

Il Committente:



**COMPLETAMENTO "FOODY BUSINESS CENTER"  
OPERE IMPIANTISTICHE DI ALCUNI SPAZI DEL PALAZZO  
AFFARI IN VIA C. LOMBROSO, 54 - CIG: ZAA26E61D5**

***RELAZIONE SPECIALISTICA E  
CALCOLI ESECUTIVI IMPIANTI MECCANICI***  
PROGETTO ESECUTIVO D'APPALTO

Il R.U.P.:

*Ing. Mirko Maronati*

Il Progettista architettonico:

*Dott. Arch. Massimo Cella*

Il Progettista impiantistico:

*Dott. Ing. Marco Cerutti*

Milano, 5 Settembre 2019

*Dott. Ing. Marco Cerutti*  
Viale C. Marx, 26 - 27058 Voghera (PV)  
☎ 0383 213 222 ☎ 348 9014630  
✉ cerutti.ing@gmail.com

## **Indice**

- 1      Oggetto dell'Appalto / Generalità**
- 2      Descrizione Generale dell'immobile e degli interventi da realizzare**
- 3      Norme di riferimento per il dimensionamento e la realizzazione degli impianti meccanici**
- 4      Specifiche tecniche**
- 5      Descrizione del circuito idraulico e dati di riferimento assunti per il dimensionamento dei principali componenti**
- 6      Descrizione del circuito aeraulico e dati di riferimento assunti per il dimensionamento dei principali componenti**

**Allegato-Relazione ex L.10/91**

## 1. Oggetto dell'Appalto/ Generalità

Formano oggetto della presente Relazione tecnico specialistica di progetto definitivo, tutte le opere meccaniche e le forniture occorrenti per l'appalto dei lavori.

Le opere di cui sopra rientrano in una serie di interventi di carattere meccanico ed elettrico descritti nelle rispettive Relazioni tecnico specialistiche concordati con l'amministrazione pubblica.

Dovranno essere previsti tutti gli interventi occorrenti e le forniture necessarie per completare e consegnare gli impianti e le aree soggette all'intervento in oggetto a "regola d'arte", collaudati e perfettamente funzionanti, il tutto secondo le norme vigenti al momento della consegna degli impianti stessi, secondo quanto indicato negli elaborati di progetto che comprendono la documentazione per la gara di appalto.

Tutti i materiali, macchine, apparecchiature e strumentazione occorrenti alla realizzazione degli impianti, dovranno essere sottoposti a campionatura e subordinati all'approvazione della Direzione Lavori in via preventiva rispetto alla relativa fornitura e posa in opera.

Il montaggio di ogni apparecchio, componente previsto nella presente descrizione dovrà essere eseguito secondo le indicazioni riportate nel rispettivo Manuale Tecnico d'installazione e con il rispetto degli spazi tecnici per la manutenzione.

Il noleggio di eventuali ponteggi, autogrù, scale aeree, trabattelli, materiali per la posa degli impianti, demolizioni, ecc. sono compresi negli oneri delle opere in oggetto.

Gli oneri relativi alla sicurezza per la realizzazione degli impianti meccanici sono stati considerati in apposito documento specifico. Si richiama l'attenzione dell'Appaltatore sulla necessità di adottare le metodologie ed i mezzi d'opera più opportuni per salvaguardare i seguenti obiettivi primari:

-sicurezza di persone e cose durante l'esecuzione dei lavori, tenuto conto che questi si svolgeranno in ambienti adiacenti a locali utilizzati a vario titolo, ponendo in atto tutte le precauzioni necessarie atte a contenere il più possibile i disturbi (rumore, vibrazioni, polvere, esalazioni, etc.), il tutto in accordo con il Coordinatore per la sicurezza del cantiere e la D.L.;

-conservazione senza danno alcuno e protezione di impiantistiche esistenti e/o passanti nelle aree di intervento, che dovranno essere mantenute in esercizio;

-impiego di mezzi d'opera e sistemi provvisori e/o definitivi tali da non causare danni alle persone ed agli impianti e/o finiture da conservare;

-impiego di mezzi d'opera idonei alla portanza delle strutture esistenti realizzando, se necessario, adeguate opere di puntellazione/ripartizione dei carichi, etc.

L'Impresa Appaltatrice dovrà comunicare preventivamente le assistenze edili occorrenti alla posa in opera degli impianti meccanici.

Saranno comprese negli interventi suddetti tutte le assistenze specialistiche del caso atte a fornire l'impianto meccanico perfettamente finito e funzionante.

Le modalità di esecuzione dei collaudi finali saranno eseguiti ai sensi della normativa vigente.

Il posizionamento delle apparecchiature, ed i percorsi delle tubazioni sviluppati sugli elaborati grafici allegati sono da intendersi indicativi e dovranno essere concordati con la Direzione dei lavori.

La Ditta appaltatrice dei lavori in oggetto si assume l'onere di proporre eventuali modifiche o migliorie agli elaborati grafici esecutivi, il tracciato di tutti i circuiti di tubazioni ed il posizionamento delle apparecchiature/componenti, nonché le relative verifiche di dimensionamento, sottoponendo alla Direzione Lavori idonea documentazione ed eventuali relazioni tecniche giustificative con congruo anticipo rispetto al programma dei lavori, allo scopo di ottenere benestare preventivo alla esecuzione.

Si intende compreso pertanto nelle opere di appalto lo sviluppo della documentazione grafica costruttiva di cantiere, la fornitura di disegni "come costruito", monografia e manuali di uso e manutenzione delle apparecchiature installate nonché le Dichiarazioni di conformità ai sensi D.M. n. 37/08, complete degli allegati obbligatori, nonché di Dichiarazioni di corretta posa in opera dei materiali e dispositivi previsti in progetto, con relativi certificati di omologazione. Si dovrà inoltre comprendere la stesura del programma esecutivo degli interventi e la tenuta del Giornale dei lavori.

Gli impianti saranno completati e collaudati a regola d'arte secondo quanto indicato negli elaborati di progetto, nelle relazioni e nel capitolato che comprenderanno la documentazione per la gara di appalto in conformità della normativa vigente.

Per quanto riguarda gli aspetti di dettaglio per gli impianti elettrici nonché per gli interventi edili si rimanda alle relazioni specialistiche e ai relativi elaborati tecnici che sono stati prodotti per la gara d'appalto.

Per quanto riguarda gli aspetti di dettaglio relativi alla parte relativa alla sicurezza in cantiere si rimanda agli elaborati di riferimento al PSC e al DUVRI nonché i relativi allegati.

## **2. Descrizione generale dell'immobile e degli interventi da realizzare**

L'edificio è ubicato in al piano primo del Palazzo Sogemi in via Cesare Lombroso ed è accessibile dal civico n. 54 attraverso un ingresso pedonale al piano terra ed uno carrabile che porta al parcheggio del piano 1°.

L'area oggetto degli interventi è situata nella zona Est di Milano, delimitata a Ovest da via Vismara e ad Est da una linea ferroviaria.

L'intervento di manutenzione straordinaria per il completamento della sala Coworking prevede opere impiantistiche descritte nella Relazione illustrativa.

## **3. Norme di riferimento per il dimensionamento e la realizzazione degli impianti meccanici**

Per la realizzazione dell'impianto e degli interventi in oggetto dovranno essere osservate e rispettate le principali normative, come riportato nella Relazione illustrativa a cui si rimanda.

La rispondenza degli impianti alle norme ed alle prescrizioni sopra indicate è da intendersi estesa sia alla esecuzione degli impianti che ad ogni singolo componente dell'impianto.

## 4. Specifiche tecniche

### INTRODUZIONE

Il presente documento intende fornire le indicazioni relative alle modalità di esecuzione delle opere relative agli impianti di climatizzazione dell'intervento in oggetto.

Fanno parte integrante del presente documento tutti gli elaborati di capitolato.

### PRESCRIZIONI GENERALI

#### ***Leggi e norme di riferimento***

Gli impianti devono rispondere alle disposizioni in materia contenute nella legge 13.7.66 n° 615 e relativo regolamento di esecuzione, nella circolare del Ministero dell'Interno 29.7.71 n°73, nel D.M. 1.12.75, nella legge 9/01/1991 n°10 e D.L.19/08/2005 n° 192 nonché in tutte le disposizioni di legge, decreti e circolari ministeriali, decreti Regionali, Regolamenti Comunali, e Regolamenti d'Igiene locali e regionali in vigore al momento dell'appalto, che regolano la specifica materia. La loro progettazione ed esecuzione deve rispettare la regola d'arte, nei modi stabiliti oltre le norme del Comitato Termotecnico Italiano in vigore al momento dell'esecuzione del Lavoro, le Norme UNI vigenti e la normativa ErP.

Dovranno altresì essere rispettate le prescrizioni ed indicazioni degli Enti preposti quali: Vigili del Fuoco, U.S.S.L., ISPEL, Autorità Comunali, ecc.

#### ***Definizioni***

Nei riguardi degli impianti di riscaldamento e di condizionamento d'aria, valgono le seguenti definizioni:

- a. Diretto è quello che si ottiene mediante l'adozione di corpi scaldanti compresi i pannelli radianti posti negli ambienti di riscaldare o condizionare.
- b. Indiretto è quello in cui i corpi scaldanti o raffreddanti sono collocati fuori degli ambienti rispettivamente da riscaldare e da condizionare, trattando l'aria prima di immetterla negli ambienti medesimi.
- c. Ventilazione naturale, o ricambio naturale di aria, è il rinnovo di aria che si produce negli ambienti per effetto della differenza di temperatura interna ed esterna, o per la azione del vento.
- d. Ventilazione artificiale, o ricambio artificiale di aria, è la circolazione di aria che si produce negli ambienti a mezzo di canne, o di aperture convenientemente ubicate, comunicanti con l'esterno, atte ad ottenere i ricambi di aria senza o con l'ausilio di ventilatori. In quest'ultimo caso ha luogo la ventilazione meccanica.
- e. Ricambi di aria - Come unità del ricambio di aria s'intende il volume del locale riscaldato, condizionato o ventilato.
- f. Condizionamento dell'aria trattamento volto a conseguire la qualità dell'aria e le caratteristiche termoigrometriche.
- richieste (caldo e freddo).
- g. Impianto aeraulico, insieme di apparecchiature, (frigorifere/termiche) con dispositivi per ottimizzare la qualità dell'aria in condizioni prefissate, canalizzazioni

Dott. Ing. Marco Cerutti

Viale C. Marx, 26 - 27058 Voghera (PV)

☎ 0383 213 222 ☎ 348 9014630

✉ cerutti.ing@gmail.com

per la distribuzione dell'aria trattata.

### ***Qualità dei materiali***

Tutti i componenti dovranno essere rispondenti alle esigenze d'impianto ed alle condizioni di servizio e di esercizio, con particolare riguardo alla sicurezza di persone e cose.

Tutti i componenti dovranno essere provvisti di marcatura CE, ove applicabile.

### ***Condizioni per la manutenzione***

Nella realizzazione delle opere si dovrà tenere conto delle condizioni necessarie per garantire la manutenzione degli impianti ed in particolare si dovrà assicurare che:

- tutte le verifiche periodiche, le prove e le operazioni di manutenzione che si prevede siano necessarie nonché le operazioni di riparazione possano essere compiute agevolmente ed in condizioni di assoluta sicurezza;
- sia assicurata l'efficacia delle misure di protezione richieste per la sicurezza;
- sia adeguata l'affidabilità dei componenti affinché sia garantito il corretto funzionamento dell'impianto.

Ove possibile la scelta dei componenti dovrà vertere per i tipi esenti da manutenzione.

### ***Provvedimenti contro le vibrazioni***

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

Le parti in movimento dovranno pertanto essere equilibrate staticamente e dinamicamente dove necessario.

Le apparecchiature dovranno pertanto essere montate su basamenti, telai o solai in c.a. isolate dal pavimento a mezzo di dispositivi antivibranti a molla, nel rispetto del progetto acustico, qualora presente.

Gli ammortizzatori a molla dovranno avere un cuscinetto inferiore in neoprene o in gomma.

Fra basamento e struttura portante deve essere interposto un materassino resiliente o dei supporti elastici.

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

### ***Misure di contenimento dell'inquinamento acustico***

Gli impianti dovranno essere realizzati in modo da non generare negli ambienti occupati e nell'ambiente esterno livelli sonori inaccettabili.

Il funzionamento degli impianti non dovrà comportare incrementi superiori a 3 dB(A) rispetto al rumore di fondo, negli ambienti normalmente abitati.

In linea generale, pertanto, si potrà operare come segue:

- le apparecchiature dovranno essere di ottima qualità, con adeguato isolamento acustico per bassa frequenza e le case fornitrici dovranno fornire dettagliate caratteristiche acustiche, da cui sia possibile eseguire un accurato studio;
- dovranno essere previsti adeguati silenziatori o altri dispositivi sui canali;
- per evitare i rumori derivanti dalle dilatazioni delle tubazioni dovranno prevedersi dispositivi di dilatazione con supporti che consentano tutti i possibili spostamenti;
- gli attraversamenti di solette e pareti dovranno essere realizzati in modo tale da impedire la trasmissione di rumori e vibrazioni alla struttura, prevedendo ad esempio guaine adeguate.

Nel caso in cui il rumore trasmesso dagli impianti ai locali occupati od all'esterno superi i valori prescritti, dovranno essere presi adeguati provvedimenti per rientrare nei limiti.

## **PRESCRIZIONI PARTICOLARI**

Le seguenti prescrizioni valgono per quanto applicabili e se non altrimenti specificato in documenti di maggior dettaglio (disegni, specifiche tecniche, ecc.).

### ***Macchine***

L'Appaltatore fornirà quanto necessario, anche se non espressamente descritto, per realizzare gli impianti completi e perfettamente funzionanti.

Le apparecchiature rotanti saranno tali da operare a basso numero di giri ed essere equilibrate staticamente e dinamicamente.

Tutte le macchine per il condizionamento saranno installate in modo da non trasmettere rumore e vibrazioni alle strutture degli ambienti nei quali sono ubicate ed alle tubazioni alle quali sono collegate.

Ogni macchina sarà installata in modo tale da avere all'interno lo spazio necessario per consentirne l'agevole manutenzione e l'eventuale smontaggio e rimontaggio. In ogni caso saranno rispettate le indicazioni e le distanze minime prescritte dal costruttore.

### **Identificazione delle macchine**

Tutte le macchine facenti parte dell'impianto in oggetto dovranno essere identificate mediante applicazione di una targa recante un codice alfanumerico tale da garantire l'univoco riconoscimento dell'apparecchiatura sulle tavole del "come costruito".

### **Unità a pompa di calore raffreddata ad aria di tipo inverter VRF**

altamente efficiente per la combinazione compressore /scambiatore di calore,

#### **Caratteristiche principali**

- Fino a 4 unità esterne combinabili, raggiungendo un massimo di 80 HP (224 kW)
- Funzionamento in condizioni estreme con elevata affidabilità:  
Raffrescamento da -10 C° a +52C°.  
Riscaldamento da -25 C° a +18C°.
- Condensatore dell'unità esterna maggiorato a tre ranghi per un'efficienza superiore
- Rumorosità ridotta grazie al ventilatore integrato e alla bocca del ventilatore dai bordi smussati.

*Dott. Ing. Marco Cerutti*

*Viale C. Marx, 26 - 27058 Voghera (PV)*

*☎ 0383 213 222 ☎ 348 9014630*

*✉ cerutti.ing@gmail.com*



- Controllo della temperatura di evaporazione a seconda del carico dell'edificio consentendo un elevato risparmio energetico in condizioni di carico parziale.
- Riavvio automatico al ripristino dell'alimentazione elettrica in caso di interruzione d'alimentazione.
- Controllo della carica di refrigerante nel sistema al fine di garantire il corretto funzionamento dell'impianto.
- Il sistema continua a funzionare con il 25% delle unità interne in on disalimentate. Funzione da attivare all'avviamento.
- 2 tipi di Modalità silenziosa selezionabile con 2 tipologie di priorità assegnate in base agli input impostati; Silenzioso, Capacità.
- Sbrinamento reciproco di unità esterne a partire da sistemi con abbinamento di due o più moduli, nessuna interruzione del riscaldamento nelle unità interne e nessun discomfort nell'ambiente interno.
- Sistema di controllo delle perdite di refrigerante:  
Tutte le unità esterne sono compatibili con l'innovativo sistema di recupero di refrigerante, in grado di rilevare eventuali perdite di refrigerante (Conforme alla EN378 del 2008).
  - Rapporto di capacità tra unità interne/esterne collegabili fino al 200%
  - Lunghezza massima totale delle tubazioni pari a 1000 m
  - Lunghezza massima tubazioni effettiva pari a 200 m
  - La lunghezza della tubazione principale non ha limite
  - Funzionamento anche durante la manutenzione

### Struttura

Unità compatta nel design e resistente alle intemperie. Involucro realizzato in telaio autoportante e pannelli laterali in lamiera d'acciaio zincati, trattati con primer e verniciati a polvere con tonalità di colore seta ombrata. Telaio di base rigido per una facile installazione, progettato per uso interno ed esterno. Grazie alla struttura modulare del telaio può essere combinata con altri moduli della stessa altezza e profondità esterna all'interno dello stesso sistema di refrigerazione.

### Ciclo di refrigerazione

Ciclo di refrigerazione, ottimizzato per il refrigerante R410A, comprendente i seguenti componenti principali: compressore, valvola di espansione elettronica, evaporatore / condensatore, ricevitore di liquido, filtro, separatore d'olio, valvola a 4 vie e relativi dispositivi di controllo e sicurezza, valvole di intercettazione sulla linea del liquido e dell'aspirazione, porte di servizio con valvole Schrader.

Nuovo compressore, nuovo accumulatore dell'olio e nuovo scambiatore che permettono di incrementare la lunghezza delle tubazioni. Separatore d'olio modificato per ridurre le perdite di carico del circuito.

Il sistema deve essere sottoposto a vuoto e caricato con la carica di refrigerante adeguata.

### Compressore

Nuovo compressore rotary inverter DC 2-pistoni, ottimizzato per refrigerante R410A con miglioramento delle performance annuali (AEER). Il nuovo compressore possiede un ampio range di modulazione, in grado di variare la capacità fino ad un minimo di 0.8 HP.

Completo di anti-vibrazione e riduzione della rumorosità della macchina, e riscaldatore carter. Controllo preciso mediante il sistema di monitoraggio dinamico del carico dell'edificio e regolazione della velocità del compressore in base alle condizioni prevalenti.

Il compressore vanta una garanzia di 5 anni.

#### Condensatore

Scambiatore di calore ad alta efficienza in tubo di rame ed alette in alluminio con speciale profilo in sezione trasversale e protezione delle superfici altamente resistente contro condizioni ambientali avverse. Ottimizzato per l'uso con refrigerante R410A. La batteria dell'unità esterna è suddivisa in 2 parti, all'ingresso delle due sezioni sono poste altrettante valvole per gestire e migliorare lo sbrinamento in termini di efficienza e velocità. Il nuovo ECOi VRF versione 7 vanta di serie il trattamento della batteria esterna con Blue Fin: il rivestimento a base di resina epossidica non solo protegge il condensatore da attacchi salini aggressivi, ma ha anche notevoli proprietà idrofobiche che aiutano il condensatore durante lo sbrinamento. Il condensatore a 3 ranghi è maggiorato per permettere migliore scambio termico.

#### Valvola di espansione elettronica

Valvola di alta e bassa pressione controllata da microprocessore, ottimizzata per l'uso con gas refrigerante R410A, progettata per garantire un carico ottimale all'evaporatore e allo stesso tempo un preciso controllo del surriscaldamento.

#### Ventilatore

Ventilatore assiale ad alta efficienza con variatore di velocità e pressione ottimale all'interno dello scambiatore di calore e, specialmente nel funzionamento a bassa velocità. Il nuovo sistema di espulsione dell'aria verticale con bocca di uscita del ventilatore dai bordi smussati è progettata per l'ottimizzazione dei flussi aerodinamici e riduzione del rumore del flusso d'aria, anche con elevati volumi d'aria. La griglia di espulsione è internamente inglobata all'interno dell'unità esterna per un migliore movimentazione ed installazione. La pressione statica esterna può essere aumentata a 80 Pa sul sito, se richiesto da una particolare tipologia di installazione.

#### Controllo a microprocessore

Il microprocessore, oltre al controllo ottimizzato a pieno carico e a carico parziale durante raffreddamento e riscaldamento, esegue anche le seguenti funzioni: Rilevamento automatico e indirizzamento delle unità interne del sistema durante la prima messa in servizio

Autodiagnosi di tutte le unità interne ed esterne collegate

Controllo del sottoraffreddamento.

Controllo del livello di refrigerante nel ricevitore di liquido e negli scambiatori di calore delle unità interne.

Controllo Inverter per il compressore in base alle esigenze di capacità richiesta, effettuato mediante la generazione automatica di un segnale di controllo ottimizzato, chiaro e sinusoidale.

Controllo elettronico della valvola di espansione.

Controllo della ventola al fine di ottenere una distribuzione di pressione ottimale all'interno dello scambiatore di calore.

Selezione della commutazione automatica tra la modalità raffreddamento e riscaldamento.

Operazione di backup automatico in caso di malfunzionamento quando più di una singola unità esterna è collegata allo stesso circuito refrigerante.

Operazione di backup automatico in caso di malfunzionamento dei compressori

Lunga durata del compressore grazie a tempi uniformi di operatività dei compressori.

Sequenza di avvio dei compressori.

Gestione dell'olio ottimizzata: La quantità di olio nel compressore e nel serbatoio di accumulo dell'olio è controllata da un sensore di livello dell'olio.

Controllo del recupero dell'olio tra unità esterne – utilizzando le tubazioni di bilanciamento tra 2 o più moduli di unità esterne.

Impostazione regolabile della pressione del sistema di sistema (33 - 38 bar) per l'uso con i kit di rinnovo VRF, ad esempio, per la conversione da R22 a refrigeranti R410A.

Funzioni di sicurezza per proteggere il sistema VRF.

#### Connettività esterna

Sistema bus P-Link per comandi di sistema, comando intelligente Touch Screen, ecc

Possibilità di collegare un telecomando a filo con timer opzionale al fine di monitorare e impostare i dati operativi.

Possibilità di collegamento di un'unità ingresso/uscita serie-parallelo per unità esterna o kit di controllo on demand.

Ingressi e uscite sulla PCB (direttamente disponibili per il collegamento di connettori):

Modalità di funzionamento Test

Accensione Sistema On

Spegnimento Sistema Off

Indirizzamento automatico

Riscaldamento / Raffreddamento

Impostazioni delle modalità di funzionamento silenziose

Valvola di intercettazione del refrigerante segnale On/Off.

#### Conformità alle direttive UE

L'unità è conforme alle seguenti direttive UE:

Direttiva di compatibilità Elettromagnetica 2014/30/EU

Norma CEI EN 60335-1: Sicurezza degli apparecchi elettrici d'uso domestico e similare- condizionatori.

Norma CEI EN 60355-2-40: Norme particolari per le pompe di calore elettriche, per i condizionatori d'aria e per i deumidificatori.

Direttiva Macchine 2006/42/EC.

## Specifiche Tecniche

### Modalità di funzionamento in raffrescamento:

Condizioni operative: Temp. interna 27/19 °C (DB/WB), Temp. Esterna 35 °C,  
Rapporto di capacità tra unità interne ed esterne pari a 100 %

Capacità nominale in raffrescamento	25,8 kW
Assorbimento	6,75 kW
Energy Efficiency Ratio (EER)	3.82
Intervallo di temperatura di funzionamento	da -10 a +52 °C

### Modalità di funzionamento in riscaldamento:

Condizioni operative: Temp. interna 20 °C (DB), Temp. Esterna 7/6 °C (DB/WB),  
Rapporto di capacità tra unità interne ed esterne pari a 100 %

Capacità nominale in riscaldamento	28,0 kW
Assorbimento	6,86 kW
Coefficient of Performance (COP)	4,08
Intervallo di temperatura di funzionamento	da -25 a +18 °C

Alimentazione elettrica	380 ~ 415 V
Corrente d'avvio	2.0 A
Refrigerante	R410A
Carica di refrigerante alla spedizione	6,8 kg
Diametro tubazioni refrigerante (linea gas/liquido)**	9,52/22,22 mm
Livello di pressione sonora (Campo libero, 1 m di distanza)***	59 dB(A)
Portata d'aria	4,7 m³/h
Max. Pressione Esterna (impostabile)	80 Pa
Max. Dislivello tra unità interne ed esterne****	35 m
Max. distanza tra unità interna ed esterna	170 m
Max. Lunghezza totale delle tubazioni	75 m

## Modulo idronico VRF

- telaio in lamiera zincata
- scambiatore a piastre saldobrasate con superfici corrugate
- ricevitore liquido refrigerante
- regolatore di portata
- valvola elettronica di laminazione a 4 vie
- sonde termiche e antigelo per il controllo del funzionamento
- circolatore elettronico
- attacchi tubi gas refrigerante a brasare ed attacchi idronici filettati

## Circuito idraulico

La velocità dell'acqua nelle condutture secondarie non deve superare 1 m/s, ed in quelle principali 2 m/s. Qualora in casi eccezionali siano previste velocità leggermente maggiori non dovranno, in nessun caso, provocare vibrazioni e rumori molesti.

## **Tubazioni e pezzi speciali**

Le tubazioni devono essere incassate nelle murature in modo che siano consentiti i movimenti di esse dovuti agli effetti termici, evitando, per quanto possibile, il loro passaggio sotto pavimenti o soffitti. Dove necessario, o se richiesto, dovranno essere termicamente isolate nelle murature. Qualora tale disposizione non venga richiesta o non sia realizzabile, le tubazioni potranno essere in vista, collocate in modo da non riuscire di pregiudizio nè all'estetica, nè all'uso libero delle pareti, alla distanza di circa 3 cm dai muri sostenute da staffe che ne permettano la dilatazione. Devono seguire il minimo percorso compatibilmente al miglior funzionamento dell'impianto ed essere disposte in modo non ingombrante. Nel caso che non fosse possibile assicurare con altri mezzi il libero scorrimento delle tubazioni attraverso i muri ed i solai, il relativo passaggio deve eseguirsi entro tubo murato. Le colonne montanti e discendenti devono essere provviste alle estremità inferiori di valvole di arresto per la eventuale loro intercettazione e di rubinetti di scarico. Le colonne montanti devono essere provviste alle estremità superiori di prolungamenti per lo scarico automatico dell'aria, collegati - nei loro punti più alti - da tubazioni di raccolta fino al vaso di espansione, oppure fino all'esterno sopra il livello idrico; ove occorra, le condotte di sfogo di aria dovranno essere munite di rubinetti di intercettazione. Eccezionalmente e specialmente per impianti con pressioni statiche in caldaie inferiori ad 1 Kg/cm<sup>2</sup> le tubazioni di sfogo di aria potranno essere sostituite da valvole di aria. Tutte le tubazioni in genere devono essere complete di collegamenti e delle derivazioni, a vite o a manicotto, od a flangia, oppure a mezzo di saldature autogene, dei sostegni e fissaggi. Devono pure essere provviste di valvole di intercettazione delle diramazioni principali e degli occorrenti giunti di dilatazione, in relazione anche alla eventuale esistenza di giunti di dilatazione nelle strutture in cemento armato. Inoltre tutte le tubazioni correnti in locali non riscaldati dovranno essere rivestite con idoneo materiale isolante termico. L'isolamento dovrà essere eseguito con particolare accuratezza, con i materiali coibenti appropriati non combustibili nè comburenti, non igroscopici, inattaccabili da agenti chimici, fisici e da parassiti.

Le tubazioni dovranno essere opportunamente installate in modo da eliminare o prevenire sollecitazioni irregolari, vibrazioni o movimenti ed evitare ogni interferenza con le installazioni di altri servizi o impianti fissi.

Ove possibile la scelta dei componenti verterà per i tipi esenti da manutenzione.

Le tubazioni per la distribuzione del fluido termico dovranno essere collegate ai gruppi frigoriferi e alle unità ventilanti interne e saranno supportate in modo da evitare sforzi eccessivi e deformazioni nel collegamento e consentire la rimozione delle unità interne in modo agevole e senza richiedere supporti provvisori ad avvenuto smontaggio.

Particolari precauzioni dovranno essere prese per evitare l'ingresso di corpi estranei nelle tubazioni.

Dovranno essere rispettate le pendenze per avere il naturale sfogo dell'acqua a gravità. In ogni caso l'unità interna dovrà essere dotata di valvole di regolazione a tre vie, di valvole di sfogo aria nei punti più alti e di valvole di scarico nei punti più bassi.

Qualora fosse necessario lo svuotamento degli impianti idraulici dovranno essere adottate le opportune misure (manichette, tubazioni) al fine di convogliare le acque negli impianti di scarico ed di evitare allagamenti e spandimenti.

Dovranno essere realizzate opportune predisposizioni per eventuali futuri sistemi di supervisione (pozzetti termometrici, misuratori di pressione, ecc.).

Tutte le tubazioni, i pezzi speciali e le flange dovranno essere pulite ed accuratamente sgrassate prima del montaggio; analogamente verranno eliminate le sbavature dovute al taglio e ad altre lavorazioni.

Prima di effettuare qualsiasi saldatura, la superficie da saldare dovrà essere pulita da ogni ossido, strato di verniciatura, sporco, gesso o altri simili materiali estranei, con mezzi meccanici.

Le tubazioni in acciaio nero, prima della verniciatura antiruggine dovranno essere accuratamente spazzolate sulla superficie esterna. Le scorie interne verranno eliminate prima del montaggio.

Le tubazioni dovranno essere fissate alle strutture con interposizione di idonei elementi di separazione elastica. Nell'attraversamento di strutture (verticali e/o orizzontali) le tubazioni dovranno essere poste all'interno di controtubi, in acciaio zincato o materiale plastico, preventivamente installati. Le lunghezze dei controtubi dovranno essere tali da sporgere di 50 mm dai pavimenti finiti ed essere a filo delle pareti finite, dei muri o soffitti attraversati.

Tra la superficie esterna della tubazione (o quella della coibentazione) e la superficie interna del controtubo dovrà rimanere uno spazio libero di 5/7 mm che sarà successivamente riempito con materiale sigillante appropriato, che consenta la libera dilatazione.

Alla fine del montaggio le reti dovranno essere pulite con soffiaggi con aria compressa e con lavaggio prolungato, provvedendo ad opportuni scarichi nei punti bassi.

### **Valvolame ed accessori**

Le valvole, la raccorderia e gli accessori idraulici dovranno essere selezionati e posati seguendo i seguenti criteri:

- per diametri fino a 2" saranno utilizzati esclusivamente giunti di tipo filettato;
- per diametri superiori a 2" saranno utilizzati giunti di tipo flangiato.

I manometri, scelti di scala idonea, dovranno essere posati previa interposizione di rubinetto di prova e ricciolo.

Per la scelta dei rubinetti dovranno essere adottati i seguenti criteri:

- fino a DN 80, si adotteranno rubinetti del tipo a sfera esenti da manutenzioni qualora la funzione dell'organo di intercettazione sia esclusivamente di sezionamento;

Dove esigenze di spazio non permettono l'installazione di normali valvole, è consentito l'uso di valvole a farfalla.

Tutti gli organi di intercettazione che svolgono la funzione di regolazione o di taratura dovranno essere di tipo a flusso avviato esenti da manutenzione.

Per quanto concerne gli attacchi si dovranno essere adottati i seguenti criteri:

- per diametri fino a 2" si realizzeranno attacchi filettati con idonei giunti per lo smontaggio;
- per diametri superiori a 2" gli attacchi saranno flangiati.

Tutto il valvolame impiegato dovrà essere tale da garantire un'ottima tenuta nel tempo anche con manovre poco frequenti.

Tutto il valvolame impiegato ed i pezzi speciali dovranno essere verniciati secondo le medesime modalità indicate per le tubazioni, o catramati a caldo se interrati.

La pressione nominale (PN) del valvolame dovranno essere in accordo con le prescrizioni delle tubazioni relative.

Tutto il valvolame filettato dovranno essere montato con bocchettone a tre pezzi, per permettere un agevole smontaggio.

Le leve o gli organi di manovra dovranno essere tali da permettere manovre di chiusura o apertura senza danneggiare le coibentazioni.

Il valvolame e gli accessori dovranno essere previsti per installazione all'interno ed all'esterno.

### **Valvole di ritegno**

Le valvole di ritegno dovranno essere del tipo a flusso avviato e dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- corpo e battente in ghisa;
- tenuta nel corpo con anello in bronzo;
- tenuta sull'otturatore in gomma dura;
- pressione massima ammissibile non inferiore a 981 kpa (pn 10);
- temperatura di esercizio pari a 90 °C.

Qualora indicato in progetto e/o nei casi in cui lo spazio a disposizione fosse limitato potranno essere utilizzate valvole di ritegno del tipo a "disco".

### **Valvole a sfera**

Le valvole a sfera dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- corpo in bronzo o in ghisa;
- albero in ottone;
- sfera in acciaio inox;
- guarnizioni delle sedi e guarnizioni di tenuta dello stelo in teflon;
- pressione massima ammissibile non inferiore a 981 kpa (pn 10);
- temperatura massima di esercizio pari a 100 °C.

### **Giunti antivibranti**

I giunti antivibranti dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- corpo elastico di forma sferica, in gomma, con rete di supporto in nylon e filo di acciaio
- pressione massima ammissibile non inferiore a 981 kpa (pn 10)
- temperatura massima di esercizio pari a 100 °C.

### **Valvole di taratura e bilanciamento**

Per diametri minori di 2" si dovranno utilizzare valvole di taratura in bronzo complete di attacchi piezometrici, dotate di dispositivo di preregolazione non manomettibile e indicatore del valore di preregolazione impostato.

Per diametri maggiori di 2" si dovranno utilizzare valvole a flusso avviato in ghisa con otturatore a profilo parabolico e albero in acciaio con filettatura a passo fine.

Le valvole dovranno essere munite di indice indicatore di apertura.

A monte e a valle di ciascuna valvola dovrà essere installato un attacco per piezometro.

### ***Rubinetti di scarico***

I rubinetti di scarico dovranno essere del tipo in bronzo, a sfera, con taglio a cacciavite e attacchi filettati maschio - portagomma, inoltre saranno completi di tappo e catena.

### ***Rubinetti a maschio***

I rubinetti a maschio a due o a tre vie non sono previsti; al loro posto dovranno essere impiegate valvole a sfera a passaggio totale.

### ***Filtri***

Filtri in acciaio, cestello intercambiabile in acciaio inox - PN40 Corpo in acciaio al carbonio, coperchio in acciaio al carbonio, cestello in acciaio inox, guarnizioni del tipo senza amianto.

### **Supporti e staffaggi**

I supporti e gli staffaggi saranno in acciaio zincato a bagno dopo la lavorazione o, in alternativa, potranno essere usati profili normati in acciaio zincato, con ripresa della zincatura nei punti di saldatura o taglio mediante appropriato ciclo di verniciatura approvato dalla DL.

La carpenteria dei supporti e degli staffaggi dovrà essere realizzata con profilati normati in acciaio (realizzati in cantiere o prefabbricati).

I supporti comprenderanno morsetti, mensole da parete, selle, rullini, slitte di scorrimento, longheroni e quanto altro necessario per il sostegno delle tubazioni e macchine.

I supporti e gli staffaggi dovranno essere supportati dalle strutture metalliche dell'edificio, dalle opere in calcestruzzo armato o in muratura. Sarà permesso supportarsi alle strutture in calcestruzzo precompresso solo se saranno inseriti gli opportuni dispositivi previsti allo scopo.

Non sarà assolutamente permesso sostenersi a pannelli metallici, controventature, capriate metalliche, canaline di impianti elettrici.

I sistemi di aggancio alle strutture metalliche dell'edificio dovranno essere costituiti da morsetti, profili saldati o altri mezzi approvati dalla DL. I morsetti dovranno essere completi di controdado e rondelle di bloccaggio.

Per il fissaggio su pareti in calcestruzzo o in muratura dovranno essere utilizzate anche da murare o bulloni ad espansione. Non sarà permesso l'uso di chiodi sparati.

La saldatura di supporti e staffaggi alle strutture metalliche dovrà essere autorizzata per iscritto dalla DL.

I supporti e gli staffaggi dovranno essere dimensionati considerando il peso proprio, il peso delle tubazioni piene d'acqua ed il peso dell'isolamento. Il calcolo dovrà inoltre considerare le prescrizioni della normativa vigente per le costruzioni in acciaio in zona sismica. Rimane comunque inteso che le frecce massima delle aste inflesse non dovrà superare 1/500 della luce.



Ove previsti gli ancoraggi ed i supporti tipo "Halfen", bulloni ad espansione e fissaggio non normati dovranno essere calcolati con un fattore di sicurezza di 5 riferito al carico di rottura del materiale.

I supporti e gli staffaggi dovranno essere spaziati in modo da evitare sovraccarichi alle strutture dell'edificio e spinte anomale sui bocchelli delle macchine collegate alle reti di tubazioni. Qualora fosse necessario l'Appaltatore dovrà provvedere sia al calcolo delle spinte che all'installazione di soffietti, giunti e quanto necessario per garantire l'annullamento delle tensioni. La spaziatura dovrà inoltre essere tale da evitare inflessioni apprezzabili alle tubazioni supportate.

Dove si prevedono spostamenti laterali ed assiali dei tubi dovranno essere installate slitte e rulli per permetterne il libero movimento. In ogni caso le tubazioni saranno installate tra loro opportunamente distanziate per permettere tali movimenti.

Dove si prevedono vibrazioni dovranno essere installati idonei antivibranti o sistemi di smorzamento.

Sulle tubazioni isolate dovranno essere previste apposite selle per proteggere e permettere l'applicazione dell'isolamento.

Gli staffaggi ed i supporti dovranno essere realizzati e posti in opera in modo da non comprimere o danneggiare l'isolamento.

Se gli staffaggi ed i supporti sono destinati a portare tubazioni in PVC o materiale simile dovranno essere interposti inserti di PVC o simile tra staffe e tubazione per evitare il contatto diretto tra i due diversi materiali.

### **Coibentazione delle tubazioni**

La messa in opera degli isolamenti potrà iniziare a tubazioni provate idraulicamente con organi di intercettazione e misura montati e con verniciature antiruggine applicate.

Le tubazioni e apparecchiature da coibentare verranno pulite da scorie, polvere e materiali estranei prima dell'applicazione dei rivestimenti.

La posa dei rivestimenti isolanti verrà realizzata in modo tale da garantire la continuità del rivestimento, interruzione in corrispondenza degli appoggi, passaggi attraverso muri e solette, ecc.

In particolare per le tubazioni la cui superficie è soggetta alla formazione di condensa l'isolamento creerà una perfetta barriera al vapore; per ottenere ciò, si eviterà il contatto tra staffaggi e tubazioni, inserendo tra tubazioni isolate e sostegno un guscio in lamiera zincata o altro materiale, avente lo scopo di permettere l'appoggio della tubazione senza rovinare o schiacciare l'isolamento.

L'isolamento di componenti smontabili verrà realizzato in modo che, in fase di manutenzione, sia consentito lo smontaggio dei componenti stessi senza deteriorare l'isolamento (gruppi valvole, ecc.).

Gli spessori minimi della coibentazione dovranno essere quelli riportati in Tabella 1.

**Tabella 1 – Coibentazione: spessori minimi<sup>1</sup> (Appendice B DPR 412/93)**

Conduttività termica utile (W/m°C)	Diametro esterno della tubazione (mm)					
	<20	20÷39	40÷59	60÷79	80÷99	>100
0,030	13	19	26	33	37	40
0,032	14	21	29	36	40	44
0,034	15	23	31	39	44	48
0,036	17	25	34	43	47	52
0,038	18	28	37	46	51	56
0,040	20	30	40	50	55	60
0,042	22	32	43	54	59	64
0,044	24	35	46	58	63	69
0,046	26	38	50	62	68	74
0,048	28	41	54	66	72	79
0,050	30	44	58	71	77	84

### **Coibentazione valvolame e pezzi speciali**

Tutti i pezzi speciali (inclusi valvole, saracinesche, filtri, ecc.) soggetti sia a dispersione termica che a condensazione atmosferica dovranno essere dotati di rivestimento isolante.

Nei locali tecnici tutte le valvole dovranno essere isolate con gusci preformati di fibra di vetro spessore 50 mm, apribili e smontabili e con una finitura esterna di lamierino di alluminio o acciaio zincato 8/10 mm.

I gusci dovranno essere completi di chiusura a scatto.

Tutti i vuoti dovranno essere riempiti con isolante sfuso.

I giunti di chiusura della finitura esterna in lamierino dovranno essere sigillati con mastice a perfetta tenuta.

Negli altri locali il valvolame ed i pezzi speciali dovranno essere coibentati utilizzando isolanti tipo Armaflex o equivalente.

### **Identificazione delle tubazioni**

Tutte le tubazioni dovranno essere identificate mediante applicazione di targhe e/o di codici a colori indicanti il circuito di appartenenza della tratta ed il verso di scorrimento del liquido. Tali identificatori dovranno essere applicati successivamente alla realizzazione delle coibentazioni e dovranno essere presenti con una periodicità tale da garantire il riconoscimento di ogni singolo circuito in corrispondenza di ciascun punto oggetto di operazioni di manutenzione.

### **Circuito aeraulico**

#### **Unità interna canalizzabile (UI7)**

per il trattamento dell'aria ambiente sia nella stagione invernale che estiva e costituito essenzialmente da:

- involucro esterno con pannellature in acciaio zincato verniciato a caldo, atto ad attenuare la rumorosità di funzionamento a pieno regime sino a livelli accettabili; coibentazione con materassino termo-acustico autoestinguente di 20 mm di spessore
- sezione filtrante per trattenere le particelle solide con filtro sintetico micro

<sup>1</sup> Gli spessori si riferiscono a materiali aventi coefficiente di conducibilità pari a 0,04 W/m°C. Per materiali con coefficiente diverso, gli spessori devono essere variati secondo il rapporto fra il coefficiente del materiale in esame e quello di riferimento, come prescritto da legge 9 gennaio 1991 n°10 e s.m.i.

- plissettato spessore 48 mm di classe F7
- c) batteria di scambio termico, da collegarsi alla rete di distribuzione del fluido scaldante o refrigerante – telaio portante in lamiera zincata, tubi di rame e alettatura in alluminio passo 2,1 mm, facilmente accessibili per la periodica pulitura esterna, in grado di sopportare una pressione di esercizio di 5 at, con ampia sezione di passaggio atta a contenere la perdita di carico nel limite di 150 mm di c.a., collettori in acciaio con tappi di sfogo aria, attacchi filettati maschio
  - d) sezione ventilante con ventilatori centrifughi a due giranti di robusta costruzione in lamiera di acciaio, altamente silenziosi, di tipo a basso numero di giri e con motore elettrico asincrono a 3 velocità direttamente accoppiato, numero di poli non inferiore a 4, dotato di protezione elettrica automatica di tipo non distruttivo; coclee in lamiera zincata
  - e) bacinella per la raccolta della condensa proveniente sia dalla batteria che dai collegamenti idraulici, costruita in robusto materiale resistente alla corrosione e collegabili ad una rete di scarico;
  - f) tutti gli accessori necessari per dare l'apparecchio completo e funzionante, compreso il collegamento elettrico ad apposita presa ed il comando per regolazione con commutazione estate/inverno

### **Diffusore ad alta induzione**

Per installazione nel controsoffitto in locali che richiedono un elevato numero di ricambi/ora.

Corpo realizzato con una piastra in acciaio zincato verniciata RAL 9010, con feritoie e deflettori regolabili realizzati in alluminio estruso e verniciati neri, montati su supporti in materiale plastico nero.

Regolando la posizione dei deflettori è possibile ottenere lanci elicoidali oppure ad una o più direzioni.

Il fissaggio avviene tramite vite centrale.

Versione con pannello modulare da 595x595 mm.

Completo di serranda di regolazione in alluminio estruso anodizzato naturale.

### **Canalizzazioni e pezzi speciali in poliuretano**

La posa in opera dei canali di distribuzione dell'aria con pannelli sandwich in poliuretano espanso avente densità 45 kg/mc, esenti da CFC, dovrà essere realizzata a regola d'arte ed in particolare sarà tale da assicurare un corretto flusso dell'aria e ridotte perdite di carico. Tutte le parti e gli accessori (serrande, alette deflettrici, ecc.) dei canali e delle condotte dovranno essere realizzati con caratteristiche atte ad assicurare una ridotta perdita di carico.

Ogni stacco, innesto o diramazione dovrà essere realizzato in modo da assicurare un flusso aeraulico privo di asperità (in particolare evitando spigoli vivi), ricorrendo a ampie curve od a curve con alette deflettrici.

Inoltre dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti necessari a garantire in esercizio una minima perdita d'aria non superiore a:

- 0,1 m<sup>3</sup>/s m<sup>2</sup> di superficie laterale della condotta, per pressione statica media pari a 10 Pa
- 2,4 m<sup>3</sup>/s m<sup>2</sup> di superficie laterale della condotta, per pressione statica media pari a 1000 Pa.

La perdita dell'aria dovrà essere comunque complessivamente inferiore al 4% della portata totale convogliata.

Saranno evitate strozzature e derivazioni brusche sui canali, che potrebbero produrre vortici e quindi rumori.

Nelle trasformazioni di sezione dovranno essere adottate variazioni graduali, in genere  $< 10^\circ$  rispetto all'asse dell'aria prima della trasformazione.

Tutte le canalizzazioni saranno adeguatamente rinforzate in modo da non subire deformazioni per effetto della pressione (o depressione) dell'aria ("spanciamenti" positivi o negativi).

Per le canalizzazioni e/o parti di esse non indicate esecutivamente nelle tavole progettuali il rapporto di forma (rapporto tra lato più lungo e lato più corto del canale) sarà compreso tra 1 e 2, solo in casi particolari tale rapporto potrà essere aumentato sino al valore massimo di 4.

I canali dovranno essere fissati a strutture rigide e pesanti (travi, pilastri, solette piene, travetti, ecc.); ove esista rischio di generazione di rumore e/o di vibrazioni i canali saranno collegati alle strutture tramite elementi elastici/antivibranti. Le reti aerauliche non dovranno presentare punti di collegamento a strutture non rigide (controsoffitti, ecc.).

Le canalizzazioni dovranno essere installate con distanze sufficienti a consentirne lo smontaggio e la manutenzione e la corretta esecuzione del rivestimento isolante. In tutte le parti che richiedano manutenzioni ed ispezioni all'interno dei condotti saranno previste portine di ispezione a tenuta.

Nei punti delle condotte o dei plenum ove sia necessario inserire apposito strumento (ad es. tubo di Pitot) per eseguire misure di portata, dovranno essere praticati dei fori protetti da tappi. I fori nei condotti rivestiti con isolamento verranno forniti di un tubetto di estensione e di tappo.

I pezzi speciali (curve, raccordi, disgiunzioni, restringenti, ecc.) relativi alle canalizzazioni di distribuzione dell'aria dovranno essere posati secondo i migliori accorgimenti costruttivi in grado di garantire un corretto flusso dell'aria e ridotte perdite di carico.

In particolare:

- le riduzioni di sezione dovranno essere realizzate, ove possibile, mantenendo costante rispetto alla mezzeria la dimensione della sezione e le diramazioni dovranno essere realizzate in modo che la dimensione della suddivisione sia proporzionale alla quantità di aria che deve passare attraverso ogni sezione;
- tutte le curve avranno un raggio minimo interno uguale al lato, della condotta, complanare al raggio di curvatura. Qualora per difficoltà realizzative non fosse possibile realizzare curve con raggio come sopra detto, dovranno essere installate alette deflettrici in lamiera zincata e/o serrandine captatrici ad alette multiple;
- i raccordi di derivazione per la suddivisione del flusso d'aria dovranno essere realizzati in modo tale che la velocità dell'aria risulti uguale su tutte le derivazioni; nel caso in cui la portata di aria della derivazione sia meno del 20% del condotto principale, si potranno usare derivazioni a  $45^\circ$  gradi;
- i raccordi dei canali alle apparecchiature inserite sulle canalizzazioni dovranno avere un angolo di divergenza non superiore a  $30^\circ$  all'ingresso ed un angolo di divergenza non superiore a  $45^\circ$  all'uscita.

## Supporti e staffaggi

Le canalizzazioni dovranno essere installate mediante sistema di sospensione a soffitto con staffaggi/sostegni realizzati con profilati in acciaio zincato.

I tiranti di sostegno delle staffe saranno in tondino di acciaio zincato ancorati ai solai mediante tasselli. Per canalizzazioni con dimensione del lato maggiore superiore a 800 mm i tondini di acciaio saranno sostituiti da ferri angolari in lamiera zincata.

Il fissaggio delle staffe ai tiranti sarà effettuato sulla estremità inferiore di questi e verrà assicurata la possibilità di regolazione in altezza delle staffe.

Le canalizzazioni verticali saranno staffate mediante ancoraggi in profilati analoghi a quelli sopraccitati, fissati ai canali ed alle murature in modo da scaricare il peso su queste ultime.

Tutti gli staffaggi/sostegni sopraccitati saranno realizzati a regola d'arte ed in particolare secondo i seguenti criteri:

- essere posizionati ad angolo retto rispetto all'asse della condotta che devono sostenere;
- ad ogni cambio di direzione maggiore di 20° in senso orizzontale, sostenere le condotte con uno o più agganci supplementari localizzati simmetricamente al centro della deviazione, al fine di evitare il sovraccarico di quelli ordinari;
- sostenere terminali di condotta e derivazioni da essa con appendini supplementari;
- sostenere i montanti verticali delle condotte attraversanti locali con altezza superiore a 4,5 m con staffaggi intermedi, oltre a quelli realizzati in prossimità dei solai di attraversamento ai piani;
- spaziare gli staffaggi per condotte rettilinee in rapporto alla sezione delle condotte;
- sorreggere con supporti alternativi tutti gli apparecchi complementari allacciati alla condotta (cassette di miscela, umidificatori, batterie di post-riscaldamento ecc.) ove necessario, per limitare le vibrazioni e le rumorosità,
- separare sempre le condotte dai sostegni con strati di materiale anelastico.

Gli accessori a corredo del sistema di staffaggio includeranno i morsetti, le piastre di fissaggio, i collari ecc. che dovranno essere di tipo idoneo per fissaggio su opere in acciaio. I tasselli ad espansione in acciaio zincato, completi di barra filettata, dado e rosetta in acciaio, potranno essere usati per strutture in cemento precompresso e/o cemento armato.

Non è permesso l'uso di dispositivi di fissaggio sparati.

Tutti i sostegni dovranno essere applicati in coppia ai lati della condotta.

I supporti saldati direttamente sulle strutture di acciaio saranno eseguiti solo su approvazione scritta della D.L.

Le staffe ed i supporti dovranno essere fissate su strutture in acciaio, cemento armato o murature.

Le staffe ed i supporti potranno essere fissate su opere in cemento precompresso solo se queste sono predisposte per tale scopo.

In ogni caso non potranno essere fissate su tubazioni o canaline, traversine di metallo non portanti, scaffalature o controventature.

La spaziatura degli staffaggi dovrà essere determinata dall'Appaltatore in funzione dell'area della sezione trasversale delle condotte rispettando comunque i seguenti interassi massimi:

- condotte con area fino a  $0,5 \text{ m}^2$ , interasse dello staffaggio non maggiore di 3 m;
- condotte con area oltre  $0,5 \text{ m}^2$  e fino a  $1 \text{ m}^2$ , interasse dello staffaggio non maggiore di 1,5 m.

Le forature nelle canalizzazioni per il fissaggio di strumenti o per la esecuzione di prove e misure dovranno essere eseguite con taglio netto senza sbavature.

L'installazione dovrà essere eseguita in modo tale da non interferire con altri impianti.

### **Identificazione dei canali**

Al di sopra delle coibentazioni dovranno essere apposte targhe di identificazione dei canali atte a consentire il riconoscimento della tratta ed il verso di percorrenza dell'aria onde facilitare le operazioni di manutenzione.

### **Regolazioni e tarature dell'impianto**

Prima della messa in esercizio dell'impianto dovranno essere effettuate tutte le attività di regolazione e taratura degli impianti, di cui si fornisce un elenco esemplificativo ma non esaustivo:

- impostazione dei set point relativi a tutti gli apparecchi a controllo automatico;
- bilanciamento dei sistemi di distribuzione di acqua calda o refrigerata mediante la taratura delle apposite valvole in modo da assicurare una regolare distribuzione dei fluidi;
- misurazione dei livelli di rumorosità nella centrale termica, all'esterno della torre tecnologica (copertura edificio A) e negli spazi occupati da persone;
- redazione di un rapporto finale illustrante lo stato di bilanciamento conseguito in rapporto alla stabilità di funzionamento degli impianti.

Le operazioni di taratura e bilanciamento dovranno essere eseguite sulla base degli elaborati progettuali e soltanto dopo aver concordato con la DL l'esatto numero e tipo di prove e tarature da eseguire e le procedure che saranno seguite nel corso dei lavori.

I difetti riscontrati durante le ispezioni, le prove e le operazioni di messa a punto dovranno essere immediatamente corretti fino a completa soddisfazione ed approvazione da parte della DL.

Condizione per la constatazione di fine lavori sarà l'accettazione del rapporto finale sullo stato di funzionamento, messe a punto e tarature.

In ogni caso la DL potrà richiedere interventi per aggiustamenti che dovessero rendersi necessari per un più appropriato bilanciamento ed un affinamento delle condizioni di funzionamento nel corso del primo anno di esercizio.

Per le tarature ed i bilanciamenti potranno essere presi a riferimento i termometri, manometri, misuratori e altra strumentazione installata in campo, previa verifica della attendibilità e precisione di tali strumenti.

Tutti gli strumenti usati dovranno risultare calibrati e controllati in modo che sia garantita l'accuratezza e la ripetibilità delle letture nel corso del lavoro.

Gli strumenti dovranno essere controllati con strumenti campione all'inizio ed alla conclusione della campagna di taratura.

## **Prove e tarature**

### **Impianto di distribuzione del fluido termico**

Il bilanciamento delle reti di distribuzione di acqua calda ed acqua refrigerata dovrà essere ottenuto agendo sui set point delle pompe a velocità variabile e sulle valvole di taratura ove previste.

I valori corretti dei set point dovranno essere ricavati una volta noto il costruttivo dell'impianto compresi marca e modello di tutte le apparecchiature scelte.

Dove verranno installate flange tarate o altri sistemi di misura delle portate, la rilevazione dovrà essere effettuata con strumenti omologati per il tipo di misuratore in campo.

In assenza di mezzi di misura in campo si dovrà fare riferimento a dati indiretti quali:

- il CV delle valvole, verificandone la perdita di carico;
- la portata d'aria sulle batterie, le temperature dell'aria e dell'acqua a monte e a valle delle medesime per stabilirne la potenzialità e quindi la portata di acqua.

Ove necessario, per una maggiore accuratezza delle misurazioni potranno essere immersi nei pozzetti termometrici materiali conduttori di calore quali grasso o altri fluidi.

### **Impianto di distribuzione dell'aria**

Le reti di distribuzione dell'aria dovranno essere ispezionate e provate per verificarne la tenuta e bilanciate in accordo alle portate di aria di progetto.

Prima dell'inizio dei lavori di taratura i canali a bassa pressione dovranno essere ispezionati visivamente e le perdite dovranno essere sigillate.

I set point relativi agli inverter delle unità di trattamento aria e la regolazione delle serrande dovranno essere determinati una volta noto il costruttivo dell'impianto compresi marca e modello di tutte le apparecchiature scelte.

Se le operazioni di bilanciamento e taratura dovessero rilevare una perdita di aria in ragione superiore al 10% dell'aria totale in circolazione, i canali dovranno essere nuovamente ispezionati, le perdite ricercate e sigillate e le prove di taratura ripetute.

I sistemi di distribuzione dell'aria dovranno essere tarati in modo che l'aria inviata o ripresa da ciascuna bocchetta, diffusore o griglia sia compresa in un valore +/- 10% del valore di progetto.

I sistemi di estrazione dell'aria saranno tarati in un campo +/- 10% del valore di progetto.

I banchi di filtrazione saranno opportunamente schermati in modo da riprodurre una perdita di carico fittizia 3 volte maggiore della perdita a filtro pulito (intasamento del filtro 2/3 del valore massimo).

La portata d'aria misurata sulla bocca premente del ventilatore o sulle batterie di scambio termico dovrà essere compresa in un campo +/- 10% del valore di progetto.

## **5. Descrizione del circuito idraulico e dati di riferimento assunti per il dimensionamento dei principali componenti**

Si illustrano ora i principali criteri della progettazione adottati dal punto di vista impiantistico per il circuito idraulico.

I calcoli dei fabbisogni termici invernali ed estivi derivano dai calcoli riportati nell'Allegato-Relazione ex L.10/91.

Pertanto, si è scelta una determinata taglia dell'unità interna canalizzabile (UI7) con batteria di scambio a 4 ranghi avente potenze termiche di resa sia estiva che invernale sufficienti a soddisfare il fabbisogno della sala alla.

Le potenze sono state scelte con temperatura estiva esterna di 35°C per un circuito idraulico con acqua 7/12°C; mentre per il periodo invernale la temperatura esterna di progetto è di -5,0°C per un circuito idraulico con acqua 45/40°C.

Le tabelle di selezione dell'UI7 alla velocità media sono sotto riportate.



**Temperatura entrata aria: 20°C**

		WT: 40/35°C				WT: 45/40°C				WT: 50/40°C				WT: 55/45°C				WT: 60/50°C				WT: 70/60°C			
Modello	Qv	Ph	Qw	Dp(c)	Ph	Qw	Dp(c)	Ph	Qw	Dp(c)	Ph	Qw	Dp(c)	Ph	Qw	Dp(c)	Ph	Qw	Dp(c)	Ph	Qw	Dp(c)			
	m³/h	kW	l/h	kPa	kW	l/h	kPa	kW	l/h	kPa	kW	l/h	kPa	kW	l/h	kPa	kW	l/h	kPa	kW	l/h	kPa			
32	1500	4,99	858,3	10,47	6,53	1123,7	16,68	7,00	601,8	5,37	8,57	736,9	7,59	10,14	871,8	10,10	13,25	1139,5	15,80						
	1800	5,62	967,0	12,98	7,38	1268,4	20,75	7,88	677,2	6,64	9,65	830,1	9,41	11,44	983,2	12,53	14,97	1287,4	19,68						
	2100	6,21	1067,7	15,51	8,15	1401,3	24,82	8,68	746,5	7,92	10,66	916,6	11,25	12,62	1085,5	14,98	16,54	1422,0	23,54						
	2550	7,01	1205,8	19,31	9,22	1584,6	30,97	9,78	840,7	9,80	12,02	1033,7	13,96	14,26	1226,0	18,65	18,70	1608,0	29,37						
	3000	7,73	1328,9	23,00	10,18	1750,0	37,03	10,76	925,6	11,66	13,25	1139,1	16,63	15,73	1352,6	22,26	20,67	1777,5	35,18						
33	1500	6,34	1090,2	7,73	8,26	1421,0	12,22	8,96	770,1	4,02	10,91	938,4	5,63	12,86	1105,5	7,43	16,74	1439,0	11,55						
	1800	7,22	1242,2	9,78	9,44	1622,6	15,52	10,18	875,3	5,06	12,42	1068,3	7,11	14,67	1261,5	9,43	19,11	1642,9	14,66						
	2100	8,04	1382,9	11,86	10,52	1808,6	18,87	11,31	972,3	6,12	13,83	1189,3	8,63	16,35	1405,4	11,45	21,33	1833,8	17,87						
	2550	9,17	1577,1	15,03	12,02	2066,7	23,98	12,88	1107,3	7,73	15,77	1356,0	10,93	18,64	1603,0	14,51	24,39	2097,3	22,75						
	3000	10,21	1755,5	18,23	13,39	2302,3	29,13	14,29	1229,0	9,32	17,54	1507,9	13,23	20,75	1784,3	17,59	27,17	2336,2	27,63						
34	1500	7,30	1255,3	5,94	9,47	1628,4	9,30	10,38	892,6	3,12	12,59	1082,8	4,34	14,79	1271,4	5,70	*	*	*						
	1800	8,39	1443,3	7,63	10,91	1876,6	12,01	11,91	1023,9	4,00	14,47	1244,3	5,58	17,01	1462,6	7,33	*	*	*						
	2100	9,41	1618,7	9,38	12,26	2107,8	14,81	13,33	1146,5	4,90	16,23	1395,6	6,86	19,10	1642,4	9,03	*	*	*						
	2550	10,84	1864,9	12,11	14,14	2431,8	19,15	15,31	1316,6	6,29	18,67	1605,3	8,82	22,02	1893,6	11,67	28,68	2466,0	18,14						
	3000	12,16	2090,7	14,87	15,89	2731,9	23,61	17,13	1472,8	7,69	20,91	1798,3	10,82	24,69	2122,9	14,33	32,22	2770,0	22,36						

**LEGENDA**

WT = Temperatura acqua

Ph = Resa

Qw = Portata acqua

Dp(c) = Perdita di carico lato acqua

Qv = Portata aria

\* Punti di funzionamento fuori dal campo d'impiego del motore elettrico

**Temperatura entrata aria: 26°C - Umidità Relativa: 50%**

		WT: 7/12°C					WT: 8/13°C					WT: 10/15°C					WT: 12/17°C				
Modello	Qv	Pc	Ps	Qw	Dp(c)	Pc	Ps	Qw	Dp(c)	Pc	Ps	Qw	Dp(c)	Pc	Ps	Qw	Dp(c)				
	m³/h	kW	kW	l/h	kPa	kW	kW	l/h	kPa	kW	kW	l/h	kPa	kW	kW	l/h	kPa				
33	1500	6,75	5,10	1160,8	10,41	5,99	4,92	1030,5	8,36	4,64	4,34	797,2	5,22	3,52	3,31	605,6	3,15				
	1800	7,50	5,80	1290,4	12,60	6,69	5,64	1150,0	10,19	5,21	4,86	895,6	6,44	3,98	3,74	684,5	3,93				
	2100	8,20	6,46	1409,5	14,76	7,31	6,31	1257,3	11,96	5,73	5,33	984,9	7,64	4,43	4,13	761,1	4,76				
	2550	9,13	7,42	1570,0	17,93	8,16	7,26	1402,8	14,57	6,44	5,98	1107,2	9,43	5,29	4,83	910,1	6,57				
	3000	9,94	8,28	1708,7	20,88	8,93	8,16	1535,5	17,14	7,08	6,56	1218,2	11,20	6,14	5,60	1056,6	8,59				
34	1500	8,06	5,91	1385,9	8,53	7,13	5,64	1226,4	6,82	5,45	5,15	937,2	4,16	4,06	3,86	698,7	2,43				
	1800	9,07	6,78	1559,4	10,55	8,04	6,49	1382,2	8,45	6,17	5,81	1066,2	5,20	4,63	4,39	795,6	3,07				
	2100	9,95	7,59	1713,1	12,50	8,83	7,30	1518,5	10,01	6,81	6,41	1171,3	6,22	5,15	4,87	895,5	3,72				
	2550	11,15	8,74	1918,0	15,32	9,92	8,46	1706,3	12,35	7,70	7,23	1324,5	7,76	5,87	5,54	1009,6	4,71				
	3000	12,25	9,82	2106,7	18,13	10,90	9,53	1875,0	14,63	8,52	7,97	1464,5	9,29	6,81	6,29	1171,5	6,16				
36	1500	10,46	7,15	1798,8	16,56	9,30	6,71	1598,6	13,33	7,06	5,92	1214,3	8,65	5,16	4,95	887,9	4,54				
	1800	11,95	8,27	2054,6	21,04	10,61	7,78	1824,2	16,91	8,07	6,92	1388,5	10,25	5,93	5,68	1020,5	5,83				
	2100	13,30	9,32	2286,4	25,51	11,81	8,80	2030,5	20,50	9,00	7,88	1547,2	12,45	6,65	6,35	1143,0	7,16				
	2550	15,15	10,82	2605,3	32,27	13,44	10,26	2311,2	25,89	10,29	9,26	1769,7	15,86	7,85	7,30	1316,2	9,22				
	3000	16,82	12,22	2892,3	38,94	14,94	11,64	2569,0	31,31	11,47	10,59	1973,1	19,29	8,60	8,17	1478,2	11,37				

Dott. Ing. Marco Cerutti

Viale C. Marx, 26 - 27058 Voghera (PV)

☎ 0383 213 222 ☎ 348 9014630

✉ cerutti.ing@gmail.com

E' prevista una barriera d'aria sopra la porta di ingresso del foyer, il cui scambiatore verrà alimentato con derivazione dal circuito idronico nelle vicinanze tramite tubazione in ferro coibentata da  $\frac{3}{4}$ "; inoltre, l'apparecchio sarà dotato di apposita pompetta di scarico condensa da evacuare in modo opportuno.

Il serbatoio inerziale (SI), il circolatore elettronico singolo (CE) e la valvola miscelatrice a tre vie con servocomando modulante (VM) sono anch'essi esistenti.

## **6. Descrizione del circuito aeraulico e dati di riferimento assunti per il dimensionamento dei principali componenti**

Si illustrano ora i principali criteri della progettazione adottati dal punto di vista impiantistico per il circuito aeraulico.

La portata d'aria della UI corrisponde a 2.100 mc/h per l'estivo e 1.500 mc/h per l'invernale.

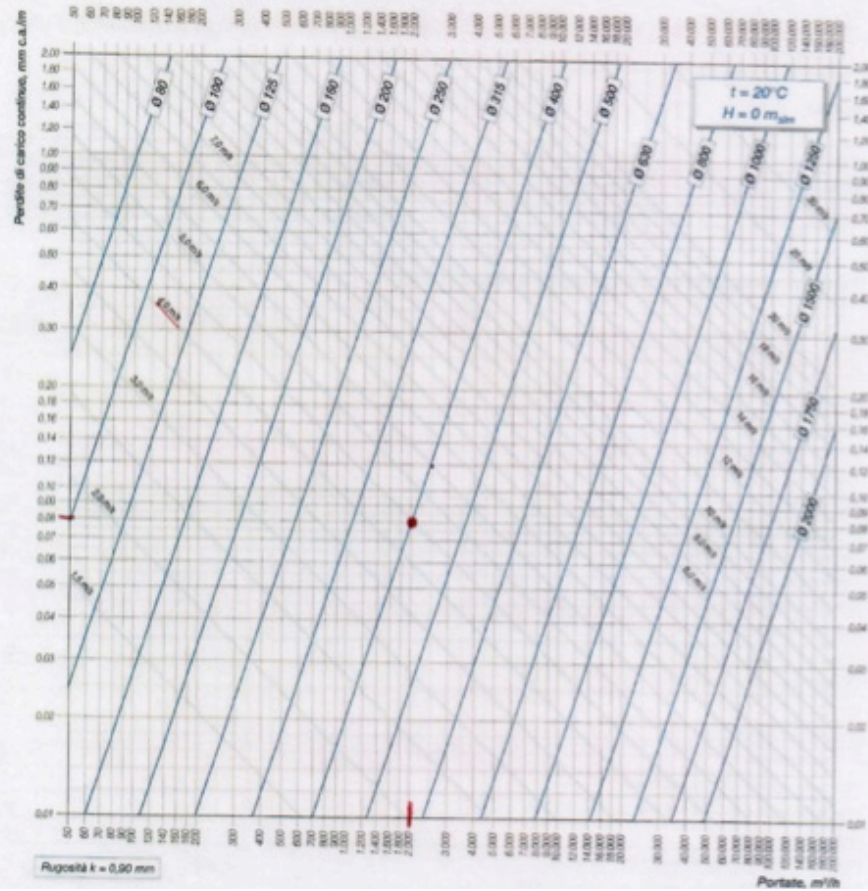
Si considera quindi il valore maggiore (2.100 mc/h) per dimensionare la sezione circolare del canale.

Risulta un diametro  $\varnothing 400$  con velocità 5 m/s e perdita di carico 0,08 mm/m c.a., valori del tutto usuali nella prassi progettuale impiantistica.

La sezione circolare viene poi convertita in sezione rettangolare tramite il diagramma apposito; risulta un canale 450x300 mm.

Per analogia si sono dimensionati i restanti tratti del circuito aeraulico.

Perdite di carico continue dell'aria – CONDOTTI CIRCOLARI "RUGOSI" –  $t = 20^\circ\text{C}$ ,  $H = 0\text{ m}_{\text{se}}$



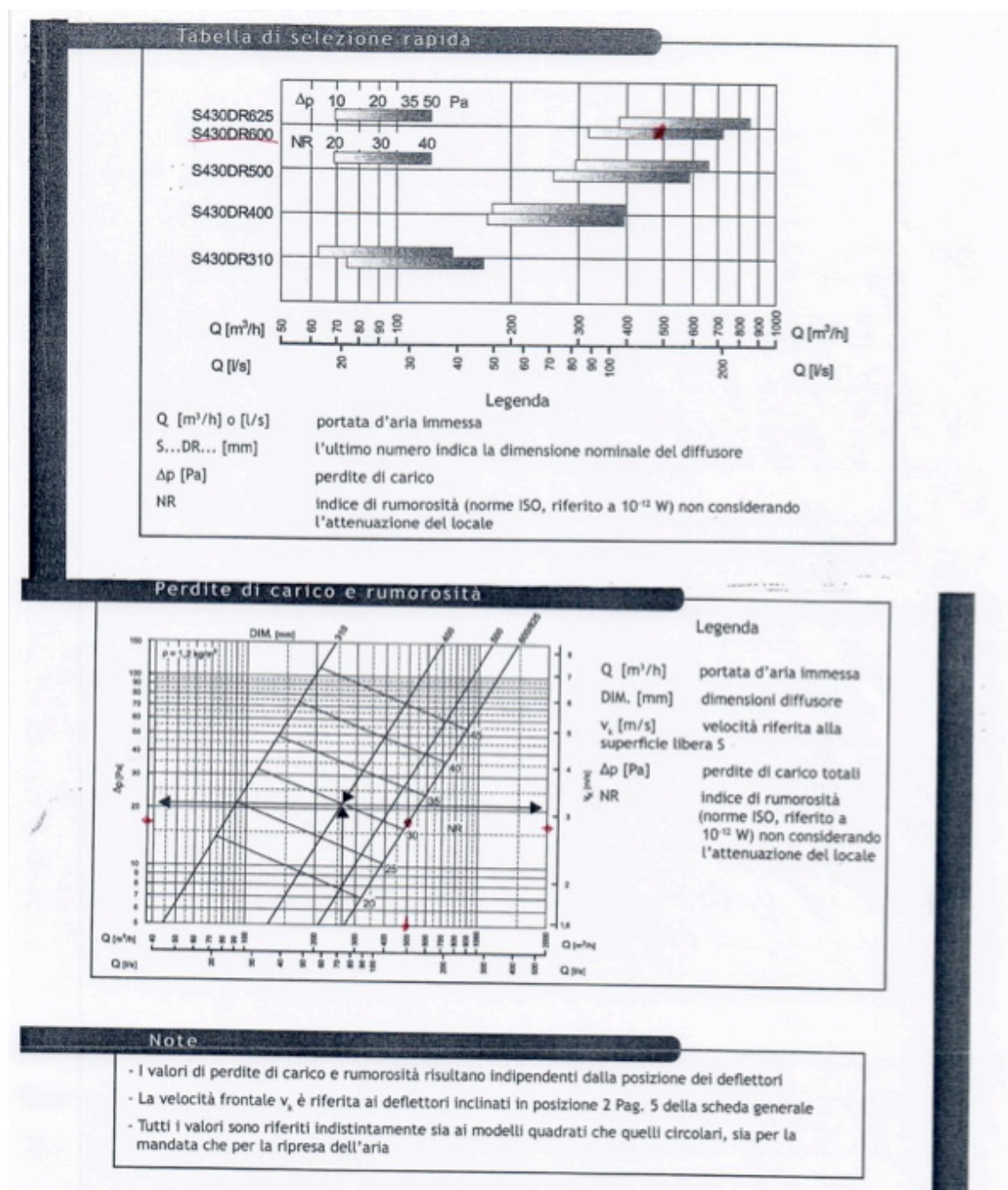


# Canali rettangolari: diametri equivalenti per la determinazione delle perdite di carico continue

a, b = dimensioni rettangolo/quadrato, mm						D <sub>e</sub> = diametro equivalente, mm																f = fattore correttivo velocità	
b	a	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	a	b					
100	D <sub>e</sub>	100	133	152	169	183	193	207	217	227	236	245	253	261	268	275	D <sub>e</sub>	100					
100	f	0,99	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	f	100					
150	D <sub>e</sub>	133	164	186	205	220	230	245	254	267	276	285	293	301	308	315	D <sub>e</sub>	150					
150	f	0,99	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	f	150					
200	D <sub>e</sub>	152	189	219	244	266	280	305	321	337	350	363	375	389	403	414	D <sub>e</sub>	200					
200	f	0,91	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	f	200					
250	D <sub>e</sub>	169	210	244	273	299	322	343	363	381	396	414	430	443	457	471	D <sub>e</sub>	250					
250	f	0,89	0,92	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	f	250					
300	D <sub>e</sub>	183	229	266	299	328	354	376	400	420	438	457	474	490	506	520	D <sub>e</sub>	300					
300	f	0,87	0,91	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	f	300					
350	D <sub>e</sub>	195	245	286	322	354	383	409	433	456	477	496	513	529	545	560	D <sub>e</sub>	350					
350	f	0,86	0,90	0,92	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	f	350					
400	D <sub>e</sub>	207	260	305	343	376	409	437	464	488	511	533	553	570	587	603	D <sub>e</sub>	400					
400	f	0,84	0,89	0,91	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	f	400					
450	D <sub>e</sub>	217	274	321	363	400	433	464	492	516	540	567	589	614	630	646	D <sub>e</sub>	450					
450	f	0,82	0,87	0,90	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	f	450					
500	D <sub>e</sub>	227	287	337	381	420	455	488	518	547	573	598	622	644	665	685	D <sub>e</sub>	500					
500	f	0,81	0,86	0,89	0,91	0,92	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	f	500					
550	D <sub>e</sub>	236	299	352	398	439	477	511	543	573	599	626	653	677	700	721	D <sub>e</sub>	550					
550	f	0,80	0,85	0,88	0,90	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	f	550					
600	D <sub>e</sub>	245	310	365	414	457	496	533	567	598	626	656	683	706	727	747	D <sub>e</sub>	600					
600	f	0,79	0,84	0,87	0,90	0,91	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	f	600					
650	D <sub>e</sub>	253	321	378	429	474	515	553	589	622	653	683	711	737	760	781	D <sub>e</sub>	650					
650	f	0,77	0,83	0,86	0,89	0,90	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	f	650					
700	D <sub>e</sub>	261	331	391	443	490	533	573	610	644	677	709	737	765	790	814	D <sub>e</sub>	700					
700	f	0,76	0,82	0,85	0,88	0,90	0,91	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	f	700					
750	D <sub>e</sub>	268	341	402	457	506	550	592	630	666	700	732	763	792	820	847	D <sub>e</sub>	750					
750	f	0,75	0,81	0,84	0,87	0,89	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	f	750					
800	D <sub>e</sub>	275	350	414	470	520	567	608	649	687	722	755	787	818	847	875	D <sub>e</sub>	800					
800	f	0,74	0,80	0,84	0,87	0,89	0,90	0,91	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	f	800					
850	D <sub>e</sub>	282	359	424	482	534	582	626	668	706	743	778	811	842	872	901	D <sub>e</sub>	850					
850	f	0,74	0,79	0,83	0,86	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	f	850					
900	D <sub>e</sub>	289	367	433	494	548	597	643	686	726	763	799	833	866	897	927	D <sub>e</sub>	900					
900	f	0,73	0,78	0,82	0,85	0,87	0,89	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	f	900					
950	D <sub>e</sub>	295	376	445	506	561	612	659	703	744	783	820	855	889	921	952	D <sub>e</sub>	950					
950	f	0,72	0,78	0,82	0,85	0,87	0,89	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,94	0,94	0,94	f	950					
1000	D <sub>e</sub>	301	384	454	517	574	626	674	719	762	802	840	876	911	944	976	D <sub>e</sub>	1000					
1000	f	0,71	0,77	0,81	0,84	0,86	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	0,94	f	1000					
1100	D <sub>e</sub>	313	399	473	538	596	652	703	751	796	838	878	916	953	988	1.022	D <sub>e</sub>	1100					
1100	f	0,70	0,76	0,80	0,83	0,85	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	0,93	f	1100					
1200	D <sub>e</sub>	324	413	490	558	620	677	731	780	827	872	914	954	993	1.030	1.066	D <sub>e</sub>	1200					
1200	f	0,69	0,74	0,79	0,82	0,84	0,86	0,87	0,89	0,90	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	0,93	f	1200					
1300	D <sub>e</sub>	334	426	506	577	642	701	757	808	857	904	948	990	1.031	1.069	1.107	D <sub>e</sub>	1300					
1300	f	0,67	0,73	0,77	0,80	0,83	0,85	0,86	0,88	0,89	0,90	0,90	0,91	0,92	0,92	0,93	f	1300					
1400	D <sub>e</sub>	344	439	522	595	662	724	781	835	886	934	980	1.024	1.066	1.107	1.146	D <sub>e</sub>	1400					
1400	f	0,66	0,72	0,76	0,79	0,82	0,84	0,85	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,91	0,92	0,92	f	1400					
1500	D <sub>e</sub>	353	452	538	612	681	745	805	860	913	963	1.011	1.057	1.100	1.143	1.183	D <sub>e</sub>	1500					
1500	f	0,65	0,71	0,75	0,79	0,81	0,83	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,91	0,92	f	1500					
1600	D <sub>e</sub>	362	463	551	629	700	766	827	885	939	991	1.041	1.088	1.133	1.177	1.219	D <sub>e</sub>	1600					
1600	f	0,64	0,70	0,74	0,78	0,80	0,82	0,84	0,85	0,87	0,88	0,89	0,90	0,91	0,91	0,92	f	1600					
1700	D <sub>e</sub>	371	475	564	644	718	785	849	908	964	1.018	1.069	1.118	1.164	1.209	1.253	D <sub>e</sub>	1700					
1700	f	0,64	0,69	0,74	0,77	0,79	0,81	0,83	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,90	0,91	f	1700					
1800	D <sub>e</sub>	379	485	577	660	736	804	869	930	988	1.043	1.096	1.146	1.193	1.241	1.286	D <sub>e</sub>	1800					
1800	f	0,63	0,69	0,73	0,76	0,79	0,81	0,82	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,90	0,90	f	1800					
1900	D <sub>e</sub>	387	496	590	674	751	823	889	952	1.012	1.068	1.122	1.174	1.224	1.271	1.318	D <sub>e</sub>	1900					
1900	f	0,62	0,68	0,72	0,75	0,78	0,80	0,82	0,83	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,89	0,90	f	1900					
2000	D <sub>e</sub>	395	506	602	688	767	840	908	973	1.034	1.092	1.147	1.200	1.252	1.301	1.348	D <sub>e</sub>	2000					
2000	f	0,61	0,67	0,71	0,74	0,77	0,79	0,81	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89	0,89	f	2000					
2200	D <sub>e</sub>	410	525	625	715	797	874	945	1.013	1.076	1.137	1.195	1.251	1.305	1.356	1.406	D <sub>e</sub>	2200					
2200	f	0,60	0,66	0,70	0,73	0,76	0,78	0,80	0,81	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87	0,88	0,88	f	2200					

Si è scelto quindi un diffusore elicoidale ad alta induzione avente una portata di 500 mc/h che è quella risultante dalla portata di circa 2.000 mc/h della UI rapportata al numero di diffusori necessari per simmetria in ogni sala in modo da avere una bassa perdita di carico e livello di rumore, una ottimale distribuzione dell'aria in ambiente con velocità terminale nella zona occupata  $<0,2$  m/s, un buon rapporto di induzione e temperatura differenziale.

Sommando le varie perdite di carico del circuito (canali, diffusori, griglie di ripresa), si rimane così nei limiti pressione statica utile fornita dal ventilatore di mandata della UI (130 Pa).



Il Committente:



**COMPLETAMENTO "FOODY BUSINESS CENTER"  
OPERE IMPIANTISTICHE DI ALCUNI SPAZI DEL PALAZZO  
AFFARI IN VIA C. LOMBROSO, 54 - CIG: ZAA26E61D5**

**ALLEGATO ALLA RELAZIONE SPECIALISTICA:**

***RELAZIONE TECNICA DI CUI AGLI ART. 4.8 E  
8.8,8.9,8.10,8.11 DELLE DISPOSIZIONI ALLEGATE AL  
D.D.U.O. 2456/2017 ATTESTANTE LA RISPONDENZA PER  
L'EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI EDIFICI IN  
ATTUAZIONE DEL D.G.R. 3868/2015  
PROGETTO ESECUTIVO D'APPALTO***

Il R.U.P.:

*Ing. Mirko Maronati*

Il Progettista architettonico:

*Dott. Arch. Massimo Cella*

Il Progettista impiantistico:

*Dott. Ing. Marco Cerutti*

Milano, 5 Settembre 2019

*Dott. Ing. Marco Cerutti  
Viale C. Marx, 26 - 27058 Voghera (PV)  
☎ 0383 213 222 ☎ 348 9014630  
✉ cerutti.ing@gmail.com*

**Riqualificazione energetica con ristrutturazione dell'impianto di climatizzazione estiva (art. 8.8), produzione acqua calda sanitaria (art. 8.9), impianto di illuminazione (art. 8.10), impianto di ventilazione (art. 8.11)**

Nota: la presente Relazione riguarda l'intero immobile al piano primo per questioni di verifica globale degli indici energetici, non possibile considerandolo parzialmente.

L'impianto di climatizzazione invernale (art. 8.7) non viene verificato in quanto l'immobile oggetto della presente Relazione in periodo invernale viene servito dal sistema di generazione (impianto termico centralizzato a gas metano) esistente per l'intero complesso.

Il software utilizzato è Termolog EPiX 9.15.

*La seguente relazione tecnica contiene le informazioni minime necessarie per accertare l'osservanza delle norme vigenti da parte degli organismi pubblici competenti. Lo schema di relazione tecnica si riferisce ad un'applicazione parziale del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015.*

☒ Edificio ad uso pubblico

Classificazione dell'edificio (o del complesso di edifici) in base alla categoria di cui al punto 1.2 dell'allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del decreto legislativo 192/2005; per edifici costituiti da parti appartenenti a categorie differenti, specificare le diverse categorie)

**E.2. - uffici e assimilabili**

Numero delle unità immobiliari

**1**

**Soggetti coinvolti**

Committente

**Soge.MI**

Progettista degli impianti termici

**Dott. ing. Marco Cerutti**

Progettista dell'isolamento termico dell'edificio

-

Progettista del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio

**Dott. ing. Marco Cerutti**

Direttore dei lavori per l'isolamento termico dell'edificio

-

Direttore dei lavori per la realizzazione degli impianti termici

**Dott. ing. Marco Cerutti**

Direttore dei lavori del sistema di ricambio dell'aria dell'edificio

**Dott. ing. Marco Cerutti**

Progettista dei sistemi di illuminazione dell'edificio

**Dott. ing. Marco Cerutti**

Direttore dei lavori dei sistemi di illuminazione dell'edificio

**Dott. ing. Marco Cerutti**

**2 FATTORI TIPOLOGICI DELL'EDIFICIO (o del complesso di edifici)**

Gli elementi tipologici da fornire, al solo scopo di supportare la presente relazione tecnica, sono i primi tre allegati obbligatori di cui al punto 8 della presente relazione.

**3 PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITA'**

Gradi giorno (della zona d'insediamento, determinati in base al DPR 412/93) GG

**2404**

Temperatura minima di progetto (dell'aria esterna norma UNI 5364 e succ agg.) °C

**-5.0**

Temperatura massima estiva di progetto dell'aria esterna secondo norma °C

**33,7**

#### 4 DATI TECNICI E COSTRUTTIVI DELL'EDIFICIO (O DEL COMPLESSO DI EDIFICI) E DELLE RELATIVE STRUTTURE

##### Climatizzazione invernale

Unità immobiliare	S [m <sup>2</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]	S/V	Su [m <sup>2</sup> ]
<b>Unità immobiliare 1</b>	<b>2.372,54</b>	<b>4.225,20</b>	<b>0,56</b>	<b>951,00</b>

*S* Superficie disperdente che delimita il volume climatizzato

*V* Volume delle parti di **edificio climatizzate al lordo** delle strutture che li delimitano

*S/V* rapporto tra superficie disperdente e volume lordi o fattore di forma dell'edificio

*Su* superficie utile climatizzata dell'edificio

Unità immobiliare	Zona climatizzata	T <sub>inv</sub> [°C]	φ <sub>inv</sub> [%]
<b>Unità immobiliare 1</b>	<b>unico</b>	<b>20,0</b>	<b>50</b>

*T<sub>inv</sub>* Valore di progetto della temperatura interna invernale

*φ<sub>inv</sub>* valore di progetto dell'umidità relativa interna per la climatizzazione invernale

##### Climatizzazione estiva

Unità immobiliare	S [m <sup>2</sup> ]	V [m <sup>3</sup> ]	Su [m <sup>2</sup> ]
<b>Unità immobiliare 1</b>	<b>2.372,54</b>	<b>4.225,20</b>	<b>951,00</b>

*S* Superficie disperdente che delimita il volume climatizzato

*V* Volume delle parti di edificio climatizzate al lordo delle strutture che li delimitano

*Su* Superficie utile climatizzata dell'edificio

Unità immobiliare	Zona climatizzata	T <sub>est</sub> [°C]	φ <sub>est</sub> [%]
<b>Unità immobiliare 1</b>	<b>unico</b>	<b>26,0</b>	<b>50</b>

*T<sub>est</sub>* Valore di progetto della temperatura interna estiva

*φ<sub>est</sub>* Valore di progetto dell'umidità relativa interna estiva

#### 5 DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI

##### 5.1 Impianti termici

Impianto tecnologico destinato ai servizi di climatizzazione invernale e/o estiva e/o produzione di acqua calda sanitaria, indipendentemente dal vettore energetico utilizzato.

##### a) Descrizione impianto

Tipologia

Impianto autonomo per climatizzazione estiva e produzione acqua calda sanitaria

Sistemi di generazione

N.2 Pompe di calore aria-acqua inverter VRF (UE) con modulo idronico (UI) avente scambiatore lato refrigerante/lato idronico

Sistemi di termoregolazione

Centraline di regolazione temperatura in ogni ambiente

Sistemi di contabilizzazione dell'energia termica

-

Sistemi di distribuzione del vettore termico



Diffusori ad alta induzione ad effetto elicoidale

Sistemi di ventilazione forzata

unità di ventilazione meccanica controllata e ricambio aria (VMC) per sala Coworking

Sistemi di accumulo termico

Serbatoio inerziale (SI) di capacità 800 litri

Sistemi di produzione dell'acqua calda sanitaria

n.2 Scaldabagni elettrici con capacità 10 litri

Sistemi di distribuzione dell'acqua calda sanitaria

Tubazioni in acciaio zincato o multistrato

Trattamento di condizionamento chimico per l'acqua (norma UNI 8065)

-

Durezza dell'acqua di alimentazione dei generatori di calore

-

Filtro di sicurezza

previsto

#### b) Specifiche dei generatori di energia

Installazione di un contatore del volume di acqua calda sanitaria ☐ Si ☒ No

Installazione di un contatore del volume di acqua di reintegro dell'impianto ☐ Si ☒ No

#### N.2 SCALDA ACQUA ISTANTANEO DA 10 LITRI

Combustibile utilizzato Energia elettrica

Fluido termovettore Acqua

Valore nominale della potenza termica utile 1,2 kW

#### MACCHINA FRIGORIFERA

PANASONIC-U20ME2E8+U10ME2E8 PANASONIC

Tipo di pompa di calore (ambiente esterno/interno) Aria esterna/Acqua

Temperatura dell'acqua in uscita: **7,00**

Temperatura bulbo secco dell'aria esterna: **35,00**

Funzionamento pompa Energia elettrica

Funzionamento pompa Raffrescamento

#### POTENZE E PRESTAZIONI

per macchina frigorifera elettrica:

Fattore di carico	EER
100 %	3,42
75 %	2,7
50 %	3
25 %	2,8

Potenza nominale 81.8 kW

**c) Specifiche relative ai sistemi di regolazione dell'impianto termico**

**Tipo di conduzione invernale prevista:**

☐ Continua con attenuazione notturna

☒ Intermittente

**Tipo di conduzione estiva prevista:**

☐ Continua con attenuazione notturna

☒ Intermittente

Sistema di gestione dell'impianto termico

Centralina climatica incorporata nelle pompe di calore

Regolatori climatici e dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone o unità immobiliari:  
cronotermostato ambiente con 2 livelli di temperatura giornaliera e programmazione settimanale

**d) Terminali di erogazione dell'energia termica**

Elenco dei terminali di erogazione dell'unità immobiliare

Denominazione	N	Tipologia	P [W]
U.I.1-unico	7	Ventilconvettori	90.000,0

*N* Numero di apparecchi

*P* Potenza installata

**g) Sistemi di trattamento dell'acqua (tipo di trattamento)**

Descrizione e caratteristiche principali

Filtro e dosatore prodotti antincrostanti

**h) Specifiche dell'isolamento termico della rete di distribuzione**

All. B DPR 412/93

**i) Schemi funzionali degli impianti termici**

Si rimanda a Tav.3-Schema funzionale

**5.2 Impianti fotovoltaici**

Nella modellazione dell'edificio sono presenti impianti fotovoltaici [ ] Si [X] No

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali (vedi allegati alla relazione tecnica)

**5.3 Impianti solari termici**

Nella modellazione dell'edificio sono presenti impianti solari termici [ ] Si [X] No

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali (vedi allegati alla relazione tecnica)

**5.4 Impianti di illuminazione**

Nella modellazione dell'edificio sono presenti impianti di illuminazione [X] Si [ ] No

Descrizione con caratteristiche tecniche e schemi funzionali (vedi allegati alla relazione tecnica)

**5.5 Altri impianti**

Altri impianti dell'edificio [ ] Si [X] No

## 6 PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

### g) Ricambi d'aria

Numero di ricambi d'aria (media nelle 24 ore): *(vedi allegati alla relazione tecnica)*.

Portata d'aria di ricambio solo nei casi di ventilazione meccanica controllata: *(vedi allegati alla relazione tecnica)*.

Portata dell'aria circolante attraverso apparecchiature di recupero del calore disperso: *(vedi allegati alla relazione tecnica)*.

Rendimento termico delle apparecchiature di recupero del calore disperso: *(vedi allegati alla relazione tecnica)*.

### h) Indici di prestazione energetica per la climatizzazione invernale ed estiva, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e l'illuminazione

Determinazione dei seguenti indici di efficienza energetica, rendimenti e parametri che ne caratterizzano l'efficienza energetica:

#### Climatizzazione estiva

Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento  $\eta_C$

0,900

Efficienza media stagionale dell'impianto di riscaldamento calcolato nell'edificio di riferimento  $\eta_{H,limite}$

0,684

Verifica: Si

#### Impianti idrico sanitari

I nuovi apparecchi rispettano i requisiti minimi definiti dai regolamenti comunitari emanati ai sensi della direttiva 2009/125/CE e 2010/30/UE:

☒ Si ☐ No

Efficienza media stagionale dell'impianto di produzione di ACS  $\eta_W$ :

0,394

Efficienza media stagionale dell'impianto di produzione di ACS calcolato nell'edificio di riferimento  $\eta_{W,limite}$

0,289

Verifica: Si

#### Impianti di illuminazione

I nuovi apparecchi rispettano i requisiti minimi definiti dai regolamenti comunitari emanati ai sensi della direttiva 2009/125/CE e 2010/30/UE:

☒ Si ☐ No

#### Impianti di ventilazione

I nuovi apparecchi rispettano i requisiti minimi definiti dai regolamenti comunitari emanati ai sensi della direttiva 2009/125/CE e 2010/30/UE:

☒ Si ☐ No

### e) Consuntivo energia

#### Energia prodotta in sito

Vettore energetico	Udm	Qdel
-		

#### Energia consegnata dall'esterno

Vettore energetico	Udm	Qdel
<b>Gas naturale</b>	<b>kWh</b>	<b>89.546,47</b>
<b>Energia elettrica da rete</b>	<b>kWh</b>	<b>72.843,01</b>

**Energia esportata**

Vettore energetico	Udm	Qdel
-		

**Energia primaria**

Indice di prestazione rinnovabile diviso per servizio

Servizio	EPren [kWh/m²]
<b>H</b>	<b>0,06</b>
<b>W</b>	<b>1,08</b>
<b>C</b>	<b>12,32</b>
<b>L</b>	<b>21,30</b>
<b>V</b>	<b>1,25</b>

Indice di prestazione non rinnovabile diviso per servizio

Servizio	EPnren [kWh/m²]
<b>H</b>	<b>99,11</b>
<b>W</b>	<b>4,46</b>
<b>C</b>	<b>51,10</b>
<b>L</b>	<b>88,37</b>
<b>V</b>	<b>5,18</b>

Indice di prestazione globale diviso per servizio

Servizio	EPnren [kWh/m²]
<b>H</b>	<b>99,17</b>
<b>W</b>	<b>5,54</b>
<b>C</b>	<b>63,42</b>
<b>L</b>	<b>109,67</b>
<b>V</b>	<b>6,43</b>

**7 ELEMENTI SPECIFICI CHE MOTIVANO EVENTUALI DEROGHE A NORME FISSATE DALLA NORMATIVA VIGENTE**

**8 DOCUMENTAZIONE ALLEGATA**

- ☒ Piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali e definizione degli elementi costruttivi.
- ☐ Prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione dei sistemi fissi di protezione solare e definizione degli elementi costruttivi.
- ☐ Elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari.
- ☒ Schemi funzionali degli impianti contenenti gli elementi di cui all'analogica voce del paragrafo 'Dati relativi agli impianti punto 5.1 lettera i' e dei punti 5.2, 5.3, 5.4, 5.5

- ☒ Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche, termo igrometriche e della massa efficace dei componenti opachi dell'involucro edilizio con verifica dell'assenza di rischio di formazione di muffe e di condensazioni interstiziali.
- ☒ Tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche, termo igrometriche e della massa efficace della loro permeabilità all'aria.
- ☐ Schede con indicazione della valutazione della fattibilità tecnica, ambientale ed economica per l'inserimento di sistemi alternativi ad alta efficienza.
- ☐ Schede con indicazione della valutazione della fattibilità tecnica, ambientale ed economica per l'inserimento
- ☐ Altri eventuali allegati non obbligatori:

## 9 DICHIARAZIONE DI RISPONDENZA

Il sottoscritto **Marco Cerutti**, iscritto all'Ordine Ingegneri di Pavia n.1418, essendo a conoscenza delle sanzioni previste dall'articolo 27 della Legge regionale 11 dicembre 2006 - n. 24 e s.m.i.

Dichiara sotto la propria personale responsabilità che:

- b) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute nel decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015;
- c) il progetto relativo alle opere di cui sopra rispetta gli obblighi di integrazione delle fonti rinnovabili secondo i principi minimi contenuti del decreto attuativo della DGR 3868 del 17.7.2015;
- c) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.

Milano, 5/09/2019

Timbro e Firma



## DISPERSIONI TERMICHE

Il calcolo di progetto per l'isolamento dell'involucro dell'edificio ed il conseguente calcolo del carico termico di progetto è condotto in conformità alla UNI EN 12381 – 2006.

### COEFFICIENTI DI DISPERSIONE

Di seguito si riportano gli elementi che costituiscono l'involucro del sistema edificio/impianto con i rispettivi valori di trasmittanza termica U. U' rappresenta la trasmittanza di un elemento opaco valutata comprendendo l'influenza degli eventuali ponti termici associati. A ciascuna voce viene associato il limite da normativa e l'esito della relativa verifica.

<b>Strutture verticali opache</b>	Trasmittanza U W/(m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza corretta U' W/(m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza limite Ulimite W/(m <sup>2</sup> K)	Verifica
Parete perimetrale (PA0043)	1,001	1,080	0,000	-
Parete su locale NR (PA0045) verso Vano scale 1	0,956	1,023	0,000	-
<b>Strutture orizzontali opache di pavimento</b>	Trasmittanza U W/(m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza corretta U' W/(m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza limite Ulimite W/(m <sup>2</sup> K)	Verifica
Solaio su cantina (PV0001) verso Vano scale 1	1,210	1,210	0,000	-
<b>Strutture orizzontali opache di copertura</b>	Trasmittanza U W/(m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza corretta U' W/(m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza limite Ulimite W/(m <sup>2</sup> K)	Verifica
Solaio copertura (CO0026)	0,306	0,437	0,000	-
<b>Elementi trasparenti</b>	Trasmittanza U W/(m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza limite Ulimite W/(m <sup>2</sup> K)	Verifica	
-				
<b>Serramenti</b>	Trasmittanza U W/(m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza limite Ulimite W/(m <sup>2</sup> K)	Verifica	
Verifica non richiesta				
<b>Partizioni interne verticali ed orizzontali</b>	Trasmittanza U W/(m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza corretta U' W/(m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza limite Ulimite W/(m <sup>2</sup> K)	Verifica
Verifica non richiesta				
<b>Strutture verso il terreno</b>	Trasmittanza U W/(m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza limite Ulimite W/(m <sup>2</sup> K)	Verifica	
Verifica non richiesta				
<b>Ponti termici</b>	Trasmittanza lineica $\psi$ W/(mK)	Trasmittanza lineica $\psi_{oi}$ W/(mK)	Trasmittanza lineica $\psi_e$ W/(mK)	
Angolo rientrante con e senza pilastro ARI.011	-0,597	0,000	0,286	
Angolo sporgente con e senza pilastro ASP.011	0,158	0,000	-0,724	
Parete con pilastro PIL.004	0,708	0,000	0,708	
Parete verticale con solaio SOL.004	0,973	0,000	0,496	

**DISPERSIONI PER TRASMISSIONE**

I coefficienti di maggiorazione percentuale a seconda dell'esposizione delle strutture verticali sono valutati con riferimento alla norma UNI EN 12831 - 2006, paragrafo 6 dell'appendice NA (prospetto NA.3 a).

**unico - Coworking -  $\Delta\vartheta_{\text{progetto}} = 25,0\text{ }^{\circ}\text{C}$** 

Elemento disperdente	Verso di dispersione	Or [-]	e [%]	Anetta [m <sup>2</sup> ]	U o $\psi$ [W/(m <sup>2</sup> K)] o [W/(mK)]	Hix [W/K]	btrix [-]	$\Phi T$ [W]
Solaio copertura	Esterno	-	1,00	150,00	0,306	45,92	1,00	1.147,89
Solaio su cantina	Cantina 1	-	1,00	508,00	1,210	614,60	0,77	11.820,66
Parete perimetrale	Esterno	N	1,20	48,06	1,001	48,11	1,00	1.443,42
Finestra 260x380	Esterno	N	1,20	29,64	3,188	94,49	1,00	2.834,63
Parete perimetrale	Esterno	E	1,15	21,14	1,001	21,16	1,00	608,46
Finestra 260x380	Esterno	E	1,15	69,16	3,188	220,47	1,00	6.338,56

**TOTALE unico - Coworking** **24.193,62**

**unico - Foyer -  $\Delta\vartheta_{\text{progetto}} = 25,0\text{ }^{\circ}\text{C}$** 

Elemento disperdente	Verso di dispersione	Or [-]	e [%]	Anetta [m <sup>2</sup> ]	U o $\psi$ [W/(m <sup>2</sup> K)] o [W/(mK)]	Hix [W/K]	btrix [-]	$\Phi T$ [W]
Solaio copertura	Esterno	-	1,00	60,00	0,306	18,37	1,00	459,15
Parete su locale NR	Vano scale 1	-	1,00	18,00	0,956	17,20	0,96	415,00
Solaio su cantina	Cantina 1	-	1,00	60,00	1,210	72,59	0,77	1.396,14
Angolo rientrante con e senza pilastro ARI.011	Esterno	-	1,00	-	0,286	1,20	1,00	30,03

**TOTALE unico - Foyer** **2.300,33**

**unico - B2-sala riunioni -  $\Delta\vartheta_{\text{progetto}} = 25,0\text{ }^{\circ}\text{C}$** 

Elemento disperdente	Verso di dispersione	Or [-]	e [%]	Anetta [m <sup>2</sup> ]	U o $\psi$ [W/(m <sup>2</sup> K)] o [W/(mK)]	Hix [W/K]	btrix [-]	$\Phi T$ [W]
Solaio copertura	Esterno	-	1,00	19,00	0,306	5,82	1,00	145,40
Parete perimetrale	Esterno	E	1,15	15,32	1,001	15,34	1,00	440,95
Finestra 260x380	Esterno	E	1,15	9,88	3,188	31,50	1,00	905,51
Solaio su cantina	Cantina 1	-	1,00	19,00	1,210	22,99	0,77	442,11
Angolo rientrante con e senza pilastro ARI.011	Esterno	-	1,00	-	0,286	1,20	1,00	30,03

**TOTALE unico - B2-sala riunioni** **1.963,99**

**unico - wc -  $\Delta\vartheta_{\text{progetto}} = 25,0\text{ }^{\circ}\text{C}$** 

Elemento disperdente	Verso di dispersione	Or [-]	e [%]	Anetta [m <sup>2</sup> ]	U o $\psi$ [W/(m <sup>2</sup> K)] o [W/(mK)]	Hix [W/K]	btrix [-]	$\Phi T$ [W]
Solaio su cantina	Cantina 1	-	1,00	23,00	1,210	27,83	0,77	535,19
Parete su locale NR	Vano scale 1	-	1,00	44,10	0,956	42,15	0,96	1.016,76
Angolo rientrante con e senza pilastro ARI.011	Esterno	-	1,00	-	0,286	2,40	1,00	60,06

**TOTALE unico - wc** **1.612,00**

**unico - B3- -  $\Delta\vartheta_{\text{progetto}} = 25,0\text{ }^{\circ}\text{C}$** 

Elemento disperdente	Verso di dispersione	Or [-]	e [%]	Anetta [m <sup>2</sup> ]	U o $\psi$ [W/(m <sup>2</sup> K)] o [W/(mK)]	Hix [W/K]	btrix [-]	$\Phi T$ [W]
Solaio copertura	Esterno	-	1,00	11,00	0,306	3,37	1,00	84,18
Parete perimetrale	Esterno	E	1,15	2,72	1,001	2,72	1,00	78,29
Finestra 260x380	Esterno	E	1,15	9,88	3,188	31,50	1,00	905,51
Solaio su cantina	Vano scale 1	-	1,00	11,00	1,210	13,31	0,96	321,02

**TOTALE unico - B3-** **1.388,99**

**unico - Conference room -  $\Delta\vartheta_{\text{progetto}} = 25,0\text{ }^{\circ}\text{C}$** 

Elemento disperdente	Verso di dispersione	Or [-]	e [%]	Anetta [m <sup>2</sup> ]	U o $\psi$ [W/(m <sup>2</sup> K)] o [W/(mK)]	Hix [W/K]	btrix [-]	$\Phi T$ [W]
Solaio copertura	Esterno	-	1,00	243,00	0,306	74,38	1,00	1.859,58
Parete perimetrale	Esterno	N	1,20	10,88	1,001	10,89	1,00	326,77

Finestra 260x380	Esterno	N	1,20	39,52	3,188	125,98	1,00	3.779,51
Parete perimetrale	Esterno	W	1,10	28,92	1,001	28,95	1,00	796,20
Finestra 260x380	Esterno	W	1,10	59,28	3,188	188,98	1,00	5.196,83
Solaio su cantina	Cantina 1	-	1,00	243,00	1,210	293,99	0,77	5.654,37
Angolo sporgente con e senza pilastro ASP.011	Esterno	-	1,00	-	-0,724	-3,04	1,00	-76,02
Parete verticale con solaio SOL.004	Esterno	-	1,00	-	0,496	31,74	1,00	793,60
<b>TOTALE unico - Conference room</b>								<b>18.330,83</b>

**unico - Meeting room** -  $\Delta\vartheta_{\text{progetto}} = 25.0\text{ }^{\circ}\text{C}$

Elemento disperdente	Verso di dispersione	Or [-]	e [%]	Anetta [m <sup>2</sup> ]	U o $\psi$ [W/(m <sup>2</sup> K)] o [W/(mK)]	Hix [W/K]	btr,x [-]	$\Phi_T$ [W]
Solaio copertura	Esterno	-	1,00	90,00	0,306	27,55	1,00	688,73
Parete perimetrale	Esterno	W	1,10	10,88	1,001	10,89	1,00	299,54
Finestra 260x380	Esterno	W	1,10	39,52	3,188	125,98	1,00	3.464,55
Parete su locale NR	Vano scale 1	-	1,00	31,50	0,956	30,11	0,96	726,25
Solaio su cantina	Cantina 1	-	1,00	90,00	1,210	108,89	0,77	2.094,21
Angolo sporgente con e senza pilastro ASP.011	Esterno	-	1,00	-	-0,724	-3,04	1,00	-76,02
<b>TOTALE unico - Meeting room</b>								<b>7.197,27</b>

**Or** Orientamento cardinale dell'elemento

**e** Coefficiente di maggiorazione della dispersione in funzione dell'orientamento [%]

**An o l** Area strutture al netto degli elementi in detrazione [m<sup>2</sup>] o lunghezza per i ponti termici [m]

**U o  $\psi$**  Trasmittanza per le strutture [W/(m<sup>2</sup>K)] o trasmittanza lineica per i ponti termici [W/(mK)]

**Hix** Coefficiente di scambio termico della struttura verso l'ambiente x [W/K]

**btr,x** Fattore di riduzione equivalente dello scambio termico verso l'ambiente x [-]

**H** Coefficiente di scambio termico per trasmissione

**$\Phi$**  Potenza termica dispersa per trasmissione in condizioni di progetto [W]



**ATTRIBUZIONE DEI PONTI TERMICI AGLI ELEMENTI OPACHI DI INVOLUCRO**
**Unità immobiliare 1**
**Zona: unico**

	<b>Strutture verticali opache</b>	Or	Area m <sup>2</sup>	Ponte termico associato	Lung. m	Influenza %
PA0043	Parete perimetrale	E	15,3	Angolo rientrante con e senza pilastro ARI.011	4,2	4,8
PA0042	Parete perimetrale	W	10,9	Angolo sporgente con e senza pilastro ASP.011	4,2	-
PA0041	Parete perimetrale	W	28,9	Angolo sporgente con e senza pilastro ASP.011	4,2	-
PA0045	Parete su locale NR	-	18,0	Angolo rientrante con e senza pilastro ARI.011	4,2	7,0
PA0049	Parete su locale NR	-	44,1	Angolo rientrante con e senza pilastro ARI.011	8,4	5,7

	<b>Strutture orizzontali opache di copertura</b>	Or	Area m <sup>2</sup>	Ponte termico associato	Lung. m	Influenza %
CO0026	Solaio copertura	-	243,0	Parete verticale con solaio SOL.004	64,0	<b>42,7</b>

**DISPERSIONI PER VENTILAZIONE****Unità immobiliare 1**Volume netto totale dell'edificio Vn: **3.613,8 m³**

Descrizione dell'ambiente	Ricambio d'aria effettivo	Portata d'aria ricambiata dall'impianto di ventilazione meccanica m³/h	Portata d'aria circolante attraverso apparecchi di recupero del calore m³/h	Rendimento termico degli apparecchi di recupero del calore %
-				

**Zona: unico**

Locale	Vn	V'i [m³/h]	HV [W/K]	$\Delta\theta_p$ [°C]	$\Phi_V$ [W]
Coworking	1.930,4	542,4	184,4	25,0	4.610,2
Foyer	228,0	57,4	19,5	25,0	487,8
B2-sala riunioni	72,2	47,2	16,1	25,0	401,3
wc	87,4	28,1	9,6	25,0	238,8
B3-	41,8	23,0	7,8	25,0	195,8
Conference room	923,4	461,7	157,0	25,0	3.924,5
Meeting room	330,6	165,3	56,2	25,0	1.405,1

<b>Totale Unità immobiliare 1</b>	<b>1.325,1</b>	<b>450,5</b>	<b>-</b>	<b>11.263,5</b>
-----------------------------------	----------------	--------------	----------	-----------------

**Vn** Volume netto del singolo locale**V'i** Portata d'aria effettiva di ventilazione per singolo locale **$\Delta\theta_p$**  Salto termico di progetto verso l'esterno**HV** Coefficiente globale di scambio termico per ventilazione **$\Phi_V$**  Potenza termica dispersa per ventilazione in condizioni di progetto**POTENZA TERMICA DI RIPRESA****Unità immobiliare 1****Zona: unico** - fRH = **23,0 W/m²**

Locale	Su [m²]	$\Phi_{RH}$ [W]
Coworking	508,0	11.684,0
Foyer	60,0	1.380,0
B2-sala riunioni	19,0	437,0
wc	23,0	529,0
B3-	11,0	253,0
Conference room	243,0	5.589,0
Meeting room	87,0	2.001,0

<b>Totale Unità immobiliare 1</b>	<b>951,0</b>	<b>21.873,0</b>
-----------------------------------	--------------	-----------------

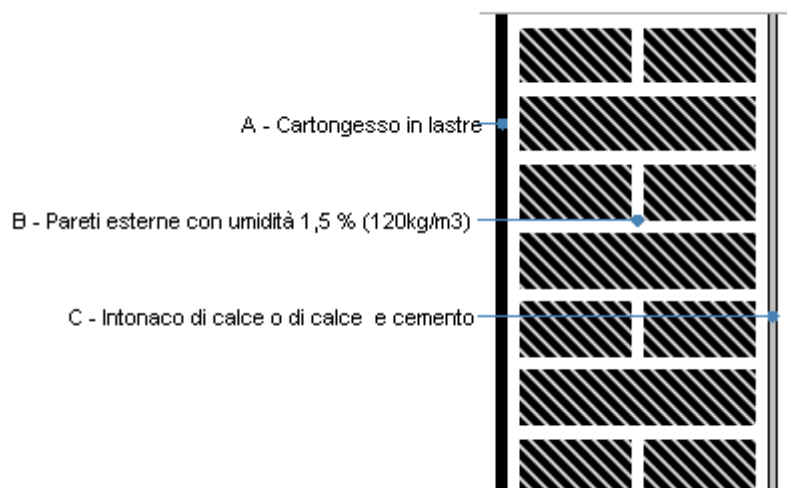
**fRH** Fattore di ripresa**Su** Superficie utile netta del locale **$\Phi_{RH}$**  Potenza termica di ripresa

**DISPERSIONI DI PROGETTO E CARICO TERMICO TOTALE****Unità immobiliare 1**

Zona riscaldata	$\Phi_T$ [W]	$\Phi_V$ [W]	$\Phi_{RH}$ [W]	$\Phi_{HL}$ [W]
unico	56.987,03	11.263,50	21.873,00	90.123,53

<b>Totale Unità immobiliare 1</b>	<b>56.987,03</b>	<b>11.263,50</b>	<b>21.873,00</b>	<b>90.123,53</b>
-----------------------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

$\Phi_T$	Potenza termica dispersa per trasmissione in condizioni di progetto
$\Phi_V$	Potenza termica dispersa per ventilazione in condizioni di progetto
$\Phi_{RH}$	Potenza termica di ripresa
$\Phi_{HL}$	Carico termico totale

**Parete perimetrale**

Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

**DATI DELLA STRUTTURA OPACA**

Nome: **Parete perimetrale**

Note:

Tipologia:	<b><u>Parete</u></b>	Disposizione:	<b><u>Verticale</u></b>
Verso:	<b><u>Esterno</u></b>	Spessore:	<b><u>430,0</u></b> mm
Trasmittanza U:	1,001 W/(m <sup>2</sup> K)	Resistenza R:	0,999 (m <sup>2</sup> K)/W
Massa superf.:	494 Kg/m <sup>2</sup>	Colore:	Chiaro
Area:	- m <sup>2</sup>		

**STRATIGRAFIA**

	Strato	Spessore s [mm]	Conduttività $\lambda$ [W/(mK)]	Resistenza R [(m <sup>2</sup> K)/W]	Densità $\rho$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	Capacità term. C [kJ/(kgK)]	Fattore $\mu_a$ [-]	Fattore $\mu_u$ [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Cartongesso in lastre	15,0	0,210	0,071	900	1,30	8,7	8,7
B	Pareti esterne con umidità 1,5 % (120kg/m <sup>3</sup> )	400,0	0,540	0,741	1.200	0,84	5,6	5,6
C	Intonaco di calce o di calce e cemento	15,0	0,900	0,017	1.800	0,84	16,7	16,7
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	430,0		0,999				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m<sup>2</sup>K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m<sup>2</sup>K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m<sup>2</sup>K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m<sup>2</sup>K)/W

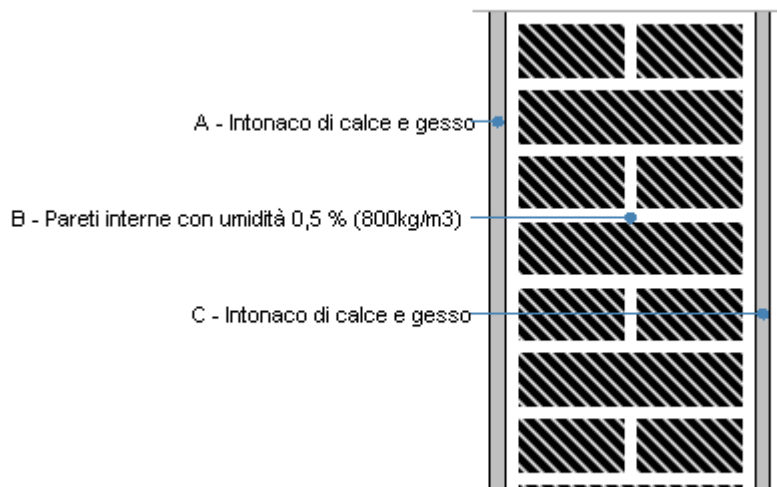
**VERIFICA DI TRASMITTANZA**

Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	<b><u>Milano</u></b>	Zona climatica:	<b><u>E</u></b>
Trasmittanza della struttura U:	1,001 W/(m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza limite U <sub>lim</sub> :	- W/(m <sup>2</sup> K)

Riferimento normativo: **Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017**

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: -

**Parete su locale NR**

Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

**DATI DELLA STRUTTURA OPACA**

Nome: **Parete su locale NR**

Note:

Tipologia:	<b>Parete</b>	Disposizione:	<b>Verticale</b>
Verso:	<b>Zona non riscaldata</b>	Spessore:	<b>280,0 mm</b>
Trasmittanza U:	0,956 W/(m <sup>2</sup> K)	Resistenza R:	1,046 (m <sup>2</sup> K)/W
Massa superf.:	200 Kg/m <sup>2</sup>	Colore:	Chiaro
Area:	- m <sup>2</sup>		

**STRATIGRAFIA**

	Strato	Spessore <i>s</i> [mm]	Conduttività <i>λ</i> [W/(mK)]	Resistenza <i>R</i> [(m <sup>2</sup> K)/W]	Densità <i>ρ</i> [Kg/m <sup>3</sup> ]	Capacità term. <i>C</i> [kJ/(kgK)]	Fattore <i>μ<sub>a</sub></i> [-]	Fattore <i>μ<sub>u</sub></i> [-]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	0,130	-	-	-	-
A	Intonaco di calce e gesso	15,0	0,700	0,021	1.400	0,84	11,1	11,1
B	Pareti interne con umidità 0,5 % (800kg/m <sup>3</sup> )	250,0	0,300	0,833	800	0,84	5,6	5,6
C	Intonaco di calce e gesso	15,0	0,700	0,021	1.400	0,84	11,1	11,1
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	280,0		1,046				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 7,690 W/(m<sup>2</sup>K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,130 (m<sup>2</sup>K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m<sup>2</sup>K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m<sup>2</sup>K)/W

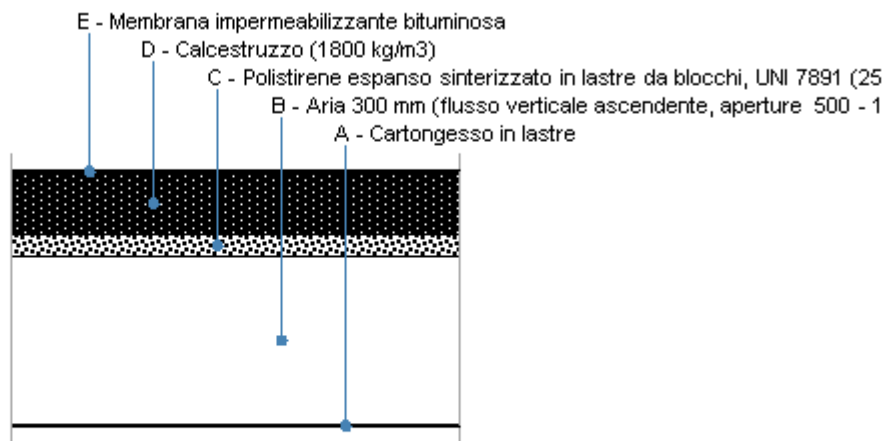
**VERIFICA DI TRASMITTANZA**

Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	<b>Milano</b>	Zona climatica:	<b>E</b>
Trasmittanza della struttura U:	0,956 W/(m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza limite U <sub>lim</sub> :	- W/(m <sup>2</sup> K)

Riferimento normativo: **Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017**

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: -

**Solaio copertura**

Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

**DATI DELLA STRUTTURA OPACA**

Nome: **Solaio copertura**

Note:

Tipologia:	<b>Copertura</b>	Disposizione:	<b>Inclinata</b>
Verso:	<b>Esterno</b>	Spessore:	<b>1.219,0 mm</b>
Trasmittanza U:	0,306 W/(m²K)	Resistenza R:	3,267 (m²K)/W
Massa superf.:	562 Kg/m²	Colore:	Chiaro
Area:	- m²		

**STRATIGRAFIA**

	Strato	Spessore s [mm]	Conduttività $\lambda$ [W/(mK)]	Resistenza R [(m²K)/W]	Densità $\rho$ [Kg/m³]	Capacità term. C [kJ/(kgK)]	Fattore $\mu_a$ [-]	Fattore $\mu_u$ [-]
	Adduttanza interna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,100	-	-	-	-
A	Cartongesso in lastre	15,0	0,210	0,071	900	1,30	8,7	8,7
B	Aria 300 mm (flusso verticale ascendente, aperture 500 - 1500 mm²)	800,0	3,760	0,213	1	1,00	1,0	1,0
C	Polistirene espanso sinterizzato in lastre da blocchi, UNI 7891 (25 kg/m³)	100,0	0,040	2,500	25	1,34	50,0	50,0
D	Calcestruzzo (1800 kg/m³)	300,0	0,940	0,319	1.800	0,88	3,3	3,3
E	Membrana impermeabilizzante bituminosa	4,0	0,170	0,024	1.200	1,00	0,0	999.99 9,0
	Adduttanza esterna (flusso verticale ascendente)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	1.219,0		3,267				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 10,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,100 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m²K)/W

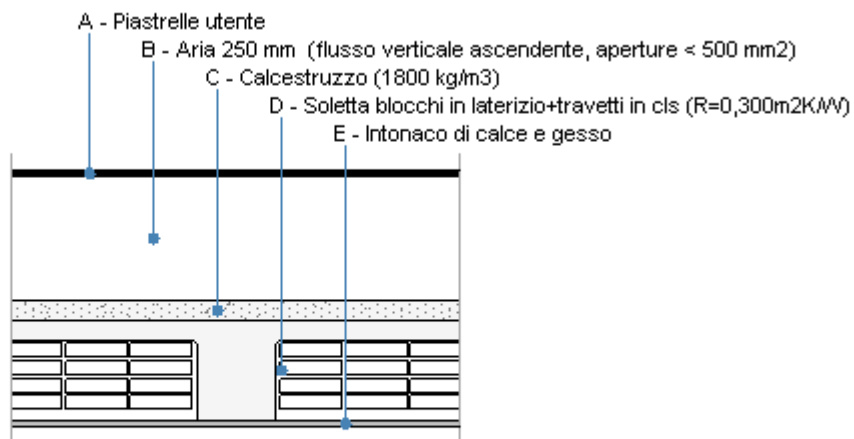
**VERIFICA DI TRASMITTANZA**

Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	<b>Milano</b>	Zona climatica:	<b>E</b>
Trasmittanza della struttura U:	0,306 W/(m² K)	Trasmittanza limite Ulim:	- W/(m² K)

Riferimento normativo: **Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017**

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: -

**Solaio su cantina**

Le proprietà termiche dell'elemento opaco sono valutate in base alla UNI EN ISO 6946.

**DATI DELLA STRUTTURA OPACA**

Nome: **Solaio su cantina**

Note:

Tipologia:	<b>Pavimento</b>	Disposizione:	<b>Orizzontale</b>
Verso:	<b>Zona non riscaldata</b>	Spessore:	<b>515,0 mm</b>
Trasmittanza U:	1,210 W/(m²K)	Resistenza R:	0,827 (m²K)/W
Massa superf.:	270 Kg/m²	Colore:	Chiaro
Area:	- m²		

**STRATIGRAFIA**

	Strato	Spessore s [mm]	Conduttività λ [W/(mK)]	Resistenza R [(m²K)/W]	Densità ρ [Kg/m³]	Capacità term. C [kJ/(kgK)]	Fattore μa [-]	Fattore μu [-]
	Adduttanza interna (flusso verticale discendente)	-	-	0,170	-	-	-	-
A	Piastrelle utente	10,0	0,580	0,017	1.800	0,85	3,2	3,2
B	Aria 250 mm (flusso verticale ascendente, aperture < 500 mm²)	250,0	1,560	0,160	1	1,00	1,0	1,0
C	Calcestruzzo (1800 kg/m³)	40,0	0,940	0,043	1.800	0,85	3,3	3,3
D	Soletta blocchi in laterizio+travetti in cls (R=0,300m²K/W)	200,0	0,533	0,375	900	0,85	0,0	999.99 9,0
E	Intonaco di calce e gesso	15,0	0,700	0,021	1.400	0,84	11,1	11,1
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	0,040	-	-	-	-
	TOTALE	515,0		0,827				

Conduttanza unitaria superficiale interna: 5,880 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale interna: 0,170 (m²K)/W

Conduttanza unitaria superficiale esterna: 25,000 W/(m²K)

Resistenza unitaria superficiale esterna: 0,040 (m²K)/W

**VERIFICA DI TRASMITTANZA**

Verifica di trasmittanza (non considerando l'influenza di eventuali ponti termici non corretti):

Comune:	<b>Milano</b>	Zona climatica:	<b>E</b>
Trasmittanza della struttura U:	1,210 W/(m² K)	Trasmittanza limite Ulm:	- W/(m² K)

Riferimento normativo: **Limiti relativi alla Regione Lombardia DDUO 2456 del 2017**

ESITO VERIFICA DI TRASMITTANZA: -

SERRAMENTO: **Finestra 260x380**

**GEOMETRIA DEL SERRAMENTO**

Nome: **Finestra 260x380**

Larghezza: **260 cm**

Altezza : **380 cm**

Disperde verso: **Esterno**

Spessore superiore del telaio: **8 cm**

Spessore inferiore del telaio: **8 cm**

Spessore sinistro del telaio: **8 cm**

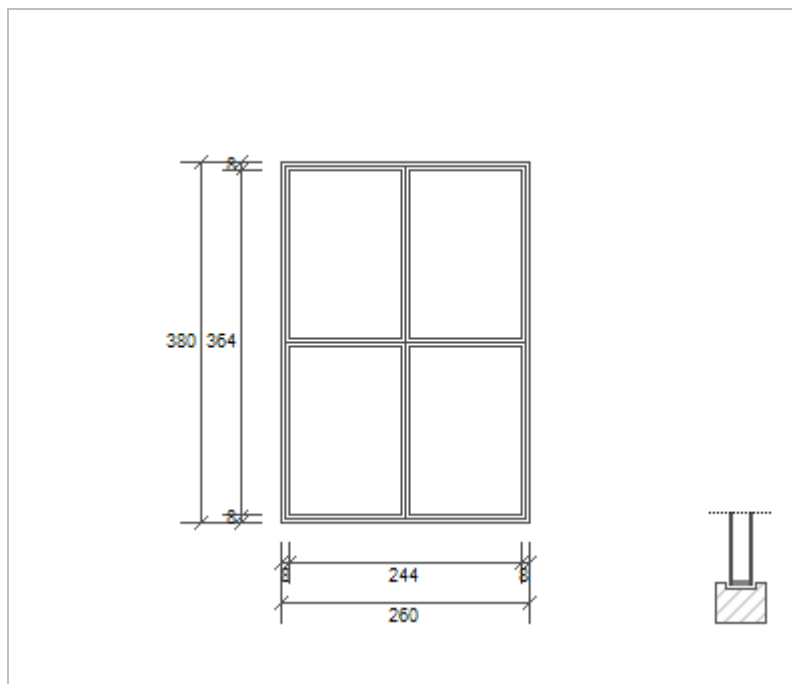
Spessore destro del telaio: **8 cm**

Numero divisioni verticali: **1**

Spessore divisioni verticali: **8 cm**

Numero divisioni orizzontali: **1**

Spessore divisioni orizzontali: **8 cm**



Area del vetro  $A_g$ : **8,402 m<sup>2</sup>**

Area totale del serramento  $A_w$ : **9,880 m<sup>2</sup>**

Area del telaio  $A_f$ : **1,478 m<sup>2</sup>**

Perimetro della superficie vetrata  $L_g$ : **23,680 m**

**PARAMETRI DEL VETRO E DEL TELAIO**

**Vetro**

Nome del vetro: **Vetro doppio 4-22-4**

Coefficiente di trasmissione solare  $g$ : **0,670**

Trasmittanza termica vetro  $U_g$ : **2,207 W/(m<sup>2</sup> K)**

Tipologia vetro: **Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo**

Emissività  $\epsilon$ : **0,837**

**Telaio**

Materiale: **Metallo**

Spessore sf: **0 mm**

Trasmittanza termica del telaio  $U_f$ : **7,000 W/(m<sup>2</sup> K)**

Trasmittanza lineica ponte termico tra vetro e telaio  $\psi_{fg}$ : **0,110 W/(m K)**

Tipologia telaio: **Senza taglio termico**

Distanziatore: **Metallo**

**SCHERMATURE MOBILI**

Tipo schermatura: **Tenda avvolgibile**

Colore: **Scuri**

$g, gl, sh, d$ : 0,50

$g, gl, sh/g, gl$ : -

Posizione: **Schermatura interna**

Trasparenza: **Opaca**

$g, gl, sh, b$ : 0,50

**PARAMETRI TERMICI DELLA CHIUSURA**

Tipo chiusura: -

Permeabilità della chiusura: -

Resistenza termica aggiuntiva dovuta alla chiusura  $\Delta R$ : 0,000 (m<sup>2</sup> K)/W

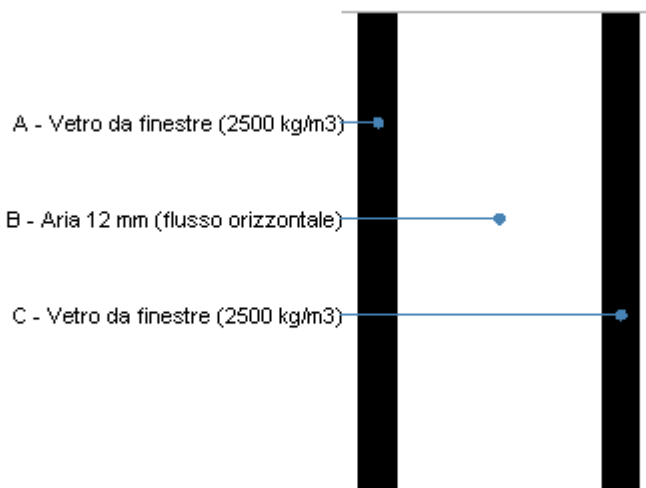
Frazione oraria di utilizzo della chiusura  $f_{shut}$ : 0,60

**PERMEABILITÀ ALL'ARIA**

Classe permeabilità all'aria del serramento secondo UNI 1026: **Non dichiarato** (MIN 1- MAX 4)

La classe di permeabilità all'aria è indicata per i serramenti in funzione dei dati dichiarati dal produttore.



**PARAMETRI RIASSUNTIVI DEL SERRAMENTO**Trasmittanza termica del serramento Uw: **3,188 W/(m<sup>2</sup> K)**Trasmittanza termica serramento comprendendo la tapparella Uw, CORR: **3,188 W/(m<sup>2</sup> K)****Vetro doppio 4-22-4**

Le proprietà termiche dei vetri sono valutate in base alla UNI EN 673.

**DATI DEL VETRO**Nome: **Vetro doppio 4-22-4**

Note:

Numero lastre:	Spessore vetro: <b>30,0 mm</b>
Trasmittanza U: 2,207 W/(m <sup>2</sup> K)	Resistenza R: 0,453 (m <sup>2</sup> K)/W

**STRATIGRAFIA**

	Strato	Spessore <i>s</i> [mm]	Conduttività <i>λ</i> [W/(mK)]	Emissività normale interna <i>ε<sub>ni</sub></i> [-]	Emissività normale esterna <i>ε<sub>ne</sub></i> [-]	Densità <i>ρ</i> [Kg/m <sup>3</sup> ]	Viscosità dinamica <i>μ</i> [10 <sup>-5</sup> Kg/(ms)]	Capacità termica specifica <i>c</i> [J/(kgK)]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	7,690	-	-	-	-	-
A	Vetro da finestre (2500 kg/m <sup>3</sup> )	4,0	1,000	0,89	0,89	2.500	0,0	0,84
B	Aria 12 mm (flusso orizzontale)	22,0	0,080	0,89	0,89	1	0,0	1,00
C	Vetro da finestre (2500 kg/m <sup>3</sup> )	4,0	1,000	0,89	0,89	2.500	0,0	0,84
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	25,000	-	-	-	-	-
	TOTALE	30,0						

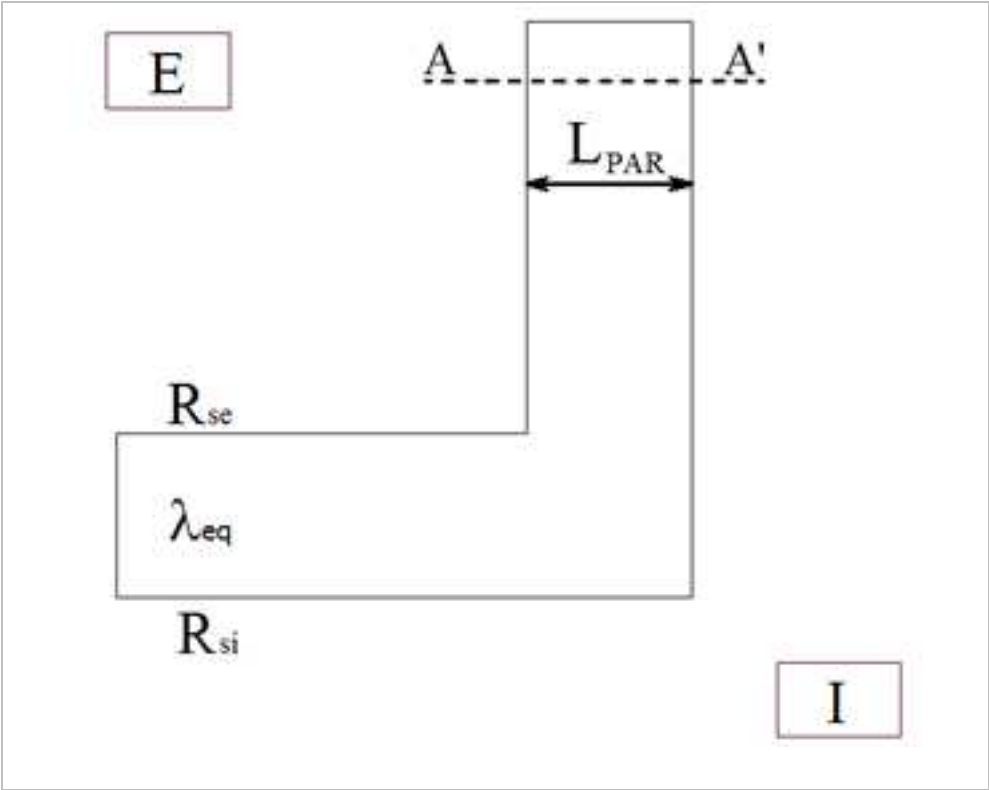
**RESISTENZE**

Costanti dipendenti dall'orientamento del vetro: A = , N =

	Strato	Emissività corretta interna <i>ε<sub>i</sub></i> [-]	Emissività corretta esterna <i>ε<sub>e</sub></i> [-]	Salto termico intercapedine <i>ΔT</i> [°C]	Conduttanza radiativa <i>h<sub>r</sub></i> [W/(m <sup>2</sup> K)]	Conduttanza lastra <i>h<sub>g</sub></i> [W/(m <sup>2</sup> K)]	Conduttanza intercapedine <i>h<sub>s</sub></i> [W/(m <sup>2</sup> K)]	Resistenza termica <i>R</i> [(m <sup>2</sup> K)/W]
	Adduttanza interna (flusso orizzontale)	-	-	-	-	-	-	0,130
A	Vetro da finestre (2500 kg/m <sup>3</sup> )							
B	Aria 12 mm (flusso orizzontale)							
C	Vetro da finestre (2500 kg/m <sup>3</sup> )							
	Adduttanza esterna (flusso orizzontale)	-	-	-	-	-	-	0,040

	TOTALE						
--	--------	--	--	--	--	--	--

STRUTTURA PONTE TERMICO: Angolo rientrante con e senza pilastro ARI.011

SEZIONE					
<p>Nome: <u>Angolo rientrante con e senza pilastro ARI.011</u></p> <p>Codice: <u>ARI.011</u></p> <p>Descrizione: <u>ARI.011 Angolo rientrante non isolato senza pilastro</u></p> <p>Categoria: <u>Angolo rientrante con e senza pilastro</u></p> <p>Disperde verso: <u>Esterno</u></p>					
CARATTERISTICHE GENERALI					
<p>Resistenza termica superficiale interna, R<sub>si</sub>: 0,130 m<sup>2</sup>K/W</p> <p>Resistenza termica superficiale esterna, R<sub>se</sub>: 0,040 m<sup>2</sup>K/W</p> <p>PARETE</p> <table><tr><td>Conducibilità termica equivalente della parete, λ<sub>EQ</sub>: 0,508 W/(m·K)</td><td>Spessore della parete, L<sub>PAR</sub>: 0,28 m</td></tr><tr><td>Spessore dello strato di isolante della parete, L<sub>ISO</sub>: 0,00 m</td><td>Conducibilità termica dell'isolante, λ<sub>ISO</sub>: 0,000 W/(m·K)</td></tr></table>		Conducibilità termica equivalente della parete, λ <sub>EQ</sub> : 0,508 W/(m·K)	Spessore della parete, L <sub>PAR</sub> : 0,28 m	Spessore dello strato di isolante della parete, L <sub>ISO</sub> : 0,00 m	Conducibilità termica dell'isolante, λ <sub>ISO</sub> : 0,000 W/(m·K)
Conducibilità termica equivalente della parete, λ <sub>EQ</sub> : 0,508 W/(m·K)	Spessore della parete, L <sub>PAR</sub> : 0,28 m				
Spessore dello strato di isolante della parete, L <sub>ISO</sub> : 0,00 m	Conducibilità termica dell'isolante, λ <sub>ISO</sub> : 0,000 W/(m·K)				
TRASMITTANZA TERMICA ELEMENTI STRUTTURALI					
<p>Trasmittanza della parete, U<sub>PAR</sub>: 1,387 W/(m<sup>2</sup>·K)</p>					
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE DEL PONTE TERMICO					
<p>Riferita alle dimensioni esterne, Ψ<sub>E</sub>: 0,286 W/(m·K)</p> <p>Riferita alle dimensioni interne, Ψ<sub>I</sub>: -0,597 W/(m·K)</p>					

STRUTTURA PONTE TERMICO: Angolo sporgente con e senza pilastro ASP.011

**SEZIONE**

Nome:  
Angolo sporgente con e senza pilastro ASP.011

Codice:  
ASP.011

Descrizione:  
ASP.011 Angolo sporgente non isolato senza pilastro

Categoria:  
Angolo sporgente con e senza pilastro

Disperde verso:  
Esterno

Diagram illustrating the thermal bridge cross-section (SEZIONE) for an external corner without a pier (Angolo sporgente non isolato senza pilastro). The diagram shows the external side (E) and internal side (I) of the structure. Key parameters labeled include the thermal resistance of the external surface ( $R_{se}$ ), the thermal resistance of the internal surface ( $R_{si}$ ), the thermal conductivity of the wall ( $\lambda_{eq}$ ), and the thickness of the wall ( $L_{PAR}$ ). The cross-section is defined by points A and A'.

**CARATTERISTICHE GENERALI**

Resistenza termica superficiale interna,  $R_{si}$ : 0,130 m<sup>2</sup>K/W  
Resistenza termica superficiale esterna,  $R_{se}$ : 0,040 m<sup>2</sup>K/W

PARETE

Conducibilità termica equivalente della parete,  $\lambda_{EQ}$ : 0,508 W/(m·K)  
Spessore dello strato di isolante della parete,  $L_{ISO}$ : 0,00 m

Spessore della parete,  $L_{PAR}$ : 0,28 m  
Conducibilità termica dell'isolante,  $\lambda_{ISO}$ : 0,000 W/(m·K)

**TRASMITTANZA TERMICA ELEMENTI STRUTTURALI**

Trasmittanza della parete,  $U_{PAR}$ : 1,387 W/(m<sup>2</sup>·K)

**TRASMITTANZA TERMICA LINEARE DEL PONTE TERMICO**

Riferita alle dimensioni esterne,  $\Psi_E$ : -0,724 W/(m·K)  
Riferita alle dimensioni interne,  $\Psi_I$ : 0,158 W/(m·K)

STRUTTURA PONTE TERMICO: Parete verticale con solaio SOL.004

**SEZIONE**

Nome:  
Parete verticale con solaio SOL.004

Codice:  
SOL.004

Descrizione:  
SOL.004 Parete non isolata con solaio e trave non isolata

Categoria:  
Parete verticale con solaio

Disperde verso:  
Esterno

The diagram illustrates a thermal bridge between a vertical wall and a horizontal slab. The wall is labeled with thermal resistance  $R_{se}$ , equivalent conductivity  $\lambda_{eq}$ , and internal resistance  $R_{si}$ . The slab is labeled with thermal resistance  $R_{si}$ , equivalent conductivity  $\lambda_{eq}$ , and internal resistance  $R_{se}$ . The thermal bridge length is indicated by  $L_{TR}$  and  $L_{PAR}$ . The thermal bridge area is indicated by  $A$  and  $A'$ . The diagram also shows the thermal bridge area  $E$  and the thermal bridge area  $I$ .

CARATTERISTICHE GENERALI	
Resistenza termica superficiale interna, $R_{si}$ : 0,100 m <sup>2</sup> K/W	
Resistenza termica superficiale esterna, $R_{se}$ : 0,040 m <sup>2</sup> K/W	
PARETE	
Conducibilità termica equivalente della parete, $\lambda_{EQ}$ : 0,508 W/(m·K)	Spessore della parete, $L_{PAR}$ : 0,28 m
Spessore dello strato di isolante della parete, $L_{ISO}$ : 0,00 m	Conducibilità termica dell'isolante, $\lambda_{ISO}$ : 0,000 W/(m·K)
TRAVE	
Conducibilità termica della trave, $\lambda_{TR}$ : 2,000 W/(m·K)	Conducibilità termica dell'isolante, $\lambda_{ISO}$ : 0,000 W/(m·K)
Spessore dello strato di isolante della parete, $L_{ISO}$ : 0,000 m	
TRASMITTANZA TERMICA ELEMENTI STRUTTURALI	
Trasmittanza della trave, $U_{TR}$ : 3,57 W/(m <sup>2</sup> ·K)	
Trasmittanza della parete, $U_{PAR}$ : 1,447 W/(m <sup>2</sup> ·K)	
TRASMITTANZA TERMICA LINEARE DEL PONTE TERMICO	
Riferita alle dimensioni esterne, $\Psi_E$ : 0,496 W/(m·K)	
Riferita alle dimensioni interne, $\Psi_I$ : 0,973 W/(m·K)	