



CITTA' DI  
**CAPACCIO PAESTUM**

LAVORI FINALIZZATI ALLA REALIZZAZIONE DI UN CINEMATEATRO  
COMUNALE EX CINEMA MIRIAM

# SALA POLIFUNZIONALE DA ADIBIRE A CINEMA, TEATRO, SALA CONFERENZE ED ATTIVITA' COMMERCIALI

Loc. Capaccio Scalo - Piazza Santini

## Progetto DEFINITIVO VARIANTE

INTEGRAZIONE  
IN RISCONTRO ALLA COMUNICAZIONE DELLA  
SOPRINTENDENZA A.B.A.P. prot. Cl. 34.43.01/68.48/201

---

Committente  
Città di Capaccio Paestum  
(Provincia di Salerno)

Sindaco  
Avv. Francesco ALFIERI

---

Elaborato: IMPIANTO TERMICO

## RELAZIONE IMPIANTO TERMICO

---

Il Progettista  
Ing. Christian FRANCO



R.U.P.  
Ing. Giovanni Vito BELLO



IL RESPONSABILE DELL'AREA  
Ing. Christian Franco

## 1. Premessa

Il presente elaborato costituisce relazione tecnico-illustrativa del progetto dell'impianto termico.

## 2. Riferimenti Normativi

1. **Decreto legislativo 9 aprile 2008 , n. 81:** Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
2. **D.M. 22-1-2008 n. 37:** Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.
3. **UNI 10339** ed. 1995: Impianti aerulici al fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura;
4. **UNI 10349** ed. 1994: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
5. **UNI/TS 11300-1** ed. 2008: Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale;
6. **UNI/TS 11300-2** ed. 2008: Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.
7. **UNI/TS 11300-3** ed. 2010: Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva;
8. **UNI TS 11300-4**, "Prestazioni energetiche degli edifici. Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per riscaldamento di ambienti e preparazione acqua calda sanitaria";
9. **Decreto legislativo 19 Agosto 2005 n°192** –Attuazione della Direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia e ss.mm.ii.;
10. **Legge n°10 del 9/1/91** – Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.
11. **D.P.R. n. 412 del 26 Agosto 1993** – Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione all'art. 4, comma 4 della legge n°10 del 9 Gennaio 1991.
12. **Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192:** Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia e ss.mm.ii;
13. **UNI EN 12975 - 1**, "Impianti solari termici e loro componenti. Collettori solari. Parte 1: Requisiti generali";
14. **UNI EN 12975 - 2**, "Impianti solari termici e loro componenti. Collettori solari. Parte 1: Metodi di prova";

15. **Norma UNI EN 14351-2010:** Finestre e porte - Norma di prodotto, caratteristiche prestazionali - Parte 1: Finestre e porte esterne pedonali senza caratteristiche di resistenza al fuoco e/o di tenuta al fumo;
16. **Norma UNI 10818-1999:** Finestre, porte e schermi – Linee guida generali per la posa in opera;
17. **Norma UNI EN 12207-2000:** Finestre e porte - Permeabilità all'aria – Classificazione;
18. **Norma UNI EN 12208-2000:** Finestre e porte - Tenuta all'acqua – Classificazione;
19. **Norma UNI EN 12210-2000:** Finestre e porte - Resistenza al carico del vento – Classificazione;
20. **Norma UNI EN 11173-2005:** Finestre, porte e facciate continue - Criteri di scelta in base alla permeabilità all'aria, tenuta all'acqua, resistenza al vento, trasmittanza termica ed isolamento acustico;
21. **Norma UNI 10077-1-2007:** Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 1: Generalità;
22. **Norma UNI 10077-2-2012:** Prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 2: Metodo numerico per i telai;
23. **Norma UNI EN 13829-2002:** Prestazione termica degli edifici - Determinazione della permeabilità all'aria degli edifici - Metodo di pressurizzazione mediante ventilatore
24. **D.P.R. 164/56:** Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni; art 52 - Ponti su ruote a torre e sviluppabili a forbice;
25. **Circolare Ministero del Lavoro 24/82** - DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 07/01/1956 N. 164 - Ponteggi metallici realizzati con elementi componibili;
26. **UNI 9182** ed. 2008: Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione;
27. **Delibera AEEG 84/2012/R/EEL:** interventi urgenti relativi agli impianti di produzione di energia elettrica, con particolare riferimento alla generazione distribuita, per garantire la sicurezza del sistema elettrico nazionale;
28. **CEI 64-8** Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
29. **CEI 11-20** Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti Di I e II categoria;
30. **CEI EN 60904-1 (CEI 82-1) Dispositivi fotovoltaici - Parte 1:** Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
31. **CEI EN 60904-2 (CEI 82-2) Dispositivi fotovoltaici - Parte 2:** Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
32. **CEI EN 60904-3 (CEI 82-3) Dispositivi fotovoltaici - Parte 3:** Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
33. **CEI EN 61727 (CEI 82-8) Sistemi fotovoltaici (FV) -** Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;
34. **CEI EN 61215 (CEI 82-8)** Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri.

- Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
35. **CEI EN 61646 (CEI 82-12)** Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione del tipo;
  36. **CEI EN 50380 (CEI 82-22)** Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
  37. **CEI 0-16** Regole Tecniche di Connessione (RTC) per Utenti attivi ed Utenti passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
  38. **CEI 82-25** Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettrica di Media e Bassa tensione;
  39. **CEI EN 62093 (CEI 82-24)** Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
  40. **CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31)** Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso) Armoniche lato a.c.
  41. **CEI EN 60555-1 (CEI 77-2)** Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;
  42. **CEI EN 60439 (CEI 17-13)** Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT);
  43. **CEI EN 50380 (CEI 82-22)** Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
  44. **CEI 82-25** Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettrica di Media e Bassa tensione;
  45. **CEI EN 62093 (CEI 82-24)** Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
  46. **CEI EN 60439 (CEI 17-13/1)** Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS);
  47. **CEI EN 60439 (CEI 17-13/2)** Prescrizioni particolari per condotti a sbarre;
  48. **CEI EN 60439 (CEI 17-13/3)** Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso - Quadri di distribuzione (ASD);
  49. **CEI EN 60445 (CEI 16-2)** Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
  50. **CEI EN 60529 (CEI 70-1)** Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
  51. **CEI EN 60099-1 (CEI 37-1)** Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
  52. **CEI 20-19** Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
  53. **CEI 20-20** Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750V;
  54. **CEI EN 62053-21 (CEI 13-43)** Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2)
  55. **CEI EN 61724 (CEI 82-15)** Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la

- misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- 56. **CEI EN 62305-1** (CEI 81-10/1) Principi generali;
  - 57. **CEI 81-3** Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
  - 58. **CEI 0-2** Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
  - 59. **CEI 0-3** Guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati per la Legge 46/1990;
  - 60. **UNI 10349** Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati Climatici;
  - 61. **CEI EN 62305-2** (CEI 81-10/2) Valutazione del rischio;
  - 62. **CEI EN 62305-3** (CEI 81-10/3) Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone;
  - 63. **CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4)** Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture;
  - 64. **CEI 13-4** Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica.
  - 65. **CEI EN 62053-23 (CEI 13-45)** Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3)
  - 66. **EN 50470-1 ed EN 50470-3** in corso di recepimento nazionale presso CEI;
  - 67. **CEI 64-8**, parte 7, sezione 712 Sistemi fotovoltaici solari (PV) di alimentazione.
  - 68. **CEI 62305 (CEI 81-10)** Protezione contro i fulmini;
  - 69. **CEI 021**: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.

### **3. Descrizione dello stato dei luoghi architettonico dell'immobile**

Il plesso immobiliare oggetto di intervento di manutenzione è costituito sostanzialmente da un corpo di fabbrica che si sviluppa su un livello fuori terra ed un'area cortilizia di pertinenza. La struttura c.a. Le tramezzature interne sono in laterizio ed i solai in laterocemento.

### **4. Descrizione degli impianti meccanici di climatizzazione**

Inoltre sarà implementato un impianto di ventilazione meccanica controllata che garantirà il corretto lavaggio degli ambienti mediante un impianto di immissione e di estrazione dell'aria attraverso un recuperatore di calore installato in copertura.

Quest'ultimo insieme all'impianto a ventilconvettori sarà alimentato da una pompa di calore reversibile, che integrato ad un impianto solare termico garantirà anche la produzione di acqua calda sanitaria (di seguito ACS) ai servizi igienici presenti come meglio specificato nel seguito.

Si precisa, inoltre, che la canalizzazione dell'aria primaria sarà installata in prossimità di velette appositamente installate a soffitto e di cavedi realizzati nelle posizioni indicate negli elaborati grafici di progetto esecutivo allegati. I terminali di mandata dell'aria saranno del tipo "griglie a parete" e "diffusori a soffitto" e saranno posizionati rispettivamente sulle pareti dei locali da climatizzare e in corrispondenza del controsoffitto, conformemente a quanto indicato negli elaborati grafici di dettaglio.

Infine sarà installato un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica il quale potrà sopprimere i consumi della pompa di calore oltre alle esigenze interne al plesso scolastico.

#### ***4.1 Impianto di climatizzazione VRF***

##### ***4.1.1 Sostituzione del generatore di calore***

Pertanto si prevede l'installazione, di una pompa di calore a compressione condensata ad aria da 25 kW con un elevato rendimento ( $SCOP \geq 3,00$ ;  $ESEER \geq 4,00$ ).

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto allegati.

##### ***4.1.2 Selezione dei terminali idronici***

Il dimensionamento dei ventilconvettori è stato effettuato considerando il fabbisogno termico dell'involucro edilizio migliorato con il sistema a cappotto e la sostituzione degli infissi, con riferimento alla potenza specifica di ciascun locale (in termini di rientranze e dispersioni); l'ubicazione dei terminali sarà tale da uniformare il più possibile la temperatura all'interno dei locali, senza pregiudicare il comfort degli occupanti.

In relazione alle esigenze di affollamento sono stati scelti ventilconvettori a pavimento dotati di apposito deflettore per impedire alle correnti d'aria trattate di investire direttamente gli occupanti.

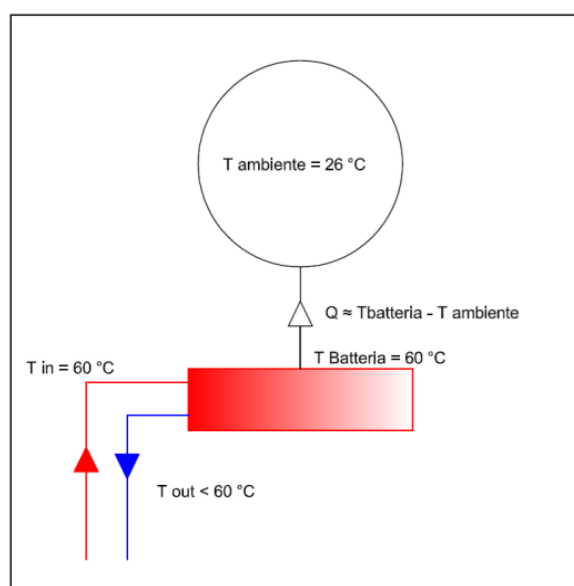
Ciascun terminale presenta una ventola a bordo macchina dotata di tre velocità di funzionamento; le batterie di scambio termico saranno collegate al circuito di distribuzione del vettore termico

mediante valvola a tre vie servo-comandata (per la regolazione automatica dell'afflusso di acqua alla batteria).

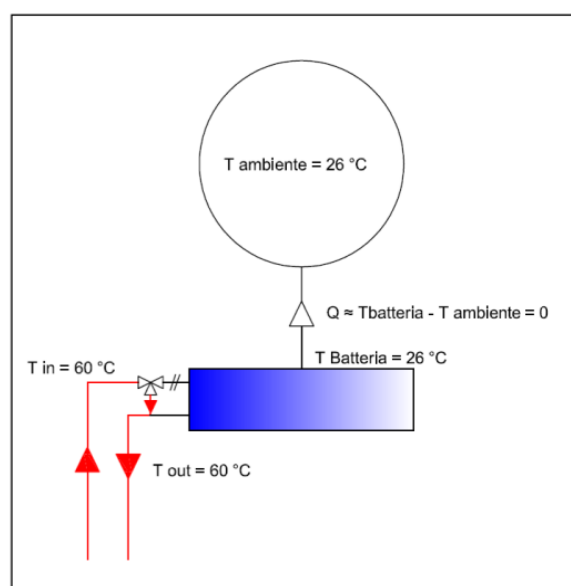
La valvola è guidata da apposito dispositivo regolatore; la logica di controllo prevede la presenza di un termostato ambiente a bordo macchina che andrà a regolare l'apertura e la chiusura della valvola per l'adduzione dell'acqua calda/refrigerata.

Lo scopo è verificare il raggiungimento del set point scelto in ambiente (tipicamente 26 °C d'estate e 20°C d'inverno) nonché il mantenimento delle condizioni di comfort termico prescelte, elevando le performance di rendimento energetico dell'impianto.

E' infatti vero che l'adozione della valvola a tre vie consente un notevole risparmio di energia, inibendo l'ingresso dell'acqua calda/refrigerata alla batteria del ventilconvettore. In caso contrario, quest'ultima fungerebbe da corpo radiante, cedendo, in ogni caso potenza all'ambiente, anche in caso di raggiungimento del set point desiderato. Lo schema proposto chiarisce il concetto appena esposto.



Funzionamento senza valvola a tre vie sulla batteria ed a ventola spenta



Funzionamento con valvola a tre vie sulla batteria

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto allegati.

### ***4.1.3 Rete di scarico condensa***

La condensa prodotta dalle macchine idroniche verrà smaltita, per gravità, attraverso tubazioni in polipropilene installate nel pavimento sopraelevato e canalizzate verso la rete di scarico esistente del complesso edilizio.

## ***4.2 Impianto di ventilazione meccanica controllata***

A seguito dei trattamenti l'aria viene convogliata in una rete di distribuzione che insiste su bocchette di mandata in ambiente.

Le reti si differenziano in rete di mandata e rete di ripresa, come meglio specificato negli elaborati grafici di progetto.

Sono costituite da canali in lamiera zincata; in particolare i canali saranno isolati secondo le disposizioni del DPR 412/93 ed in relazione alla logica di efficienza energetica perseguita nella progettazione del sistema involucro –impianti del fabbricato.

Le reti di mandata e di ripresa si diramano nei locali climatizzati in prossimità delle velette a controsoffitto appositamente realizzate.

Il collegamento dei canali tra il recuperatore di calore e gli ambienti da climatizzare avverrà sfruttando dei torrini che saranno realizzati in copertura.

Il dimensionamento di entrambe le reti è stato eseguito con il criterio della perdita di carico costante e bilanciamento con serrande su tronchi e rami.

Per quanto riguarda le velocità dell'aria, all'interno di canali e bocchette, saranno rispettate le seguenti prescrizioni:

- la velocità dell'aria all'interno dei canali principali si attesterà intorno ai 7 m/s;
- la velocità dell'aria all'interno delle diramazioni interne si attesterà intorno ai 5 m/s;
- la velocità di espulsione dell'aria dalle griglie di mandata sarà in ogni caso inferiore o al massimo uguale a 2,5 m/s per raggiungere al massimo i 0,25 m/s nel cosiddetto spazio occupato (così come definito dalla norma UNI 10339);

Per quanto non espressamente riportato in relazione fa fede *la norma UNI 10339*.

Viene di seguito descritta la componentistica dell'impianto di ventilazione meccanica controllata di progetto, il quale sarà costituito dalle seguenti sezioni:

1. Recuperatore di calore;
2. Sezione ventilante di estrazione;
3. Sezione filtrante;
4. Sezione batteria di integrazione promiscua (riscaldamento/raffrescamento);
5. Sezione ventilante di mandata;

Esaminiamo a questo punto, le diverse sezioni, approfondendo i parametri dimensionali sopra introdotti:

### **Recuperatore di calore**

L'adozione del recuperatore di calore consente di immettere aria di rinnovo ad una temperatura prossima a quella dell'ambiente interessato, abbattendo le spese energetiche alle quali si andrebbe incontro. Tale dispositivo avrà un'efficienza pari al 70%.

### **Sezione ventilante di estrazione**

In base alla quantità d'aria da estrarre dai volumi climatizzati sono stati ricavati i seguenti dati tecnici:

Portata di estrazione: 2'540m<sup>3</sup>/h;

Pressione statica del ventilatore: 200Pa;

E' auspicabile, per la flessibilità di esercizio, dotare l'unità ventilante di apposito inverter, al fine di consentire la variazione della portata e della prevalenza del ventilatore.

### **Sezione filtrante**



Prima dell'immissione in ambiente è prevista una sezione filtrante, in conformità alla norma UNI 10339 ed. 95; in particolare:  
Classe del filtro: min 5; max 7;  
Efficienza di filtrazione M + A.

### **Sezione batteria di integrazione promiscua (riscaldamento/raffrescamento)**

In base alla portata in mandata, alle condizioni esterne di progetto, alle condizioni di set point in ambiente e all'efficienza del recuperatore di calore è stata dimensionata la batteria di integrazione promiscua (calda/fredda).

In particolare, per la zona di intervento, i parametri climatici sono della stagione invernale sono:

- T<sub>est</sub>: 2°C;
- U.R. est = 60%;

ed estivi:

- T<sub>est</sub>: 32°C;
- U.R. est = 55%;

I parametri di set point degli ambienti interni sono:

- T<sub>set</sub>: 20°C CASO INVERNALE;
- U.R.<sub>set</sub>: 55% CASO INVERNALE;
- T<sub>set</sub>: 26°C CASO ESTIVO;
- U.R.<sub>set</sub>: 50% CASO ESTIVO;

Da tali fattori il sistema prevede l'installazione di una batteria con le seguenti caratteristiche:

- Potenza termica invernale = 8.00kW;
- Potenza frigorifera estiva = 2.00 kW;
- Delta T in batteria (caso invernale) = 8°C;
- Delta T in batteria (caso estivo) = 2°C;
- Portata d'acqua alla batteria = 3'300 m<sup>3</sup>/h
- Dimensioni tubazione adduzione e ritorno acqua = 3/8".

Si precisa che l'adduzione dell'acqua alla batteria sarà controllata mediante valvola a tre vie modulante.

### **Sezione ventilante di mandata**

In base alle esigenze di rinnovo d'aria e di abbattimento del carico latente si sono desunti i seguenti valori:

Portata in mandata: 2'890 m<sup>3</sup>/h;

Pressione statica del ventilatore: 200 Pa.

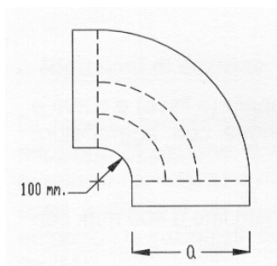
Ricambio: 19 m<sup>3</sup>/h per persona = 2,5 vol/h;

E' auspicabile, per la flessibilità di esercizio, dotare l'unità ventilante di apposito inverter, al fine di consentire la variazione della portata e della prevalenza del ventilatore.

### 4.2.1 *analisi di mandata e ripresa dell'aria primaria*

Come precedentemente anticipato, la nuova rete di canali sarà installata in corrispondenza del controsoffitto esistente.

Il metodo prescelto per il dimensionamento delle curve è quello del raggio fisso. Si prevede l'adozione di un raggio di curvatura minimo di 100 mm. Considerando inoltre le dimensioni del canale (e supponendo l'involuppo della curva sull'asse del lato corto), le curve non dovranno essere dotate di deflettori interni. In caso di variazioni dimensionali per esigenze di cantiere, dovrà essere rispettata la seguente tabella:



a in mm.	N° deflettori	Larghezza di ogni passaggio come frazione (dall'interno verso l'esterno) d'"a"
Fino a 300	0	a
Da 300 a 500	1	1/3 a 2/3 a
Da 500 a 1000	2	1/6 a 1/3 a 1/2 a
Oltre 1000	3	1/12 a 1/6 a 1/4 a 1/2 a

Per minimizzare le dispersioni termiche dovute al trasporto dell'aria all'interno dei canali, gli stessi saranno coibentati con materiali isolante (tipo polietilene con rivestimento in alluminio o similare) con uno spessore di isolante non inferiore a 19 mm.

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto allegati.

### 4.2.2 *Terminali dell'aria primaria*

La distribuzione dell'aria avverrà tramite bocchette installate a parete. Queste ultime dovranno essere installate ad una distanza dal soffitto non superiore a 300 mm e l'inclinazione del getto non dovrà superare i 40° rispetto all'orizzontale. Così facendo si verrebbe a creare l'effetto "Coanda", consistente nella tendenza dei filetti fluidi ad "attaccarsi" al soffitto, il quale garantirebbe un corretto lavaggio degli ambienti.

E' bene sottolineare che, per consentire il transito dell'aria da destinare all'espulsione, tutte le porte dei locali climatizzati dovranno essere dotate di griglie di transito.

Per quanto attiene i locali ospitanti i vasi a sedere, le porte di accesso a questi ultimi dovranno avere una distanza di installazione dal pavimento di almeno 2.00 cm, laddove gli stessi locali siano chiusi a tutta altezza.

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

### ***4.3 Impianto solare termico per la produzione di acqua calda sanitaria (ACS)***

Il sistema prevede il riscaldamento dell'acqua calda sanitaria (di seguito ACS) attraverso un collettore solare collegato a un serbatoio mediante uno scambiatore di calore che a sua volta viene alimentato anche dalla pompa di calore nel regime invernale.

La pompa di circolazione del circuito solare si attiva per mezzo di un regolatore differenziale di temperatura e cioè quando la temperatura all'interno del collettore è superiore alla temperatura di riferimento impostata nel serbatoio di accumulo.

Il riscaldamento ausiliario della pompa di calore viene attivato da un termostato quando nel serbatoio la temperatura dell'acqua, nella parte a disposizione, scende al di sotto della temperatura nominale desiderata; inoltre per evitare dispersioni di calore, il riscaldamento ausiliario viene gestito da un timer che lo disabilita nelle ore in cui il plesso non è normalmente occupato.

La linea di ricircolo viene condotta dall'utenza (rubinetto) più lontana fino al serbatoio; il funzionamento della pompa di circolazione viene limitato da un dispositivo a tempo perché rimanga in funzione solo quando necessario; inoltre un apposito termostato esclude la pompa quando si raggiunge la temperatura nominale prescelta.

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

### ***4.4 Impianto elettrico a servizio degli impianti meccanici***

Gli impianti meccanici saranno alimentati da un nuovo quadro di distribuzione da installare nel locale tecnico, al piano terra dell'edificio.

Il nuovo QE impianti meccanici sarà alimentato dal quadro generale esistente a mezzo una conduttura con cavo multipolare con guaina.

Le dimensioni, le caratteristiche costruttive e la tipologia dei dispositivi installati sono indicate negli schemi elettrici e negli elaborati grafici allegati.

Il quadro dovrà essere conforme alla vigente normativa CEI 17-13; esso dovrà essere corredato di certificato attestante le verifiche e prove eseguite.

L'involucro dovrà avere le dimensioni riportate negli elaborati grafici, esso dovrà essere munito di certificazione di collaudo e conformità alle norme CEI pertinenti. Il quadro nel suo assetto definitivo dovrà essere completamente chiuso.

I morsetti ed i poli in entrata dovranno essere corredati di coperture di protezione isolanti trasparenti in materiale non propagante la fiamma.

Il grado di protezione (dove non espressamente richiesto altro) non dovrà essere inferiore ad IP55 a porta chiusa e ad IP40 a porta aperta; esso dovrà essere rispettato anche in corrispondenza dell'ingresso dei conduttori dall'alto che saranno adeguatamente protetti.

Ciascuna apparecchiatura dovrà essere smontabile, in parte e completamente accedendo ai quadri e/o centralini esclusivamente dalla posizione frontale.

I circuiti ausiliari dovranno essere realizzati con conduttori flessibili tipo FS17 450/750 V di sezione non inferiore a 1,5 mm<sup>2</sup>, disposti in apposite canaline.

Tutte le apparecchiature costituenti i circuiti ausiliari, dovranno essere raggruppate su appositi pannelli, unitamente al relativo cablaggio, completo della morsettiera terminale per il collegamento con le altre parti del quadro.

La strumentazione, i comandi e le segnalazioni dei circuiti ausiliari dovranno essere posti su pannellature, separati dai comandi di potenza.

Tutti i conduttori attestati sia su morsettiere sia su apparecchiature dovranno essere contrassegnati con segnafile numerati e tutte le apparecchiature sistemate all'interno dei quadri e/o centralini dovranno essere contraddistinte attraverso una sigla di identificazione riportata su un'etichetta applicata ad ognuna di esse.

Tutti i comandi riportati sul frontale del quadro dovrà essere contraddistinto mediante l'applicazione in corrispondenza di ciascuno di essi di un apposita targhetta.

I quadri dovranno essere corredati di targhetta con il nome della ditta costruttrice, il numero di serie, il tipo, la tensione d'esercizio, i limiti d'impiego e tutte le altre informazioni previste dalle norme CEI 17-13 e CEI 23-51.

Di seguito si riportano tali informazioni:

- Nome del costruttore.
- Numero di serie.
- Anno di costruzione
- Tensione di prova.
- Tensione d'impiego.
- Corrente d'impiego.
- Corrente di cortocircuito;
- Grado di protezione;
- Dimensioni.

L'impianto di distribuzione a servizio delle utenze degli impianti meccanici sarà realizzato a vista mediante cavi multipolari con guaina, tipo FG16OR16 0,6/1 kV. La sezione dei cavi è indicata negli schemi elettrici unifilari.

Per l'alimentazione dei ventilconvettori saranno utilizzati cavi unipolari in rame con isolante in PVC, tipo FS17 450/750.

E' stato ipotizzato, per i cavi con tratti in comune con altri circuiti, un coefficiente di riduzione della portata dipendente dal numero di circuiti raggruppati.

La temperatura ambiente di riferimento considerata è di 30 °C.

Le portate nominali dei cavi scelte come riferimento corrispondono a quelle indicate dalla norma CEI-UNEL 35024/1 e 35026 e tengono conto del valore di massima temperatura ambiente di progetto, delle effettive condizioni di posa e dei margini di ampliamento futuri.

Le tubazioni sono state dimensionate in modo da garantire sempre la sfilabilità dei conduttori, in particolare il diametro interno dei tubi dovrà essere pari almeno a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi contenuti in esso (art. 522.8.1.1, norma CEI 64-8/5).

Per il dimensionamento delle cassette di derivazione si è tenuto conto della buona norma che giunzioni e cavi posti all'interno delle cassette non occupino più del 50% del volume interno della cassetta stessa.

Le connessioni (giunzioni o derivazioni) tra i conduttori, all'interno delle cassette di derivazione, dovranno essere effettuate con appositi morsetti, senza ridurre la sezione dei conduttori e senza lasciare parti conduttrici scoperte (sezione 526, norma CEI 64-8/5). Sia le tubazioni che le cassette di derivazione saranno utilizzate esclusivamente per i cavi di energia, effettuando un'adequata separazione con i circuiti ausiliari.

In corrispondenza di ciascun ventilconvettore sarà installato un interruttore bipolare 16 A in scatola portapparecchi da incasso, al fine di poter effettuare il sezionamento locale dell'alimentazione.

Infine, l'impianto di messa a terra dovrà soddisfare:

- il valore della resistenza di terra che sia in accordo con le disposizioni di legge e con le esigenze dell'impianto di protezione e di funzionamento;
- l'efficienza dell'impianto nel tempo (sia al valore di resistenza che ai materiali);
- le correnti di guasto, che dovranno essere sopportate senza danno.

Esso sarà così realizzato:

- nodo equipotenziale di terra da installare all'interno del nuovo QE impianti meccanici;
- collegamenti equipotenziali principali per la messa a terra delle masse estranee;
- conduttori di protezione in partenza dal collettore di terra del quadro, collegati a tutte le utenze da installare.

Tutte le connessioni saranno eseguite mediante morsetti adeguatamente dimensionati, sistemi meccanici (viti, bulloni, saldatura forte, etc.) atti a garantire la minima resistenza di contatto possibile e la massima durata nel tempo.

Le connessioni relative a materiali diversi verranno eseguite con tecniche atte ad impedire la formazione di coppie galvaniche.

Le connessioni soggette ad agenti atmosferici od altro verranno adeguatamente protette contro la corrosione.

Tutti i cavi multipolari saranno dotati del conduttore di protezione gialloverde, le condutture realizzate con conduttori unipolari saranno costituite da apposito conduttore di protezione, del tipo FS17 4507750, a corda flessibile di rame con isolante in PVC, non propaganti l'incendio e la fiamma, di colore gialloverde, con sezione uguale a quella del corrispondente conduttore di fase, posati nelle stesse tubazioni sopra descritte.

E' vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4 mmq; il conduttore di neutro non può essere utilizzato come conduttore di protezione.

I conduttori di protezione che confluiscono ai collettori di terra saranno contrassegnati in modo da segnalare i circuiti di protezione o le masse alle quali appartengono.

## ***4.5 Impianto fotovoltaico***

Vista la disponibilità di superficie in copertura si è pensato di implementare un impianto fotovoltaico tramite supporti triangolari ancorati ad apposite zavorre. In particolare sono state prese in considerazione zone che non subiscono ombreggiamenti da parte degli elementi sporgenti la copertura durante l'intero arco dell'anno.

Per la produzione dell'impianto fotovoltaico vedi apposita relazione sul fotovoltaico

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto sul fotovoltaico

## 8 Misure di Collaudo

Prescindendo dalla conformità delle forniture alla regola dell'arte ed al disciplinare tecnico, dovranno essere eseguite esami a vista e le seguenti prove strumentali al fine di garantire la funzionalità degli impianti e la corretta installazione del sistema a cappotto sull'involucro edilizio e degli infissi esterni.

Le prove saranno indicate dalla DL ed eseguite dall'impresa con propri mezzi/strumenti.

### 8.1 Verifica della corretta installazione degli infissi

La verifica strumentale della corretta installazione degli infissi dovrà essere effettuata mediante il Blower Door Test conformemente alla norma UNI EN 13829-2002.

Questa prova consiste nel mettere in pressione uno dei locali climatizzati attraverso un ventilatore posizionato in maniera ermetica sulla porta interna del locale prescelto.

Essa dovrà avvenire previa chiusura di tutti gli infissi esterni e previa installazione di tappi sui terminali di mandata e di estrazione dell'aria primaria.

La verifica sarà ritenuta soddisfatta fino a un tasso di infiltrazione pari a un massimo di 0.6 vol/h.

### 8.2 Misura della velocità nel canale principale di mandata

Tale misura dovrà essere condotta mediante anemometro a filo caldo, su un tratto di canale rettilineo e sufficientemente lontano da curve e/o diramazioni (in modo da misurare la velocità con condizioni di moto laminare). Il calcolo della portata, nota la sezione, sarà la riprova del corretto funzionamento dell'impianto di ventilazione, in funzione dei parametri di progetto

La velocità riscontrata in prossimità delle bocche di mandata e ripresa, fermo restando il controllo della portata complessiva, dovrà essere conforme ai seguenti valori:

- Velocità dell'aria in uscita dai diffusori di mandata:
  - o 2.5 m/s in prossimità della bocca di diffusione;
  - o 0.25 m/s nel cosiddetto "spazio occupato" (2 m di altezza);
- Velocità nelle riprese, nelle prese di aria esterna e nelle griglie di espulsione:
  - o  $1.5 \div 2$  m/s

### 8.3 Prove di tenuta delle tubazioni

Dovrà essere effettuata una prova di tenuta idrica delle tubazioni di alimentazione delle batterie a servizio dell'UTA. L'impianto verrà messo in pressione, ad un carico 10 volte maggiore di quello d'esercizio. Verrà dunque registrata la pressione sperimentata dall'impianto per 48 ore, verificando la costanza del valore registrato.

## **8.4 Fasi transitorie ed Opere provvisoriale**

Le lavorazioni oggetto del presente elaborato dovranno essere svolte salvaguardando la continuità di esercizio dell'immobile. A tal scopo tutte le lavorazioni, quali a titolo esemplificativo e non esaustivo, distacchi di energia, distacchi degli impianti di climatizzazione, riallacciamenti, intercettazioni di canali e tubazioni, compartimentazioni di aree di cantiere ecc, dovranno essere svolte in accordo con la Committente, prevedendo anche lavorazioni notturne ed in giorni festivi e prefestivi.

## **8.5 Aspetti qualitativi delle forniture**

Tutte le forniture dovranno essere conformi alle norme di legge e tecniche vigenti garantendo la perfetta funzionalità e rispondenza alla regola d'arte.

## **9 Documentazione finale**

Inoltre fine lavori l'impresa dovrà fornire, in fase di collaudo, la documentazione finale che consiste in:

- certificazione degli infissi che attesti i requisiti degli stessi in termini di trasmittanza termica riferita ai vetri ( $U_g$ ), al telaio ( $U_f$ ) e al complesso vetro-telaio ( $U_w$ );
- certificazione del sistema a cappotto e dell'isolamento in copertura in conformità alla norma ;
- certificazione dei cassonetti coibentati;
- dichiarazione di conformità degli impianti ai sensi del DM 37/08 con allegati obbligatori;
- schede tecniche dei materiali installati;
- libretti di uso e manutenzione anto fotovoltaico. e della contabilità di cantiere e fatturazione;