



REGIONE MOLISE

COMUNE DI ISERNIA

- Provincia di Isernia -



PROGETTO ESECUTIVO

Committente:	COMUNE DI ISERNIA
Progettista:	dott. ing. Giancarlo Chiacchiari  Via Libero Testa, 75 86170 Isernia Tel. 0865410224 Fax 0865410224 E-mail: giancartochiacchiari@libero.it

TAVOLA	Relazione tecnica impianti idricosanitario e termomeccanico
OGGETTO	Realizzazione di una palestra in adiacenza alla sede del plesso scolastico "Vittorio Tagliente" nel quartiere San Lazzaro. In catasto al Foglio 80, particella 434.
SCALA	
DATA	Settembre 2020

CODICE E R 0 2

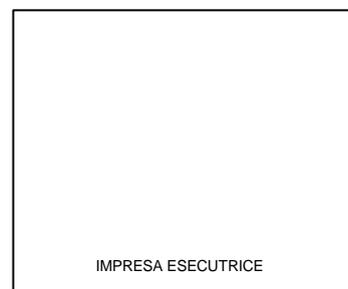
REV. A 0 1



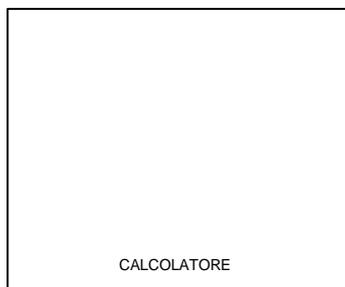
PROGETTISTA



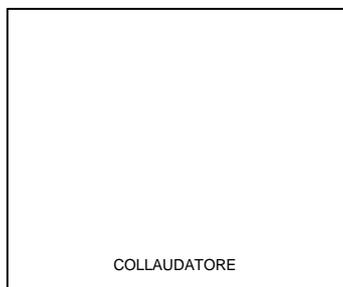
DIRETTORE DEI LAVORI



IMPRESA ESECUTRICE



CALCOLATORE



COLLAUDATORE



ILLUSTRAZIONE DELL'INTERVENTO

Il progetto riguarda la costruzione della palestra comunale di Isernia.

Lo scopo dell'intervento è di ottenere una struttura che risponda alla normativa vigente ed in particolare il progetto pone particolare attenzione a due aspetti di grande interesse nell'esecuzione di opere pubbliche:

- Comfort degli utenti;
- Le componenti tecnologiche.

In tal senso sono state prese in considerazione le seguenti prestazioni fondamentali:

1. Comfort visivo viene garantito da un giusto compromesso tra luce naturale ed artificiale;
2. Comfort termo igrometrico viene garantito dalla qualità dei materiali utilizzati e dagli impianti meccanici;
3. Comfort acustico;
4. Controllo della qualità dell'aria.

Di seguito vengono illustrati i criteri posti alla base della progettazione, tesi a qualificare le scelte impiantistiche.

a) Comfort

Le scelte impiantistiche sono volte a soddisfare le esigenze del microclima secondo quanto richiesto dalla normativa italiana, attraverso l'impiego di impianto ad aria primaria con sistema di diffusione dell'aria ad alta induzione (a servizio della palestra) e pannello radiante a pavimento (a servizio palestra e degli spogliatoi).

- Contenimento dell'impatto acustico prodotto dalle macchine posizionate all'esterno dei fabbricati, privilegiando la scelta di apparecchiature a bassa emissione sonora;
- unità di trattamento aria facilmente programmabile e gestibile dall'utilizzatore con interfaccia di comunicazione semplice ed intuitiva.

b) Affidabilità

Sia nelle scelte dei materiali che nella semplicità di funzionamento degli impianti, aspetto che si riflette sensibilmente sui costi di gestione e manutenzione della struttura grazie all'impiego di

- valvole esenti da manutenzione su tutti i circuiti idraulici;
- tubazioni idriche in materiale plastico per evitare fenomeni corrosivi;
- elettropompe a velocità variabile mediante inverter;
- ventilatori "plug fan" sull'unità di trattamento aria, che rispetto ai tradizionali ventilatori sono caratterizzati dall'assenza di trasmissioni con cinghie e pulegge, con conseguente aumento dell'efficienza e possibilità di variare dinamicamente la velocità. I suddetti ventilatori radiali a velocità variabile, permettono di mantenere la portata d'aria costante anche col progressivo sporcamento dei filtri.

c) Ispezionabilità

La centrale tecnologica è dimensionata per consentire agevole accesso, facilità di manutenzione, estrema semplicità nella riparazione e/o sostituzione di ogni componente. Tutta l'impiantistica sarà facilmente accessibile: i canali avranno

percorsi in vista; le tubazioni avranno percorsi in parte in vista nei controsoffitti ed in parte incassate nei muri o pavimenti per la realizzazione dei collegamenti finali agli apparecchi terminali. La pompa di calore e l'unità di trattamento aria, sono installate all'esterno sul lato nord dell'edificio, con spazi adeguati per consentire agevole accesso, manutenzione, sostituzione di parti quali filtri, batterie, ventilatori, ecc.; ciò consente fra l'altro l'intervento alle macchine senza arrecare disturbo alle attività.

d) Igienicità e sicurezza

Sono aspetti fondamentali per i quali non sempre le norme vigenti riescono ad essere esaustive, specie terminata l'installazione, per quanto concerne il facile utilizzo e manutenzione dei componenti.

Particolare interesse possono avere le seguenti scelte:

- Sistemi di filtrazione affidabili e sicuri con controlli automatici del grado di sporco.
- Facilità di smontaggio e sostituzione delle apparecchiature più deteriorabili quali plafoniere, sistemi di filtrazione, rubinetterie.

e) Risparmio energetico

Sono state analizzate tutte le possibili soluzioni che la tecnologia mette oggi a disposizione per il contenimento dei consumi energetici, prevedendo quindi:

- l'adozione di sistemi pompa di calore elettrica, ad energia rinnovabile aerotermica;
- l'impiego di recuperatore di calore statico a flussi incrociati installato sull'unità di trattamento aria, per il recupero del calore dall'aria di rinnovo espulsa utilizzato per il pre-riscaldamento dell'aria esterna immessa negli ambienti;
- l'impianto solare termico in grado di coprire almeno il 60% del fabbisogno annuo di energia termica per la produzione di acqua calda sanitaria (così come richiesto dalla normativa vigente);
- l'impianto solare fotovoltaico da 29 kW_{picco}, così come richiesto dalla normativa vigente. La producibilità annuale di circa 15.000 kWh di energia elettrica, verrà autoconsumata sul posto (regime scambio sul posto).

f) Costi di gestione

Il contenimento dei consumi energetici risulta uno degli aspetti fondamentali che hanno guidato le scelte impiantistiche. La tecnologia della pompa di calore ad alta efficienza energetica, consente di sfruttare utilmente il calore presente nell'aria, ottenendo così una riduzione dei consumi e quindi dei costi di esercizio.

PRINCIPALI NORMATIVE DI RIFERIMENTO

- UNI 8364 - Impianti di riscaldamento: Controllo e Manutenzione
- Legge 818/84: norme di prevenzione incendi;
- Disposizioni del locale Comando dei VV.F.;
- LEGGE 46/90: sicurezza degli impianti;
- D.P.R. 447/91: regolamento di attuazione;
- Legge 10/91: norme per l'attuazione del piano energetico nazionale
- DPR n. 412/93: Regolamento attuativo L10/91
- D.Lgs.192/05: Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia
- D.Lgs.311/06: Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192
- D.P.R. 59/09: regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettera a) e b) del Dlgs 192/05
- UNI 10339: impianti di climatizzazione;
- UNI 10779: protezione attiva contro gli incendi;
- D.P.R. 547/55: norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- Legge 81/09: norme di sicurezza sul lavoro;
- UNI 9182: impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda.
- UNI 12056: sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici
- UNI TS 11300-Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale
- UNI TS 11300-Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.
- UNI TS 11300-Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per riscaldamento di ambienti e preparazione acqua calda sanitaria.

Saranno osservate tutte le norme, leggi, decreti e regolamenti vigenti all'atto dell'affidamento dell'appalto ed emanati in corso d'opera, comprese quelle in tema di assicurazioni sociali e di lavori pubblici o che abbiano comunque applicabilità con i lavori di cui trattasi.

Tutte le apparecchiature e componenti da installarsi saranno prodotte da case costruttrici in possesso di certificazione ISO 9001 e saranno dotate della marcatura CE e dei certificati di omologazione prove/collaudi richiesti da leggi e norme.

I livelli di rumorosità dovranno rispettare quanto previsto dalla vigente normativa sia per il rumore interno sia in relazione al rumore esterno con il criterio differenziale di +3 dB(A) e +5dB(A) rispettivamente nelle ore notturne e diurne con rumore di fondo di riferimento come definito dalla norma UNI 8199.

DATI DI PROGETTO GENERALI

Per le condizioni di progetto generali sono assunti i seguenti parametri:

Città: Isernia (IS)

Altitudine 423 m s.l.m.

Gradi giorno 1866

Zona climatica D

Condizioni termoigrometriche esterne:

Inverno

- Temperatura 0 °C
- Umidità relativa 50%

Estate

- Temperatura 30 °C
- Umidità relativa 45%

Ricambi d'aria:

servizi 4 vol. amb./ora

corridoi e scale 3 vol. amb./ora

altri ambienti 2 vol. amb./ora

Apporti istantanei

L'apporto (o perdita) di calore per componente è definito come il flusso di calore (Watt) che attraversa la superficie interna di un componente edilizio (parete, tetto, superficie vetrata, ecc.) considerato separatamente dal contesto edilizio in cui esso è inserito e nella ipotesi che:

- la temperatura dell'aria interna sia mantenuta costantemente al valore prefissato di progetto;
- gli effetti degli scambi per radiazione e convezione, rispettivamente tra la superficie interna del componente e le restanti superfici, tra la stessa e l'aria interna (condizioni al contorno sullo strato limite interno del componente) sia riconducibile ad un prefissato valore del coefficiente liminare interno (adduttanza interna).

Un apporto di calore può essere ottenuto, ad esempio, per radiazione attraverso le superfici vetrate, per conduzione attraverso un componente opaco, per convezione, per effetto delle infiltrazioni, per radiazione/convezione in relazione alla presenza di sorgenti di calore interne (persone, lampade, apparecchiature). Gli apporti di calore forniscono, per tipo di eccitazione incidente (radiazione, conduzione, convezione), l'ammontare della quantità di calore che entra o esce da ogni componente edilizio. Vengono calcolati i valori orari dei seguenti apporti di calore:

- conduzione in regime transitorio, attraverso componenti opachi, quali pareti verticali, solai, coperture, ecc. definiti tutti sotto il nome di pareti, soffitti, ecc.;
- conduzione in regime stazionario ($k \cdot s \cdot \Delta T$) attraverso componenti opachi e trasparenti a inerzia termica trascurabile (porte, finestre);
- infiltrazioni attraverso serramenti o aperture;

- radiazione solare incidente su superfici trasparenti (finestre);
- occupanti;
- apparecchiature;
- luci.

Tutto questo per determinare il corretto fabbisogno termico dell'edificio in questione considerando ogni tipo di apporto, calcolato come di seguito.

Calcolo del carico termico invernale

Per il calcolo delle dispersioni termiche in regime stazionario, attraverso le pareti, utilizziamo i risultati ottenuti dalla relazione basata sul seguente modello:

$$Q_d = \sum_j K_j \cdot S_j \cdot (t_i - t_e) \cdot i_{str_j} \cdot i_{esp_j}$$

in cui:

S = superficie del perimetro verticale e dei solai;

K_j = trasmittanza termica del perimetro verticale e dei solai (W/m² °C);

t_e = temperatura ambiente (°C);

t_i = temperatura esterna di progetto invernale (°C);

i_{strj} = fattore di sicurezza relativo alla struttura in esame;

i_{espj} = fattore di sicurezza relativo all'esposizione della frontiera;

Q_d = flusso termico che si trasferisce all'esterno per trasmissione attraverso il perimetro opaco e vetrato dell'involucro edilizio: è composto dal flusso termico attraverso le superfici disperdenti e dal flusso termico attraverso i punti singolari.

Ogni ambiente avrà una dispersione e la somma di tutte le dispersioni dei singoli ambienti sarà pari al flusso termico totale.

Sommando anche il contributo in potenza per la ventilazione dei locali si determina il fabbisogno termico dell'edificio pari a 83.640 Wt per garantire le temperature di progetto. Per individuare una macchina commerciale si dovrebbe considerare il fabbisogno termico per la produzione di ACS, considerando che la macchina deve semplicemente integrare il contributo apportato dall'impianto solare termico.

SOLUZIONI IMPIANTISTICHE

Impianti tecnologici

Gli ambienti verranno riscaldati e raffrescati mediante l'utilizzo di una macchina elettrica del tipo pompa di calore.

Il riscaldamento degli ambienti sarà garantito da un impianto a pavimento radiante posato in tutti gli ambienti da riscaldare, mediante la circolazione di fluido termovettore (acqua) operante a bassa temperatura, con conseguente distribuzione del calore necessario; il suo schema di funzionamento è rappresentato nella tavola allegata IMPIANTO A PAVIMENTO.

Secondo la normativa vigente deve essere garantito anche il ricambio d'aria negli ambienti: a tal fine sarà installata un'unità interna di trattamento aria primaria (U.T.A.) operante a "tutt'aria" (ossia senza ricircolo dell'aria interna, ma con recupero del suo potenziale energetico), che tratterà opportunamente l'aria dal punto di vista termo-igrometrico, e la metterà in circolo nelle canalizzazioni di mandata e di ripresa; lo schema di questo impianto è rappresentato nella tavola allegata IMPIANTO ARIA PRIMARIA.

A servizio della palestra è previsto un locale tecnologico per gli impianti meccanici, mentre il quadro elettrico generale è stato collocato all'interno del filtro di ingresso del corpo spogliatoi lungo il lato ovest del complesso.

La centrale termofrigorifera, collocata sul lato nord del complesso con ingresso diretto dall'esterno.

All'esterno sarà installato un gruppo frigorifero in pompa di calore di 95 KW a servizio della struttura. L'impianto di riscaldamento sarà a pavimento per la sala di attività sportive, per gli spogliatoi e per i servizi igienici.

Il suddetto impianto termico alimenterà anche l'U.T.A. a servizio della palestra.

In un locale tecnico all'interno è collocato un serbatoio di 1500 litri per l'accumulo-volano dell'acqua calda a servizio del riscaldamento.

Inoltre, in previsione di collocare i pannelli fotovoltaici sulla copertura inclinata della palestra è stato predisposto, sempre all'interno del locale, uno spazio idoneo al collocamento degli inverter.

Centrale tecnologica

La centrale di produzione del calore sarà composta da:

n. 1 gruppo idronico preassemblato per riscaldamento ad alta efficienza per produzione di acqua calda (fino a una temperatura di 60°C) e da una centrale in pompa di calore per la produzione di acqua calda sanitaria costituito da **n° 3 unità pompa di calore aria/acqua**, per produzione di acqua calda (fino a una temperatura di 80°C), complete di collettori idraulici in acciaio inox isolati da coppella rigida con rivestimento in lamierino di alluminio esterno separati per circuito caldo e circuito acqua calda sanitaria e tubazione di distribuzione gas in acciaio zincato, posizionati sotto il basamento, giunti flessibili di collegamento ai collettori, **circolatori indipendenti modulanti di tipo elettronico** (uno di tipo standard per ogni singola unità), quadro elettrico di alimentazione da esterno con interruttori di sicurezza e pannello digitale di controllo con programmatore settimanale, regolazione set-point (mandata o ritorno), differenziale per l'inserimento a gradini dei singoli moduli (modulazione automatica in funzione del carico richiesto) e per il completo controllo e la diagnostica di funzionamento dell'apparecchio. Ciascuna pompa di calore sarà composta da: circuito ermetico in acciaio al carbonio, scambiatore di calore con funzione di condensatore a fascio tubiero in acciaio al titanio, ventilatore elicoidale a pale maggiorate modulante sulla velocità (solo in condizionamento), termostato limite, valvola di sicurezza sovrappressione, pressostato e termostato, **scheda elettronica con microprocessore per il controllo di tutte le funzioni**, misuratore di portata, flussostato acqua, pannellatura in lamiera zincata verniciata. Le pompe di calore saranno inoltre del tipo "silenziate". Di seguito si riepilogano i dati tecnici della centrale tecnologica: il gruppo idronico preassemblato sopra descritto sarà collocato all'esterno del fabbricato sul lato NORD, nello spazio antistante l'ingresso del locale tecnico pompe. All'interno dello stesso locale tecnico troveranno collocazione due collettori, in particolare

Collettore a valle del gruppo frigo il quale alimenterà:

- Circuito batteria post-riscaldamento UTA Palestra;
- circuito impianto pannelli radianti a pavimento area gioco;
- circuito pannelli radianti spogliatoi e servizi;

All'interno del locale tecnico l'accumulo di acqua calda (volano) avente capacità di 1.000 l.

Si specifica che l'acqua calda sanitaria sarà prodotta dalle sole unità a pompa di calore dedicate con integrazione del campo solare termico posto in copertura.

Le fonti di energia rinnovabile impiegate nel progetto in esame sono le seguenti:

- **energia aerotermica** sfruttata dalle pompe di calore aria-acqua;
- **energia solare** sfruttata dai collettori solari piani vetrati e dai collettori solari fotovoltaici.

Impianto di aria primaria zona spettatori e area di gioco

Una centrale di trattamento aria garantirà i ricambi orari previsti dalle norme specifiche, così riassunte:

denominazione ambiente	affollamento (n° persone)	ricambi/persona (mc/h persona)	progetto (mc/h)	mandata di ripresa (mc/h)
1 area gioco	50	39,6	1.980	1.980
2 zona spettatori	70	39,6	2.772	2.772
Totale UTA PALESTRA			4.752	4.752

L'Unità di trattamento aria a servizio di zona spettatori e area di gioco sarà essenzialmente composta da:

- **serranda frontale** ad alette con profilo a losanga in alluminio e movimento contrapposto con ingranaggi in nylon, predisposta per servocomando/comando manuale;
- **sezione ventilante di ripresa** costituita da ventilatore centrifugo di ripresa a doppia aspirazione a pale rovesce. Portata aria totale 6.000 [m³/h]; 1893 [rpm]; Pressione statica utile 250 [Pa]; Pressione dinamica 41 [Pa]; Pressione totale 715 [Pa] Livello di potenza sonora a 1,0 m 77,0 dB(A); Potenza assorbita 2,16 [kW]; Motore 2POLI; Potenza installata 3 kW; Trasmissione variabile; Microswitch di sicurezza; inverter;
- **Filtri a celle sintetici pieghettati** sp. 50 mm EU4/G4 85% ponderale, rigenerabili, autoestinguenti con spessore 50 mm, montati su guide telai scorrevoli, classe Eurovent G3/EU3, classe antifiama M1;
- **Batteria di post-riscaldamento**, Fluido utilizzato: Acqua; 2R 12T 1200A 2,5P 4NC Cu-Al; Potenzialità totale 25 [kW]; ARIA: Portata 2900 [m³/h]; Velocità 2,60 [m/s]; Perdite di carico 24 [Pa]; Temp. entrante 13,0 [°C]; Temp. uscente 22,1 [°C]; FLUIDO: Portata 2900 [l/h];

- **Sezione ventilante di mandata** composta da ventilatore centrifugo di ripresa a doppia aspirazione a pale rovesce. Portata aria totale 6.000 [m³/h]; 2261[rpm]; Pressione statica utile 250 [Pa]; Pressione dinamica 41 [Pa]; Pressione totale 1171 [Pa]; Livello di potenza sonora a 1,0 m 80,0 dB(A); Potenza assorbita 3,47 [kW]; Motore 2POLI; Potenza installata 5,5 kW; Trasmissione variabile; Microswitch di sicurezza; inverter;
- **Serranda di mandata** ad alette con profilo a losanga in alluminio e movimento contrapposto con ingranaggi in nylon, predisposta per servocomando/comando manuale.

L'impianto sarà in grado di mantenere le seguenti condizioni di comfort termo- igrometrico:

	<i>T invernale</i>	<i>umidità</i>
zona spettatori	18°C +/- 1°C	65% +/- 10%
area di gioco	18°C +/- 1°C	65% +/- 10%

Dall'UTA si dirameranno le canalizzazioni principali di mandata e ripresa dell'aria, opportunamente coibentate. Tali canalizzazioni principali transiteranno a vista nello spazio palestra. La distribuzione secondaria sarà realizzata mediante n° 2 rami secondari verticali aventi sezione rettangolare da 600x200 mm che saranno inglobati nella parete esterna. La distribuzione aeraulica di mandata all'interno del palazzetto sarà poi a vista e realizzata mediante un acanalizzazione circolare in lamiera zincata con diametro pari a 900 mm le quali termineranno con n°15 ugelli a lunga gittata aventi lancio adeguato alle dimensioni del palazzetto. La canalizzazione sarà posta in corrispondenza della parete lato NORD, ancorata mediante collari.

La ripresa dell'aria avverrà attraverso n° 2 griglie di aspirazione montate a pavimento in corrispondenza del lato NORD del complesso, tutte dotate di serranda di regolazione. Le griglie avranno dimensioni pari a 1000x800 mm.

La velocità dell'aria nei canali di mandata e di ripresa non dovrà superare i 5 m/s al fine di non incidere sul comfort acustico degli occupanti.

La presa d'aria esterna sarà posta in alto alla parete della palestra (lato NORD), mentre l'espulsione dell'aria sarà riportata dall'UTA a quota più bassa.

Calcolo della potenza termica per ventilazione

Il calcolo è effettuato sulla portata d'aria esterna totale:

G_{tot} = portata d'aria esterna per l'ambiente i-esimo calcolata scegliendo il massimo tra i due valori:

$$G1 = n V$$

$$G2 = n_{pers} \times ric_{pers}$$

dove:

n = numero di ricambi ambiente orari (vol/h)

n_{pers} = numero di persone nell'ambiente

V = volume dell'ambiente (mc)

Ric pers = portata di rinnovo minima per persona (l/s)

Fissando una portata di rinnovo ric pers pari a 11 l/s per persona e un affollamento pari a 110, si ottiene una portata:

$$G_{TOT} = n \text{ pers} \cdot \text{ric pers} = 110 \times 11 = 1.210 \text{ l/s} = 4.356 \text{ m}^3/\text{h}$$

Il calcolo del carico per riscaldamento è suddiviso nelle due parti:

Sensibile

Umidificazione (latente)

Il calcolo è effettuato per le condizioni di progetto (temperatura minima esterna).

La potenza sensibile è determinata come:

$$P_{\text{sens}} = G_{\text{tot}} C_p [t_{\text{imm}} - t_e] = 19.000 \text{ W}$$

dove:

t_e = temperatura esterna minima di progetto [°C];

t_{imm} = temperatura di immissione invernale [°C];

C_p = calore specifico a pressione costante [J/kg°C]

La potenza latente (umidificazione) è determinata da:

$$P_{\text{lat}} = G_{\text{tot}} C_{\text{lat}} [U_{\text{imm}} - U] = 9700 \text{ W}$$

dove:

U_e = umidità specifica dell'aria esterna nelle condizioni di progetto;

U_{imm} = umidità specifica delle condizioni di immissioni [kgv/kg a.s.];

C_{lat} = entalpia di vaporizzazione [J/kgv].

Il valore delle dispersioni totali saranno:

$$Q_{\text{tot}} = (Q_d + Q_v) = 33.913 \text{ W}$$

Inoltre il totale contemporaneo risulta:

$$Q_{\text{cont}} = 42.795 \text{ W.}$$

Utilizzando il secondo metodo quello che considera i volumi in riferimento ai ricircoli minimi della normativa come da tabella allegata secondo il seguente schema si ottengono le seguenti portate:

$$G = n V$$

Scegliendo a vantaggio di sicurezza questa portata (in quanto più alta rispetto alla precedente) si deduce che dovrà essere installata una macchina che garantisca le potenze termiche precedenti in merito al calore sensibile, e che ci possa garantire una portata di 6000 m³/h.

Calcolo canalizzato

L'analisi delle reti di canali si pone come obiettivo quello di ricavare la pressione statica e totale fornita dal ventilatore, allo scopo di garantire la portata d'aria richiesta in corrispondenza di ogni terminale della rete. Tale analisi prevede innanzitutto una suddivisione della rete in segmenti, che debbono essere studiati singolarmente. Per ciascuno di essi, note le relative dimensioni della sezione in seguito all'applicazione di uno dei metodi di dimensionamento disponibili, è necessario provvedere al calcolo della perdita di pressione totale, dovuta ai fenomeni di attrito nei tratti di canale rettilinei, di turbolenza nelle accidentalità e nelle eventuali apparecchiature montate (silenziatori, batterie ecc.) nonché ai fenomeni fluidodinamici legati all'accoppiamento tra ventilatore e rete (Fan System Effect). Note le perdite di pressione totale di ogni segmento, si procede quindi al calcolo della perdita totale di ogni percorso

individuabile tra ciascun terminale di aspirazione, ripresa o estrazione e ciascun terminale di mandata, sommando anche le perdite di pressione totale di tali terminali. Si individuerà in questo modo un percorso più sfavorito, caratterizzato dalla perdita di pressione totale massima, che sarà quella richiesta al ventilatore; la pressione statica richiesta sarà data differenza fra la pressione totale e quella dinamica. Al fine di avere ad ogni terminale la portata di progetto, è però necessario garantire a monte di esso una pressione totale pari a quella di progetto. Questo significa che i terminali appartenenti ai percorsi con perdita complessiva inferiore a quella massima riscontrata risulteranno “sbilanciati”, se non si provvede ad aumentare le perdite di pressione dei percorsi a cui essi appartengono, fino ad ottenere una perdita complessiva del singolo percorso pari a quella massima riscontrata. Questa azione è nota come “bilanciamento del circuito”, che può essere ottenuto restringendo opportunamente le sezioni dei segmenti della rete, oppure inserendo opportunamente delle perdite di carico “artificiali”, costituite dalle note serrande di regolazione, oppure ancora utilizzando ambedue questi metodi.

Questo modo di procedere è anche detto “metodo delle pressioni totali”, in quanto si basa esclusivamente sullo studio delle variazioni di pressione totale nel circuito.

Le variazioni di pressione nelle reti di canali

Per tutti i tratti di rete a sezione costante, le perdite di pressione totale e statica sono uguali. In corrispondenza degli allargamenti di sezione, la pressione dinamica diminuisce, la pressione totale assoluta diminuisce, la pressione statica assoluta può aumentare; tale incremento di pressione statica è già noto come “recupero di pressione statica”.

In corrispondenza di diminuzioni di sezione, la pressione dinamica aumenta nella direzione del flusso d’aria e le pressioni assolute statica e totale diminuiscono.

All’uscita del condotto, la perdita di pressione totale dipende dalle caratteristiche del flusso d’aria e dell’uscita del canale. Il coefficiente di perdita dell’uscita C_0 , può essere maggiore, uguale o minore di uno.

La pressione totale immediatamente a valle dell’entrata è uguale alla differenza fra la pressione a monte di essa, che è zero (pressione atmosferica), e la perdita di pressione attraverso l’entrata. La pressione statica dell’aria ambiente è zero; diversi diametri a valle, la pressione statica è negativa, uguale alla somma della pressione totale (negativa) e della pressione dinamica (sempre positiva).

La resistenza del sistema al flusso dell’aria è caratterizzata dalla pendenza della curva delle pressioni totali. Nei tratti principali della rete sono incluse le perdite di pressione dovute al Fan System Effect. Per ottenere la pressione statica richiesta al ventilatore, quando è nota la pressione totale ad esso richiesta, è necessario utilizzare la seguente equazione

$$P_s = P_t - P_{v,0}$$

dove

P_s = pressione statica del ventilatore, (Pa)

P_t = pressione totale del ventilatore, (Pa)

$p_{v,0}$ = pressione dinamica alla bocca di mandata del ventilatore, (Pa)

Dimensionamento delle reti di canali

Il dimensionamento delle reti di canali può essere eseguito essenzialmente attraverso tre criteri: il metodo a recupero di pressione statica, il metodo a perdita unitaria per attrito costante ed il metodo a velocità minima.

Per il dimensionamento delle reti di canali inerente questa progettazione si è utilizzato il metodo a perdita unitaria per

attrito costante, che è basato sul dimensionamento di tutti i segmenti di rete in base al raggiungimento di un unico costante valore di perdita di pressione unitaria per attrito in tutto il circuito. Il metodo a perdita costante porta in genere a reti intrinsecamente sbilanciate. Questo significa che quasi sempre è necessario provvedere ad una successiva azione di bilanciamento, tramite riduzione della sezione dei segmenti (tronchi e rami) e tramite l'aggiunta di eventuali serrande di regolazione. Sia durante il predimensionamento a perdita costante, sia durante la successiva azione di bilanciamento con riduzione della sezione dei segmenti, è necessario prestare attenzione a non raggiungere velocità dell'aria eccessive, allo scopo anche in questo caso di non causare l'insorgere di problemi di rumorosità. In genere, le azioni di bilanciamento richieste in un circuito predimensionato a perdita costante sono più "sostanziose" rispetto a quelle richieste in un circuito predimensionato a recupero di statica. Questo spiega perché nel "recupero di statica" sono sufficienti azioni di bilanciamento con la riduzione della sezione dei soli rami, mentre in quello a "perdita costante" è in genere necessario agire con la riduzione della sezione sia di tronchi sia di rami.

Nel metodo in questione, tutti i canali sono dimensionati in base ad un valore costante della perdita di pressione per unità di lunghezza. Il metodo a perdita costante porta ad una rete non intrinsecamente bilanciata. Per bilanciare la rete è pertanto necessario procedere con opportune riduzioni di sezione, che possono interessare sia i tronchi sia i rami. In alternativa è possibile procedere al bilanciamento, tramite l'uso di serrande di taratura, da posizionare opportunamente sui segmenti e/o sui terminali. Tuttavia è consigliabile prima bilanciare la rete, tramite la riduzione di sezione degli opportuni segmenti, e poi provvedere eventualmente ad eliminare gli sbilanciamenti residui con l'uso delle serrande di taratura.

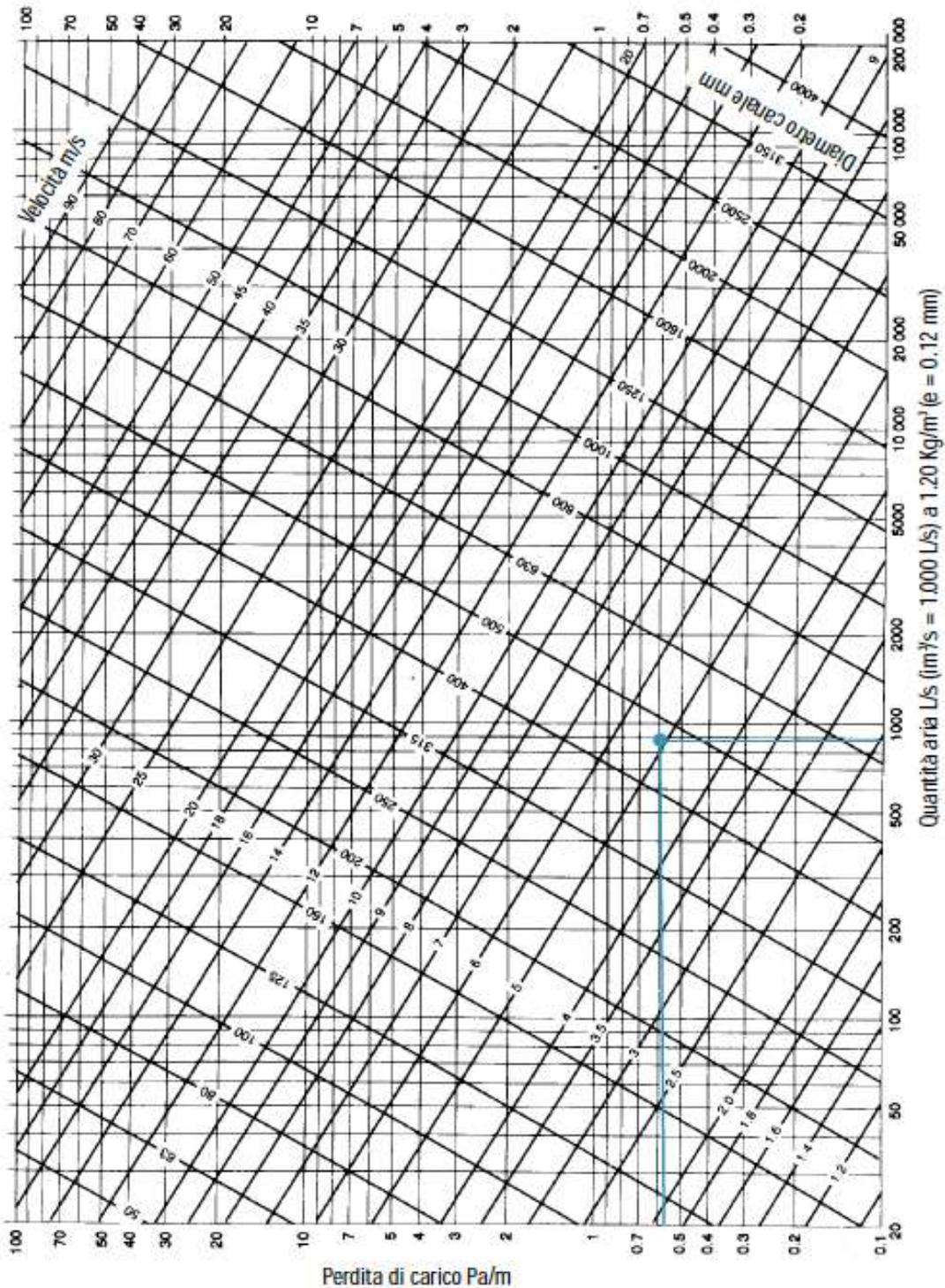
Riportiamo di seguito la procedura per il dimensionamento ed il bilanciamento di una intera rete col metodo in esame.

1. Si stabilisce una perdita di pressione unitaria nonché un valore limite di velocità da non superare nei tronchi e nei rami della rete, sulla base di criteri di rumorosità. È opportuno in genere individuare due valori limite di velocità differenti per i tronchi e per i rami, a causa delle differenti problematiche di rumorosità che si possono riscontrare nei due casi. Normalmente, più ci si avvicina al terminale più conviene "rallentare" col flusso dell'aria.
2. Sulla base della perdita unitaria e dei limiti di velocità di cui al punto precedente, si dimensiona l'intera rete, con una procedura iterativa.
3. Si determina la pressione statica o totale per il percorso più sfavorito. In particolare, al fine della determinazione della pressione statica utile del condizionatore o della pressione statica richiesta al ventilatore, ricordiamo che per le reti di mandata si determina la pressione statica per il percorso più sfavorito, mentre per le reti di ripresa o estrazione si determina la pressione totale per il percorso più sfavorito.
4. Si valutano gli sbilanciamenti dei terminali.
5. Si bilancia la rete riducendo la sezione dei tronchi e dei rami. Nel metodo in questione, dopo il predimensionamento, la rete è in genere intrinsecamente sbilanciata, con sbilanciamenti che possono essere di grande entità. Per questo, l'azione di bilanciamento con riduzione di sezione deve interessare sia i tronchi sia i rami. Agendo solo sui rami, si dovrebbero ridurre eccessivamente le corrispondenti sezioni, raggiungendo delle velocità dell'aria eccessive, in termini di rumorosità indotta. Nell'azione di bilanciamento sarà necessario prestare attenzione a non superare nei tronchi e nei rami le velocità consigliate/massime.
6. Qualora, dopo l'azione di bilanciamento di cui al punto precedente, sussistano ancora sbilanciamenti non accettabili, si provvede ad annullare questi ultimi tramite serrande di taratura. Esse possono essere posizionate o sui segmenti di rete (tronchi/rami), o direttamente sui terminali.

Calcolo primo tronco mandata

Nella tabella seguente sono riportate rispettivamente le velocità consigliate e le velocità massime in funzione del tipo di canale. È importante ricordare che la velocità dell'aria all'interno delle condotte è la principale causa, assieme ad una costruzione poco accurata, della rumorosità per auto-generazione nella condotta.

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



Si è imposta una perdita di pressione massima di 1 Pa/m, e una velocità massima di 5 m/s, con la richiesta di portata

d'aria per l'impianto pari a $G = 3900 \text{ m}^3/\text{h} = 1,083 \text{ m}^3/\text{s}$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot G}{\Pi \cdot v_{\max}}}$$

Il diametro nelle condizioni limite vale: 525 mm

Bisogna calcolare la perdita di carico della rete di distribuzione che dovrà essere compensata dal ventilatore.

La perdita di carico della rete è quella relativa al tronco o ramo maggiormente sfavorito. Per ogni tronco si calcola la perdita di carico totale data dalla seguente formula:

$$DP_{\text{Ba-V}} = DP_1 (\text{perdita di carico lineare}) * (\text{Leq1a} + \text{Leq2a} + \dots)$$

Leq1a è la lunghezza equivalente (m) di ogni elemento del tronco (canale diritto, curve, diramazioni, riduzioni, ecc).

I valori delle lunghezze equivalente espresse in metri lineari relative ai diversi elementi sono stati desunti dalla ditta costruttrice dei canali.

E' consigliabile maggiorare cautelativamente le perdite di carico di circa il 10%.

Il programma di dimensionamento della Tecno-ventil per una portata uscita in asse di 4.356 mc/h e una tubazione induttiva diametro medio 900 mm e lunghezza 45 m fornisce una perdita di carico distribuita di circa 180 Pa.

L'alimentazione della batteria di post riscaldamento di ciascuna UTA è realizzata con tubazione in acciaio di diametro 1"1/4 rivestito di isolante in elastomero espanso a celle chiuse spessore 13 mm staccato dall'anello utilizzato per l'alimentazione dei collettori dell'impianto a pannelli radianti a pavimento.

Impianto di aria primaria zona spogliatoio

Per quanto riguarda la potenza dispersa per ventilazione, sono state fatte le seguenti considerazioni:

- negli spogliatoi/docce degli atleti e negli spogliatoi istruttori/arbitri è presente un sistema di ventilazione meccanica, che è realizzata con macchine di trattamento aria che riescono ad avere un rendimento di recupero del calore vicino al 90%, quindi riesco ad immettere aria nell'ambiente ad una temperatura vicina ai 20 °C (garantendo le portate d'aria minime richieste dalle norme per questo tipo di ambienti). Per questo motivo non c'è bisogno di riscaldare tutto quanto il volume d'aria che viene immesso nell'ambiente, ma basterebbe considerare solamente quel 10% che manca per raggiungere la temperatura di 20 °C; quindi nel calcolo della potenza dispersa per ventilazione è stata considerato un ricambio d'aria pari a 1 vol/h, che è un volume superiore a quello che effettivamente bisognerebbe riscaldare e per considerare che possano esserci delle immissioni di aria fredda provenienti dall'esterno in ambiente (ad es. per l'apertura di finestre

durante l'utilizzo degli ambienti);

- nei servizi igienici il ricambio d'aria avviene in maniera naturale, senza l'ausilio di sistemi di ventilazione meccanica. Per questi ambienti è stato considerato un ricambio orario pari a 2 vol/h, volume ammissibile per un loro normale utilizzo.

Individuazione delle macchine

Determinati i fabbisogni necessari alla climatizzazione degli ambienti, si passa al reperimento della macchina con caratteristiche conformi alle esigenze di questa progettazione: a tal fine si è pensato di utilizzare una macchina elettrica a pompa di calore capace di generare la quantità di calore/refrigerante atta a garantire i valori ottenuti dal precedente calcolo, dotata di bassa rumorosità in modo tale da non superare i 60dB nell'intorno di 3 metri, e di contenere i consumi, concordemente alla scelta di dotare l'edificio di impianto fotovoltaico. In particolare questa deve essere capace di fornire una potenzialità termica pari a circa 95 kWt e deve essere dotata di sistema soft start per l'avvio sistema in modo da evitare i fenomeni di flicker, garantendo la possibilità di lavorare in maniera modulare a tre step. La macchina individuata deve possedere caratteristiche tecniche prestazionali garantendo l'accoppiamento con l'U.T.A. descritta nel seguito. L'unità pompa di calore esterna sarà installata nell'angolo nord, nelle vicinanze del locale tecnico, all'aperto per poter scambiare in maniera ottimale con l'esterno e non interferire acusticamente con le zone aule.

Per l'unità di trattamento aria si deve individuare una macchina che garantisca la potenza frigorifera, la potenzialità sul calore latente e la portata d'aria di progetto. L'unità trattamento aria sarà installata all'esterno del locale tecnico (come si evince dalle tavole) dal quale partiranno tutti i canali di mandata e ripresa, prelievo dall'esterno ed espulsione dell'aria esausta.

Impianto di riscaldamento area di gioco

Si prevede l'installazione di un impianto di riscaldamento a pannelli radianti a pavimento da posizionarsi in corrispondenza dell'intera superficie dell'area di gioco. Le tubazioni dei circuiti seguiranno un disegno a spirale avente interasse di 25 cm e saranno collegate a n°3 collettori, idonei per impianti a pannelli radianti, posti a incasso nelle pareti del lato delle gradonate. L'impianto funzionerà a bassa temperatura e manterrà le condizioni termiche di comfort previste dalla normativa vigente per ambienti sportivi. Il sistema dei pannelli radianti sarà essenzialmente composto da un materassino in polistirene espanso di spessore 3 cm (conducibilità termica a 10°C pari a 0.035 W/m*K) avente superficie sagomata con rialzi per l'alloggiamento dei tubi e rivestito superficialmente con film plastico per protezione all'umidità, tubazioni in polietilene ad alta densità reticolato con barriera antiossigeno, diametro 17 mm, spessore 2 mm e interasse 25 cm, rete antiritiro. Le tubazioni dovranno essere ricoperte dal massetto avente uno spessore minimo 5 cm sopra le tubazioni.

Saranno garantite le seguenti condizioni previste dalle norme CONI per l'impiantistica sportiva riportate nella Tabella C (caratteristiche ambientali):

<i>ambiente</i>	<i>temperatura</i>	<i>umidità</i>
-----------------	--------------------	----------------

area di gioco	16-20°C	50%
---------------	---------	-----

Le tubazioni di mandata e ritorno del circuito dei pannelli radianti provenienti dal locale tecnico pompe transiteranno, dopo un tratto interrato, annegate nel massetto nella fascia perimetrale dell'area gioco nei lati SUD e EST e andranno a collegarsi ai quattro collettori posti a parete. Si prevede l'installazione di un cronotermostato ambiente per l'area gioco.

Impianto di riscaldamento servizi igienici spettatori, zona spettatori e spogliatoi e servizi

L'impianto garantirà le seguenti condizioni di progetto previste dalle norme CONI per l'impiantistica sportiva riportate nella Tabella C (caratteristiche ambientali):

<i>ambiente</i>	<i>temperatura</i>	<i>umidità</i>
servizi igienici	22°C	60%
zona spettatori	20°C	50%
spogliatoi	18-22°C	50%
docce	22°C	70%
primo soccorso	20°C	50%
atrio	20°C	50%

Per gli ambienti sopra citati si è optato sempre per un impianto a pannelli radianti.

Sono previsti due circuiti separati di mandata e ritorno, allo scopo di separare le due zone – biglietteria e zona spettatori e spogliatoi e servizi – e semplificare la distribuzione stessa del fluido termovettore.

Si prevede l'installazione di due cronotermostati di zona, l'uno da collocarsi nel corridoio degli spogliatoi e l'altro nel locale biglietteria.

Impianto idrico-sanitario

L'impianto idrico-sanitario per la palestra comprenderà le distribuzioni idriche, di acqua calda fredda, e tutti gli apparecchi sanitari, completi della relativa rubinetteria, nonché le relative tubazioni di scarico fino alla pubblica fognatura mediante condotte separate per acque bianche e acque nere. Ogni servizio igienico sarà provvisto di rubinetti d'intercettazione di acqua calda e fredda. I lavabi saranno completi di miscelatore monocomando, mentre i vasi, avranno la cassetta incassata a parete ed il sedile coprivaso, in plastica pesante.

Nei servizi igienici previsti per disabili, saranno installati apparecchi sanitari conformi alla vigente normativa, comprensivo pure di maniglioni, corrimano (combinazione wc-bidet con scarico agevolato, lavabi reclinabili ed ergonomici). Gli scarichi provenienti dai servizi igienici, verranno convogliati, previa opportuna sifonatura all'esterno del fabbricato, e da queste alla fognatura comunale di futura costruzione. Ogni colonna di scarico disporrà di ventilazione primaria, con tubazione prolungata oltre la copertura dello stesso diametro della colonna. Tutte le tubazioni dell'impianto idrico saranno eseguite con tubazioni in materiale plastico isolate con guaina in elastomero

espanso a celle chiuse secondo le norme sul contenimento dei consumi energetici.

Portate minime unitarie degli utilizzatori idrosanitari

Acqua fredda e calda

- lavabi l/s 0,10
- cassette wc l/s 0,10
- docce l/s 0,15

Velocità massima dell'acqua nelle tubazioni

- reti principali 1,5 m/sec
- diramazioni 0,5 m/sec

Diametri minimi degli scarichi degli apparecchi sanitari

- lavabi 44/50 mm
- docce 44/50 mm
- scarichi di wc 101/110 mm

Le reti esterne del complesso, saranno costituite essenzialmente da:

a) Acqua potabile

- Linea interrata di collegamento da contatore esterno al locale tecnico dell'edificio in PE DN50 PN16.

b) Reti scarichi limitatamente all'impatto con la rete fognaria esterna.

Dimensionamento rete idrico-sanitaria

La norma di riferimento è quella Europea prEN 806-3 la quale consente di ricavare valori sostanzialmente in accordo con quelli delle norme più utilizzate in Europa, ossia quelle inglesi, tedesche e francesi al contrario le norme UNI in merito (vale a dire le 9182) non sono molto affidabili.

Gli apparecchi da servire e lo schema distributivo sono rappresentati nel disegno di seguito riportato.

Si è considerato:

- sistema di distribuzione a collettore;
- tubi fino ai collettori in acciaio zincato;
- tubi collettori-apparecchi in PP-R;
- pressione disponibile = 35 m.c.a..

Il primo passo è stato quello di determinare le portate totali (Gt in l/s) e di progetto (Gpr in l/s) si calcolano poi le portate totali e di progetto dei tratti di rete che servono il bagno più sfavorito utilizzando il grafico derivato dal progetto di norma Europea prEN 806-03.

Il calcolo del carico lineare totale (Hlin), che è il carico che può essere speso per vincere le perdite di carico lineari lungo la rete espresso in metri di colonna d'acqua, viene eseguito con la formula:

$$\mathbf{Hlin = Pdisp - Happ - Pmin - Hcomp} * 0.7 = 4.9 \text{ m.c.a./m}$$

dove:

Pdisp è la pressione disponibile dall'acquedotto;

Happ è il dislivello fra l'origine della rete e l'apparecchio più sfavorito;

Pmin è la pressione minima richiesta a monte dell'apparecchio più sfavorito;

Hcomp sono le perdite di carico dovute ai principali componenti dell'impianto.

Si considera inoltre che le perdite di carico dovute alle valvole di intercettazione, alle curva e ai pezzi speciali sono mediamente uguali al 40% di quelle lineari.

Il carico lineare unitario (J), che è il carico che può essere speso per vincere le perdite di carico lineari di un metro di tubo espresso in mm.c.a./m, si ottiene moltiplicando per 1000 il carico lineare totale (Hlin) espresso in m.c.a./m e dividendo tale prodotto per la lunghezza (L) dei tubi che collegano l'origine della rete all'apparecchio più sfavorito.

$$J = Hlin * 1000 / L = 70 \text{ mm.c.a./m}$$

Il valore ottenuto è compreso nel campo di valori che consente di procedere senza dover ricorrere alla pressurizzazione dell'impianto o a riduttori di pressione.

Il dimensionamento dei tubi viene effettuato con il metodo generale per determinare i diametri dei vari tronchi di rete e con il metodo per le derivazioni interne quest'ultimo utilizzato solo per determinare i diametri dei collegamenti fra collettore e apparecchi e fra colonne e collettori.

Il metodo generale, mediante l'utilizzo di due tabelle una per l'acqua fredda e una per l'acqua calda, consente di determinare il diametro dei tubi in funzione di tre parametri:

- la portata di progetto (Gpr);
- il carico lineare unitario disponibile (J);
- la temperatura dell'acqua.

Le stesse tabelle consentono anche di verificare il rispetto dei limiti di velocità.

Quest'ultimo parametro è importante in quanto per evitare rumori e vibrazioni, l'acqua non può scorrere nei tubi a velocità troppo elevate.

Per il collegamento fra collettori e apparecchi si scelgono tubi in PP-R con diametro costante 20/13,2 in base alla portata massima degli apparecchi (uguale a 0,2 l/s) e ai dati della tabella relativa al tipo di tubazione prescelta.

Per il collegamento fra colonne e collettori si scelgono tubi in acciaio zincato con diametro costante di ¾" in base alla portata massima dei collettori (uguale a 0,8 l/s) e ai dati della tabella relativa al tipo di tubazione prescelta.

Il ricircolo

Serve a tenere in circolazione l'acqua calda e quindi ad impedire che la stessa, ristagnando possa raffreddarsi.

In tal modo è possibile assicurare, anche agli apparecchi più lontani, temperature dell'acqua pressoché costanti.

Impianto acqua calda sanitaria

Le n.3 unità a pompa di calore provvederanno alla produzione di acqua calda sanitaria. La normativa vigente prevede per edifici aventi destinazione d'uso sportiva una dotazione di 70 l/g per ogni doccia installata. La dotazione complessiva è dunque pari a 560 l/g. L'acqua calda prodotta sarà accumulata in un serbatoio avente capacità di 900 l. Esso troverà collocazione nel locale tecnico sovrastante gli spogliatoi (dove risulta ubicato anche il recuperatore di calore al servizio degli spogliatoi).

È prevista la realizzazione della rete di ricircolo dell'acqua calda sanitaria in quanto la distanza tra le utenze docce e l'accumulo.

L'impianto idrico avrà una distribuzione a collettori da incassarsi a parete, nel numero, dimensioni e posizioni stabiliti negli elaborati grafici..

I servizi igienici saranno attrezzati, laddove previsto, con sanitari - quali lavabi, vasi igienici e docce - adatti a persone

portatrici di handicap.

Le docce saranno del tipo a filo pavimento, il loro scarico sarà realizzato mediante opportuna pendenza del massetto e convogliato in canalina in acciaio inox incassata a terra e chiusa con grigliato stampato antiscivolo. La canalina terminerà in un chiusino ispezionabile da collegarsi al resto della rete fognaria.

Gli scarichi dei sanitari saranno realizzati in polipropilene, mentre le colonne e i collettori ricadenti all'interno del fabbricato saranno realizzati con tubazioni in PEAD.

Un campo solare termico composto da n°10 collettori solari piani vetrati integrerà la produzione di acqua calda sanitaria. I pannelli troveranno collocazione sulla falda di copertura del blocco spogliatoi e avranno orientamento SUD e inclinazione di 30°essendo complanari alla falda stessa. I collettori solari termici avranno le seguenti caratteristiche tecniche:

<i>Lunghezza</i>	2070	mm
<i>Larghezza</i>	1145	mm
<i>Altezza</i>	90	mm
<i>Distanza Fra I Collettori</i>	25	mm
<i>Capacità Assorbitore, Tipo Verticale</i>	1.43	l
<i>Capacità Assorbitore, Tipo Orizzontale</i>	1.76	l
<i>Superficie Esterna (Lorda)</i>	2.37	m ²
<i>Superficie Assorbitore (Netta)</i>	2.1	m ²
<i>Peso Netto, Tipo Verticale</i>	46	kg
<i>Peso Netto, Tipo Orizzontale</i>	47	kg
<i>Sovrappressione Di Esercizio</i>	10	bar
<i>Ammessa Per Il Collettore</i>		
<i>Portata Nominale</i>	50	l/h
<i>Massima Temperatura D'esercizio</i>	120	°C
<i>Selettività (Assorbimento – Emissione)</i>	95+/-2 – 5+/-2	%

L'impianto è composto da:

- n. 10 collettori solari piani a liquido di tipo "vetrato" di 2.00 m² di superficie netta;
- struttura metallica per il supporto e l'orientamento dei moduli;
- n.1 gruppo idraulico di circolazione del liquido termovettore (acqua e antigelo)
- n.1 centralina di controllo elettronico differenziale;
- tubazioni in rame con isolamento termico;

Tutti gli accessori e lo scambiatore di calore a piastre saranno sistemati in apposito locale protetto

fatto salvi i collettori solari e la struttura di supporto che, invece, saranno sistemati all'esterno dell'edificio.

Lo schema funzionale è illustrato nell'allegato grafico che rappresenta in dettaglio quanto appena descritto.

I collettori solari sono montati su una struttura scorrevole di alluminio agganciata ad uno staffaggio di acciaio inox che ne permette l'inclinazione al fine di ottimizzare l'irraggiamento.

Il sistema sarà caratterizzato da 2 batterie di moduli collegate in parallelo, composta ognuna da n. 5 collettori collegati in serie.

L'inclinazione dei moduli risultante è di circa 10° rispetto al piano orizzontale.

Le parti terminali sono opportunamente connesse in modo da avere la mandata ai collettori nella parte bassa della batteria e più lontana dal locale serbatoio, mentre il ritorno dai collettori è nella parte alta opposta alla prima e più vicina allo stesso locale.

Ciascun banco di collettori è provvisto di valvole di intercettazione ed una valvola di sfiato d'aria, disposta nella parte più alta del circuito, ad apertura manuale.

Nel caso in cui si utilizzi una valvola di sfiato ad apertura automatica è necessario collegarla al circuito mediante una valvola di intercettazione a sfera normalmente chiusa.

In uscita dal banco di collettori è collocata la sonda di temperatura che va alla centralina differenziale.

La centralina elettrica provvederà a comandare la pompa di circolazione del circuito solare in funzione della differenza di temperatura tra l'uscita del banco dei collettori ed il serbatoio di accumulo ($DT_{\text{ottimale}} = 5-8^{\circ}\text{C}$)

La logica di funzionamento del sistema è di integrare o sostituire completamente la produzione di acqua calda sanitaria dell'impianto a pompa di calore aria acqua.

Se la temperatura del collettore supera di circa 6 °C la temperatura del serbatoio la pompa solare carica il serbatoio fino al raggiungimento della temperatura massima impostata per il serbatoio di circa 60 °C.

La funzione di protezione del collettore previene temperature di stagnazione nel collettore grazie ad un breve inserimento della pompa solare alla temperatura di 120 °C.

CALCOLO DELLA PRODUZIONE ANNUA

In relazione al calcolo della produzione annua del sistema solare bisogna fare alcune considerazioni.

I collettori solari hanno un'efficienza di conversione che dipende dalla radiazione solare incidente, dalla temperatura media del collettore e dalla temperatura ambiente.

Per tener conto, dunque, di un valore riferito alle condizioni medie di funzionamento nel periodo

d'uso del sistema si ricava un rendimento complessivo dell'impianto pari al 50%.

Per il calcolo dell'energia utile ottenuta dal sistema solare, è stata stimata l'energia annua prodotta sulla base dei dati relativi alla radiazione solare come ottenuti dalla norma UNI 10349 e utilizzando il metodo di calcolo relativo alle norme UNI 8477/1 e UNI 8477/2.

Nella relazione tecnica prestazionale sono riportati i dati relativi alla produzione solare termica.

Stima dell'energia annua prodotta

Energia annua prodotta = pannelli x Rad. media annua x Rend. impianto = 9189 kWh avendo indicato con:

Pannelli = 20,76 m² la superficie totale netta dei collettori solari, Radiazione media annua = 1372,21 kWh/mq

Rendimento impianto = 0,5.

CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI

Collettori solari termici

I collettori solari sono del tipo "vetrato" che utilizzano l'effetto serra del vetro applicato davanti alla piastra assorbitrice in rame opportunamente trattato colore scuro.

Le caratteristiche del collettore sono le seguenti:

Dimensioni esterne: 200x100x11,0

Superficie solare lorda: 2,14 mq

Superficie solare netta: 2,00 mq

Rapporto di superficie: $2,00/2,14 = 0,934$

Peso specifico dell'assorbitore: 3,9 kg/mq

Peso del collettore: 52 kg

Vetro: Temperato antiriflesso da 4 mm di spessore

Assorbitore: In rame con superficie selettiva Spattering alare con saldature ad ultrasuoni

Diametro del fascio tubiero: Diam. 22x1 mm e diam. 10x1 mm

Isolamento termico: Poliuretano espanso 20 mm, lana di roccia 30 mm

Struttura di supporto per i collettori

La struttura di supporto dei collettori è stata progettata e realizzata dalla casa costruttrice in base alle normative internazionali UNI-ISO.

Essa è costituita da due sottostrutture: la prima in profili di alluminio su cui poggiano e sono ancorati i collettori, la seconda in acciaio inox che permette il fissaggio al tetto a falda dell'abitazione e l'inclinazione dei collettori. Il gruppo idraulico di circolazione permette al sistema solare di trasferire

il calore dai collettori al boiler tramite un fluido termovettore (acqua con antigelo).

Esso è costituito da un gruppo preassemblato pronto per il montaggio in cui è inserito il circolatore.

Questi è comandato dalla centralina di controllo elettronico e varia la sua portata e prevalenza in maniera proporzionale al calore da recuperare nei collettori in modo da evitare continui spegnimenti e riavvii dello stesso.

Il vaso di espansione del circuito idraulico chiuso è agganciato direttamente allo stesso, esso permette di contenere le espansioni del liquido termovettore.

Sullo stesso circuito è collegata la valvola di sicurezza che la funzione di consentire lo sfogo del liquido termovettore in presenza di sovrappressioni.

Il gruppo è dotato anche di un flussometro, che visualizza la portata del circuito e permette di tarare anche la portata massima del circolatore, di due termometri di primo controllo e di un manometro di controllo della pressione di carico del circuito.

Centralina elettronica differenziale

La centralina elettronica differenziale è un vero e proprio computer di controllo del funzionamento dell'intero sistema solare.

La caratteristica di base della centralina è di permettere lo scambio termico dai collettori al serbatoio nel momento in cui la temperatura della batteria dei collettori è maggiore di quella del serbatoio di accumulo, affinché ci sia il corretto passaggio del calore.

Essa è dotata di cinque sonde per il controllo della temperatura della batteria, del serbatoio e del fluido nelle tubazioni. Al variare di tale differenza di temperatura la centralina regola la portata del circuito idraulico in modo proporzionale andando a comandare le elettrovalvole e le pompe (come si evince nell'allegato grafico). Essa, inoltre, ha in se diverse funzioni tra cui la possibilità di misurare la quantità effettiva di calore recuperato ed un sistema di controllo anticongelante. Il dimensionamento è stato fatto considerando un fabbisogno giornaliero di 50 litri/persona giorno a 45 °C, un volume specifico di accumulo solare di 50 litri/mq e una superficie del collettore solare necessaria pari a 20 mq.

Tubazioni

Le tubazioni da utilizzare, conformi alle normative UNI EN 12449 e UNI EN 1057, sono in rame coibentate con gli spessori previsti dalla normativa vigente.

L'isolante delle tubazioni che corrono esternamente dovrà resistere alle intemperie ed ai raggi UV.

Rete di scarico acque nere interne all'edificio

La rete di smaltimento delle acque nere è quella che raccoglie gli scarichi di bagni e docce e li convoglia alla fognatura comunale.

Tutta la rete interna dei bagni, delle docce, saranno realizzate con tubazioni in polietilene alta densità tipo Geberit o similare per scarichi fognari.

La rete di raccolta e smaltimento delle acque nere all'interno dell'edificio, prevede le seguenti tipologie di installazione:

- reti sub-orizzontali all'interno di bagni e docce, realizzate con tubazioni e pezzi speciali in polietilene ad alta densità tipo Geberit o similare conforme alla norma UNI EN 1519.

I diametri delle diramazioni in HDPE, non dovranno essere inferiori a:

- scarico della doccia: Ø 50
- scarico del bidet: Ø 50
- scarico del lavabo: Ø 50
- scarico del vaso: Ø 110
- scarico piletta a pavimento: Ø 50

se non diversamente specificato sulle tavole di progetto.

Ogni uscita di scarico dal fabbricato, sarà innestata nella fognatura esterna interrata previa interposizione di un sifone con tappi d'ispezione.

Dimensionamento impianto di scarico

Il primo passo da compiere è il calcolo delle unità di scarico (US) che arrivano alla base della colonna; il diametro della colonna di scarico è costante dalla base sino alla sommità.

Ogni wc è composto da lavabo (1 US) e un vaso con cassetta (6 US).

Noto il valore di US alla base della colonna è possibile utilizzare una opportuna tabella per ricavare il diametro della colonna.

Dalla tabella si evince che si sarebbe potuto utilizzare una colonna con diametro esterno di 80 mm tuttavia poiché nella pratica comune i vasi vengono allacciati con un tubo avente diametro esterno di 100 mm allora è necessario dimensionare la colonna partendo da questo valore minimo anche se sulla colonna di scarico insistono meno unità di scarico.

E' importante che la colonna abbia almeno le dimensioni della diramazione di scarico più grande fra quelle che vi affluiscono.

Se questa norma fosse rispettata andremmo di certo incontro a continui ingorghi.

Il dimensionamento dei collettori si esegue con opportuna tabella ipotizzando una pendenza minima dell'1%.

Si è scelto di utilizzare un collettore avente diametro esterno di 125 mm.

La dimensione del collettore non cambia dopo l'immissione di più colonne di scarico perché un collettore con diametro esterno di 125 mm e pendenza dell'1% può scaricare fino a 390 US.

Per il dimensionamento delle colonne di ventilazione piuttosto che valutare la lunghezza equivalente dei tubi e di tutti i pezzi speciali occorrenti per la realizzazione della rete di scarico si può tranquillamente utilizzare la pratica comune che vuole colonne di ventilazione aventi lo stesso diametro della colonna di scarico che servono.

Utilizzano questo principio nel nostro edificio le colonne di ventilazione sarebbero sufficienti fino ad una lunghezza equivalente di 300 m, valore sicuramente accettabile anche utilizzando tubazioni di scarico e pezzi speciali con un'elevata resistenza all'avanzamento dell'acqua.

Rete di scarico acque nere esterne all'edificio

Le reti di raccolta presenti all'esterno dell'edificio saranno realizzate con condotte in PVC a norma UNI EN 1401 SDR 41 SN8 per posa interrata, con giunto a bicchiere e guarnizione o'ring conforme a norma UNI EN 681-1. Tali reti, ubicate ad una profondità variabile tra i 50 e gli 80 cm, saranno posate con una pendenza non inferiore all' 1%. Lungo la rete, in corrispondenza dei cambi di direzione e comunque a distanze non superiori a 40 m, saranno posati opportuni pozzetti di ispezione completi di chiusino in ghisa sferoidale a norma UNI EN 124 classe di carico C250, di dimensioni variabili in funzione del diametro della tubazione di scarico.

La rete di acque nere permetterà la raccolta delle acque derivanti dall'attività biologica dell'uomo e sarà allacciata alla fognatura comunale.

Prima dell'immissione in fognatura, in prossimità del confine di proprietà, sarà installato all'interno di apposito pozzetto in calcestruzzo prefabbricato il sifone Firenze. Il dimensionamento delle tubazioni orizzontali di scarico delle acque nere è stato effettuato utilizzando i dati normalizzati dei quantitativi massimi di acque scaricate dai singoli apparecchi riportati nelle tabelle della norma UNI EN 12056-2 "Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo".

Rete di scarico acque bianche

Le acque meteoriche in copertura saranno smaltite tramite colonne pluviali in rame con terminale in ghisa, queste arrivate al piano di campagna saranno a dispersione superficiale come da regolamento delle fognature di Montemaggiore al Metauro.

Rete di scarico acque nere

Il dimensionamento delle tubazioni orizzontali di scarico delle acque nere è stato effettuato utilizzando i dati normalizzati dei quantitativi massimi di acque scaricate dai singoli apparecchi riportati nelle tabelle della norma UNI EN 12056-2 "Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo".

La portata totale Q_t in arrivo a ciascuna colonna o tratto orizzontale di fognatura viene calcolata in base al numero complessivo di unità di scarico allacciate. La portata da assumere per il dimensionamento della fognatura è la portata ridotta Q_r che tiene conto della contemporaneità di utilizzo dei diversi apparecchi sanitari. Nel caso specifico di Impianto Sportivo (con uso molto frequente di bagni e docce), la Q_r assume la seguente espressione:

dove Q_t è la portata complessiva calcolata in base al numero complessivo di unità di scarico allacciate al ramo in esame e 1 è il coefficiente di frequenza.