

**COMUNE DI SANARICA**  
*Provincia di Lecce*

Programma Operativo Interregionale  
"Energie rinnovabili e risparmio energetico" 2007-2013



**- PROGETTO ESECUTIVO -**

**LAVORI DI MIGLIORAMENTO ED EFFICIENTAMENTO  
ENERGETICO DELLA SCUOLA DELL'INFANZIA  
E DEL MERCATO COPERTO.**

**COMMITTENTE:**

Comune di Sanarica

**R.U.P.:**

Ing. Angelo Chirilli

**GRUPPO DI PROGETTAZIONE:**

Ing. Cosimo Trabacca

Ing. Cosimo Fonseca

Ing. Donato Giannuzzi

Ing. Marco Pisanello

Ing. Carlo Maggiulli

Ing. Gianni Fonseca

Ing. Stefano Pisanello

Ing. Alberto Stefani

ALL.

ELABORATO

DATA

**06**

Relazione impianto geotermico e VRV

Ottobre 2014

INDICE:

1. GENERALITA' IMPIANTI GEOTERMICI.....	pag.2
2. CRITERI DI PROGETTAZIONE.....	pag.9
3. DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO.....	pag.10
4. CRITERI DI PROGETTAZIONE.....	pag.11
5. CALCOLO DEL CAMPO GEOTERMICO.....	pag.27

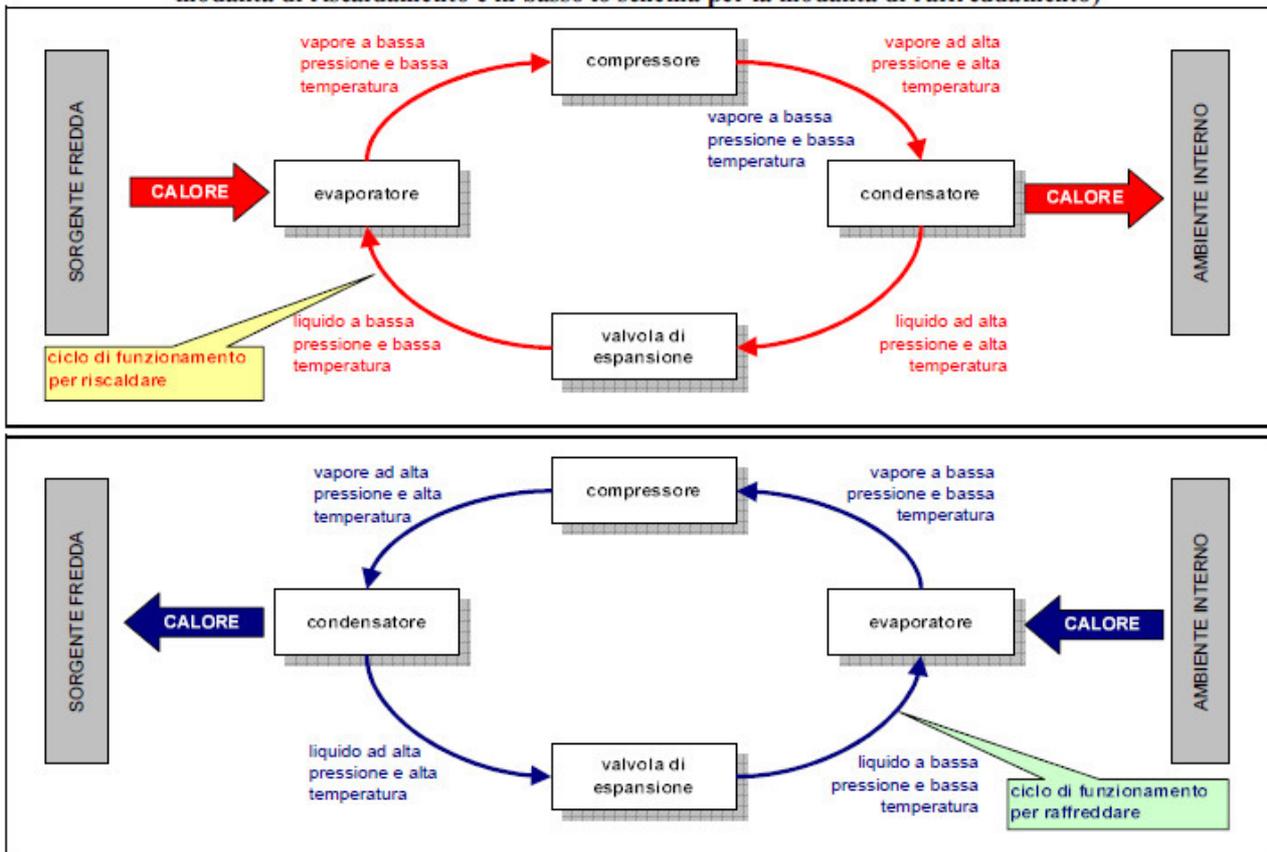
## 1. GENERALITA' IMPIANTI GEOTERMICI

Le pompe di calore geotermiche sono sistemi adibiti a funzioni di riscaldamento in inverno e raffrescamento in estate che trasformano l'energia geotermica ricavata dal terreno con l'ausilio di una modesta quantità di energia elettrica. L'unità pompa di calore è una macchina con tecnologia frigorifera che necessita di limitata manutenzione dato che non sono necessari controlli obbligatori di combustione e di pulizia annuali come per le normali caldaie.

Una pompa di calore (Fig 1) è costituita da diversi componenti all'interno dei quali circola, in un sistema chiuso, un fluido che viene sottoposto a cambiamenti di stato durante i quali si realizzano le variazioni di temperatura e conseguentemente gli scambi termici con l'ambiente interno (da riscaldare o raffreddare) e l'elemento esterno (utilizzato come sorgente di calore o come sistema in cui espellere il calore estratto dall'ambiente interno raffreddato). Nello specifico il sistema comprende:

- un compressore che incrementa la pressione e la temperatura del fluido del circuito che entra nel compressore allo stato di vapore;
- uno scambiatore di calore (condensatore) nel quale il vapore riscaldato, cedendo calore all'ambiente da riscaldare (nella modalità di funzionamento per riscaldare) o all'esterno (nel caso di funzionamento per raffreddare), condensa e passa allo stato liquido;
- una valvola di espansione che raffredda ulteriormente la temperatura del liquido e ne abbassa la pressione;
- un ulteriore scambiatore di calore (evaporatore) nel quale il liquido a bassa pressione e bassa temperatura uscente dalla valvola di espansione è in grado di assorbire calore (sia da una sorgente "fredda" - quale il sottosuolo - nella modalità di funzionamento per riscaldare, sia dall'ambiente interno quando il sistema funziona nella modalità di raffreddamento) e passare quindi nuovamente allo stato di vapore, da cui riprende un nuovo ciclo di lavoro.

**Fig.1 – Componenti e schema di funzionamento di una pompa di calore (in alto lo schema di funzionamento nella modalità di riscaldamento e in basso lo schema per la modalità di raffreddamento)**



Le pompe di calore possono produrre anche acqua calda sanitaria mediante sfruttamento, ad opera di un ulteriore scambiatore di calore detto de surriscaldatore, del calore in esubero ottenuto con la fase di compressione del fluido.

Vi sono differenti tipologie di pompe di calore, in funzione del serbatoio termico sfruttato e dell'elemento riscaldato o raffreddato (che può essere aria o acqua). Sono genericamente chiamate pompe di calore geotermiche le varie tipologie di sistemi che utilizzano il terreno, l'acqua di falda o specchi di acqua superficiale (laghi, stagni) come serbatoi termici.

Circa la metà dell'energia solare che raggiunge la Terra viene immagazzinata dal suolo che diventa così un serbatoio energetico di elevata capacità e costanza: la temperatura del suolo, a qualche metro di profondità, rimane presso ché invariata nel corso delle stagioni (a differenza dell'aria ambientale che subisce notevoli escursioni termiche) e fa sì che il sottosuolo, le acque sotterranee e quelle superficiali di laghi e stagni siano più caldi dell'aria ambientale in inverno e più freddi invece in estate. Poiché il rendimento delle pompe di calore è inversamente proporzionale alla differenza di temperatura tra la sorgente energetica e l'ambiente da riscaldare o raffreddare (ovvero cala all'aumentare della differenza di temperatura tra l'ambiente interno e l'elemento esterno utilizzato come serbatoio termico), le condizioni termiche che caratterizzano il terreno o i corpi idrici sotterranei e superficiali fanno sì che le pompe di calore geotermiche presentino un

rendimento più elevato rispetto alle pompe di calore che utilizzano l'aria ambiente come sorgente energetica. Per poter sfruttare l'energia geotermica le pompe di calore necessitano di dispositivi, chiamati connessioni a terra, dedicati allo scambio termico con il sottosuolo o le altre tipologie di serbatoi termici utilizzabili.

Sul fronte dell'edificio, invece, la pompa di calore deve essere messa in connessione con un impianto per la distribuzione del calore o del freddo.

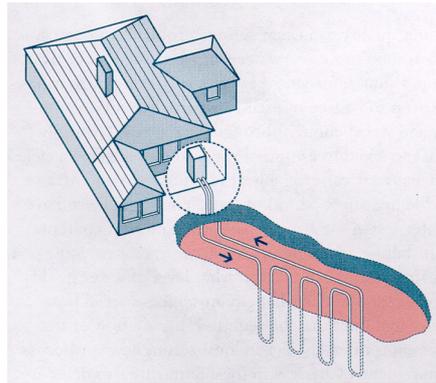
**Tab.1 – Componenti per un sistema con pompa di calore geotermica**

<b>Componente</b>	<b>Specifiche</b>
Connessione a terra	<ul style="list-style-type: none"> <li>- accoppiamento con il sottosuolo (sistema verticale o orizzontale)</li> <li>- accoppiamento con l'acqua di falda</li> <li>- accoppiamento con specchi di acqua superficiale</li> </ul>
Pompa di calore	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sistemi acqua-aria: all'interno della pompa di calore circola acqua o una soluzione acquosa di antigelo e il caldo o il freddo prodotto dal sistema viene trasferito all'aria che scalda o raffresca i locali</li> <li>- sistemi acqua-acqua: all'interno della pompa di calore circola acqua o una soluzione acquosa di antigelo e il caldo o il freddo prodotto dal sistema viene trasferito all'acqua del circuito di riscaldamento / raffrescamento</li> </ul>
Impianto interno di distribuzione calore / freddo	<p>Sistemi di scambio termico con gli ambienti interni:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- impianti ad aria: sistema composto da condotti per l'aria riscaldata o raffreddata dalla pompa di calore; diffusori; sistemi di reintegro di aria fresca; sistemi di controllo</li> <li>- impianti ad acqua: sistema composto dal circuito dell'acqua di riscaldamento / raffrescamento mediante cui si realizza lo scambio termico con l'ambiente interno (distribuzione radiante mediante pavimenti e pareti radianti e ventilconvettori)</li> </ul>

**Esempio di condizioni di funzionamento delle pompe di calore nel periodo invernale:**

- le pompe di calore geotermiche assorbono energia dal sottosuolo, che si trova ad una temperatura di circa 14°C, per riscaldare acqua a 35°C (sistema di riscaldamento radiante a bassa temperatura) e pertanto il salto termico da compiere è contenuto (21°C); le pompe di calore di impianti “tradizionali” che utilizzano l'aria esterna devono prelevare energia da una sorgente che può trovarsi anche a temperature sotto lo zero per andare a produrre acqua calda a circa 70°C per alimentare i termosifoni, dovendo quindi compiere un salto termico molto più elevato.

Nei sistemi che scambiano calore con il sottosuolo viene installato un circuito di tubazioni, poste verticalmente in apposite cavità ottenute mediante perforazioni (sistema verticale). Si tratta di un circuito chiuso in cui il fluido termovettore presente all'interno svolge solamente la funzione di trasferire il calore dal suolo al circuito della pompa di calore e viceversa.



A seconda del tipo di serbatoio termico sfruttato e dello specifico assetto della connessione con il terreno, variano le esigenze e le peculiarità di installazione di una pompa di calore geotermica.

	Tipo di impianto	
	In connessione con il terreno – assetto verticale	In connessione con il terreno – assetto orizzontale
<b>Specifiche per l'installazione</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perforazioni profonde: la specifica profondità dipende dalle esigenze termiche dell'edificio da riscaldare / raffreddare secondo una relazione di 15-25 m di profondità per kW di potenza frigorifera dell'impianto</li> <li>- Diametro delle perforazioni di circa 10-15 cm</li> <li>- Opportuno distanziamento delle perforazioni (almeno 7-8 m) per evitare interferenze termiche</li> <li>- Messa a dimora di tubazioni a U connesse all'apice della perforazione con il circuito orizzontale di mandata e ritorno del fluido termovettore</li> <li>- Le tubazioni a U contenute nelle perforazioni possono essere connesse tra loro secondo uno schema in serie o in parallelo</li> <li>- Le perforazioni, dopo l'inserimento delle tubazioni, sono sigillate con prodotti appositi per preservare le falde acquifere e massimizzare lo scambio termico</li> <li>- Occorre prevedere accurata coibentazione per le porzioni di tubazioni che corrono fuori dal terreno ed utilizzo di prodotti antigelo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Messa a dimora del circuito in trincee di 1-2 m di profondità che quindi vengono richiuse</li> <li>- La lunghezza del circuito dipende dalle esigenze termiche dell'edificio da riscaldare / raffreddare secondo una relazione di circa 35-55 m di lunghezza per kW di potenza di riscaldamento dell'impianto</li> <li>- Possono essere realizzate molteplici configurazioni: a singolo tubo, a tubi multipli, con tubi a spirale. All'aumentare del numero di tubi ubicati nella stessa trincea aumentano le dimensioni dello scavo (in profondità se i tubi sono sovrapposti o in larghezza se sono affiancati), però si riduce l'estensione superficiale complessiva dell'impianto. Lo scambiatore a spirale comporta, a parità di prestazione, il minor consumo di suolo ma richiede una maggior estensione complessiva di tubazioni (e quindi un costo maggiore)</li> <li>- Tra le varie trincee deve essere in genere rispettata una distanza minima di circa 7 m in modo da ridurre le interferenze termiche.</li> <li>- Occorre prevedere accurata coibentazione per le porzioni di tubazioni che corrono fuori dal terreno ed utilizzo di prodotti antigelo</li> </ul>
<b>Vantaggi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Maggiore efficienza rispetto ai sistemi orizzontali grazie alla maggiore stabilità termica del terreno alle profondità raggiunte dal sistema verticale</li> <li>- Sviluppandosi in profondità, l'installazione di questo tipo di assetto coinvolge un'area di terreno meno estesa rispetto ai sistemi orizzontali</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Costo più contenuto rispetto ai sistemi di tipo verticale (non si richiedono interventi di perforazione ma di semplice escavazione)</li> </ul>
<b>Svantaggi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Costo elevato determinato dall'attività di perforazione del suolo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A causa della distanza contenuta dalla superficie, il sottosuolo con cui la pompa di calore realizza lo scambio di calore risente maggiormente delle fluttuazioni termiche stagionali e ciò riduce l'efficienza del sistema</li> <li>- Sviluppandosi in orizzontale, l'installazione di questo tipo di assetto coinvolge un'area di terreno più estesa rispetto ai sistemi verticali</li> </ul>

Il rendimento dell'impianto, inteso nei termini di quantitativo di calore estratto dalla sorgente geotermica, dipende dalla conducibilità termica della specifica tipologia di sottosuolo presente ove si effettua l'installazione

	Tipo di sottosuolo										
	S.s. di cattiva qualità (rocce mobili secche)	Rocce indurite o rocce mobili sature di acqua	Rocce indurite a conducibilità termica elevata	Ghiaia, ssabbia, secco	Ghiaia, sabbia, acquifero	Argilla, limo, umido	Calcere, massiccio	Arenaria	Granito	Basalto	Gneiss
Conducibilità termica (W/m K)	< 1,5	1,5 - 3	> 3	0,4	1,8-2,4	1,7	2,8	2,3	3,4	1,7	1,9

La presenza di acqua aumenta il rendimento dell'impianto migliorando lo scambio termico tra impianto e sottosuolo.

Dal punto di vista dell'ingombro, differentemente dalle esigenze di spazio non trascurabili richieste per il sistema di connessione a terra, la pompa di calore ha dimensioni molto contenute (paragonabili a quelle di un frigorifero) e, a differenza dei tradizionali sistemi di raffrescamento, non richiede l'installazione di elementi sulle parti esterne dell'edificio con un conseguente beneficio sia in termini estetici che di prevenzione di eventuali atti vandalici su parti esposte.

Poiché tutti i sistemi di connessione a terra necessari per il funzionamento delle pompe di calore geotermiche sono solitamente di difficile accesso una volta terminata l'installazione dell'impianto, è necessario utilizzare materiali di elevata qualità e resistenza, nonché manodopera altamente qualificata, in modo da evitare il rischio di danneggiamenti, rotture e malfunzionamenti e conseguentemente le esigenze di intervento su questa componente del sistema. Le migliori prestazioni sono date dall'impiego di tubazioni in polietilene ad alta densità con raccordi assemblati mediante fusione.

Le esigenze di manutenzione proprie della pompa di calore sono estremamente ridotte in quanto, a differenza dei convenzionali impianti di riscaldamento (caldaie), non realizzano alcuna combustione e non implicano quindi pulizie o verifica del rendimento.

Complessivamente l'impianto garantisce una buona durata di funzionamento; la durata media delle pompe di calore è paragonabile a quella di una tradizionale caldaia (circa 15 anni) mentre per quanto concerne i sistemi di connessione sono stimate durate molto lunghe (anche fino a 100 anni) su cui però non è ancora possibile avere una conferma esperienziale. I costruttori dei sistemi offrono garanzie che vanno dai 20 ai 50 anni.

### ***Campo di applicabilità e convenienza***

Tutte le differenti tipologie di pompe di calore sono sistemi convenienti dal punto di vista energetico in quanto consumano, durante il loro funzionamento, meno energia di quella che riescono a produrre. Nel caso delle pompe di calore geotermiche, in virtù della loro maggiore efficienza rispetto alle pompe di calore ad aria, si può arrivare a produrre fino a 5 kWh di energia

termica (operando quindi nella modalità di riscaldamento) a fronte di un consumo elettrico di 1 kWh della macchina che “pompa” il calore.

Le pompe di calore geotermiche permettono di conseguire risparmi energetici, rispetto ai tradizionali sistemi di riscaldamento e raffreddamento, di notevole portata ovvero si possono ottenere:

- riduzioni del consumo energetico necessario per le esigenze di riscaldamento che vanno dal 30% al 70%;
- riduzioni del consumo energetico necessario per le esigenze di raffreddamento che vanno dal 20% al 50%.

Questi impianti non sono però in grado di operare con temperature superiori a 50° C e, pertanto, nella modalità di funzionamento per riscaldamento, devono essere necessariamente accoppiate con sistemi a bassa temperatura quali pannelli radianti (a parete o a pavimento) o ventilconvettori.

Da un punto di vista economico la tecnologia di sfruttamento dell’energia geotermica richiede un notevole sforzo iniziale in relazione sia ai costi dell’impianto sia alle spese legate alle esigenze di perforazione o escavazione del terreno che si hanno in fase di installazione. Occorre tener presente che il costo dell’impianto varia sensibilmente in funzione del fabbisogno energetico dell’edificio che a sua volta dipende dalla qualità della costruzione e dal tipo di isolamento termico. Un buon isolamento termico degli edifici consente il ricorso a sistemi di riscaldamento a bassa temperatura. I costi di gestione sono invece molto contenuti in ragione dell’elevata efficienza di questi sistemi e delle ridotte esigenze di manutenzione.

Nel valutare l’applicabilità e la convenienza dell’installazione di pompe di calore geotermiche devono essere prese in considerazione:

- la disponibilità di spazio per alloggiare il sistema di scambio di calore con la sorgente geotermica;
- il tipo di sottosuolo su cui sorge l’edificio oggetto dell’intervento;
- la presenza di eventuali vincoli che impediscono o limitano lo sfruttamento della risorsa geotermica, quali vincoli alla perforazione o zone di protezione delle acque sotterranee e/o superficiali;
- le esigenze di climatizzazione dell’edificio e, in caso di edifici esistenti, il tipo di sistema di riscaldamento in essere;
- le caratteristiche climatiche del luogo.

Il ricorso a pompe di calore geotermiche risulta di maggiore interesse:

- in zone climatiche che comportano esigenze di riscaldamento degli edifici nel periodo invernale ed esigenze di raffrescamento in quello estivo (in modo da permettere di sfruttare

appieno le potenzialità dell'impianto e i conseguenti risparmi energetici ottenibili). Lo sfruttamento delle pompe geotermiche anche per la produzione di acqua calda sanitaria incrementa ulteriormente l'efficienza complessiva e il risparmio energetico fornito dal sistema:

- quando sussistono forti variazioni stagionali di temperatura in quanto nelle condizioni di picco si ha una forte domanda energetica che può essere efficacemente soddisfatta dai sistemi geotermici (a differenza delle pompe geotermiche ad aria);
- nel caso di realizzazione di nuovi edifici (ove, oltre alla necessità di dotare gli edifici stessi di sistemi di riscaldamento e raffreddamento, risultano agevolati i lavori di perforazione o scavo necessari alla messa a dimora dei dispositivi di scambio termico) o in caso di edifici esistenti in cui l'impianto di climatizzazione sia giunto al termine della propria vita. Ciò è dovuto al fatto che in presenza di edifici già dotati di impianto funzionante di riscaldamento e raffreddamento il costo per l'acquisto e l'installazione di una pompa di calore geotermica raramente può essere giustificato dal solo risparmio energetico ottenibile;
- laddove il costo del combustibile utilizzato dagli impianti di riscaldamento convenzionali abbia raggiunto livelli particolarmente elevati mentre il costo dell'energia elettrica sia più contenuto, oppure in località raggiunte dalla rete elettrica ma non da quella del gas naturale, in quanto le pompe di calore non utilizzano combustibile ma consumano solo energia elettrica.

### ***Considerazioni ambientali***

Il bilancio energetico relativo al funzionamento delle pompe di calore geotermiche è favorevole, ovvero questi sistemi consentono di sfruttare l'energia solare immagazzinata a terra consumando un quantitativo di energia notevolmente inferiore a quello che riescono ad erogare per soddisfare i fabbisogni termici di un edificio. I risparmi energetici che le pompe di calore geotermiche sono in grado di realizzare per il riscaldamento e il raffreddamento degli edifici, nonché per la produzione di acqua calda, rispetto a tradizionali sistemi di climatizzazione (es. caldaie, condizionatori) si traducono in emissioni di gas serra evitati. Dato che le pompe di calore consumano solamente energia elettrica, è possibile realizzare un impianto combinato con pannelli fotovoltaici, o altri sistemi di produzione pulita di elettricità, in modo da ridurre ulteriormente l'impatto ambientale già estremamente ridotto associato a questa tecnologia energetica.

## 2. CRITERI DI PROGETTAZIONE

Gli impianti di climatizzazione condizionamento e riscaldamento della “**Scuola dell'infanzia**” del Comune di Sanarica sono stati progettati per meglio adattarsi alla peculiarità dell'intervento edilizio, che prevede l'utilizzo di impianti a bassi consumi energetici e adattati ad un comfort generale.

Si è scelto, pertanto, di adottare apparecchiature impiantistiche che abbiano le seguenti caratteristiche:

- Minimizzazione dei consumi energetici
- Assenza di centrale termica con generatore di calore a combustione.
- Minimizzazione degli spazi tecnologici
- Massima duttilità nella regolazione dell'impianto

Si è ipotizzato un impianto di climatizzazione delle zone a servizi con il sistema VRV (Volume Refrigerante Variabile) a recupero, scegliendo per la simulazione progettuale i sistemi della DAIKIN, o simili, con pompe di calore geotermiche condensate ad acqua descritte analiticamente successivamente.

Le unità interne utilizzate sono:

### VENTILCONVETTORI A PAVIMENTO

Nella fattispecie si sfrutteranno come sorgente termica n. 10 sonde ad U in PEAD da 32 mm collocate in 10 pozzi alla profondità di 80 m.

Le pompe di calore di questo tipo risentono in minima parte delle variazioni climatiche esterne che si ripercuotono sulla temperatura dell'acqua con la quale scambiano calore e hanno migliori rendimenti rispetto alle pompe di calore ad aria; infatti la temperatura dell'acqua del mare in inverno è sempre maggiore di quella dell'aria esterna ed in estate è sempre fredda; in particolare l'acqua di mare ha temperature invernali maggiori e pertanto consente una maggiore efficienza del sistema ma per contro si hanno maggiori costi di realizzazione dovuti all'utilizzo di componenti resistenti all'acqua salata ed alla salsedine.

Gli impianti saranno realizzati con pompe di calore GEOTERMICHE tipo Daikin o simili (n.1 modello RWEYQ10T, n.1 modello RWEYQ8T) con sistema VRV in modo da bilanciare il più possibile il funzionamento dell'impianto di climatizzazione nell'ottica della riduzione dei consumi nei periodi di minor affluenza.

Tutti i sistemi saranno dotati di apparecchiature di gestione e contabilizzazione in modo da permetterne il calcolo puntuale dei consumi. Per tutti i particolari tecnici, si rimanda agli elaborati grafici.

### **3. DATI CLIMATICI DI RIFERIMENTO**

#### **INVERNO**

temperatura esterna +0°C  
temperatura interna +20°C  
U.R. - per gli ambienti condizionati 50%

#### **ESTATE**

TEMPERATURA ESTERNA +32°C  
U.R. 60%  
per gli ambienti condizionati  
TEMPERATURA INTERNA +26°C  
U.R. 50%

#### 4. IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE

##### UNITÀ PER SISTEMI VRV IV CONDENSATE AD ACQUA A POMPRECUPERO DI CALORE

Unità motocondensanti per sistemi a Volume di Refrigerante Variabile controllate da inverter, condensate ad acqua, con refrigerante ecologico R410A per installazione in locali tecnici, struttura modulare per disposizione affiancata di più unità, funzionanti a pompa di calore o a recupero di calore.

L'unità dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- **Tecnologia VRT:** La modulazione del carico è ottenuta tramite controllo automatico e dinamico non solo della portata ma anche della temperatura di evaporazione/condensazione del refrigerante ottenendo un risparmio energetico stagionale fino a 125% rispetto a un sistema VRV tradizionale. Il sistema è personalizzabile tra le diverse configurazioni disponibili Automatica, High Sensible e Standard.
- **Configurazione dell'impianto:** la configurazione dell'impianto avviene tramite apposito software con interfaccia grafica semplificata, che gestisce le operazioni di primo avviamento e personalizzazione del sistema.
- **Tecnologia VWF:** Possibilità di funzionamento a portata variabile (opzionale) dell'acqua di condensazione, a beneficio di un minor consumo energetico.
- **Carrozzeria** autoportante in lamiera d'acciaio verniciata dotata di pannelli amovibili, attacchi tubazioni refrigerante del tipo a saldare e tubazioni acqua, colore bianco avorio.
- **Circuito frigorifero** ad R410A con distribuzione del fluido a due tubi (tre tubi per il sistema a recupero), controllo del refrigerante tramite valvola d'espansione elettronica, olio sintetico, con sistema di equalizzazione avanzato; comprende il ricevitore di liquido, il filtro e il separatore d'olio.
- **Compressore** ermetico a spirale orbitante di tipo Scroll con motore brushless a controllo digitale ottimizzato per l'utilizzo con R410A a superficie di compressione ridotta, funzionamento con controllo ad inverter.
- **Scambiatore di calore** a piastre acqua-refrigerante R410A. Attacco di ingresso acqua PT1 1/4 B filettatura interna; attacco uscita acqua PT1 1/4 B filettatura interna; attacco foro di scarico PS1 1/2 B filettatura interna; massima pressione dell'acqua nello scambiatore pari a 1,96 MPa; per la taglia 10HP la perdita di carico nei tubi dello scambiatore è di 26,5 kPa per una portata d'acqua

di 96 l/min.

- **Lunghezza massima** tubazioni 300 m, distanza massima di 40m (estendibile fino a 90m) tra la prima diramazione e l'unità interna più distante; dislivello massimo di 15m tra le unità interne; dislivello massimo di 2m tra unità esterne.
- **Dislivello** massimo tra l'unità esterna e le interne pari a 50m se l'unità esterna è installata in posizione sopraelevata rispetto alle unità interne; di 40m se l'unità esterna è situata ad un livello inferiore rispetto alle unità interne.
- **Linea di trasmissione** del segnale di controllo multiplex con indirizzamento automatico a 2 cavi non schermati.
- **Riscaldamento continuo** grazie alle funzioni di recupero olio migliorate
- **Dispositivi di sicurezza:** sensore di alta pressione, tappi fusibile, protezione sovraccarico Inverter
- **Alimentazione** trifase 380-415V 50Hz.
- **Campo di funzionamento**
  - Ingresso acqua in raffreddamento/riscaldamento da 10 °C a 45 °CBS
  - Temperatura interna in raffreddamento da 13 a 25 °CBU.
  - Temperatura interna in riscaldamento da 15 a 27°CBS.
  - Portata di acqua costante del valore di 50, 60, 96 oppure 120 l/min.
  - Collegamento al sistema di controllo tramite bus di comunicazione di tipo non polarizzato.
- **Funzione di autodiagnostica** per le unità interne ed esterne tramite il bus dati, accessibile tramite comando manuale locale e/o dispositivo di diagnostica: **Service-Checker** – visualizzazione e memorizzazione di tutti i parametri di processo, per garantire una manutenzione del sistema efficace. Possibilità di stampa dei rapporti di manutenzione.
  - **Possibilità di controllo dei consumi** tramite collegamento a comando centralizzato.
  - **Gestione del funzionamento via web** tramite collegamento a comando centralizzato.
  - **Possibilità di interfacciamento** con bus di comunicazione per sistemi BMS

(Building Management Systems) a protocollo LONworks® e BACnet®.

La potenza delle unità interne collegate deve essere compresa tra il 50% e il 130 % di quella erogata dalla pompa di calore.

## Dati Tecnici

<b>RAFFREDDAMENTO</b>		
<b>Potenza resa (kW):</b>	22,4	28
<b>Potenza assorbita (kW):</b>	4,42	6,14
<b>RISCALDAMENTO</b>		
<b>Potenza resa (kW):</b>	25,0	31,5
<b>Potenza assorbita (kW):</b>	4,21	6,35
<b>COMPRESSORE/I</b>	1 Scroll	1 Scroll
<b>Tipo/i:</b>	Inverter	Inverter
<b>Potenza motore (kW):</b>	4.0	4,2
<b>Metodo di partenza del successivo compressore</b>	Softstart	Softstart
<b>Controllo di capacità:</b>	dal 23% al 100%	dal 23% al 100%
<b>CIRCUITO FRIGORIFERO:</b>	ad R410A	ad R410A
<b>Carica iniziale refrigerante (kg):</b>	3,5	4,2
<b>ATTACCHI TUBAZIONI:</b>		
<b>Liquido D.E. (mm):</b>	9,5	9,5
<b>Gas D.E. ** (mm):</b>	15,9	19,1
<b>Mandata gas D.E. (mm)</b>	19,1	22,2
<b>DIMENSIONI AxLxP (mm):</b>	1000x780x550	1000x780x550
<b>PESO (kg):</b>	137	137
<b>LIVELLO DI PRESSIONE SONORA in dBA misurato a 1x1.5 m di distanza:</b>	50	51
<b>MODELLI DAIKIN:</b>	<b>RWEYQ08T</b>	<b>RWEYQ10T</b>

**\*\* utilizzabile solo se a recupero di calore**

Condizioni di riferimento:

- In raffreddamento temperatura interna 27°CBS/19°CBU, temperatura dell'acqua in ingresso di 30°C. Lunghezza equivalente delle tubazioni del refrigerante 7,5m dislivello di 0m
- In riscaldamento temperatura interna 20°CBS temperatura dell'acqua in ingresso di 20°C. Lunghezza equivalente delle tubazioni del refrigerante 7,5 m dislivello di 0m

## COMANDI LOCALI PER SISTEMI VRV BRC1E52A

### Comando a filo

Comando a filo con schermo a cristalli liquidi con accesso diretto ai pulsanti principali, collegamento all'unità interna controllata con cavo bifilare fino ad una distanza di 500m, permette il controllo fino a 16 unità interne, funzione di autodiagnosi e monitoraggio del sistema VRV, dotato di termostato interno, colore bianco.

Possibilità di impostazione di limiti di funzionamento massimo e minimo, funzione attivabile manualmente o con timer programmatore, orologio con indicazione del giorno e dell'ora in tempo reale, timer programmatore settimanale, modalità di Leave Home ( protezione antigelo), permette, in caso di assenza, il mantenimento della temperatura interna ad un livello reimpostato, possibilità di selezionare diversi livelli di abilitazione dei pulsanti. Colore: bianco.

- Solo le funzioni più spesso utilizzate sono presenti sul pannello sottoforma di pulsanti, a vantaggio della facilità ed intuitività d'uso.
- Posizione strategica della sonda per rilevare la temperatura ambiente con la minor influenza derivante da fattori esterni.
- Presenza di istruzioni chiarificatrici su schermo durante la navigazione.
- Possibilità di inserimento dei dati dell'installatore durante la segnalazione errori e guasti.
- Possibilità di personalizzare il menù e le funzioni da visualizzare.
- Timer settimanale comprendente 5 possibili funzioni quotidiane e possibilità di inibire tale programmazione in alcuni giorni della settimana.
- Regolazione automatica tra ora legale e solare.
- Per interruzione di alimentazione di durata minore di 48 ore vengono mantenute le operazioni impostate.
- **Un indicatore mostra traccia dei consumi indicativi nel periodo precedente (anno/mese/giorno).**
- Timer spegnimento automatico dopo un periodo di tempo impostato consente un risparmio energetico.
- Limitazione dell'intervallo di temperatura impostabile (massimo e minimo), consente di risparmiare evitando il surriscaldamento o l'eccessivo raffreddamento dei locali.
- Disponibile in 11 lingue differenti: Inglese, Francese, Portoghese, Italiano, Tedesco, Turco, Greco, Russo, Spagnolo, Olandese, Polacco.
- Dimensioni (mm) : 120 x 120 x 19.
- Funzione "assenza da casa" consente di mantenere la temperatura interna sopra i 10°C in assenza degli utenti.
- Retro illuminazione dello schermo.
- Impostazione automatica dell'ora legale.
- **Pulsanti diretti di comando:** on/off, menù, attivazione/disattivazione del timer, impostazione temperatura, modalità di funzionamento, velocità del ventilatore.

## **COLLEGAMENTO ED ACCESSORI**

### **Giunti e collettori**

Giunti e collettori tipo REFNET consentono il collegamento con le tubazioni principali di refrigerante.

Sono realizzati in rame ricotto, di dimensioni adeguate alla derivazione.

La coibentazione dei giunti e collettori sarà realizzata in guscio di poliuretano a cellule chiuse, con collante biadesivo a barriera vapore, e sarà di fornitura della casa costruttrice dei giunti stessi.

I giunti e i collettori dovranno essere forniti dalla stessa casa di produzione delle apparecchiature per il condizionamento, e dovranno essere dimensionati attenendosi specificatamente alle prescrizioni tecniche della casa suddetta.

I giunti avranno entrata variabile dal diametro 9,5 mm al diametro 44,5 mm e uscita variabile dal diametro 6,4 al diametro 31,8 mm.

I collettori saranno provvisti di idonei riduttori di diametro.

### **Tubazioni in rame**

Le tubazioni del refrigerante dovranno essere in rame disossidato fosforoso senza giunzioni, secondo le specifiche del fornitore delle apparecchiature di condizionamento.

Le tubazioni, in rame del tipo C1220, avranno le seguenti caratteristiche:

Diametro esterno 6,5 mm	Spessore 0,8 mm	In rotoli precoibentati
Diametro esterno 9,5 mm	Spessore 0,8 mm	In rotoli precoibentati
Diametro esterno 12,7 mm	Spessore 0,8 mm	In rotoli precoibentati
Diametro esterno 15,9 mm	Spessore 0,9 mm	In rotoli precoibentati
Diametro esterno 19,1 mm	Spessore 0,8 mm	In barre nudo
Diametro esterno 22,2 mm	Spessore 0,8 mm	In barre nudo
Diametro esterno 25,4 mm	Spessore 1,0 mm	In barre nudo
Diametro esterno 28,6 mm	Spessore 1,0 mm	In barre nudo
Diametro esterno 31,8 mm	Spessore 1,2 mm	In barre nudo
Diametro esterno 34,9 mm	Spessore 1,2 mm	In barre nudo
Diametro esterno 38,1 mm	Spessore 1,4 mm	In barre nudo
Diametro esterno 41,3 mm	Spessore 1,4 mm	In barre nudo

Tutte le tubazioni verranno fornite e poste in opera complete dei sostegni, ottenuti mediante staffe in profilato d'acciaio, e degli opportuni fissaggi. A tale scopo si raccomanda che, per mantenere il

corretto allineamento delle tubazioni, il distanziamento degli staffaggi dovrà essere opportunamente determinato sulla base del diametro delle tubazioni stesse.

Le tubazioni dovranno sopportare le pressioni e temperature che si possono verificare in esercizio. Bisognerà inoltre tenere conto della necessità di evitare la formazione di coppie elettrolitiche all'interconnessione fra le tubazioni ed i componenti principali ed accessori, che possano provocare danni all'impianto. Le saldature dovranno essere effettuate in atmosfera di azoto.

Tutte le tubazioni saranno sottoposte ad una prova di pressione per verificare la buona esecuzione delle saldature secondo le specifiche fornite dalla ditta di fornitura delle apparecchiature per il condizionamento. Inoltre, prima degli allacciamenti agli apparecchi, le tubazioni saranno convenientemente soffiate onde eliminare sporcizia e grasso.

Le tubazioni correnti in copertura saranno posate all'interno di una passerella in lamiera di acciaio zincato di adeguato spessore, chiusa da un apposito coperchio che ne consenta la protezione meccanica e dagli agenti atmosferici.

Preventivamente all'accensione dei sistemi, la ditta esecutrice dei lavori dovrà eseguire:

- “Lavaggio” della rete di distribuzione frigorigena con azoto secco;
- Prove di tenuta della rete di distribuzione frigorigena con azoto secco a pressione pari a quella di progettazione verificando che la pressione di carico non scenda per un periodo di almeno 24 ore;
- Depressurizzazione della rete di distribuzione frigorigena fino alle condizioni di vuoto (almeno -755 mm Hg);
- Rabbocco del gas refrigerante e verifica della corretta quantità di refrigerante come da manuale di installazione della casa di fornitura delle apparecchiature per il condizionamento;

### **Coibentazione Tubazioni**

La coibentazione delle tubazioni dovrà essere realizzata con materiale isolante flessibile estruso a celle chiuse, a base di caucciù vinilico sintetico espanso, avente le seguenti caratteristiche tecniche:

conduttività termica utile a  $T_m = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ :  $\lambda \leq 0,040 \text{ W/mK}$

fattore di resistenza alla diffusione del vapore:  $\mu \geq 5000$

reazione al fuoco in Classe 1 con omologazione del Ministero dell'Interno  
marchio e/o dichiarazione di conformità (DM 26/06/84 art. 2.6-2.7)

Gli spessori della coibentazione dovranno rispettare le prescrizioni del DPR n. 412 del 26/08/1993 e comunque dovranno essere non inferiori a 10 mm. La coibentazione delle tubazioni percorse da fluido a bassa temperatura dovrà prevedere un'adeguata barriera al vapore.

### **Cavo trasmissione dati**

Un cavo di trasmissione segnale, del tipo non schermato da  $0,75 \div 1,25$  mmq collegherà tutte le unità esterne ed interne con i relativi comandi elettronici, così come indicato sullo schema della casa fornitrice delle apparecchiature di condizionamento.

I collegamenti di trasmissione segnale dovranno essere realizzati tenendo presente i seguenti limiti:

- lunghezza massima di un collegamento: 1000 m;
- lunghezza totale dei collegamenti: 2000 m;

La linea di trasmissione dati deve essere mantenuta separata dalla linea di alimentazione e non deve venire a contatto con le linee frigorifere.

### **Tubazione di scarico condensa**

Le tubazioni utilizzate per lo scarico della condensa dovranno essere in PVC rigido. I raccordi delle tubazioni in PVC dovranno essere, con giunzioni a bicchiere.

Le tubazioni, con diametro di 25, 32, 40 e 50 mm, dovranno mantenere una pendenza di almeno 1,5% per consentire il corretto deflusso delle acque di condensa e dovranno prevedere, possibilmente in prossimità dei punti di scarico, un pozzetto sifonato per evitare la possibile presenza di odori sgradevoli.

## **INTELLIGENT TOUCH MANAGER SISTEMA DI TELEGESTIONE E CONTROLLO DEGLI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE**

Sistema di gestione centralizzato, dedicato per il controllo e la gestione di sistemi di climatizzazione VRV e unità per la ventilazione con recupero di calore e trattamento di aria esterna. Il sistema permette il controllo di 512 unità interne; è possibile integrare fino a 5 IT-Manager con 2560 unità interne (anche con sistemi mono e multi-split).

Caratteristiche principali:

### **Utilizzo semplice da parte dell'utente:**

- Installazione a parete.
- Visualizzazione e gestione touch screen tramite finestre.
- Visualizzazione delle unità per lista o per icone; per ciascuna unità è possibile modificare i relativi parametri.
- Riconoscimento automatico dei modelli di unità interne.
- Possibilità di inserimento della pianta dell'edificio.
- Impostazione delle macro-aree del sistema per una gestione a vari livelli.
- Visualizzazione ed invio di messaggi (anche sonori) di errore da parte del sistema. Possibilità di consultare la lista degli errori verificatisi e reperire i dati con estrema facilità.

### **Accesso via WEB:**

- Accesso remoto tramite connessione internet wireless, via cavo, o 3G
- Visualizzazione di tutte le funzioni e del pannello di controllo tramite WEB.
- Compatibilità con personal computer Windows 7, XP, Vista; monitor da 1024x768 min; motore di ricerca Internet Explorer 8,9; Firefox 4.1. Flash player 10.1.
- Sono disponibili tutte le funzioni esistenti su ITM.
- Due differenti accessi: amministratore generale o utente comune con eventuali restrizioni impostabili.
- Ricezione di notifiche tramite e-mail ai diretti interessati (possibilità di registrare fino a dieci

indirizzi e-mail a cui inviare i messaggi).

### **Implementazione e potenziamento di varie funzioni di utilizzo dei dati :**

- Salvataggio dello storico delle impostazioni, come operazioni, cambi di stato operativo, errori e modifiche effettuate (fino ad un milione di dati immagazzinati); possibilità di identificare l'autore delle impostazioni. Esportazione dei dati su file di testo csv.
- Possibilità di redazione delle impostazioni e dei dati su PC, per poi trasferirli nell'ITmanager tramite chiave USB.

### **Implementazione e potenziamento di varie funzioni di controllo e gestione del sistema:**

- **Setback:** il setpoint impostato si riduce (in caldo) o aumenta (in freddo) nei periodi notturni avvicinando la temperatura interna a quella esterna limitando così i consumi. L'impostazione è disponibile anche in funzione di interblocchi e schedule program.
- **Variatione automatica della modalità operativa** impostando i valori di set-point. Il tempo di controllo della temperatura effettiva è di cinque minuti o in caso l'utente cambi il set-point.
- Fino a 500 **interblocchi** impostabili, che prevedono ON/OFF , modalità di funzionamento, attivazione temporizzata, codici di errori
- **Schedule program:** programmi differenti realizzabili a zone, fino a 100 programmi; differenziazione per le quattro stagioni con fino a venti eventi giornalieri; registrazione fino a cinque giorni speciali, dove per eventi si intendono ON/OFF, impostazione setpoint, modalità operativa, setback, restrizioni sul set-point, velocità del ventilatore ecc.
- **Timer extension:** Le unità interne possono essere arrestate trascorso un certo tempo predefinito (da min 30 a max 180 min).
- **Sliding temperature:** evita lo shock termico tra interno ed esterno dell'edificio adeguando il setpoint in raffreddamento alla temperatura esterna.
- **Temperature limit:** mantenimento della temperatura (sia in caldo che in freddo) per locali non sempre occupati.

### **Semplificazione delle operazioni di commissioning**

## **Supporto tecnico anche via internet**

### **Altre caratteristiche:**

- Ingressi segnali di allarme
- Ingressi per collegamento con wattmetri per il calcolo dei consumi

- Contatti in uscita tramite interfacce WAGO (Alimentazione: DC24V)
- Otto linee DIIIInet per collegamento del sistema di climatizzazione
- Ingresso USB (fino a 32 GB)
- Possibilità di scelta tra tre differenti salvaschermi.

### **Opzioni:**

#### DCM601A52 DIII Net Expander:

Adattatore iTM Plus per l'espansione della linea DIIIInet (fino a 64 u.i. ciascuno) collegamento fino ad un massimo di 7 adattatori per ciascun iTM

Morsetto per collegamento di altri adattatori DIIIInet

Numero quattro contatti di emergenza in ingresso.

#### DCM601A53: iTM Integrator

Pannello di interfaccia per l'integrazione tra due o più unità Itmanager (fino a cinque).

#### DCM002A51:

Software per la ripartizione proporzionale dei consumi su ciascuna UI, zone o gruppi

#### DCM008A51:

##### **Energy navigator:**

Visualizzazione grafica dei consumi in cui viene mostrato l'andamento del consuntivo rispetto a quello pianificato in base ai dati immagazzinati.

Confronto dei consumi con il pregresso, annuale, mensile, o giornaliero.

##### **Energy saving:**

Possibilità, da parte dell'amministratore, di inserire delle regole di buona gestione dell'impianto. Individuazione dei segmenti di maggior consumo/spreco di energia, come ad esempio operazioni non necessarie effettuate o cattiva gestione dei set-point, comparando i dati con tali regole prefissate dall'amministratore.

Alimentazione 220V, 50Hz; potenza massima assorbita 20W.

## UNITA' INTERNE PER SISTEMA VRV AD R410A INSTALLAZIONE A PAVIMENTO IN VISTA

Unità interne per installazione a pavimento a vista modello tipo FXLQ25P della DAIKIN o similari per sistema VRV a R410A con le seguenti caratteristiche tecniche:

- **Potenzialità nominale** in regime di raffreddamento pari a 2,8 kW e 3,2 kW in riscaldamento, alle seguenti condizioni: in raffreddamento temperatura interna 27°CBS/19°CBU, temperatura esterna 35°CBS, in riscaldamento temperatura interna 20°CBS, temperatura esterna 7°CBS/6°CBU, lunghezza equivalente del circuito 7,5 m, dislivello 0 m.
- **Struttura** in metallo di colore bianco avorio, lavabile e antiurto, dotata di isolamento termoacustico in fibra di vetro/ schiuma uretanica; aspirazione dell'aria sul lato inferiore, dotata di filtro a rete in resina sintetica a lunga durata con trattamento antimuffa, lavabile; mandata dell'aria, tramite deflettori che dirigono il flusso verso l'alto, situata sul lato superiore. Attacchi per il fluido refrigerante sul lato destro (del tipo a cartella) e quadro elettrico sulla sinistra, in posizione per accesso facilitato per le operazioni d'installazione e manutenzione. Dimensioni (AxLxP) dell'unità pari a 600 x 1000 x 232 mm, peso non superiore a 27 Kg.
- **Valvola** di laminazione e regolazione dell'afflusso di refrigerante con motore passo-passo, 2000 passi, pilotata da un sistema di controllo a microprocessore con caratteristica PID (proporzionale-integrale-derivativa) che consente il controllo della temperatura ambiente con la massima precisione (scostamento di +/- 0,5° C dal valore di set point), raccogliendo i dati provenienti dai termistori sulla temperatura dell'aria di ripresa, sulla temperatura della linea del liquido e sulla temperatura della linea del gas.
- **Sonda di temperatura ambiente** posta sulla ripresa dell'unità. In funzione delle effettive necessità deve essere possibile scegliere se utilizzare la sonda a bordo macchina o a bordo comando remoto a filo, ad essa connessa.
- **Termistori** temperatura dell'aria di ripresa, temperatura linea del liquido, temperatura linea del gas
- **Ventilatore** tangenziale tipo Sirocco con funzionamento silenzioso e assenza di vibrazioni, a due velocità, mosso da un motore elettrico monofase ad induzione direttamente accoppiato, dotato di protezione termica; portata d'aria (A/B) di 420/360 m<sup>3</sup>/h , potenza erogata dal motore di 15 W , livello di pressione sonora (A/B) dell'unità non superiore a 35/32 Db(A).
- **Scambiatore di calore** in controcorrente costituito da tubi di rame internamente rigati HI-X Cu ed alette in alluminio ad alta efficienza.

- **Sistema di controllo a microprocessore** con funzioni di diagnostica, acquisizione e analisi dei messaggi di errore, segnalazione della necessità di manutenzione; storico dei messaggi di errore per l'identificazione dei guasti; possibilità di interrogare i termistori tramite il regolatore PID. Fusibile di protezione della scheda elettronica.
- **Alimentazione:** 220~ 240 V monofase a 50 Hz.
- **Collegamento** al sistema di controllo tramite bus di comunicazione di tipo non polarizzato.
- **Possibilità di controllo dei consumi** tramite collegamento a comando centralizzato.
- **Gestione del funzionamento via web** tramite collegamento a comando centralizzato.
- **Possibilità di interfacciamento** con bus di comunicazione per sistemi BMS (Building Management Systems) a protocollo LONworks® e BACnet.
- **Contatti puliti** per arresto di emergenza.
- **Attacchi** della linea del gas 12,7 mm e della linea del liquido 6,4 mm. Drenaggio (Est) 21 mm.
- **Dichiarazione di conformità** alle direttive europee 89/336/EEC (compatibilità elettromagnetica), 73/23/EEC (bassa tensione) e 98/37/EC (direttiva macchine) fornita con l'unità.

## **UNITA' INTERNE PER SISTEMA VRV AD R410A INSTALLAZIONE A PAVIMENTO IN VISTA**

Unità interne per installazione a pavimento a vista modello tipo FXLQ32P della DAIKIN o similari per sistema VRV a R410A con le seguenti caratteristiche tecniche:

- **Potenzialità nominale** in regime di raffreddamento pari a 3,6 kW e 4,0 kW in riscaldamento, alle seguenti condizioni: in raffreddamento temperatura interna 27°CBS/19°CBU, temperatura esterna 35°CBS, in riscaldamento temperatura interna 20°CBS, temperatura esterna 7°CBS/6°CBU, lunghezza equivalente del circuito 7,5 m, dislivello 0 m.
- **Struttura** in metallo di colore bianco avorio, lavabile e antiurto, dotata di isolamento termoacustico in fibra di vetro/ schiuma uretanica; aspirazione dell'aria sul lato inferiore, dotata di filtro a rete in resina sintetica a lunga durata con trattamento antimuffa, lavabile; mandata dell'aria, tramite deflettori che dirigono il flusso verso l'alto, situata sul lato superiore. Attacchi per il fluido refrigerante sul lato destro (del tipo a cartella) e quadro elettrico sulla sinistra, in

posizione per accesso facilitato per le operazioni d'installazione e manutenzione. Dimensioni (AxLxP) dell'unità pari a 600 x 1140 x 232 mm, peso non superiore a 32 Kg.

- **Valvola** di laminazione e regolazione dell'afflusso di refrigerante con motore passo-passo, 2000 passi, pilotata da un sistema di controllo a microprocessore con caratteristica PID (proporzionale-integrale-derivativa) che consente il controllo della temperatura ambiente con la massima precisione (scostamento di +/- 0,5° C dal valore di set point), raccogliendo i dati provenienti dai termistori sulla temperatura dell'aria di ripresa, sulla temperatura della linea del liquido e sulla temperatura della linea del gas.
- **Sonda di temperatura ambiente** posta sulla ripresa dell'unità. In funzione delle effettive necessità deve essere possibile scegliere se utilizzare la sonda a bordo macchina o a bordo comando remoto a filo, ad essa connessa.
- **Termistori** temperatura dell'aria di ripresa, temperatura linea del liquido, temperatura linea del gas
- **Ventilatore** tangenziale tipo Sirocco con funzionamento silenzioso e assenza di vibrazioni, a due velocità, mosso da un motore elettrico monofase ad induzione direttamente accoppiato, dotato di protezione termica; portata d'aria (A/B) di 480/360 m<sup>3</sup>/h , potenza erogata dal motore di 25 W , livello di pressione sonora (A/B) dell'unità non superiore a 35/32 Db(A).
- **Scambiatore di calore** in controcorrente costituito da tubi di rame internamente rigati HI-X Cu ed alette in alluminio ad alta efficienza.
- **Sistema di controllo a microprocessore** con funzioni di diagnostica, acquisizione e analisi dei messaggi di errore, segnalazione della necessità di manutenzione; storico dei messaggi di errore per l'identificazione dei guasti; possibilità di interrogare i termistori tramite il regolatore PID. Fusibile di protezione della scheda elettronica.
- **Alimentazione:** 220~240 V monofase a 50 Hz.
- **Collegamento** al sistema di controllo tramite bus di comunicazione di tipo non polarizzato.
- **Possibilità di controllo dei consumi** tramite collegamento a comando centralizzato.
- **Gestione del funzionamento via web** tramite collegamento a comando centralizzato.
- **Possibilità di interfacciamento** con bus di comunicazione per sistemi BMS (Building Management Systems) a protocollo LONworks® e BACnet.
- **Contatti puliti** per arresto di emergenza.
- **Attacchi** della linea del gas 12,7 mm e della linea del liquido 6,4 mm. Drenaggio (Est) 21 mm.
- **Dichiarazione di conformità** alle direttive europee 89/336/EEC (compatibilità elettromagnetica), 73/23/EEC (bassa tensione) e 98/37/EC (direttiva macchine) fornita con l'unità.

## UNITA' INTERNE PER SISTEMA VRV AD R410A INSTALLAZIONE A PAVIMENTO IN VISTA

Unità interne per installazione a pavimento a vista modello tipo FXLQ40P della DAIKIN o similari per sistema VRV a R410A con le seguenti caratteristiche tecniche:

- **Potenzialità nominale** in regime di raffreddamento pari a 4,5 kW e 5,0 kW in riscaldamento, alle seguenti condizioni: in raffreddamento temperatura interna 27°CBS/19°CBU, temperatura esterna 35°CBS, in riscaldamento temperatura interna 20°CBS, temperatura esterna 7°CBS/6°CBU, lunghezza equivalente del circuito 7,5 m, dislivello 0 m.
- **Struttura** in metallo di colore bianco avorio, lavabile e antiurto, dotata di isolamento termoacustico in fibra di vetro/ schiuma uretanica; aspirazione dell'aria sul lato inferiore, dotata di filtro a rete in resina sintetica a lunga durata con trattamento antimuffa, lavabile; mandata dell'aria, tramite deflettori che dirigono il flusso verso l'alto, situata sul lato superiore. Attacchi per il fluido refrigerante sul lato destro (del tipo a cartella) e quadro elettrico sulla sinistra, in posizione per accesso facilitato per le operazioni d'installazione e manutenzione. Dimensioni (AxLxP) dell'unità pari a 600 x 1140 x 232 mm, peso non superiore a 32 Kg.
- **Valvola** di laminazione e regolazione dell'afflusso di refrigerante con motore passo-passo, 2000 passi, pilotata da un sistema di controllo a microprocessore con caratteristica PID (proporzionale-integrale-derivativa) che consente il controllo della temperatura ambiente con la massima precisione (scostamento di +/- 0,5° C dal valore di set point), raccogliendo i dati provenienti dai termistori sulla temperatura dell'aria di ripresa, sulla temperatura della linea del liquido e sulla temperatura della linea del gas.
- **Sonda di temperatura ambiente** posta sulla ripresa dell'unità. In funzione delle effettive necessità deve essere possibile scegliere se utilizzare la sonda a bordo macchina o a bordo comando remoto a filo, ad essa connessa.
- **Termistori** temperatura dell'aria di ripresa, temperatura linea del liquido, temperatura linea del gas.
- **Ventilatore** tangenziale tipo Sirocco con funzionamento silenzioso e assenza di vibrazioni, a due velocità, mosso da un motore elettrico monofase ad induzione direttamente accoppiato, dotato di protezione termica; portata d'aria (A/B) di 660/510 m<sup>3</sup>/h , potenza erogata dal motore di 25 W ,

livello di pressione sonora (A/B) dell'unità non superiore a 38/33 Db(A).

- **Scambiatore di calore** in controcorrente costituito da tubi di rame internamente rigati HI-X Cu ed alette in alluminio ad alta efficienza.
- **Sistema di controllo a microprocessore** con funzioni di diagnostica, acquisizione e analisi dei messaggi di errore, segnalazione della necessità di manutenzione; storico dei messaggi di errore per l'identificazione dei guasti; possibilità di interrogare i termistori tramite il regolatore PID. Fusibile di protezione della scheda elettronica.
- **Alimentazione:** 220~240 V monofase a 50 Hz.
- **Collegamento** al sistema di controllo tramite bus di comunicazione di tipo non polarizzato.
- **Possibilità di controllo dei consumi** tramite collegamento a comando centralizzato.
- **Gestione del funzionamento via web** tramite collegamento a comando centralizzato.
- **Possibilità di interfacciamento** con bus di comunicazione per sistemi BMS (Building Management Systems) a protocollo LONworks® e BACnet.
- **Contatti puliti** per arresto di emergenza.
- **Attacchi** della linea del gas 12,7 mm e della linea del liquido 6,4 mm. Drenaggio (Est) 21 mm.
- **Dichiarazione di conformità** alle direttive europee 89/336/EEC (compatibilità elettromagnetica), 73/23/EEC (bassa tensione) e 98/37/EC (direttiva macchine) fornita con l'unità.

## **UNITA' INTERNE PER SISTEMA VRV AD R410A INSTALLAZIONE A PAVIMENTO IN VISTA**

Unità interne per installazione a pavimento a vista modello tipo FXLQ50P della DAIKIN o similari per sistema VRV a R410A con le seguenti caratteristiche tecniche:

- **Potenzialità nominale** in regime di raffreddamento pari a 5,6 kW e 6,3 kW in riscaldamento, alle seguenti condizioni: in raffreddamento temperatura interna 27°CBS/19°CBU, temperatura esterna 35°CBS, in riscaldamento temperatura interna 20°CBS, temperatura esterna 7°CBS/6°CBU, lunghezza equivalente del circuito 7,5 m, dislivello 0 m.
- **Struttura** in metallo di colore bianco avorio, lavabile e antiurto, dotata di isolamento termoacustico in fibra di vetro/ schiuma uretanica; aspirazione dell'aria sul lato inferiore, dotata di filtro a rete in resina sintetica a lunga durata con trattamento antimuffa, lavabile; mandata dell'aria, tramite deflettori che dirigono il flusso verso l'alto, situata sul lato superiore. Attacchi per il fluido refrigerante sul lato destro (del tipo a cartella) e quadro elettrico sulla sinistra, in posizione per accesso facilitato per le operazioni d'installazione e manutenzione. Dimensioni (AxLxP) dell'unità pari a 600 x 1420 x 232 mm, peso non superiore a 38 Kg.

- **Valvola** di laminazione e regolazione dell'afflusso di refrigerante con motore passo-passo, 2000 passi, pilotata da un sistema di controllo a microprocessore con caratteristica PID (proporzionale-integrale-derivativa) che consente il controllo della temperatura ambiente con la massima precisione (scostamento di +/- 0,5° C dal valore di set point), raccogliendo i dati provenienti dai termistori sulla temperatura dell'aria di ripresa, sulla temperatura della linea del liquido e sulla temperatura della linea del gas.
- **Sonda di temperatura ambiente** posta sulla ripresa dell'unità. In funzione delle effettive necessità deve essere possibile scegliere se utilizzare la sonda a bordo macchina o a bordo comando remoto a filo, ad essa connessa.
- **Termistori** temperatura dell'aria di ripresa, temperatura linea del liquido, temperatura linea del gas
- **Ventilatore** tangenziale tipo Sirocco con funzionamento silenzioso e assenza di vibrazioni, a due velocità, mosso da un motore elettrico monofase ad induzione direttamente accoppiato, dotato di protezione termica; portata d'aria (A/B) di 840/660 m<sup>3</sup>/h , potenza erogata dal motore di 35 W, livello di pressione sonora (A/B) dell'unità non superiore a 39/34 Db(A).
- **Scambiatore di calore** in controcorrente costituito da tubi di rame internamente rigati HI-X Cu ed alette in alluminio ad alta efficienza.
- **Sistema di controllo a microprocessore** con funzioni di diagnostica, acquisizione e analisi dei messaggi di errore, segnalazione della necessità di manutenzione; storico dei messaggi di errore per l'identificazione dei guasti; possibilità di interrogare i termistori tramite il regolatore PID. Fusibile di protezione della scheda elettronica.
- **Alimentazione:** 220~240 V monofase a 50 Hz.
- **Collegamento** al sistema di controllo tramite bus di comunicazione di tipo non polarizzato.
- **Possibilità di controllo dei consumi** tramite collegamento a comando centralizzato.
- **Gestione del funzionamento via web** tramite collegamento a comando centralizzato.
- **Possibilità di interfacciamento** con bus di comunicazione per sistemi BMS (Building Management Systems) a protocollo LONworks® e BACnet.
- **Contatti puliti** per arresto di emergenza.
- **Attacchi** della linea del gas 12,7 mm e della linea del liquido 6,4 mm. Drenaggio (Est) 21 mm.
- **Dichiarazione di conformità** alle direttive europee 89/336/EEC (compatibilità elettromagnetica), 73/23/EEC (bassa tensione) e 98/37/EC (direttiva macchine) fornita con l'unità.

## **5. CALCOLO DEL CAMPO GEOTERMICO**

Alla base dei calcoli è stata assunta la Relazione Geologica redatta a cura della Dott.ssa Geol. Ilaria Maggiulli nell'ottobre 2014 cui si rimanda. Il dimensionamento delle sonde geotermiche è conseguenziale alla conoscenza stratigrafica del sottosuolo, infatti, i vari litotipi presenti hanno caratteristiche termiche differenti. Per conoscere la risposta termica del terreno si possono seguire due strade, la prima è quella di basare il calcolo su dati bibliografici di riferimento, mentre la seconda, utilizzata per potenze maggiori di 30 kW, è quella di utilizzare una sonda pilota su cui eseguire una prova GRT che fornisca la resa termica esatta del terreno. Nel caso in esame la potenza termica necessaria al fabbisogno del fabbricato è superiore ai 30 kW, per cui, è necessario eseguire una prova GRT, per dimensionare le sonde geotermiche in termini di numero e di lunghezza.

Anche se la potenza in gioco è superiore ai 30 kW, si può eseguire un dimensionamento sommario per computare in linea di massima le dimensioni dell'impianto. Ciò è possibile utilizzando valori di letteratura tabellati, che in funzione della natura geologica del terreno forniscono dei valori medi sia della conducibilità termica che di resa termica.

Roccia	Conducibilità termica media $\lambda$ [W/Km]	Resa [W/m]
<b>Linee guida generali</b>		
Sottosuoli sterili, sedimenti secchi ( $\lambda < 1,5 \text{ WK}^{-1}\text{m}^{-1}$ )		20
<b>Normali sottosuoli rocciosi</b> ( $\lambda = 1,5 + 3,0 \text{ WK}^{-1}\text{m}^{-1}$ )		<b>50</b>
Rocce consolidate altamente conduttive ( $\lambda > 3,0 \text{ WK}^{-1}\text{m}^{-1}$ )		70
<b>Rocce eruttive</b>		
Graniti	3,5	80 – 90
Granodioriti	2,5	60 – 70
Gabbri	1,8	40 – 50
Basalti	1,7	40 – 50
Porfidi	1,9	40 – 50
Ossidiane	1,3	30 – 40
Pomici	0,4	20 – 30
<b>Rocce sedimentarie</b>		
Calcari	2,8	60 – 70
Arenarie	2,2	50 – 60
Travertini	2,4	50 – 60
Gesso	2,5	50 – 60
Ghiaia asciutta	0,4	20 – 40
Ghiaia bagnata	1,6 <sup>(1)</sup>	40 – 50
Sabbia asciutta	0,5	30 – 50
Sabbia bagnata	2,3	50 – 60
Limi e argille asciutti	0,6	30 – 50
Limi e argille bagnate	1,8	40 – 50
<b>Rocce metamorfiche</b>		
Gneiss	2,9	60 – 70
Marmo	2,2	50 – 60
Ardesia	2,4	50 – 60
<b>Altri materiali</b>		
Bentonite	0,7	
Cemento	1,6	
Aria secca	0,026	
Polistirolo espanso	0,03	
Quarzo	8	
Ferro	60	
Rame	400	
Diamante	2.500	

Dal quadro geologico e idrogeologico emerso dallo studio geologico condotto dalla dott.ssa Ilaria Maggiulli, e da i valori bibliografici riportati nella tabella precedente, si ritiene di utilizzare i seguenti parametri di resa geotermica:

- da quota 0 a quota - 50 m sabbie e calcareniti con resa termica media di **35 W/m**;
- da quota - 50 m a quota fondo foro calcareniti con resa termica media di **45 W/m**.

Il dimensionamento delle sonde geotermiche si basa sulla seguente relazione di scambio termica in regime idrogeologico stazionario, dove nella resistenza R, opportunamente calcolata:

$$q[w] = L \cdot (T_g - T_w)/R$$

dove:

- q è il flusso termico tra fluido termovettore della singola sonda e terreno [W];
- L è la lunghezza totale della sonda [m];
- T<sub>g</sub> è la temperatura media del terreno prima di installare la sonda [K];
- T<sub>w</sub> è la temperatura media del fluido in sonda [K];
- R è la resistenza del terreno per unità di lunghezza della sonda [(m·K)/W].

Dalla precedente relazione come modificata da Ingersoll, Kavanaugh e Rafferty si ottengono le seguenti relazioni adottate dall' ASHRAE per il calcolo della lunghezza della sonda in regime estivo

(raffrescamento) o invernale (riscaldamento) con ovvio significato dei simboli.

Condizione invernale:

$$L_h = \frac{q_a \cdot R_{ga} + (q_{lh} - \bar{W}_c) \cdot (R_b + PLF_m \cdot R_{gm} + R_{gd} \cdot F_{sc})}{T_g - (t_{wi} + t_{wo})_c / 2 - t_p}$$

Condizione estiva:

$$L_c = \frac{q_a \cdot R_{ga} + (q_{lc} - \bar{W}_c) \cdot (R_b + PLF_m \cdot R_{gm} + R_{gd} \cdot F_{sc})}{T_g - (t_{wi} + t_{wo})_c / 2 - t_p}$$

Dove:

- c, h : pedici che indicano rispettivamente, la condizione di raffrescamento (cooling) e quella di riscaldamento (heating);
- $L_c$ ,  $L_h$  : lunghezze totali di perforazione necessarie per raffrescare e riscaldare l'edificio [m]
- $q_a$  : flusso termico netto scambiato mediamente con il sottosuolo durante l'intero anno [W]
- $q_{lc}$ ,  $q_{lh}$  : carichi di progetto (di picco) necessari per raffrescare e riscaldare l'edificio [W]
- $W_c, W_h$  : potenze elettriche assorbite dalla pompa di calore in corrispondenza del carico di progetto [W]
- $PLF_m$  : fattore di carico/parzializzazione mensile
- $F_{sc}$  : fattore di perdita legato al cortocircuito termico in sonda tra tubo di mandata e di ritorno
- $t_g$  : temperatura del sottosuolo non influenzato dalla presenza della sonda [°C]
- $t_p$  : temperatura di penalizzazione che indica la reciproca influenza termica tra le sonde attraverso il terreno [°C]
- $T_{wi}$ ,  $T_{wo}$  : temperatura del fluido in ingresso e in uscita della pompa di calore [°C]
- $R_b$  : resistenza equivalente tra fluido e bordo sonda per unità di lunghezza della sonda stessa [mK/W]
- $R_{ga}$  : resistenza termica efficace del terreno per unità di lunghezza di sonda riferita all'impulso annuale [mK/W]
- $R_{gm}$  : resistenza termica efficace del terreno per unità di lunghezza di sonda riferita all'impulso mensile [mK/W]
- $R_{gd}$  : resistenza termica efficace del terreno per unità di lunghezza di sonda riferita all'impulso mensile [mK/W]

La lunghezza totale di sonda richiesta è il valore maggiore tra  $L_c$  e  $L_h$ . Qualora la scelta ricada su  $L_c$  la pompa di calore lavorerà con un campo sonde sovradimensionato e quindi l'efficienza del sistema aumenterà nel funzionamento in riscaldamento. Solitamente quando le due lunghezze sono molto diverse tra loro, il progetto prevederà un campo sonde con la lunghezza minore.  $R_b$ , può essere considerata costante rispetto alla resistenza termica del terreno, poiché il fluido termovettore, il tubo e la malta cementizia hanno un'inerzia termica trascurabile rispetto al terreno circostante.

In relazione alla potenza termica da smaltire (estate) o assorbire (inverno), e dalla resa termica emersa dallo studio geologico, risulta necessario il seguente numero di perforazioni geotermiche ipotizzate servite da sonde a doppia U della lunghezza di 80 m

$$N_{\text{sonde}} = Q_{\text{terreno}} / (Lh W_s) = 35000 / (80 \cdot 45) = 9.72 = \mathbf{10}$$

Il previsto impianto a sonde geotermiche richiederà la realizzazione di circa 10 sonde geotermiche a 4 tubi (doppia U) lunghe 80 m.

Successivamente in sede di realizzazione del campo geotermico sarà cura della ditta realizzare una campagna di prova di Ground Response Test (GRT) in corrispondenza della prima perforazione geotermica. I risultati del GRT potranno permettere una eventuale correzione dei dati relativi al numero delle geosonde installate. Il valore comunque previsto a progetto, è sufficientemente garantista dell'efficienza del sistema energetico proposto.

Ogni sonda geotermica richiede la trivellazione di un foro del diametro di circa 160 mm in cui inserire n. 2 sonde in polietilene del diametro DN32 (proprie del sistema a 4 tubi). L'intera perforazione dovrà essere cementata con una miscela di cemento/acqua/bentonite o con malte geotermiche con una conducibilità termica superiore a 1,6 W/mK.

Le circa 10 sonde geotermiche dovranno distare tra di loro circa 8 m e saranno tutte posizionate nell'area a verde di pertinenza della Scuola dell'Infanzia.