1,31	1,27
100°C	1,69	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,41	1,36	1,31

TAB. 2 - FATTORE CORRETTIVO F_t PER RADIATORI

condizioni di misura della potenza termica nominale
 $t_m = 70^\circ\text{C}$ e $t_a = 20^\circ\text{C}$

temperatura media del fluido scaldante	temperatura dell'aria								
	10°C	12°C	14°C	16°C	18°C	20°C	22°C	24°C	26°C
40°C	0,51	0,47	0,43	0,39	0,34	0,30	0,26	0,23	0,19
42°C	0,56	0,51	0,47	0,43	0,39	0,34	0,30	0,26	0,23
44°C	0,61	0,56	0,51	0,47	0,43	0,39	0,34	0,30	0,26
46°C	0,65	0,61	0,56	0,51	0,47	0,43	0,39	0,34	0,30
48°C	0,70	0,65	0,61	0,56	0,51	0,47	0,43	0,39	0,34
50°C	0,75	0,70	0,65	0,61	0,56	0,51	0,47	0,43	0,39
52°C	0,80	0,75	0,70	0,65	0,61	0,56	0,51	0,47	0,43
54°C	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,61	0,56	0,51	0,47
56°C	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,61	0,56	0,51
58°C	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,61	0,56
60°C	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65	0,61
62°C	1,05	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65
64°C	1,11	1,05	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70
66°C	1,16	1,11	1,05	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75
68°C	1,21	1,16	1,11	1,05	1,00	0,95	0,90	0,85	0,80
70°C	1,27	1,21	1,16	1,11	1,05	1,00	0,95	0,90	0,85
72°C	1,32	1,27	1,21	1,16	1,11	1,05	1,00	0,95	0,90
74°C	1,38	1,32	1,27	1,21	1,16	1,11	1,05	1,00	0,95
76°C	1,43	1,38	1,32	1,27	1,21	1,16	1,11	1,05	1,00
78°C	1,49	1,43	1,38	1,32	1,27	1,21	1,16	1,11	1,05
80°C	1,55	1,49	1,43	1,38	1,32	1,27	1,21	1,16	1,11
82°C	1,61	1,55	1,49	1,43	1,38	1,32	1,27	1,21	1,16
84°C	1,66	1,61	1,55	1,49	1,43	1,38	1,32	1,27	1,21
86°C	1,72	1,66	1,61	1,55	1,49	1,43	1,38	1,32	1,27
88°C	1,78	1,72	1,66	1,61	1,55	1,49	1,43	1,38	1,32
90°C	1,84	1,78	1,72	1,66	1,61	1,55	1,49	1,43	1,38
92°C	1,90	1,84	1,78	1,72	1,66	1,61	1,55	1,49	1,43
94°C	1,96	1,90	1,84	1,78	1,72	1,66	1,61	1,55	1,49
96°C	2,02	1,96	1,90	1,84	1,78	1,72	1,66	1,61	1,55
98°C	2,09	2,02	1,96	1,90	1,84	1,78	1,72	1,66	1,61
100°C	2,15	2,09	2,02	1,96	1,90	1,84	1,78	1,72	1,66



FATTORE CORRETTIVO PER EFFETTO DELL'ALTITUDINE

E' il fattore che serve a determinare la potenza termica di un radiatore quando non viene installato a livello del mare. Tien conto del fatto che la densità dell'aria, e quindi la sua capacità di trasportare calore, diminuisce man mano che cresce l'altitudine. Tale fattore può essere calcolato con la seguente formula:

(10)

$$F_{al} = \frac{P_o}{1,3 \cdot P_o - 0,3 \cdot P}$$

dove: P_o = pressione atmosferica a livello del mare, kPa
 P = pressione atmosferica del luogo di installazione, kPa

Il valore di P_o è uguale a 101,3 kPa, mentre il valore di P può essere calcolato con la relazione:

(11)

$$P = 101,3 - 0,0113 \cdot H$$

dove: H = altezza sul livello del mare, m

I valori del fattore F_{al} - ricavati dalla formula (10) - sono riportati nella tabella 3.

TAB. 3 - FATTORE CORRETTIVO F_{al} PER RADIATORI

altitudine	pressione atmosferica	F_{al}
750 m	92,8 kPa	0,98
1.000 m	90,0 kPa	0,97
1.250 m	87,2 kPa	0,96
1.500 m	84,4 kPa	0,95
1.750 m	81,5 kPa	0,94

FATTORE CORRETTIVO PER PROTEZIONE DEL RADIATORE

E' il fattore che serve a determinare la potenza termica di un radiatore installato in nicchia, sotto mensola o con mobiletto. Il suo valore tien conto del fatto che simili protezioni limitano, e talvolta anche in modo molto rilevante, gli scambi termici fra radiatore e ambiente circostante.

Mediamente si possono ritenere validi i seguenti valori:

$F_{pr} = 0,95 \div 0,97$ per installazione con mensola.

$F_{pr} = 0,92 \div 0,94$ per installazione in nicchia.

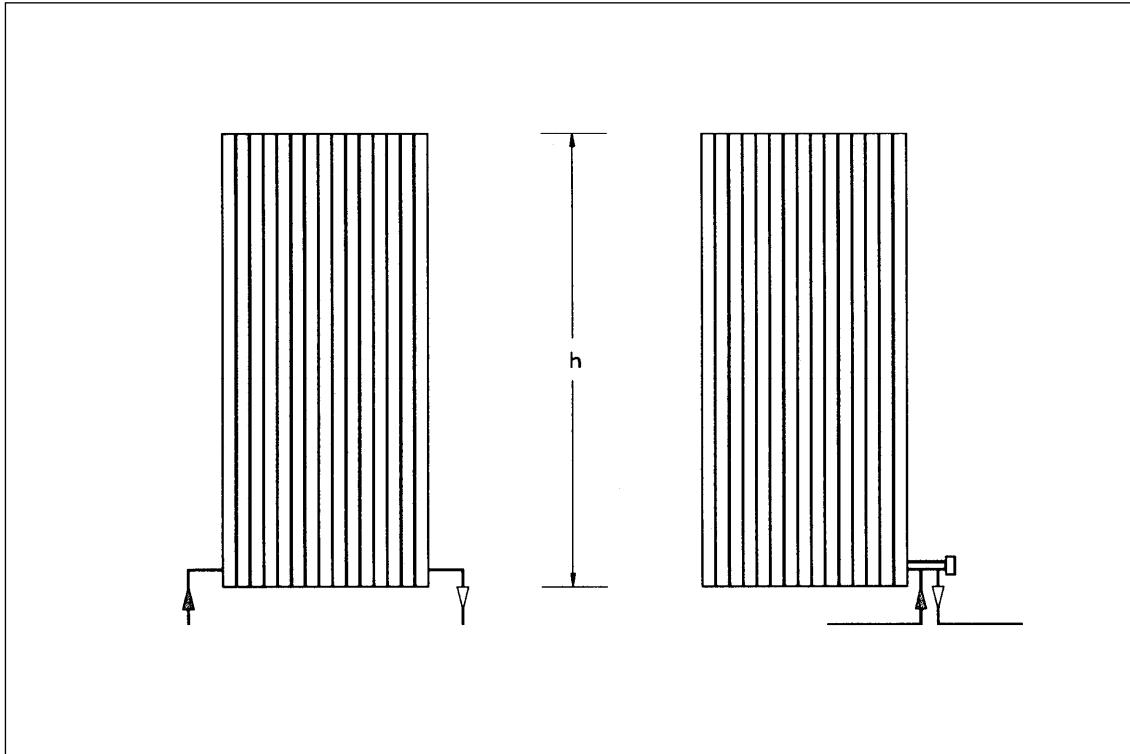
$F_{pr} = 0,75 \div 0,85$ per installazione con lamiera forata.

$F_{pr} = 0,95 \div 1,00$ per installazione con carter aperto.

FATTORE CORRETTIVO IN RELAZIONE AGLI ATTACCHI DEL RADIATORE

E' il fattore che serve a determinare la potenza termica di un radiatore non alimentato secondo le condizioni di prova: non alimentato, cioè, con l'entrata in alto e l'uscita in basso sul lato opposto.

Praticamente il suo valore si considera solo nel caso di radiatori con entrambi gli attacchi bassi.



Mediamente il fattore F_{at} - sia per attacchi bassi posti sullo stesso lato, sia per attacchi contrapposti - può assumere i seguenti valori:

$F_{at} = 1,00$ per h inferiore a 1,20 m.

$F_{at} = 0,97 \div 0,95$ per h compreso fra 1,20 e 1,80 m. $F_{at} = 0,95 \div 0,90$ per h superiore a 1,80 m.

FATTORE CORRETTIVO PER EFFETTO DELLA VERNICIATURA

E' il fattore che serve a determinare la potenza termica di un radiatore quando (dopo la prova di resa nominale) viene verniciato. Il suo valore tien conto del fatto che le vernici possono ridurre sensibilmente l'energia termica emessa per irraggiamento.

Mediamente si possono ritenere validi i seguenti valori:

$F_{vr} = 1,00$ per vernici ad olio

$F_{vr} = 0,85 \div 0,90$ per vernici a base di alluminio o di bronzo.

5. IMPIANTO IDRICO SANITARIO

L'impianto idraulico di distribuzione dell'acqua fredda e calda è stato progettato in base ai criteri indicati dal progetto norma EN806.

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° 10 8 9 maggio 1985) ed alle indicazioni dell'Appendice A delle Norme UNI 9182 sopra citate.

5.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nella progettazione esecutiva e nella realizzazione degli impianti idrico-sanitari 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 destinate al consumo umano – Parte 1 : Generalità ";

NORME EN-UNI 806.2 "Specifiche relative agli impianti all'interno degli edifici per il convogliamento di acque destinate al consumo umano – Parte 2 : Progettazione ";

NORME EN-UNI 806.3 "Specifiche relative agli impianti all'interno degli edifici per il convogliamento di acque destinate 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 rifiusso 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.

5.2 CARATTERISTICHE DELL'IMPIANTO

La rete idraulica di distribuzione principale acqua fredda deriverà dal punto di fornitura esistente dalla centrale termica, sarà realizzata con tubazioni in cavedio, incassate sotto traccia o in controsoffitto in multistrato, 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 a pavimento e/o in controsoffitto ed alimentano i boiler elettrici installati puntualmente in ogni servizio igienico, la distribuzione interna ai servizi igienici sarà del tipo a collettore.

Tutte le tubazioni 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.

La rete interna di raccolta delle acque fecali, quella che nei diversi servizi igienici provvederà alla raccolta delle acque fecali, fino all'immissione nelle reti esterne, sarà realizzata con tubazioni in materiale plastico in polietilene alta densità (PE-HD) a saldare.

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

5.3 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO IMPIANTO IDRICO SANITARIO DI CARICO

Gli impianti idrici sanitari a servizio del complesso sono stati dimensionati utilizzando progetto norma EN806. La scelta di non usare ne la UNI9182 ne la UNI 806 deriva dal fatto che la prima sovradimensiona le portate in maniera abnorme sia rispetto alla UNI EN806 che alla prog. norma EN806. Risultati simili

si possono ottenere anche confrontando fra loro le portate di progetto ottenute con la UNI 9182 con quelle ottenibili con le relative norme francesi (DTU 60.11) e tedesche (DIN 1988-300). Allo stesso modo non si è preso in considerazione la UNI EN806 per il motivo contrario e cioè sottodimensiona le portate di progetto ed inoltre è valida solo per gli edifici residenziali.

Ed è per queste ragioni che, di seguito, si farà riferimento alla prEN 806: norma le cui portate di progetto risultano sostanzialmente simili (le variazioni sono minime e praticamente insignificanti) a quelle ottenibili con la DIN 1988-300

In particolare per il dimensionamento sono state utilizzate le tabelle e i diagrammi stralciati dalla suddetta normativa e riportate nei paragrafi seguenti. 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.

5.4 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 riportate di seguito.

Tab. 1
Portate nominali e pressioni minime

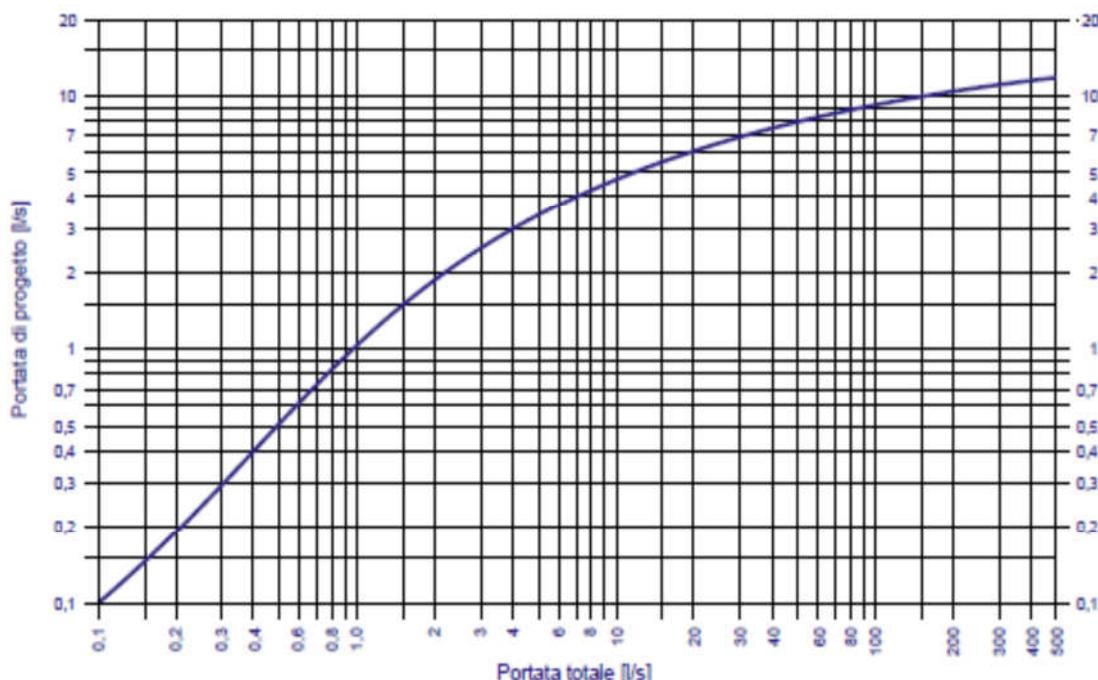
Apparecchi	Acqua fredda (l/s)	Acqua calda (l/s)	Press. minima (m c.a.)
Lavabo	0,10	0,10	5
Bidet	0,10	0,10	5
Vaso a cassetta	0,10	-	5
Vaso con passo rapido	1,50	-	15
Vaso con flussometro	1,50	-	15
Vasca da bagno	0,20	0,20	5
Doccia	0,15	0,15	5
Lavello da cucina	0,20	0,20	5
Lavabiancheria	0,10	-	5
Lavastoviglie	0,20	-	5
Orinatoio comandato	0,10	-	5
Orinatoio continuo	0,05	-	5

5.5 CALCOLO DELLE PORTATE MASSIME CONTEMPORANEE

Per la determinazione delle portate di progetto, ovvero le portate di punta o portate probabili massime in base alle quali vanno dimensionati i tubi. Si utilizzeranno diagrammi a tabelle da esse derivate.

Fig. 11 - SCUOLE E CENTRI SPORTIVI

Norme prEN 806 - Portate di progetto in funzione delle portate totali



Gt l/s	Gpr l/s	Gt l/s	Gpr l/s	Gt l/s	Gpr l/s	Gt l/s	Gpr l/s
0,1	0,1	4,77	3,3	26,79	6,6	154,32	9,8
0,2	0,2	5,04	3,4	28,3	6,7	163	9,9
0,3	0,3	5,32	3,5	29,89	6,8	172,16	10
0,4	0,4	5,61	3,6	31,57	6,9	181,85	10,1
0,5	0,5	5,91	3,7	33,35	7	192,07	10,2
0,6	0,6	6,23	3,8	35,22	7,1	202,88	10,3
0,7	0,7	6,55	3,9	37,2	7,2	214,29	10,4
0,8	0,8	6,89	4	39,3	7,3	226,34	10,5
0,9	0,9	7,24	4,1	41,51	7,4	239,07	10,6
1	1	7,61	4,2	43,84	7,5	252,51	10,7
1,1	1,1	7,98	4,3	46,31	7,6	266,71	10,8
1,2	1,2	8,37	4,4	48,91	7,7	281,71	10,9
1,3	1,3	8,78	4,5	51,66	7,8	297,55	11
1,4	1,4	9,2	4,6	54,57	7,9	314,29	11,1
1,5	1,5	9,63	4,7	57,64	8	331,96	11,2
1,6	1,6	10,08	4,8	60,88	8,1	350,63	11,3
1,74	1,7	10,31	4,85	64,3	8,2	370,35	11,4
1,87	1,8	10,54	4,9	67,92	8,3	391,18	11,5
2,01	1,9	10,78	4,95	71,74	8,4	413,18	11,6
2,15	2	11,16	5	75,77	8,5	436,42	11,7
2,3	2,1	13,9	5,4	80,03	8,6	460,96	11,8
2,46	2,2	14,68	5,5	84,53	8,7	486,89	11,9
2,63	2,3	15,5	5,6	89,29	8,8	514,27	12
2,8	2,4	16,37	5,7	94,31	8,9	543,19	12,1
2,98	2,5	17,3	5,8	99,61	9	573,74	12,2
3,17	2,6	18,27	5,9	105,22	9,1	606,01	12,3
3,37	2,7	19,3	6	111,13	9,2		
3,58	2,8	20,38	6,1	117,53	9,3		
3,8	2,9	21,53	6,2	123,99	9,4		
4,03	3	22,74	6,3	130,96	9,5		
4,27	3,1	24,02	6,4	138,32	9,6		
4,51	3,2	25,37	6,5	146,1	9,7		

5.6 PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA – DIMENSIONAMENTO ACCUMULO

Vista l'irrisorio consumo di acqua calda sanitario, si è deciso di produrla puntualmente per ogni servizio igienico tramite boiler elettrici della capacità di 50lt caduno, al fine di evitare perdite elevate di distribuzione della rete per un consumo molto basso di acqua.

5.7 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO IMPIANTO IDRICO SANITARIO DI SCARICO

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

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

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

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

5.8 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 prevede 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}

$$\square K \square \sqrt{\Sigma DU}$$

dove:

K è il fattore di contemporaneità (o fattore di frequenza) definito nella tabella 13,

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

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

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

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

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

Nel caso in oggetto è stato utilizzato un fattore di contemporaneità pari a 0,7 relativo ad un uso frequente in ospedali. La normativa propone i valori delle unità di scarico DU per varie tipologie di apparecchi sanitari di tipo domestico; tali valori devono essere considerati in caso non si abbiano informazioni relative ai prodotti effettivamente utilizzati.

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

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

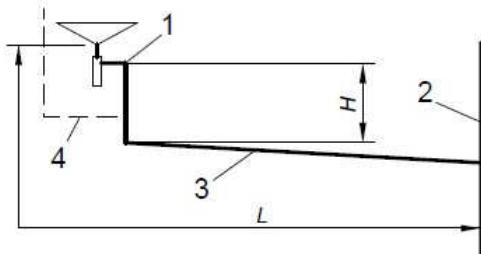
5.9 IL DIMENSIONAMENTO DELLE DIRAMAZIONI DI SCARICO

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 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} l/s	Sistema I		Sistema II		Sistema III		Sistema IV	
	DN	Diramazione/ Ventilazione	DN	Diramazione/ Ventilazione	DN	Diramazione/ Ventilazione	DN	Diramazione/ 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.

5.10 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 $0,16 \text{ m}^{1/2}$ (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).