PROVINCIA DI BRESCIA

AREA TECNICA E DELL'AMBIENTE

SETTORE DELLE STRADE, EDILIZIA SCOLASTICA E DIREZIONALE

I.P.S.S.A.R. "A. MANTEGNA"
COMUNE DI BRESCIA

OPERE DI COMPLETAMENTO AULA MAGNA

PROGETTO ESECUTIVO

OGGETTO:

IMPIANTO DI RISCALDAMENTO E CONDIZIONAMENTO

RELAZIONE TECNICA

ALLEGATO

R.T.

SCALA :----

PRF N.

DATA : Dicembre 2017

PROGETTO REDATTO DA :
Dott. Ing. Giacomo Cavadini

VISTO: IL DIRETTORE DEL SETTORE
DELLE STRADE, EDILIZIA SCOLASTICA E DIREZIONALE
Dott. Arch. Giovan Maria Mazzoli

1. Relazione tecnica 3

1.1 Generalità 3

1.2 Descrizione sommaria dell'edificio 3

1.3 Impianti di climatizzazione invernale 3

1.3.1 Limiti di fornitura 3

1.3.2 Caratteristiche principali 3

1.3.3 Impianto di riscaldamento 4

1.3.4 Ventilazione meccanica (UNI 10339) 4

1.4 Norme di riferimento 4

1.4.1 Leggi e regolamenti 4

1.4.2 Norme UNI 5

2. Qualità dei materiali e dei componenti 6

2.1 Componenti di sicurezza 6

2.2 Circolatori 6

2.3 Circolatori a velocità variabile 6

2.4 Condizionatori 7

2.4.1 Unità di trattamento aria 7

2.5 Elementi terminali 7

2.5.1 Ventilconvettori a terra 7

2.6 Valvolame ed accessori reti idrauliche (Circuiti chiusi con T° max < 90°C (riscaldamento, condizionamento etc.) 8

2.6.1 Valvole di intercettazione 8

2.6.2 Filtri 8

2.6.3 Valvole di ritegno 8

2.6.4 Strumenti indicatori 8

2.7 Componenti per la distribuzione dell'aria 9

2.7.1 Bocchette di mandata 9

2.7.2 Griglie di ripresa 9

2.7.3 Griglie di transito 9

2.7.4 Griglie di presa aria esterna ed espulsione 9

3. Modalità di esecuzione 10

3.1 Tubazioni in acciaio nero 10

3.1.1 Materiali 10

3.1.2 Giunzioni 10

3.1.3 Posa in opera 10

3.1.4 Prove 11

3.1.5 Pulizia 12

3.2 Tubazioni multistrato 12

3.2.1 Materiali 12
3.2.2 Giunzioni 12
3.2.3 Posa in opera 12
3.2.4 Prove 12
3.2.5 Pulizia 12
3.3 Canalizzazioni per trasporto aria 12
3.3.1 Materiali 13
3.3.2 Giunzioni 14
3.3.3 Canali flessibili 14
3.3.4 Posa in opera 14
3.4 Isolamento tubazioni 15
3.4.1 Tubi di acqua calda a vista 15
3.4.2 Tubi non in vista 16
3.5 Isolamento canalizzazioni 16
3.5.1 Canali non in vista 16
3.5.2 Canali a vista 16
3.5.3 Isolamento afonico 16
3.6 Targhette indicatrici e colori 17
3.7 Accorgimenti antirumore 17
3.8 Prove e verifiche in corso d'opera ed in sede di collaudo 17
3.8.1 Generalità 17
3.8.2 Prove e verifiche in corso d'opera 18
3.8.3 Collaudo 19
4. Calcoli termici 20

1. Relazione tecnica

1.1 Generalità

La presente relazione illustra la consistenza e le specifiche tecniche da applicare per la realizzazione degli impianti meccanici da installare nel completamento dell'aula magna della Scuola Mantegna, sita a Brescia (BS) in Via Fura n. 96.

Gli impianti da realizzarsi sono i seguenti:

- impianto di climatizzazione invernale.

1.2 Descrizione sommaria dell'edificio

L'aula magna attualmente è al rustico e le opere oggetto di appalto prevedono il completamento della struttura. I locali si trovano al piano interrato della scuola Mantegna.

1.3 Impianti di climatizzazione invernale

Verrà installato un impianto di riscaldamento con ventilconvettori ed un sistema di ventilazione meccanica con un recuperatore di calore da 4.000 mc/h. L'alimentazione dei ventilconvettori verrà realizzata con un circuito di nuova realizzazione derivato dalla centrale termica esistente posta in prossimità dei locali.

1.3.1 Limiti di fornitura

L'impianto prenderà origine dalla centrale termica e verrà completato.

1.3.2 Caratteristiche principali

Tipologia impiantistica	Ventilconvettori a due tubi ed aria primaria immessa in condizioni variabili secondo la temperatura esterna
Tubazioni	Tubazioni in acciaio nero UNI 8863 in tutte le parti a vista: centrale termica. Tubazioni multistrato nei tratti sotto traccia.
Temperatura fluidi primari	Acqua calda 65°/55°C.
Pressione d'esercizio	Pressione nominale PN 6.

1.3.3 Impianto di riscaldamento

Condizioni climatiche di progetto (UNI 5364)

Temperatura esterna °C	-7
Gradi Giorno °C x gg	2410
Zona Climatica	E

Condizioni di progetto degli ambienti

Ambiente	Tempera-tura °C	Ricambi naturali Vol/h	Ricambi meccanici Vol/h
Aula magna	20	0,5	

Condizioni di funzionamento

Potenza installata kW	Da centrale esistente
N° di generatori di calore	-
Regime di temperatura in C.T °C	65/55
Temperatura massima di mandata ai circuiti °C	

1.3.4 Ventilazione meccanica (UNI 10339)

Portata d'aria esterna	5,5 l/s persona
Filtrazione	Media (EU4) + Alta (EU7)
Estrazione bagni	-

1.4 Norme di riferimento

1.4.1 Leggi e regolamenti

- Legge 10/1991 - Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale.
- Decreto Legislativo del 19 agosto 2005 n° 192 - Attuazione della direttiva 2002/91 CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
- D.P.R. 59 del 02/04/2009 – Regolamento di attuazione dell'art.4, comma 1, lettere a) e b) del D.Lgs. 192/2005 concernente attuazione della direttiva CE 2002/91 sul rendimento energetico in edilizia.
- Legge della regione Lombardia del 21 dicembre 2004 n° 39 – Norme per il risparmio energetico degli edifici e per la riduzione delle emissioni inquinanti e climalteranti.
- D.d.u.o Lombardia n° 2456 del 08/03/2017 – Integrazione delle disposizioni per l'efficienza energetica degli edifici approvate con decreto n° 176 del 12/01/2017 e riapprovazione complessiva delle disposizioni relative all'efficienza energetica degli edifici e all'attestato di prestazione energetica.
- D.G.R. Lombardia X/3965 – Aggiornamento delle disposizioni per l'esercizio, il controllo, la manutenzione e l'ispezione degli impianti termici.
- D.P.R. 08/03/2011 – Uso delle energie rinnovabili in edilizia.
- D.M. 37 del 22 gennaio 2008 - Norme per la sicurezza degli impianti.
- D.P.CM del 14 novembre 1997 - Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore.
- D.P.CM del 5 dicembre 1997 - Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici.

1.4.2 Norme UNI

UNI EN 12831 14/12/2006 Impianti di riscaldamento negli edifici. Metodo di calcolo del carico termico di progetto.

UNI EN 12828 01/06/2005 Impianti di riscaldamento negli edifici. Progettazione dei sistemi di riscaldamento ad acqua.

UNI 10412 31/12/1994 Impianti di riscaldamento ad acqua calda. Prescrizioni di sicurezza.

UNI 8065 01/06/1989 Trattamento dell'acqua negli impianti termici ad uso civile.

UNI 8364 28/02/1984 Impianti di riscaldamento. Controllo e manutenzione.

UNI 8364 FA 146-84 30/09/1984 Foglio di aggiornamento n. 1 alla UNI 8364 (feb. 1984). Impianti di riscaldamento. Controllo e manutenzione.

UNI 9317 28/02/1989 Impianti di riscaldamento. Conduzione e controllo.

UNI TS 11300-1-2-3-4 Prestazione energetiche degli edifici.

2. Qualità dei materiali e dei componenti

In osservanza del D.M. 37/2008, tutti i materiali impiegati per la realizzazione degli impianti devono essere conformi alle norme UNI e CEI, o costruiti secondo norme emanate da organismi riconosciuti dalla direttiva CEE 89/106 (Recepita con D.P.R. 21-04-1996 n° 246). Dove richiesto dovranno essere dotati di marchio CE.

2.1 Componenti di sicurezza

Le valvole di sicurezza, i vasi d'espansione, le valvole di intercettazione del combustibile e le valvole di scarico termico installati su impianti con potenza superiore a 35 kW dovranno essere costruiti secondo le prescrizioni della raccolta R edizione 1982 e dotati di certificato di omologazione e collaudo.

2.2 Circolatori

Verranno installate pompe di circolazione gemellari con almeno tre curve di funzionamento. Corpo pompa in ghisa grigia, girante in materiale sintetico rinforzato con fibra di vetro, albero in acciaio al cromo e boccole in grafite.

Motore asincrono a 2 poli con protezione contro il sovraccarico: protezione IP 43, isolamento F.

Temperatura d'esercizio: -10 °C 110 °C
Pressione d'esercizio/nominale: 6.0 bar/PN10
Tensione rete: 1x230 V/50 Hz

2.3 Circolatori a velocità variabile

Verranno installate pompe di circolazione gemellari dotate di regolazione modulante della velocità in base alla differenza di pressione con micro-inverter incorporato, valore di consegna preimpostabile direttamente sulla scatola di comando. Corpo pompa in ghisa grigia, girante in materiale sintetico rinforzato con fibra di vetro, albero in acciaio al cromo e boccole in grafite.

Temperatura d'esercizio (max.): 110 C
Pressione d'esercizio/nominale: 6.0 bar/PN10
Tensione rete: 1x230 V/50 Hz

2.4 Condizionatori

2.4.1 Unità di trattamento aria

Riferimenti normativi:
UNI EN 1886:2000 “Ventilazione degli edifici – Unità di trattamento dell’aria – Prestazioni meccaniche.”
UNI EN 13053:2004 “Ventilazione degli edifici – Unità di trattamento dell’aria – Classificazioni e prestazioni per le unità, i componenti e le sezioni.”

Realizzazione con pannelli sandwich in acciaio zincato di spessore minimo 1 mm e lana di roccia di spessore minimo 50 mm, profilati in alluminio, viteria in acciaio inox. Per le centrali da ubicarsi all’esterno si dovrà prevedere un tettuccio antintemperie in vetroresina e uno spessore di parete di 50 mm.

Le sezioni componenti saranno collegate tra di loro con viti a brugola, interponendo guarnizioni di tenuta. Ogni sezione sarà dotata di portina d’ispezione, realizzata come i pannelli di chiusura, completa di maniglie in nylon con perno in acciaio zincato. Le varie sezioni componenti avranno le caratteristiche seguenti:

- Sezioni ventilanti - Complete di uno o due ventilatori a pale in avanti o rovesce in base alle caratteristiche aerauliche richieste. I ventilatori saranno realizzati in acciaio rettificato, con albero montato su cuscinetti a sfera ermetici, e dovranno essere equilibrati staticamente e dinamicamente. Il rendimento dovrà essere almeno del 70%. Il motore sarà montato su slitta regolabile, accoppiato con trasmissione a cinghia. Il blocco motore-ventilatore dovrà essere isolato con supporti antivibranti a molla. La bocca premente del ventilatore sarà collegata alla flangia di uscita con giunto antivibrante in tela plastificata;
- Serrande - Le serrande saranno realizzate con telaio in alluminio profilato ad U, alette a profilo alare con accoppiamento a file contrapposte, ingranaggi in alluminio, bussole di accoppiamento in nylon, perno in acciaio zincato con indicazione della posizione delle alette;
- Sezione batterie di scambio termico - Le batterie di scambio saranno realizzate con tubi in rame ed alette in alluminio, accoppiati con espansione meccanica. Saranno montate su telaio in acciaio zincato, sfilabile lateralmente attraverso il pannello di ispezione. Nel caso di batterie di raffreddamento, la sezione sarà dotata di separatore di gocce a tre pieghe in acciaio inox e di bacinella di raccolta e scarico condensa in acciaio inox;
- Sezioni filtranti - Saranno adatte a contenere i filtri specificati, complete di guide in acciaio zincato per l’estrazione e viti di chiusura;
- Sezione di umidificazione - Conterrà il tubo di distribuzione del vapore in acciaio inox con ugelli, il separatore di gocce a tre pieghe e sarà dotata di bacinella di raccolta con scarico.

2.5 Elementi terminali

2.5.1 Ventilconvettori a terra

L’unità base comprenderà:

- gruppo ventilatore monoblocco smontabile, di tipo radiale a doppia aspirazione con motore a tre velocità direttamente accoppiato;
- batteria di scambio termico con tubi di rame ed alette in alluminio accoppiati per espansione meccanica, completa di dispositivo di sfogo aria;
- bacinella di raccolta e scarico condensa in acciaio, isolata con lastra di polietilene;
- filtro rigenerabile;
- scatola comandi elettrici con commutatore di velocità a 3 posizioni più lo stop;
- carpenteria di contenimento in lamiera zincata.

Il modello a pavimento comprenderà l'unità base più la mantellatura con carter in lamiera di acciaio verniciata a fuoco ed isolata termicamente, e la griglia di mandata in plastica. Comprenderà inoltre il gruppo comandi con termostato ambiente e termostato di minima.

Certificazione Eurovent.

2.6 Valvolame ed accessori reti idrauliche (Circuiti chiusi con T° max < 90°C (riscaldamento, condizionamento etc.)

2.6.1 Valvole di intercettazione

Per diametri fino a DN 50 si utilizzeranno valvole a sfera della serie pesante, filettate: per diametri superiori saracinesche in ghisa con cuneo gommato, flangiature PN 10 o PN 16.

2.6.2 Filtri

I filtri saranno del tipo a Y con filtro estraibile e corpo in ghisa o in acciaio secondo la pressione di esercizio, cestello in acciaio inox e guarnizioni del coperchio in klingerite. Tutti i filtri verranno montati tra due valvole di intercettazione per permettere un facile smontaggio.

2.6.3 Valvole di ritegno

Dovranno essere del tipo a flusso avviato, con molla di richiamo. Corpo in ghisa o in acciaio secondo la pressione di esercizio. Preferibilmente andranno montate orizzontalmente.

2.6.4 Strumenti indicatori

2.6.4.1 Termometri per acqua

Dovranno essere del tipo a dilatazione di mercurio, cassa in lega leggera, accuratamente rifinita con verniciatura antiacida in nero, costruzione stagna con anello metallico avvitato e guarnizioni in neoprene al vetro; quadrante bianco con numeri litografati in nero, diametro minimo 100 mm; indice in acciaio brunito con dispositivo micrometrico di azzeramento. Il bulbo rigido dovrà essere inclinato o diritto a seconda del luogo di installazione; nei casi in cui la lettura dei termometri a gambo rigido possa essere difficoltosa, dovranno essere previsti termometri con bulbo a capillare. Tutti i termometri dovranno essere montati su pozzetti termometrici predisposti sulle tubazioni. Accanto ad ogni termometro dovrà essere installato sulla tubazione apposito pozzetto con guaina per il controllo. La precisione dovrà essere del +/- 1% del valore di fondo scala.

2.6.4.2 Termometri per aria

Esecuzione come la precedente ma con bulbo a capillare di lunghezza adeguata al luogo d'installazione.

2.6.4.3 Manometri per acqua

Saranno del tipo Bourdon con molla tubolare di materiale adatto alle pressioni d'esercizio. Cassa in lega leggera, accuratamente rifinita con verniciatura antiacida in nero, costruzione stagna con anello metallico avvitato e guarnizioni in neoprene al vetro; quadrante bianco con numeri litografati in nero, diametro minimo 100 mm, indice in acciaio brunito con dispositivo micrometrico di azzeramento, scala graduata in bar.

Precisione +/- 1% riferita al valore di fondo scala che dovrà essere del 50% superiore alla pressione di esercizio. Ogni manometro sarà dotato di rubinetto a tre vie con flangia di controllo. Esecuzione in bronzo o acciaio in funzione della pressione di esercizio.

2.7 Componenti per la distribuzione dell'aria

2.7.1 Bocchette di mandata

Saranno in alluminio estruso, di forma rettangolare con doppio ordine di alette orientabili singolarmente e serranda di taratura in acciaio zincato, ad alette contrapposte, regolabile frontalmente. Fissaggio con viti nascoste. Verranno montate con canotto di raccordo dotato di captatore a pettine.

2.7.2 Griglie di ripresa

Saranno del tipo ad alette fisse, inclinate di 45°, in alluminio estruso, dotate di serranda di taratura in acciaio zincato ad alette contrapposte, regolabile frontalmente.

2.7.3 Griglie di transito

Saranno del tipo antiluce, in alluminio estruso, con alette fisse a V. Complete di controcornice e telaio telescopico per adattarle alla larghezza della porta.

2.7.4 Griglie di presa aria esterna ed espulsione

Saranno del tipo ad alette fisse, in allumino estruso, con tegolo rompigocce e rete zincata antivolatile. Complete di controtelaio a murare in acciaio e viti di fissaggio. Il tratto terminale del canale di raccordo, per una lunghezza minima di 0,5 m, deve avere pendenza verso la griglia.

3. Modalità di esecuzione

Gli impianti devono essere realizzati secondo le prescrizioni delle norme UNI e CEI, che qui si intendono richiamate integralmente, e della normativa applicabile al caso specifico.

Di seguito vengono date indicazioni generali, tratte delle norme specifiche, per le opere più importanti.

3.1 Tubazioni in acciaio nero

3.1.1 Materiali

Tubazioni in acciaio non legato, UNI 3824-74 serie media, saldati per circuiti con temperatura massima di esercizio inferiore a 100°C, senza saldatura per temperature superiori, fino al diametro 2"; tubazioni UNI 7287-74, 7288-74 con le stesse indicazioni sulla saldatura per diametri superiori. Curve stampate a raggio stretto UNI 5788-66.

3.1.2 Giunzioni

L'unione tra i tubi dovrà avvenire mediante saldatura, con fiamma ossiacetilenica fino al diametro di 2", con arco elettrico per diametri superiori. Nella posa delle tubazioni si dovrà sempre curare che esistano gli spazi necessari per effettuare le manovre di saldatura.

Il collegamento delle apparecchiature e degli elementi di rete dovrà essere realizzato con flange saldate o con bocchettoni a tre pezzi. Le flange saranno del tipo a saldare di testa UNI 2280-84, secondo la pressione nominale di esercizio, con gradino di tenuta UNI 2229; le guarnizioni in klingerit di spessore minimo 2 mm; i bulloni a testa esagonale con dado UNI 5727-65.

3.1.3 Posa in opera

Le tubazioni dovranno essere posate con spaziature sufficienti per consentire lo smontaggio e l'esecuzione dell'isolamento, e dovranno essere sostenute in modo da non trasmettere sollecitazioni agli apparecchi a cui sono collegate. I cambiamenti di direzione dovranno avvenire con gradualità, evitando curve a piccolo raggio.

Si dovrà prevedere una pendenza minima del 1% verso l'alto, in modo da facilitare lo sfogo dell'aria durante le operazioni di riempimento. Tutti gli scarichi dovranno essere accessibili per le ispezioni e la sostituzione degli organi di intercettazione. Gli sfoghi d'aria dovranno essere realizzati con barilotti di raccolta aria, le relative intercettazioni dovranno essere in posizioni accessibili.

Le dilatazioni dovranno essere compensate con giunti o con i bracci relativi ai cambiamenti di direzione, avendo cura in questo caso di evitare l'insorgere di spinte sulle strutture o sui supporti.

Le riduzione dovranno essere realizzate con pezzi speciali aventi le seguenti lunghezze minime:

DN	L (m)
DN 50 - DN 100	0,15
DN 200 - DN 300	0,30
DN 400 - DN 600	0,50

Tutte le tubazioni dovranno essere pulite prima e dopo il montaggio con spazzola metallica e verniciate con due mani di antiruggine, di colore diverso: per tubazioni con fluidi a temperatura inferiore a 90°C la vernice sarà un minio di lino cotto, per quelle convoglianti fluidi a temperatura superiore si utilizzeranno vernici siliconiche all'alluminio.

I supporti, realizzati in ferro zincato, dovranno essere realizzati in maniera da evitare la trasmissione di vibrazioni alle strutture murarie. Si potranno realizzare con mensole o staffe, e dovranno permettere una libera dilatazione del sistema senza creare tensioni. Nello staffaggio di tubazioni di acqua refrigerata si dovrà curare la continuità dell'isolamento e della barriera al vapore che non potranno essere interrotti.

La distanza massima tra i supporti sarà quella riportata nella tabella seguente:

Tubi in acciaio	Distanza massima dei supporti (m)	
Diametro nominale	Orizzontale	Verticale
fino 3/4"	1,5	1,6
1" ÷ 1 ½"	2,0	2,4
2" ÷ 2 ½"	2,5	3,0
3"	3,0	4,5
4" ÷ 5"	4,2	5,7
6"	5,1	8,5
8"	5,7	11,0
10"	6,6	14,0
12" e oltre	7,0	16,0

L'attraversamento di strutture murarie va realizzato con controtubi in acciaio o in materiale plastico: il loro diametro deve essere tale da permettere il passaggio della tubazione isolata e l'inserimento di materiale elastico ed incombustibile (lana di roccia od altro). Il tutto deve essere sigillato con collanti non soggetti ad indurimento nel tempo.

I controtubi devono sporgere almeno 25 mm nelle strutture verticali, 50 mm nelle solette orizzontali.

I tubi interrati (esclusivamente del tipo preisolato), saranno posti in scavo avente la seguente stratigrafia:

- fondo con sabbia di spessore minimo 100 mm;
- ricoprimento con sabbia per almeno 200 mm sopra il filo superiore del rivestimento;
- reinterro con materiale compattabile di spessore minimo 600 mm;

il materiale di reinterro, per almeno 300 mm, dovrà essere compattato con vibratore meccanico con pressione massima di 100 kPa, sopra le tubazioni, ad una distanza di 300 mm dalla generatrice superiore dovrà essere posato un nastro di segnalazione.

3.1.4 Prove

La rete (o tronchi di essa) deve essere provata a freddo, mettendola in pressione ad un valore di 1,5 volte la pressione massima di esercizio, comunque a non meno di 6 bar.

La pressione va mantenuta per 4 ore e la prova si ritiene superata se lo scostamento dal valore iniziale è inferiore a 0,3 bar.

3.1.5 Pulizia

La rete di tubazioni deve essere lavata con acqua fredda facendo scorrere la stessa fino all'ottenimento, allo scarico, di acqua pulita.

3.2 Tubazioni multistrato

3.2.1 Materiali

Tubazioni multistrato composte da: strato interno in PE-xb, strato intermedio in alluminio saldato longitudinalmente, strato esterno protettivo in PEAD. Spessore totale da 2,25 a 3,5 mm secondo i diametri. Impiego possibile fino a 70 °C e 10 bar.

3.2.2 Giunzioni

Le giunzioni devono essere realizzate con raccordi in ottone a compressione, tenuta ad O-Ring in EPDM. Il serraggio sarà del tipo a pressione radiale da realizzarsi con attrezzi forniti dal Costruttore.

3.2.3 Posa in opera

I tubi devono avere andamento rettilineo, scegliendo sempre il percorso più corto possibile.

Nelle interferenze con altri servizi (canaline elettriche, tubi di acqua sanitaria), si deve mantenere l'andamento rettilineo sulle tubazioni del riscaldamento.

La spaziatura dei supporti, l'inserimento di eventuali giunti di dilatazione, i raggi massimi di curvatura e altre particolarità esecutive devono rispettare le istruzioni di posa che il Costruttore allegherà al prodotto.

3.2.4 Prove

La rete (o tronchi di essa) deve essere provata a freddo, mettendola in pressione ad un valore di 1,5 volte la pressione massima di esercizio, comunque a non meno di 6 bar.

La pressione va mantenuta per 4 ore e la prova si ritiene superata se lo scostamento dal valore iniziale è inferiore a 0,3 bar.

3.2.5 Pulizia

La rete di tubazioni deve essere lavata con acqua fredda facendo scorrere la stessa fino all'ottenimento, allo scarico, di acqua pulita.

3.3 Canalizzazioni per trasporto aria

Riferimento normativi
UNI EN 1505 31/01/2000 Ventilazione degli edifici - Condotte metalliche e raccordi a sezione rettangolare - Dimensioni.
UNI EN 1506 31/01/2000 Ventilazione degli edifici - Condotte metalliche e raccordi a sezione circolare - Dimensioni.

UNI EN 12237 01/06/2004 Ventilazione degli edifici - Reti delle condotte - Resistenze e tenuta delle condotte circolari di lamiera metallica.
UNI ENV 12097 30/04/99 Ventilazione negli edifici - Rete delle condotte - Requisiti relativi ai componenti atti a facilitare la manutenzione delle reti delle condotte.

Le canalizzazioni sono classificate in quattro classi di tenuta secondo la UNI EN 12237.

Classe	Pressione statica limite Pa		Perdita ammessa con pressione di 1000 Pa (L/s.m²)
	Positiva	Negativa	
A	500	500	2,40
B	1000	750	0,80
C	2000	750	0,27
D	2000	750	0,09

Salvo quanto specificato diversamente, le prescrizioni seguenti si riferiscono a canalizzazioni di classe A.

3.3.1 Materiali

- lamiera zincata
  - Lamiera d'acciaio zincata a caldo, Sendzimir, con spessore minimo di zinco Z 200 secondo UNI 5753-75.
- acciaio inox
  - Lamiera d'acciaio inox tipo 409.

Gli spessori minimi delle lamiere, per canali a bassa pressione e velocità (classe di tenuta A), devono essere i seguenti:

Spessori delle lamiere per condotte rettangolari

Lato maggiore (mm)	spessore (mm)	peso (kg/m²)
0 - 300	0,6	5,1
350 - 750	0,8	6,7
800 - 1200	1,0	8,2
1250 - 2000	1,2	9,8
Oltre 2000	1,5	12,0

Se richiesta la classe di tenuta B, gli spessori sopra riportati andranno aumentati di 0,2 mm per ogni classe di grandezza.

Spessori delle lamiere per condotte circolari

Diametro (mm)	spessore (mm)	peso (kg/m²)
63 – 80	0,4	5,1
100 – 250	0,6	5,1
315 – 500	0,8	6,7
560 – 900	1,0	8,2
1000 - 1250	1,2	9,8

I canali rettangolari devono essere irrigiditi mediante nervature (trasversale a Z o a croce di S.Andrea); per condotte di grande dimensione (lato maggiore superiore a 1600 mm) si devono prevedere dei rinforzi aggiuntivi costituiti da barre in acciaio zincato posate con passo di 400 mm.

I canali circolari dovranno essere realizzati con sistema a spirale, con passo di 76 mm.

3.3.2 Giunzioni

Le giunzioni longitudinali devono essere del tipo ad incastro, senza saldatura. Per condotte di spessore fino a 1 mm è utilizzabile il sistema snap lock (a scatto), per quelle di spessore superiore si deve ricorrere al sistema pittsburgh.

Le giunzioni trasversali delle condotte rettangolari devono essere realizzate con flange in profilato zincato, che possono essere fissate al condotto con rivetti, oppure ricavate direttamente dalla lamiera con procedimento di sagomatura. In entrambi i casi tra le due condotte andrà inserita una guarnizione di tenuta. Il serraggio verrà assicurato con bulloni e morsetti posati con passo non superiore a 400 mm.

Le condotte circolari con diametro fino ad 800 mm si collegheranno tra loro con giunto ad innesto, quelle di diametro superiore con giunto a flangia.

3.3.3 Canali flessibili

Nella versione base saranno realizzati con laminato d'alluminio multistrato di spessore 70 micron, rinforzato con spirale di acciaio armonico avvolto ad elica; la versione isolata termicamente (I) comprenderà un materassino in fibra di vetro di spessore 25 mm, protetto esternamente con foglio d'alluminio; la versione isolata acusticamente (S) avrà la struttura base microforata e l'isolamento esterno uguale alla versione I. Caratteristiche tecniche:

- Campo di temperatura - -30°C +120°C;
- Velocità massima - 30 m/s;
- Densità dello strato isolante - 16 kg/mc;
- Pressione d'esercizio - 3 kPa.

3.3.4 Posa in opera

I canali devono essere posati parallelamente alle strutture murarie o perpendicolari alle stesse.

Durante il montaggio in cantiere le estremità e le aperture dovranno essere protette con tappi o fondelli onde evitare l'introduzione di materiali di risulta.

Gli staffaggi devono essere in acciaio zincato e vanno fissati alle strutture murarie con morsetti ad espansione. Per canali di piccole dimensioni (lato maggiore < 800 mm) si possono utilizzare squadrate collegate al canale con rivetti, collegate direttamente alle strutture o sospese con barre filettate. Le squadrette dovranno essere sempre accoppiate, una per lato del condotto.

Per dimensioni maggiore si deve ricorrere a mensole realizzate con angolari o profilati appositi.

Si deve curare il sistema di smorzamento delle vibrazioni, o interponendo materiali morbidi tra canale e appoggio ovvero ricorrendo a sospensioni elastiche.

In linea generale il sistema di staffaggio deve rispettare le seguenti direttive:

- gli staffaggi devono essere perpendicolari alle condotte;
- ogni curva deve essere dotata di almeno un sostegno;

- dopo ogni cambio di direzione si devono prevedere appoggi supplementari, posizionati simmetricamente rispetto alla deviazione;
- i terminali e le derivazioni ultime vanno supportati indipendentemente;
- i montanti verticali vanno fissati in corrispondenza dei solai attraversati, e con staffaggi intermedi se la distanza tra i solai è superiore a 4,5 m;
- gli apparecchi in linea (cassonetti ventilanti, batterie a canale, umidificatori etc.), vanno supportati indipendentemente.
- i canali flessibili vanno fissati con bracciali rigidi in acciaio zincato, fissati alle strutture con tasselli ad espansione.

La spaziatura dei sostegni va dimensionata in funzione dell'area della condotta e del semiperimetro, secondo la tabella seguente:

Area < 0,5 m² Interasse = 3 m	Area > 0,5 m² Interasse < 1,5 m
700 x 700	1000 x 1000
650 x 700	950 x 1050
600 x 800	900 x 1100
550 x 900	850 x 1170
560 x 1000	800 x 1250
450 x 1100	750 x 1330
400 x 1250	700 x 1430
350 x 1430	650 x 1540
	600 x 1660
	550 x 1810
	500 x 2000

3.4 Isolamento tubazioni

L'isolamento delle tubazioni deve rispondere ai requisiti del D.P.R. 26.8.1993 n° 412 (allegato B) e della Norma UNI 10376.

Il rivestimento isolante deve esser eseguito dopo la prova di tenuta, e dopo l'approvazione della campionatura da parte della Direzione Lavori.

Il rivestimento deve essere continuo, senza interruzione in corrispondenza di supporti o passaggi attraverso muri e solette, e deve essere eseguito per ogni singolo tubo. Devono essere isolate anche le curve, i raccordi, le flange, le valvole e le saracinesche.

In particolare, per tubazioni convoglianti acqua fredda od acqua refrigerata, deve essere garantita la continuità della barriera al vapore e, pertanto, l'isolamento non deve essere interrotto nei punti in cui la tubazione appoggia sui sostegni.

3.4.1 Tubi di acqua calda a vista

Le tubazioni di acqua calda a vista devono essere isolate nel modo seguente:

- coppelle in lana di vetro, spessori secondo quanto indicato sulle tavole di progetto, densità minima 60 kg/mc, coefficiente di conducibilità a 40°C non superiore a 0,045 W/m·°C;
- fissaggio con filo di ferro zincato ogni 0,3 metri;
- rivestimento con cartone ondulato;

- rivestimento esterno con foglio in PVC tipo isogenopak per le tubazioni interne al fabbricato, con lamierino d'alluminio di spessore 6/10 di mm nei tratti esterni (il tipo di rivestimento sarà comunque specificato sulle tavole di progetto);
- finitura delle testate con fascette di alluminio.

3.4.2 Tubi non in vista

Si devono utilizzare guaine isolanti preformate, in elastomero espanso, idonee per fluidi da -75 a +100°C, con coefficiente di conducibilità a 40°C non superiore a 0,045 W/m·°C, negli spessori indicati sulle tavole di progetto.

Il materiale deve essere a celle chiuse ed autoestinguente, classe 1 secondo D.M. 26/6/1984.

Per quanto possibile, si devono evitare i tagli longitudinali: nel caso vi si debba ricorrere vanno poi chiusi utilizzando gli adesivi e le bende fornite dalla casa costruttrice.

L'incollaggio deve essere effettuanti anche nei punti di interruzione dell'isolamento (inizio e fine tubazioni, inserimento di valvole o rubinetti) al fine di garantire la continuità dello stesso.

Lo spessore minimo ammesso, indipendentemente dalla temperatura del fluido convogliato, è di 9 mm.

3.5 Isolamento canalizzazioni

Salvo indicazioni diverse il rivestimento isolante dovrà essere posto all'esterno delle canalizzazioni, utilizzando i materiali e le modalità sottoesposte.

3.5.1 Canali non in vista

Applicazione di foglio di polietilene espanso, coefficiente di conducibilità a 40°C non superiore a 0,045 W/m·°C, spessore secondo quanto riportato sulle tavole di progetto, comunque non inferiore a 9 mm.

Classe 1 di reazione al fuoco secondo D.M. 26/6/1984.

L'isolamento deve essere fissato con adesivi forniti dalla casa costruttrice.

Materassino in lana di vetro di densità minima 60 kg/mc, coefficiente di conducibilità a 40°C non superiore a 0,04 W/m·°C, spessore secondo quanto riportato sulle tavole di progetto. Finitura con carta kraft e protezione con rete zincata a tripla ritorcitura.

Classe 0 di reazione al fuoco secondo D.M. 26/6/1984.

3.5.2 Canali a vista

Strato isolante come sopra, più finitura con lamierino d'alluminio di spessore 6/10 mm fissato con viti autofilettanti.

Per i tratti esterni vanno particolarmente curate le giunzioni, da sigillare perfettamente in modo da impedire le infiltrazioni d'acqua: le viti impiegate devono essere in acciaio inox.

3.5.3 Isolamento afonico

Rivestimento interno con lastra in polietilene a celle aperte con superficie bugnata di spessore minimo 20 mm, di cui 10 di lastra e 10 di bugnatura. Classe 1 di reazione al fuoco secondo D.M. 26/6/1984.

3.6 Targhette indicatrici e colori

Su ogni apparecchiatura dell'impianto andranno apposte targhette indicatrici in plastica o in metallo, fissate con appositi supporti.

Le tubazioni dovranno essere identificate con fascette colorate (poste a intervalli massimi di 3 metri) atte ad individuare il fluido trasportato. La colorazione e la simbologia adottate rispetteranno quanto prescritto dalla norma UNI 5364 P/65.

3.7 Accorgimenti antirumore

Al fine di ottenere le migliori prestazioni acustiche, si dovranno rispettare le seguenti prescrizioni:

- tutti i componenti dovranno possedere ottime caratteristiche acustiche, soprattutto alle basse frequenze;
- gli apparecchi sospesi a soffitto (unità di termoventilazione, recuperatori di calore, ventilatori di estrazione cassonati, dovranno essere staffati con elementi ammortizzatori in gomma (tasselli elastici sulle barre filettate oppure strisce continue sui supporti realizzati con mensole);
- le apparecchiature con parti in rotazione (ventilatori, gruppi frigoriferi etc.) dovranno essere montate su basamenti elastici, in modo da ridurre al minimo le vibrazioni trasmesse alla struttura: il sistema dovrà essere dimensionato in modo da ottenere un rapporto tra forza dinamica trasmessa e forza statica inferiore al 10%;
- il collegamento delle pompe, dei gruppi frigoriferi e delle macchine di trattamento dell'aria alle tubazioni ed alle canalizzazioni dovrà essere realizzato con giunti elastici in gomma;
- i supporti di tubi e canalizzazioni dovranno essere disaccoppiati dalle strutture murarie mediante tasselli elastici;
- le pompe di circolazione ed i ventilatori dovranno essere scelti nella zona di funzionamento ottimale;
- gli attraversamenti delle tubazioni e delle canalizzazioni di pareti o solette dovranno essere realizzati con guaine di passaggio riempiendo lo spazio intermedio con materiali in grado di assorbire le vibrazioni;
- lo sviluppo delle canalizzazioni dovrà essere il più lineare possibile, evitando i bruschi cambi di direzione e gli strozzamenti in presenza di ostacoli;
- gli apparecchi sanitari dovranno essere fissati alla struttura con tasselli elastici;
- le colonne montanti della rete del sanitario dovranno essere dotate di ammortizzatori di colpo d'ariete posti alla sommità delle stesse;
- le colonne di scarico dovranno essere isolate con materassino pesante fino ad 1 m dopo la curva di passaggio dall'andamento verticale a quello orizzontale.

3.8 Prove e verifiche in corso d'opera ed in sede di collaudo

3.8.1 Generalità

Le prove e le verifiche sia in corso d'opera che in sede di collaudo devono essere eseguite in conformità alle norme UNI 5104, UNI 5364, UNI 9182, UNI 9183. Inoltre per quanto riguarda la conformità alla

legge 46 e relativi regolamenti, nonché alle prescrizioni di sicurezza, la Ditta deve far effettuare dall'ISPESL, a propria cura e spese, l'esame dei progetti.

3.8.2 Prove e verifiche in corso d'opera

Preliminarmente le tubazioni dovranno essere soffiate e lavate secondo le modalità specificate ai rispettivi capitoli in modo da garantire la pulizia dell'intero sistema. In seguito si effettueranno le prove di seguito specificate.

3.8.2.1 Impianti di riscaldamento e condizionamento

Prova idraulica a freddo, se possibile man mano che si eseguono gli impianti ed in ogni caso ad impianti ultimati. Le prove a pressione sulle sole tubazioni saranno eseguite alla pressione di 20 bar, lasciando gli impianti sotto pressione per almeno 6 ore. Le prove di pressione generali sugli impianti e sui vari circuiti saranno eseguite alla pressione di prova uguale ad 1,5 volte la pressione di esercizio lasciando il tutto in pressione per 12 ore.

Verranno di eseguite le seguenti verifiche:

- prove preliminari di circolazione, di tenuta e di dilatazione con fluidi scaldante raffreddanti dopo che sia stata eseguita la prova precedente. Per gli impianti ad acqua calda si dovrà portare la temperatura sino al valore di 85°C nelle reti e negli apparecchi. Il risultato sarà considerato positivo quando in tutti i punti delle reti e negli apparecchi utilizzatori, l'acqua arrivi alla temperatura stabilita ed i ritorni siano ugualmente caldi, quando le dilatazioni non abbiano dato luogo a fughe o deformazioni permanenti e quando i vasi di espansione contengano a sufficienza le variazioni di volume dell'acqua contenuta nell'impianto. Per i fluidi di raffreddamento l prova consisterà nella verifica della regolare circolazione e dell'efficienza del vaso di espansione. Si dovrà accertare la possibilità di vuotare tutte le tubazioni e di sfogare l'aria nei punti più alti;
- per gli impianti di condizionamento invernale e termoventilazione dopo avere effettuato le prove di cui alla sezione precedente, si procederà ad una prova preliminare di circolazione di aria portando la temperatura dell'acqua ai valori massimi previsti;
- per gli impianti di condizionamento estivi, dopo aver effettuato le prove precedenti si procederà alla prova preliminare di circolazione dell'aria fredda, portandola temperatura dell'acqua fredda nelle batterie ai valori corrispondenti al massimo carico dell'impianto;
- saranno verificate le portate d'aria delle bocchette di mandata, dei diffusori , delle griglie di ripresa e delle prese di aria esterna, tarando l'impianto per ottenere le portate di progetto;
- i gruppi condizionatori, termoventilanti ed i ventilatori dovranno essere fatti funzionare per un periodo sufficiente onde consentire il bilanciamento dell'impianto e l'eliminazione di sporcizia e polvere all'interno dei canali e delle apparecchiature. Per questo periodo si utilizzeranno filtri provvisori che si intendono a carico dell'installatore.

Tutte le prove di cui sopra dovranno essere eseguite in contraddittorio con la Ditta e di ognuna sarà redatto apposito verbale.

3.8.2.2 Impianti idrosanitari e rete fluidi

Durante l'esecuzione dei lavori ed in modo che risultino completate subito dopo l'ultimazione dei lavori stessi, si devono effettuare le verifiche e le prove preliminari di cui appresso:

- prova idraulica delle condutture, prima dell'applicazione degli apparecchi e della chiusura delle tracce e , possibilmente, prima della costruzione dei parimenti e dei rivestimenti delle pareti, ed in ogni modo, per prima di effettuare le prove seguenti, ad una pressione di 4 bar superiore a quella corrispondente a quella normale di esercizio e mantenendo tale pressione per 12 ore. Si ritiene positivo l'esito della prova quando non si verifichino fughe o deformazioni permanenti;
- prova di tenuta a caldo e di dilatazione per controllare gli effetti della dilatazione delle tubazioni degli impianti percorsi da acqua calda, con una temperatura nel generatore di 80°C e mantenendola per tutto il tempo necessario per l'accurata ispezione delle condutture e dei serbatoi. Si ritiene positivo il risultato quando le dilatazioni non abbaiano dato luogo a fughe e deformazioni permanenti;
- prova preliminare della circolazione di acqua fredda. Si ritiene positivo l'esito della prova quando l'acqua arriva a tutti indistintamente gli sbocchi degli impianti nelle quantità prescritte;
- verifica preliminare intesa ad accertare che il montaggio degli apparecchi, rubinetterie etc., sia stato eseguito a regola d'arte, che la tenuta dei collegamenti tra questi e le tubazioni sia assicurata e che il funzionamento di ogni singolo apparecchio sia regolare.

Tutte le prove di cui sopra dovranno essere eseguite in contraddittorio con la Ditta e di ognuna sarà redatto apposito verbale.

3.8.3 Collaudo

Una volta eseguite le operazioni preliminari si procederà al collaudo, che avrà lo scopo di accertare il perfetto funzionamento dell'impianto e la rispondenza di quanto prescritto. I collaudi saranno eseguiti con le modalità previste dalle norme UNI di competenza, sia per quanto riguarda le modalità che per le operazioni di misurazione. Ove ci siano impianti di condizionamento a funzionamento stagionale si dovranno eseguire due collaudi, uno estivo ed uno invernale.

3.8.3.1 Collaudo invernale

Il collaudo invernale avrà luogo durante la stagione invernale corrente successiva alla accettazione dell'impianto ed alle operazioni preliminari, in un periodo compreso tra il 10 dicembre ed il 28 febbraio. La data di inizio del collaudo dovrà essere successiva di almeno 2 mesi al completamento dell'edificio.

4. Calcoli termici

1. DATI GENERALI

Dati località

Comune di		BRESCIA
Indirizzo		
Committente		
Progettista		
Progetto per la realizzazione di		
Altezza sul l.d.m	[m]	149,00
Latitudine	[°N]	45,32
Longitudine	[°]	-10,13
Meridiano di riferimento	[DEG]	-15

Condizioni esterne di progetto		Inverno	Estate
Temperatura b.s.	[°C]	-7	32
Temperatura b.u.	[°C]	-8	23,2
Umidità Relativa	[%]	72,9	48,0
Escursione termica giornaliera	[°C]		15
Fattore di foschia	[0.85 ÷ 1]		0,85
Riflettività ambiente circostante	[0 ÷ 1]		0,2

LEGENDA

Inverno	*Corrisponde al periodo di **riscaldamento***
Estate	*Corrisponde al periodo di **raffreddamento***

Esposizioni

CARATTERISTICHE ESPOSIZIONI						
Descrizione	Tipo	Orient.	Incl.	Temp. b.s.		Incr.
		[°]	[°]	[°C]	[°C]	[%]
Ovest	Es-terna	270	90			10
O-NO	Es-terna	292,5	90			10
Nord	Es-terna	0	90			20
VICINO N.R.	Interna	0	90	32	16	0
O-SO	Es-terna	247,5	90			10
PAVIMENTO SU TERRAPIENO	Con-troterra	0	180	26	5	0
Tetto piano esterno	Es-terna	0	0			0

LEGENDA:

Orientamento: 0°= Nord , 90°= Est , 180°= Sud , 270°= Ovest

Inclinazione: 0°÷60° = tetti o soffitti , 61°÷90° = pareti verticali , 91°÷180° = pavimenti)

Temperature b.s.: Valide soltanto per esposizione di tipo Interna e Controterra

Profili orari

CARATTERISTICHE DEI PROFILI ORARI																							
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Temperatura [°C] - G-Tipo EST																							
32	32	32	32	32	32	32	32	26	26	26	26	26	26	26	26	26	32	32	32	32	32	32	32
Percentuale [%] - AULA MAGNA																							
0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0
Temperatura [°C] - G-Tipo INV																							
16	16	16	16	16	16	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	16	16	16	16	16	16	16

Calcolo della trasmittanza delle strutture opache

Descrizione:MURO EST INTERCAPEDINE

Adduttanza dell'aria interna [W/(m²·K)]:	7,692	Peso [kg/m²]:	311,12
Adduttanza dell'aria esterna [W/(m²·K)]:	25	Colore [C /M /D]:	M
Trasmittanza U [W/(m²·K)]:	0,89	Incremento di sicurezza:	1,15

STRATIGRAFIA

Materiale (Ordine: dall'esterno verso l'interno)	Spessore	Conduttività	Conduttanza	Cap. Term.	Densità
	[cm]	[W/(m·K)]	[W/(m²·K)]	[kJ/(kg·K)]	[kg/m³]
Malta di calce o calce cemento	2	0,900	45,000	0,910	1 800,0
Blocco forato 1.1.23 200	20	0,328	1,640	0,920	765,0
Intercapedine aria PAR. 80mm	8	0,510	6,375	1,000	1,0
Mattone forato 1.1.21 120	12	0,386	3,220	0,920	717,0
Malta di calce o calce cemento	2	0,900	45,000	0,910	1 800,0

Descrizione:SOLAIO INTERNO

Adduttanza dell'aria interna [W/(m²·K)]:	10	Peso [kg/m²]:	431
Adduttanza dell'aria esterna [W/(m²·K)]:	10	Colore [C /M /D]:	M
Trasmittanza U [W/(m²·K)]:	1,439	Incremento di sicurezza:	1

STRATIGRAFIA

Materiale (Ordine: dall'esterno verso l'interno)	Spessore	Conduttività	Conduttanza	Cap. Term.	Densità
	[cm]	[W/(m·K)]	[W/(m²·K)]	[kJ/(kg·K)]	[kg/m³]
Piastrelle in ceramica	1	1,000	100,000	0,840	2 300,0
Calcestruzzo ordinario	3	1,280	42,667	0,880	2 200,0
Sabbia secca (um. inf. 1%)	9	0,600	6,667	0,840	1 700,0
Blocco da solaio 2.1.03i/1 180	18	0,599	3,330	0,920	950,0
Malta di calce o calce cemento	1	0,900	90,000	0,910	1 800,0

Descrizione:TAVOLATO 15

Adduttanza dell'aria interna [W/(m²·K)]:	7,692	Peso [kg/m²]:	140,04
Adduttanza dell'aria esterna [W/(m²·K)]:	7,692	Colore [C /M /D]:	M
Trasmittanza U [W/(m²·K)]:	1,904	Incremento di sicurezza:	1,15

STRATIGRAFIA

Materiale (Ordine: dall'esterno verso l'interno)	Spessore	Conduttività	Conduttanza	Cap. Term.	Densità
	[cm]	[W/(m·K)]	[W/(m²·K)]	[kJ/(kg·K)]	[kg/m³]
Malta di calce o calce cemento	1,5	0,900	60,000	0,910	1 800,0
Mattone forato 1.1.21 120	12	0,386	3,220	0,920	717,0
Malta di calce o calce cemento	1,5	0,900	60,000	0,910	1 800,0

Descrizione:PANNELLO PORTA

Adduttanza dell'aria interna [W/(m²·K)]:	7,692	Peso [kg/m²]:	32,2
Adduttanza dell'aria esterna [W/(m²·K)]:	7,692	Colore [C /M /D]:	M
Trasmittanza U [W/(m²·K)]:	0,592	Incremento di sicurezza:	1

STRATIGRAFIA

Materiale (Ordine: dall'esterno verso l'interno)	Spessore	Conduttività	Conduttanza	Cap. Term.	Densità
	[cm]	[W/(m·K)]	[W/(m²·K)]	[kJ/(kg·K)]	[kg/m³]
Acciaio	0,2	52,000	26 000,000	0,450	7 800,0
Pannello in lana di vetro 20	5	0,035	0,700	1,030	20,0
Acciaio	0,2	52,000	26 000,000	0,450	7 800,0

Descrizione:PAVIMENTO SU TERRAPIENO

Adduttanza dell'aria interna [W/(m²·K)]:	5,882	Peso [kg/m²]:	1261,95
Adduttanza dell'aria esterna [W/(m²·K)]:	25	Colore [C /M /D]:	M
Trasmittanza U [W/(m²·K)]:	1,179	Incremento di sicurezza:	1

STRATIGRAFIA

Materiale (Ordine: dall'esterno verso l'interno)	Spessore	Conduttività	Conduttanza	Cap. Term.	Densità
	[cm]	[W/(m·K)]	[W/(m²·K)]	[kJ/(kg·K)]	[kg/m³]
Ghiaia grossa senza argilla	50	1,200	2,400	0,840	1 700,0
Calcestruzzo di sabbia e ghiaia	10	1,910	19,100	1,000	2 400,0
Polietilene in fogli	0,1	0,350	350,000	2,100	950,0
Sottofondo in cls magro	7	0,930	13,286	0,880	2 200,0
Pavimento in legno	2	0,220	11,000	2,400	850,0

Descrizione:DIVISORIO CA 28

Adduttanza dell'aria interna [W/(m²·K)]:	7,692	Peso [kg/m²]:	654
Adduttanza dell'aria esterna [W/(m²·K)]:	7,692	Colore [C /M /D]:	M
Trasmittanza U [W/(m²·K)]:	2,711	Incremento di sicurezza:	1,15

STRATIGRAFIA

Materiale (Ordine: dall'esterno verso l'interno)	Spessore	Conduttività	Conduttanza	Cap. Term.	Densità
	[cm]	[W/(m·K)]	[W/(m²·K)]	[kJ/(kg·K)]	[kg/m³]
Malta di calce o calce cemento	1,5	0,900	60,000	0,910	1 800,0
Calcestruzzo di sabbia e ghiaia	25	1,910	7,640	1,000	2 400,0
Malta di calce o calce cemento	1,5	0,900	60,000	0,910	1 800,0

Serramenti e pareti vetrate

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITÀ DI MISURA
Trasmittanza	U	[W/(m² · K)]
Area vetro	Ag	[m²]
Area del telaio	Af	[m²]
Lunghezza della superficie vetrata	Lg	[m]
Trasmittanza termica dell'elemento vetrato	Ug	[W/(m² · K)]
Trasmittanza termica del telaio	Uf	[W/(m² · K)]
Trasmittanza lineica (nulla in caso di vetro singolo)	Ul	[W/(m · K)]
Trasmittanza termica totale del serramento	Uw	[W/(m² · K)]

Descrizione: 510x240								
Tipologia	U	Ag	Af	Lg	Ug	Uf	Ul	Uw
	[W/(m² · K)]	[m²]	[m²]	[m]	[W/(m² · K)]	[W/(m² · K)]	[W/(m · K)]	[W/(m² · K)]
SERRAMENTO SINGOLO	3,163	10,53	1,71	27,32	3,274	2	0,03	3,163

Porte

LEGENDA

DEFINIZIONE	SIMBOLO	UNITÀ DI MISURA
Trasmittanza	U	[W/(m² · K)]
Incremento di sicurezza	I. S	

Caratteristiche delle porte

Descrizione	U	Area	I. S.	Altezza	Lunghezza
	[W/(m² · K)]	[m²]		[m]	[m]
P 180x240	0,592	4,32	1	2,40	1,80
P 120x240	0,592	2,88	1	2,40	1,20

ZONE

DATI GENERALI

Descrizione	Tipo di impianto	Profilo orario di funzionamento	
		Estate	Inverno
AULA MAGNA-AULA MAGNA	Fan-coil - Aria primaria	G-Tipo EST	G-Tipo INV

CONDIZIONI INTERNE DI PROGETTO

Descrizione	Temp. b.s.		U.R.		Diff. T	Diff. U.R.	Incr. Intermitt. [≥1]	
	[°C]	[°C]	[%]	[%]	[°C]	[%]		
AULA MAGNA-AULA MAGNA	26	20	50	65	1	10	1	1,2

VENTILAZIONE

Descrizione	Profilo orario di funzionamento		Temp. ingresso aria in ambiente b.s.		Temp. ingresso aria in ambiente b.u.	
			[°C]	[°C]	[°C]	[°C]
AULA MAGNA-AULA MAGNA	G-Tipo EST	G-Tipo EST	29	12	23	3,6

AMBIENTI

DATI GENERALI E VENTILAZIONE

Cod.	Descrizione	Zona	Area	H	Ven-til.	Infiltrazioni	
			[m²]	[m]	[m³/h]	[m³/h]	[m³/h]
(SEM-I1)- 1	AULA MAGNA	AULA MAGNA-AULA MAGNA	366,09	3,05	3960	0	0

CARICHI INTERNI - PERSONE

Cod.	Descrizione	Per-sone	App.Sens.	App. Lat.	Profilo orario
		[n.]	[W]	[W]	
(SEM-I1)- 1	AULA MAGNA	200	65	40	G-Tipo EST

CARICHI INTERNI - APPARECCHIATURE

Cod.	Descrizione	Sens.	Lat.	R/S	Profilo orario
		[W]	[W]	[n.]	
(SEM-I1)- 1	AULA MAGNA	5491,3	0	0,45	G-Tipo EST

CARICHI INTERNI - ILLUMINAZIONE

Cod.	Descrizione	Fissa	Var-iabile	Co-dice lampada	Profilo orario
		[W/m²]	[W/m²]		
(SEM-I1)- 1	AULA MAGNA	20	0	2	G-Tipo EST

LEGENDA:

Codice lampada=0: Lampada non presente

Codice lampada=1: Lampade ad incandescenza esposte

Codice lampada=2: Lampade fluorescenti non ventilate

Codice lampada=3: Lampade Fluorescenti con ripresa dell'aria dall'alto

Codice lampada=4: Lampade Fluorescenti con ripresa dell'aria attraverso il corpo illuminante

RIEPILOGO STRUTTURE SCAMBIANTI (PER AMBIENTE E PER ESPOSIZIONE)

AMBIENTE: (SEM-I1)- 1 AULA MAGNA

Esposizione: PAVIMENTO SU TERRAPIENO

Tipo	Descrizione	U [W/(m²·K)]	Area [m²]	Ulin [W/(m·K)]	Lung [m]
Parete principale	PAVIMENTO SU TERRAPIENO	1,179	365,4		
Parete principale	DIVISORIO CA 28	2,711	12,57		
Porta	P 180x240	0,592	4,32		

Esposizione: VICINO N.R.

Tipo	Descrizione	U [W/(m²·K)]	Area [m²]	Ulin [W/(m·K)]	Lung [m]
Parete principale	TAVOLATO 15	1,904	126,39		
Parete principale	DIVISORIO CA 28	2,711	15,65		

Esposizione: O-SO

Tipo	Descrizione	U [W/(m²·K)]	Area [m²]	Ulin [W/(m·K)]	Lung [m]
Parete principale	MURO EST INTERCAPEDINE	0,89	4,62		
Finestra	510x240	3,163	12,24		

Esposizione: Ovest

Tipo	Descrizione	U [W/(m²·K)]	Area [m²]	Ulin [W/(m·K)]	Lung [m]
Parete principale	MURO EST INTERCAPEDINE	0,89	25,57		

Esposizione: O-NO

Tipo	Descrizione	U [W/(m²·K)]	Area [m²]	Ulin [W/(m·K)]	Lung [m]
Parete principale	MURO EST INTERCAPEDINE	0,89	3,93		
Finestra	510x240	3,163	12,24		

Esposizione: Nord

Tipo	Descrizione	U [W/(m²·K)]	Area [m²]	Ulin [W/(m·K)]	Lung [m]
Parete principale	TAVOLATO 15	1,904	0,78		
Porta	P 120x240	0,592	2,88		

2. DIMENSIONAMENTO IMPIANTO

CENTRALI DI TRATTAMENTO ARIA

Descrizione	UTA AP				
Portata	[m³/h]	3960	Aria esterna (100,0 [%])	[m³/h]	3960

Raffreddamento						
	$T_{b.s.}$	U.R.	Sensibile	Recupero		
	[°C]	[%]	[kW]	[%]		
Aria esterna	32	48,0				
Miscela (*)	32	1,8				
Aria espulsa (ripresa) (**)	26	50,0	0	80,0		
	Sensibile	Latente	Totale	S/T	Ora	Mese
	[kW]	[kW]	[kW]			
Potenza max (***)	0	0	0		0	1

Riscaldamento						
	$T_{b.s.}$	U.R.	Sensibile	Recupero		
	[°C]	[%]	[kW]	[%]		
Aria esterna	-7	72,9				
Miscela (*)	14,6	14,8				
Aria espulsa (ripresa) (**)	20	65,0	34,7	80,0		
	Sensibile	Latente	Totale	S/T	Ora	Mese
	[kW]	[kW]	[kW]			
Potenza max (***)	-2,5	0,2	-2,3		7	1

LEGENDA

(*) Miscela tra l' aria proveniente dall' impianto di ripresa e l' aria esterna dopo il passaggio dal recuperatore.

(*) Condizioni dell' aria proveniente dall' impianto di ripresa.

(*) Potenza totale considerando il recupero (solo sensibile).

POST RISCALDAMENTO

Zona	Portata	Post riscaldamento	Immissione T_{bs}		Immissione T_{bu}	
	[m³/h]:	[kW]	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]
AULA MAGNA-AULA MAGNA	3960	10,7	29	12	23	3,6

POTENZE TOTALI DI RAFFREDDAMENTO E RISCALDAMENTO

POTENZE MASSIME EDIFICIO				
Superficie	[m²]	366		
Volume	[m³]	1 117		
Ambienti	[n.]	1		
Zone	[n.]	1		
Persone	[n.]	200		
	Pot. max.	**Ora**	**Mese**	**Pot. max.**
	[W]			[W]
Ambienti	6 747	18	7	7 317
Ventilazione (*)		0	0	234
Tot. max contemporaneo (**)	6 747	18	7	18 161

LEGENDA

(*) Si considera che l' aria venga portata al punto di rugiada.

(**) L'apporto della ventilazione è algebricamente sommato in base alle temperature di immissione dell'aria nella zona.

Dettagli Zone Impiantistiche

DATI ZONA: AULA MAGNA-AULA MAGNA

Area	[m²]:	366,09
Volume	[m³]:	1116,5745
Ambienti	[n.]	1
Portata ventilazione	[l/s]:	1100
Persone	[n.]	200

Raffreddamento

Max Ambienti				*Max Ventilazione*			
Mese:	7	**Ora:**	18	**Mese:**	0	**Ora:**	24
Sensibile		[W]	6747,1	**Sensibile**		[W]	0
Latente		[W]	0	**Deumidificazione**		[W]	0
TOTALE		[W]	6747,1	**TOTALE**		[W]	0

Max Contemporaneo		**Mese:**	7	**Ora:**	18
Ambienti	**Sensibile**	[W]	6747,1		
	Latente	[W]	0		
Ventilazione (*)	**Sensibile**	[W]	0		
	Deumidificazione	[W]	0		
Apporto della ventilazione (solo aria di rinnovo) (**)		[W]	0		
TOTALE		[W]	**6747,1**		

Riscaldamento

Max Contemporaneo		**Mese:**	1	**Ora:**	7
Ambienti	**Sensibile**	[W]	7316,7		
Ventilazione	**Sensibile**	[W]	0		
	Latente	[W]	234,2		
Apporto della ventilazione (solo aria di rinnovo) (**)		[W]	10610,4		
TOTALE		[W]	**18161,3**		

LEGENDA

(*) Si considera che l'aria venga portata alle condizioni di rugiada.

(Un valore negativo indica che l'aria toglie calore dall'ambiente*

)

POTENZA AMBIENTI DI ZONA: AULA MAGNA-AULA MAGNA

Dati Generali					*Potenza estiva*									*Potenza inver-nale*		
Amb.	Vol.	F	Venti-lazione		Sensibile			Latente				S/T		Sensibile		
					Amb.	Ventil.	Totale	Amb.	Ventil.	To-tale				Disp.	Vent.	Totale

Cod.	[m³]	[n.]	[l/ s]	V ol/h	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]				[W]	[W]	[W]
(SEM- I1)1	1 116	2 00	1 100	3 ,55	674 7	37 72	10 519	0	146 35	146 35	8		1 ,0	7 316	10 271	1 7587

3. DETTAGLIO DELLE POTENZE E DEI CARICHI TERMICI ESTIVI ED INVERNALI

LEGENDA:

Codice illuminazione =0: Lampada non presente

Codice illuminazione =1: Lampade ad incandescenza esposte

Codice illuminazione =2: Lampade fluorescenti non ventilate

Codice illuminazione =3: Lampade Fluorescenti con ripresa dell'aria dall'alto

Codice illuminazione =4: Lampade Fluorescenti con ripresa dell'aria attraverso il corpo illuminante

DETTAGLIO AMBIENTE: (SEM-I1)- 1-AULA MAGNA

Piano	U.I.	Zona	Sup. [m²]:	Altezza [m]:	Volume [m³]:
SEMINTERRATO	AULA MAGNA	AULA MAGNA	366,09	3,05	1 116,56

Persone			
Affollamento [n.]	*Sens. [W]/p*	*Latente [W]/p*	*Profilo orario*
200	65	40,0	
Illuminazione			
Fisso [W]	*Variabile [W]*	*Codice illuminazione*	*Profilo orario*
20,00		2	
Apparecchiature			
Sensibile. [W]	*Radiante [%]*	*Latente [W/m²]*	*Profilo orario*
5 491,30	0,45		

Infiltrazioni		Aria esterna trattata	
Estate [Vol/h]	*Inverno [Vol/h]*	*[Vol/h]*	*[l/s]*
		3,55	1 100,00

SUPERFICI SCAMBIANTI

Tipo	Esposizione	Descrizione	Superficie [m²]
Parete	PAVIMENTO SU TERRAPIENO	PAVIMENTO SU TERRAPIENO	365,40
Parete	VICINO N.R.	TAVOLATO 15	126,39
Parete	O-SO	MURO EST INTERCAPEDINE	4,62
Parete	Ovest	MURO EST INTERCAPEDINE	25,57
Parete	O-NO	MURO EST INTERCAPEDINE	3,93
Parete	VICINO N.R.	DIVISORIO CA 28	15,65
Parete	PAVIMENTO SU TERRAPIENO	DIVISORIO CA 28	12,57
Parete	Nord	TAVOLATO 15	0,78
Finestra	O-SO	510x240	12,24
Finestra	O-NO	510x240	12,24
Porta	Nord	P 120x240	2,88
Porta	PAVIMENTO SU TERRAPIENO	P 180x240	4,32

CARICHI TERMICI E POTENZE MASSIME

CARICO TERMICO MASSIMO ESTIVO		*Mese:* 7	*Ora*: 18	
	Sensibile [W]	Latente [W]	Totale [W]	
Irraggiamento	6 656,70			
Conduzione	2 143,20			
Illuminazione				
Persone				
Apparecchiature				
Infiltrazioni				S/T
Totali	8 799,90		8 799,90	1,00
POTENZA MASSIMA		*Mese:* 7	*Ora*: 18	
Sensibile [W]	6 747,10	Totale [W]	6 747,10	
CARICO TERMICO MASSIMO INVERNALE				
	Sensibile [W]			
Conduzione	6 097,20			
Infiltrazioni				
Totale	6 097,20			
POTENZA MASSIMA		*Mese:* 1	*Ora*: 0	
		Totale [W]	7 316,70	

4. ANDAMENTO ORARIO E MENSILE DELLE POTENZE ESTIVE DELL'EDIFICIO (CONSUMO GIORNALIERO)

	Mese: Gennaio			Mese: Febbraio			Mese: Marzo			Mese: Aprile		
Ora	Amb.	Vent.	Totale	Amb.	Vent.	Totale	Amb.	Vent.	Totale	Amb.	Vent.	Totale
	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10										255		
11										509		
12										739		
13							230			1 083		
14							1 206			1 958		779
15				397			2 461			3 067		1 888
16				928			3 220		155	4 310		3 131
17							2 846		2 846	5 035		5 035
18										4 928		4 928
19										3 416		3 416
20										167		167
21										31		31
22												
23												
24												
Totali (*)									3 001			19 374

	Mese: Maggio			Mese: Giugno			Mese: Luglio			Mese: Agosto		
Ora	Amb.	Vent.	Totale	Amb.	Vent.	Totale	Amb.	Vent.	Totale	Amb.	Vent.	Totale

	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]
1	2 252		2 252	3 289		3 289	4 111		4 111	3 645		3 645
2	2 184		2 184	3 220		3 220	4 044		4 044	3 582		3 582
3	2 118		2 118	3 152		3 152	3 978		3 978	3 520		3 520
4	2 054		2 054	3 087		3 087	3 914		3 914	3 461		3 461
5	1 999		1 999	3 031		3 031	3 859		3 859	3 411		3 411
6	1 956		1 956	2 998		2 998	3 816		3 816	3 374		3 374
7	2 069		2 759	3 127		5 409	3 912		7 643	3 388		6 795
8	2 196		2 886	3 251		5 533	4 050		7 780	3 545		6 952
9	2 320		3 009	3 373		5 655	4 178		7 908	3 687		7 094
10	2 441		3 130	3 493		5 775	4 303		8 033	3 818		7 225
11	2 558		3 248	3 611		5 893	4 424		8 154	3 944		7 351
12	2 669		3 359	3 720		6 002	4 536		8 266	4 062		7 469
13	2 803		3 493	3 830		6 112	4 647		8 377	4 227		7 634
14	3 189		3 879	4 173		6 455	4 995		8 725	4 648		8 055
15	3 791		4 481	4 755		7 037	5 547		9 277	5 197		8 604
16	4 422		5 112	5 382		7 664	6 179		9 909	5 822		9 229
17	4 833		4 833	5 806		5 806	6 617		6 617	6 215		6 215
18	4 920		4 920	5 936		5 936	6 747		6 747	6 212		6 212
19	4 528		4 528	5 662		5 662	6 442		6 442	5 545		5 545
20	3 322		3 322	4 761		4 761	5 424		5 424	4 047		4 047
21	2 566		2 566	3 620		3 620	4 434		4 434	3 924		3 924
22	2 466		2 466	3 509		3 509	4 328		4 328	3 845		3 845
23	2 389		2 389	3 431		3 431	4 251		4 251	3 774		3 774
24	2 317		2 317	3 355		3 355	4 176		4 176	3 706		3 706
To-tali (*)			**75 259**			**116 392**			**150 210**			**134 668**

	Mese: Settembre			Mese: Ottobre			Mese: Novembre			Mese: Dicembre		
Ora	Amb.	Vent.	Totale	Amb.	Vent.	Totale	Amb.	Vent.	Totale	Amb.	Vent.	Totale
	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]	[W]
1	2479		2479									
2	2422		2422									
3	2369		2369									
4	2319		2319									
5	2277		2277									
6	2247		2247									
7	2231		4404									
8	2321		4494									
9	2476		4649									
10	2614		4787	77								
11	2742		4915	349		233						
12	2864		5037	613		498						
13	3144		5317	1391		1275						
14	3616		5789	2298		2183	570					
15	4121		6294	3114		2998	1025					
16	4698		6872	3945		3830						
17	4962		4962	3734		3734						
18	4569		4569	869		869						
19	2950		2950	197		197						
20	2803		2803	66		66						
21	2727		2727									
22	2658		2658									
23	2596		2596									

24	2 534		2 534								
Totali (*)			**92 470**			**15 884**					

(*) Il totale giornaliero, riferito al giorno-tipo, considera l'eventuale apporto della ventilazione meccanica agli ambienti.

5. DISPERSIONI INVERNALI PER SINGOLO AMBIENTE

U.I.: AULA MAGNA Zona: AULA MAGNA						
Dati ambiente				Risultati		
Cod.	Descrizione	Temp.Int	Volume	Disp.	Infiltr.	Totale
		[°C]	[m³]	[W]	[W]	[W]
(SEM -I1)- 1	AULA MAGNA	20,0	1 116,6	6 097		6 097
			Totali:	6 097		6 097

TOTALI GENERALI		
Dispersioni	Infiltrazioni	Totale
[W]	[W]	[W]
6 097		6 097