

Provincia di Siracusa
COMUNE DI SIRACUSA

MARINA DI SIRACUSA

**RIELABORAZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO DELL'APPRODO TURISTICO
"MARINA DI SIRACUSA" SVILUPPATO SULLA BASE DEI CONTENUTI DEL
PROGETTO PRESENTATO E DISCUSO IN CONFERENZA DEI SERVIZI IN DATA
15.02.2021**

RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLOIMPIANTI TERMICI

GIUGNO 2023

VERSIONE:	DESCRIZIONE:	PREPARATO:	APPROVATO:	DATA:
01	EMISSIONE			20/06/2023
NOME FILE:			DISTRIBUZIONE: RISERVATA	

INDICE

1. GENERALITÀ	3
2. PREMESSA	3
3. RIFERIMENTI NORMATIVI:	4
4. CRITERI PROGETTUALI.....	5
5. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI.....	7
6. IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE AD ESPANSIONE VRF ESTIVO/INVERNALE SIMULTANEO CON CONDENSAZIONE AD ACQUA DI MARE.....	8
7. VALUTAZIONI ENERGETICHE ED IMPATTO AMBIENTALE	12
ENERGIA RECUPERATA CON FONTE RINNOVABILE MARE	14
8. DATI DI PROGETTO.....	14
9. CONFRONTO ENERGETICO TRA DUE SISTEMI VRF.....	17
10. CONFRONTO ENERGETICO TRA SISTEMI VRF ED PDC ARIA-ACQUA.....	17
11. PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA DAL RECUPERO CALORE	18
12. CONCLUSIONI	21
13. IMPIANTO DI VENTILAZIONE PER RICAMBI ARIA E CLIMATIZZAZIONE AD ESPANSIONE VRF ESTIVO/INVERNALE SIMULTANEO.....	22
14. ESTRAZIONE ARIA VIZIATA WC	24
15. SUPERVISIONE TECNOLOGICA E TELEGESTIONE	24
16. COLLEGAMENTO AD IMPIANTI PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA RINNOVABILE ED EFFICIENZA ENERGETICA.....	28

1. GENERALITÀ

La presente relazione tecnica viene redatta in merito alla RIELABORAZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO DELL'APPRODO TURISTICO "MARINA DI SIRACUSA" SVILUPPATO SULLA BASE DEI CONTENUTI DEL PROGETTO PRESENTATO E DISCUSSO IN CONFERENZA DEI SERVIZI IN DATA 15.02.2021.

2. PREMESSA

In seguito alla redazione delle planimetrie architettoniche, si è proceduto a dotare tutti gli edifici del nuovo insediamento di progetto dei relativi impianti e servizi.

All'interno del progetto del Marina di Siracusa, s'intende dotare tutti gli edifici dei requisiti impiantistici necessari.

L'obbligo legislativo e la sensibilizzazione a realizzare edifici con elevate prestazioni energetiche impongono sempre più una diligente valutazione delle misure da adottare al fine di raggiungere livelli ottimali di contenimento dei consumi di energia in funzione dei costi e delle condizioni al contorno.

La scelta dell'utilizzo di materiali da costruzione con elevata prestazione energetica, l'innovazione tecnologica e la diffusione di sistemi a risparmio energetico si pongono come obiettivo principale la riduzione delle emissioni di gas serra (CO₂) provenienti dall'utilizzo di sistemi per la climatizzazione ambientale.

Ipotizzando una crescita sostenibile, è necessario mirare a ridurre le emissioni di CO₂ provenienti dai nuovi insediamenti tendendo ad ottenere edifici ad "energia quasi zero" così come dettato dalla recente Direttiva Europea 2010/31/UE (art.9,c.a) per gli stati membri a partire dal 31/12/2010. Intendendo per edifici ad "energia quasi zero" un edificio ad altissima prestazione energetica, con fabbisogno energetico molto basso coperto in misura significativa da fonti rinnovabili, compresa l'energia da fonti rinnovabili reperibile in loco o nelle vicinanze.

La prestazione energetica di un edificio è determinata sulla base della quantità di energia, reale o calcolata, consumata annualmente per soddisfare le varie esigenze legate ad un uso normale dell'edificio e corrisponde al fabbisogno energetico per il riscaldamento e il rinfrescamento (energia necessaria per evitare un surriscaldamento) che consente di mantenere la temperatura desiderata dell'edificio e coprire il fabbisogno di acqua calda.

Per quanto esposto in premessa, la presente relazione ha come scopo la progettazione definitiva degli impianti di climatizzazione estiva ed invernale del tipo VRF ad espansione diretta e recupero di calore con produzione di acqua sanitaria utilizzando come fonte di energia alternativa l'acqua di mare.

3. RIFERIMENTI NORMATIVI:

- UNI 10339 - Impianti aeraulici ai fini del benessere;
- UNI EN ISO 17390- Calcolo dell'energia primaria;
- UNI TS 11300 -2 -2008 Calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici;
- D.M. 07.10.1991 - Norme transitorie per il contenimento dei consumi energetici;
- LEGGE 09.01.1991 N. 10 - Norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia;
- D.P.C.M. 05.12.1997- Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore;
- D.M.16.3.1998 Tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico;
- REGOLAMENTI DI IGIENE - In vigore nel comune nel quale si eseguono gli impianti;
- LEGGE n°. 37 del 22.1.2008 - Norme per la sicurezza degli impianti;
- D.L.G.S. n°. 81/2008 Testo Unico - Attuazione delle direttive CEE in materia di sicurezza negli ambienti di lavoro;
- Decreto 31-3-2003 reazione al fuoco condotte;
- DLgs n°152/2006 in materia d'inquinamento ambientale
- DLgs n°192-2005 integrato con D.Lgs311_2006 – Risparmio energetico degli edifici;
- D.P.R. n°59 del 2.4.2009 – Attuazione dell'art.4 DLgs 192/05 – Dir2002/91/CE sul rendimento energetico degli edifici;
- D.M. 26.06.2009 - Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici;
- D.L. n°115 del 30.05.2008 – Attuazione della Dir 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della Dir 93/76/CE;
- Direttiva Europea 2010/31/UE 2010/31/UE – Prestazione energetica degli edifici;

4. CRITERI PROGETTUALI

La realizzazione degli impianti, a servizio della struttura turistica, é stata studiata e formulata sulla base della suddivisione in edifici ed in zone (piani). Definendo in seguito con particolare cura e destinazione dell'opera, ed alle esigenze dettate dai singoli ambienti, la distribuzione esecutiva delle reti.

Condizioni termoigrometriche di progetto:

PARAMETRI	ESTATE		INVERNO	
	INTERNO	ESTERNO	INTERNO	ESTERNO
TEMPERATURA °C	25÷27	34	18÷20	5
UMIDITA' RELATIVA %	50÷55	60	50÷60	86

Gli impianti sono stati progettati in modo da garantire alcune condizioni fondamentali:

- sicurezza e rispetto delle normative specifiche;
- affidabilità e mantenimento nel tempo del valore dell'investimento;
- flessibilità di gestione;
- benessere ambientale;
- contenimento dei costi di gestione e dei consumi energetici.

Nel seguito sono delineate le scelte principali applicate per rispondere a tali obiettivi, anche sotto gli aspetti della sicurezza. Le scelte progettuali sono state improntate ad un rispetto rigoroso della lettera e dello spirito delle vigenti normative nazionali ed europee.

Le misure nei confronti del rischio di incendio sono state essenzialmente:

a) SICUREZZA

- scelta di materiali autoestinguenti e non propaganti l'incendio e a bassa emissione di gas tossici per la realizzazione delle reti di distribuzione e di coibentazioni e rivestimenti;
- scelta di apparecchiature intrinsecamente sicure, tali da non essere causa prima o alimento di incendi;
- disposizione di tutte le apparecchiature in aree tecniche esterne o in locali tecnici dedicati, segregati da compartimentazioni REI 120 dalle altre zone degli edifici;
- installazione di serrande tagliafuoco all'attraversamento delle canalizzazioni delle compartimentazioni REI.

b) AFFIDABILITÀ E MANTENIMENTO NEL TEMPO DEL VALORE DELL'INVESTIMENTO

Gli obiettivi di elevata affidabilità e durata degli impianti sono stati perseguiti attraverso gli interventi seguenti:

- centro di supervisione impianti con programma di manutenzione preventiva;
- scelta di apparecchiature normalizzate e prodotte da case con consolidata presenza sul mercato internazionale, provviste di efficienti servizi di assistenza;
- soluzioni impiantistiche e apparecchiature di elevato standard qualitativo e contenuto tecnico innovativo;
- previsione di spazi di rispetto nelle centrali tecniche tali da garantire il completo accesso alle apparecchiature per una facile manutenzione e rispettando le indicazioni delle case costruttrici dei componenti;
- dotazione strumentale completa, atta a garantire il controllo del funzionamento degli impianti e delle singole apparecchiature, con gli opportuni collegamenti al controllo centralizzato;
- definizione precisa, tramite specifiche tecniche, della qualità dei materiali e delle modalità di installazione.

5. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

Gli impianti oggetto degli interventi sono stati principalmente:

- a) Impianti di climatizzazione estiva ed invernale;
- b) Impianti di ventilazione e/o estrazione dell'aria viziata;
- c) Impianti di produzione acqua calda sanitaria;
- d) Impianto di riscaldamento acqua piscina;
- e) Impianti di termoregolazione e supervisione con strumenti in campo e sistema di regolazione a controllo digitale diretto predisposto per il collegamento a un sistema di supervisione;
- f) Impianto di climatizzazione split-system per blocchi servizi pontili.

Il Sistema di climatizzazione scelto è del tipo VRF (Variable Refrigerant Flow - Flusso Variabile del Refrigerante), esso è un sistema di climatizzazione che modula il flusso del refrigerante in base ai requisiti di resa dell'edificio.

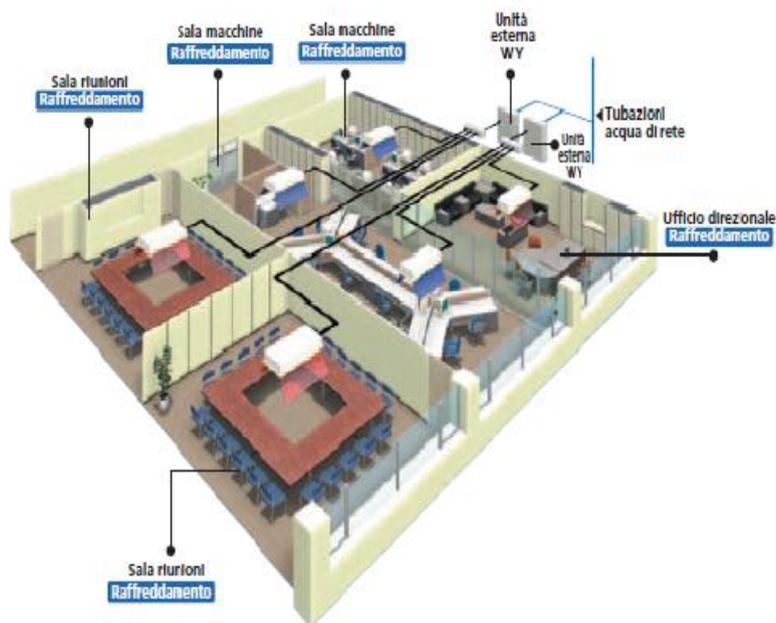
Nella sua forma base è costituito da una o più unità esterne raffreddate ad aria o acqua e da una serie di unità interne che regolano la temperatura dell'aria all'interno di un ambiente chiuso.

Si tratta di un sistema di climatizzazione ad espansione multipla e diretta nel quale a un'unica unità esterna possono essere collegate più unità interne.

Il refrigerante utilizzato come fluido vettore per i terminali è l'R410A, refrigerante senza cloro, sicuro in quanto il suo ODP (Ozone Depletion Potential - potenziale di impoverimento dell'ozono) è pari a zero.

6. IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE AD ESPANSIONE VRF ESTIVO/INVERNALE SIMULTANEO CON CONDENSAZIONE AD ACQUA DI MARE

COMPO MULTI SERIE WR2 "PQRY " MITSUBISHI



L'impianto di climatizzazione è costituito da più unità componibili e modulari a pompa di calore, ad espansione diretta a flusso di refrigerante variabile, R410a, realizzato mediante un circuito frigorifero a due tubi di rame di minima sezione secondo lo schema di progetto. Ad ogni unità motocondensante raffreddata con acqua di mare è possibile

collegare sino ad un massimo di 16 unità interne aventi una potenza termica totale compresa tra il 50% ed il 130% dell'unità esterna a loro collegata. Le unità interne disponibili in varie grandezze e modelli collegate ad una stessa motocondensante lavorano tutte con modalità di funzionamento caldo/freddo simultaneo.

Esse sono controllabili ciascuna dal proprio comando remoto o dal centralizzatore, entrambi con display a cristalli liquidi. Sono in grado di garantire il riscaldamento invernale o il raffrescamento estivo in relazione alle richieste di ogni ambiente. Le unità motocondensanti, le unità interne, i comandi remoti ed il centralizzatore sono interfacciati a mezzo bus di trasmissione dati costituito da un cavo schermato a connessione non polarizzata.

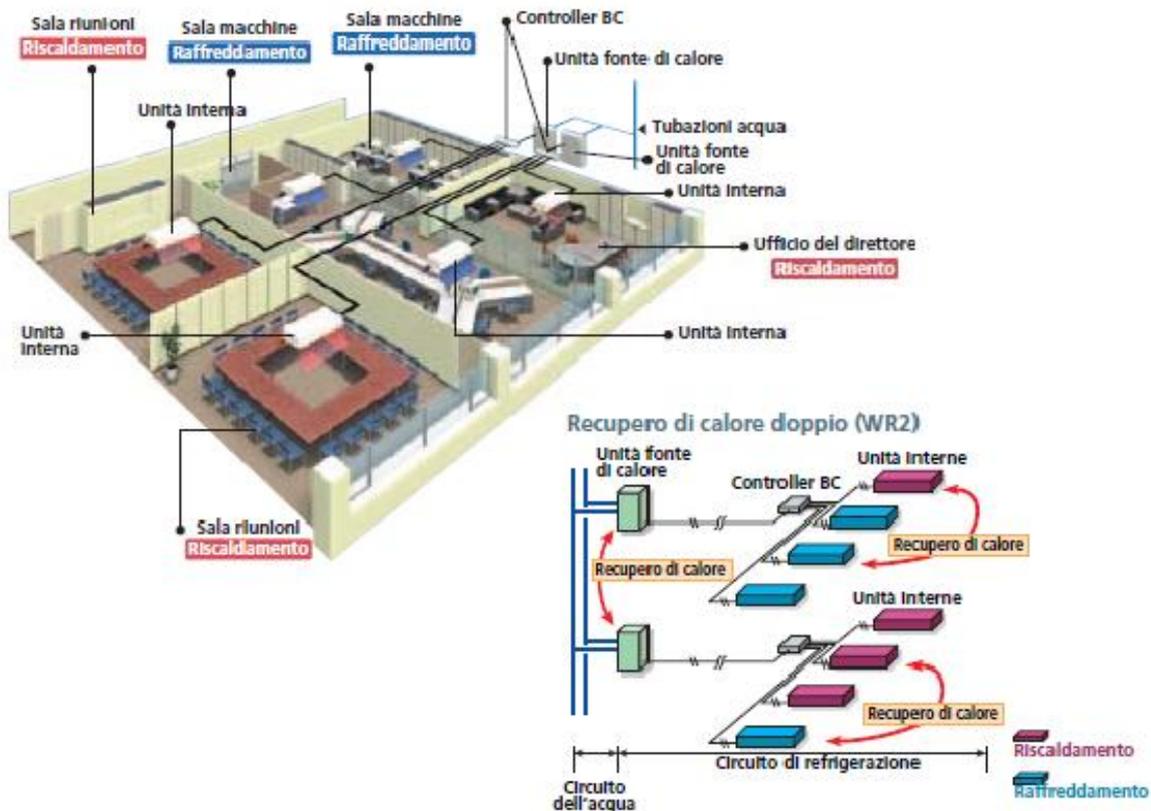
Il sistema di controllo è di tipo evoluto in quanto si avvale della *Fuzzy Logic*, in grado di controllare ed armonizzare il funzionamento dell'unità esterna e delle unità interne e già installato e cablato all'interno delle unità componenti il sistema. Si tratta di sistemi a pompa di calore dotati di uno o più compressori gestiti da inverter e caratterizzati da un sistema di regolazione in grado di adattare, attraverso la modulazione della portata di refrigerante in circolo, la capacità dell'impianto al carico realmente esistente nell'edificio, tenendo conto del max irraggiamento solare contemporaneo per diverse esposizioni degli ambienti.

Il COP, che sta per “*Coefficient of performance*” (Coefficiente di prestazione), è l’unità di misura dell’energia utile che un sistema può fornire rispetto a quella che consuma. Si calcola dividendo l’energia in uscita per l’energia in entrata di un sistema. Più la cifra è alta, più il sistema viene considerato efficiente.

L’impianto si compone di unità interne del tipo da incasso, parete e pavimento per ambienti, corridoi e locali comuni, collegate a delle unità modulari VRF centralizzate.

Le unità interne sono caratterizzate dal funzionamento locale autonomo che offre una completa selezione delle funzioni caldo-freddo-ventilazione e dry, nonché autodiagnosi per intasamento filtro o avaria.

La distribuzione del refrigerante avviene tramite coppia di tubi di rame isolato con barriera al vapore, con stacchi tramite derivazione a Y o collettori di zona.



sistema vrf caldo/freddo simultaneo a recupero di calore
con unità esterne condensate ad acqua

Il sistema scelto del tipo COMPO MULTI serie WR2 unisce tutti i benefici della serie R2 con i vantaggi aggiuntivi di un sistema che utilizza come fonte di calore l'acqua, rendendola adatta per l'applicazione nel sito in oggetto. Questa tipologia oggi offre una modalità di funzionamento a recupero di calore doppio.

Il primo recupero di calore avviene all'interno del sistema di refrigerazione. Il funzionamento in modalità di raffreddamento e riscaldamento contemporanei è disponibile grazie al fatto che il recupero di calore avviene tra le unità interne. Il secondo recupero di calore avviene all'interno del circuito dell'acqua e viene realizzato tra le unità esterne.

Questo funzionamento con doppio recupero di calore migliora notevolmente l'efficacia energetica e fa di questo sistema la soluzione ideale per soddisfare i requisiti degli edifici moderni nei quali alcune zone possono avere bisogno di essere raffreddate anche nelle mezze stagioni o in inverno.

Ciascun edificio sarà dotato di proprio impianto indipendente connesso all'impianto centralizzato di circolazione dell'acqua di mare per la condensazione.

I singoli edifici sono stati suddivisi in zone per piani, le cui unità interne faranno capo, senza limiti di quantità, alle unità esterne modulari che saranno ubicate all'interno nei locali tecnici o nel terrazzo di copertura.

L'assoluta silenziosità delle centrali, condensate ad acqua, risulta conforme alle vigenti legislazioni in materia acustica ed oltremodo adeguata al sito in oggetto.

All'interno delle centrali di climatizzazione degli edifici si è previsto di realizzare una sottocentrale di scambio termico per la condensazione ad acqua di mare, primario-secondario, per mezzo di scambiatori a piastre in titanio resistenti all'azione corrosiva del fluido vettore.

La centrale di pompaggio dell'acqua di mare sarà ubicata nel corpo tecnico interrato in adiacenza all'autorimessa, con accesso esclusivo dall'esterno.

L'impianto di aspirazione è costituito da una rete di tubazione in PVC-C_DIN 8061-S4-PN25 che si estende attraverso la banchina adiacente alla centrale per il pescaggio direttamente in mare.

Dalla centrale si diramano due rami di tubazioni, anch'esse in PVC-C_DIN 8061-S4-PN25, installate all'interno del cunicolo tecnico dei servizi per raggiungere le sottocentrali dei singoli edifici. Di seguito si riportano i risultati dei calcoli effettuati e le potenze termiche installate:

SYSTEM	ZONA	N°UNITA' ESTERNA	PQRY-P YSHM-A	POT FRIGO [kWf]	POT TERM. [kWt]	FATT - CONT
1	SD1+piscina	2	600	69	76	113%
2	SD1 – P1	2	550	63	69	113%
3	SD2 - PT	2	400	45	50	113%
4	SD3 – PT	2	450	50	56	113%
5	SD2-SD3 – P1	2	600	69	76	113%
6	SD4	2	600	69	76	113%
7	SD5	2	600	69	76	113%
8	SD6	2	600	69	76	113%
9	SD7	2	600	69	76	113%
10	SD8	2	600	69	76	113%
11	CT1	2	600	69	76	113%
12	CT2	2	600	69	76	113%
13	CT3	2	500	56	63	113%

Pertanto la potenza termica installata risulta :

- ❖ Potenza Termica per raffrescamento estivo : 835 kWf
- ❖ Potenza Termica per riscaldamento invernale : 922 kWt
- ❖ Potenza Elettrica max assorbità (est-inv): 180÷ 197kWe
- ❖ COP medio 5,4÷5,5

7. VALUTAZIONI ENERGETICHE ED IMPATTO AMBIENTALE

L'uso estensivo di pompe di calore che utilizzino il mare come sorgente termica, in un paese come la Sicilia caratterizzato da oltre 1000 km di coste che ospitano un elevato insediamento urbano, può concorrere a ridurre drasticamente le emissioni di gas ad effetto serra prodotti dagli impianti di climatizzazione (riscaldamento e raffreddamento) delle strutture edilizie situate in prossimità della costa. Il mare è, infatti, un grande volano energetico che in inverno mantiene temperature medie superiori a quelle medie dell'aria e si comporta in maniera opposta d'estate.

In queste condizioni le pompe di calore raffreddate o riscaldate dall'acqua di mare invece che dall'aria, hanno rendimenti tali da costituire un'alternativa economica, anche dal punto di vista dell'impatto ambientale, ai sistemi di riscaldamento e climatizzazione basati su sistemi a combustione.

Dal punto di vista meteomarinario, il golfo di Siracusa gode di una posizione geografica pianeggiante con 37° di latitudine, ed è caratterizzato durante l'anno da venti dominanti che provengono da levante e grecale, mentre nel periodo invernale i venti regnanti sono quelli da grecale, e nel periodo estivo i venti dominanti sono quelli da levante e scirocco (cfr. studio climatologico).

L'insediamento dell'Approdo Turistico ricade nella baia del Porto Grande di Siracusa, a sud dell'isola di Ortigia. Inoltre nella baia è localizzata la foce del sistema fluviale Anapo-Ciane-Mammaiabica del canale Pantanelli e di altri canali minori. La batimetria all'interno del porto grande è variabile tra 0 e 30 m.

Questa corrente produce un afflusso continuo di acqua relativamente calda che è responsabile del clima temperato della regione, reso tale anche dalla Latitudine.

Le acque antistanti la baia che si affaccia sul mar Ionio sfiorano, in superficie, la temperatura media tra i 10°C e 17°C d'inverno, e fra i 22°C e i 28°C in estate. In profondità, invece, la temperatura media rimane costante a 13°C per tutto l'anno.

La temperatura del mare ad una profondità media di 10 m, in una fascia larga un km lungo la costa, nei mesi invernali (novembre-marzo) è superiore di circa 5°C rispetto alla media delle temperature giornaliere dell'aria.

Ciò significa che la fascia di mare che si affaccia alla costa in cui è ubicato l'Approdo di progetto contiene una disponibilità di energia termica pari a circa 5000 Gwh, ovvero circa 1000 ktep, in disequilibrio termico rispetto all'aria. Si ha, cioè, una disponibilità energetica molto superiore a quella richiesta per la climatizzazione edilizia, a temperatura relativamente più vantaggiosa rispetto all'aria in tutte le stagioni.

Si deve osservare che sia la sottrazione totale di questo calore alla massa d'acqua, che la re immissione a $T < 35^{\circ}\text{C}$, avrà un impatto ambientale quasi nullo sull'influenza sensibile della temperatura sul mare in quanto, proprio per effetto della presenza della corrente marina costante, nonché del canale da realizzare longitudinale all'insediamento, l'acqua del bacino si ricambia completamente in circa 48 ore.

L'acqua prelevata attraverso una condotta aspirante lungo una parte del perimetro di banchina è rimessa in mare su differenti fronti opposti, successivamente al processo di lieve riscaldamento o raffreddamento.

La pompa di calore è una macchina diffusissima ed a tecnologia consolidata; essa è un sistema che realizza un ciclo frigorifero invertibile. Gli impianti di condizionamento estivi, funzionano con pompe di calore che trasportano calore da un ambiente ad un altro che si trova a più alta temperatura. Questo trasporto è realizzato utilizzando energia che nella stragrande maggioranza dei casi è in forma elettrica.

Temperatura del pozzo termico $^{\circ}\text{C}$

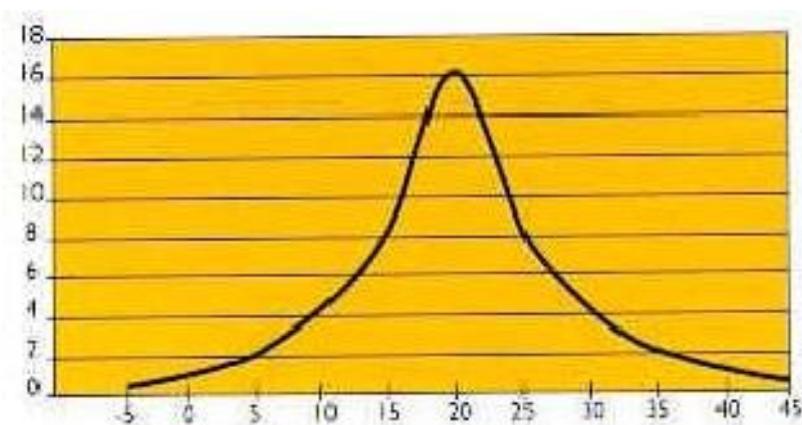


FIGURA 1: COP di un impianto tipico commerciale che immette o assorbe calore da un ambiente a 20°C

L'efficienza di una pompa di calore è misurata dal Coefficiente di Prestazione (COP) definito come rapporto tra la quantità di calore trasportato e la quantità di energia spesa per trasportarlo. Il COP di una pompa di calore risente moltissimo della differenza di temperatura alla quale si trovano i due ambienti tra i quali il calore deve essere trasportato.

La fig. 1 riporta, per una tipica pompa di calore commerciale di dimensioni medie industriali, l'andamento del COP nelle condizioni in cui un ambiente voglia essere mantenuto alla temperatura di 20°C, avendo a disposizione pozzi termici da cui pompare o in cui pompare a temperature differenti. Analizzando questo grafico si capisce perché non convenga usare pompe di calore ad aria per il riscaldamento invernale. Infatti, se la temperatura esterna è prossima a 5 °C, il COP risulta attorno a 2.

Ciò significa che per trasportare due unità di calore dell'aria all'ambiente da riscaldare si deve spendere un'unità di lavoro. Poiché questo lavoro è realizzato sotto forma di energia elettrica e per produrlo, all'origine si devono avere a disposizione circa tre unità di calore da combustione, è sicuramente conveniente riscaldare direttamente da combustione.

Le cose peggiorano drammaticamente se la temperatura è attorno allo zero o addirittura più bassa. Ma se si ha a disposizione un pozzo termico con temperatura più elevata, così come è per il mare che al minimo nelle stagioni invernali è a 14 °C, il COP che ne risulta è circa a 5, quindi, con un consumo per la produzione elettrica di tre unità di calore se ne trasportano cinque.

Il vantaggio energetico, ambientale in termini di rilascio e, in ultima analisi, economico, rispetto alla combustione diretta, è di circa il 40% come anticipato in precedenza.

Nel caso del condizionamento estivo è altrettanto evidente il vantaggio dell'uso del mare come pozzo termico. La temperatura del mare attorno ai 25 °C assicura un COP di circa 8, mentre quella dell'aria attorno ai 30 °C ne permette uno di circa 4.

ENERGIA RECUPERATA CON FONTE RINNOVABILE MARE		
Portata acqua di condensazione di progetto		
Q :	149,7	mc/h
Dt:	5	°C
Potenza termica fruibile		
C:	870,35	kwt

8. DATI DI PROGETTO :

CIRCUITO CHIUSO VRF REGIME INVERNALE

Temp.IN/OUT : 7°C /12°C

CIRCUITO CHIUSO VRF REGIME ESTIVO

Temp.IN/OUT : 35°C /30°C

CIRCUITO APERTO ACQUA DI MARE REGIME INVERNALE

Temp. IN/OUT : 19°C /14°C

CIRCUITO APERTO ACQUA DI MARE REGIME ESTIVO

Temp. IN/OUT : 23°C /28°C

Nelle stagioni invernali, si può osservare che se si adotta come sistema di riscaldamento la pompa di calore, questa deve innalzare la temperatura della sorgente di 5÷8 °C se utilizza il mare, e di 15÷18 °C se utilizza l'aria per ogni mc/h di fluido vettore.

Ne conviene che per dissipare la potenza di progetto occorrerebbero :

- Con sistema Gas-Acqua di mare C= 870.35 kWt
- Con sistemi Acqua-Aria C= 2.694 kWt

Nella fattispecie confrontando il sistema VRF adottato con un analogo ma con condensazione ad aria, grazie alla tipologia delle pompa di calore a gas frigorifero r410a e compressore inverter, la differenza di energia termica risparmiata è quantificabile in termini di energia elettrica consumata media su base annua pari a circa 47% in estate e 41% in inverno.

Questa circostanza rende la pompa di calore condensata ad acqua di mare economicamente ed energeticamente ancor più competitiva sia con i sistemi tradizionali di riscaldamento invernale a combustione, che con sistemi condizionamento estivo che utilizzano l'acqua come fluido vettore per i terminali, come vedremo nel seguito.

Analizzando i dati tecnici delle macchine di climatizzazione installate si ha per tipo di condensazione:

acqua di mare

ad aria

Centrali	Builds	Description gas	Qty	Model unità esterna	Pdc acqua kwf	Pdc acqua kwt	totali kwf	totali kwt	Pdc acqua kWe	Pdc acqua kWe	Pdc acqua COP est	Pdc acqua COP inv	Pdc aria kWe	Pdc aria kWe	
*	SD1+piscina	R410A WR2	1	PQRY-P600YSHM-A	69	76	69	76	15,62	17,12	4,41	4,46	21,48	22,67	
	SD1 P1	R410A WR2	1	PQRY-P550YSHM-A	63	69	63	69	13,6	14,65	4,63	4,70	20,52	20,65	
*	SD2 PT	R410A WR2	1	PQRY-P400YSHM-A	45	50	45	50	5,45	5,80	5,45	5,78	15,58	15,55	
*	SD3 PT	R410A WR2	1	PQRY-P450YSHM-A	50	56	50	56	9,94	10,42	5,03	5,37	15,98	16,55	
*	SD2-SD3 P1	R410A WR2	1	PQRY-P600YSHM-A	69	76			15,62	17,12	4,41	4,46	21,48	22,67	
	SD4	R410A WR2	1	PQRY-P600YSHM-A	69	76	138	152	15,62	17,12	4,41	4,46	21,48	22,67	
*	SD5	R410A WR2	1	PQRY-P600YSHM-A	69	76			15,62	17,12	4,41	4,46	21,48	22,67	
	SD6	R410A WR2	1	PQRY-P600YSHM-A	69	76	138	152	15,62	17,12	4,41	4,46	21,48	22,67	
*	SD7	R410A WR2	1	PQRY-P600YSHM-A	69	76			15,62	17,12	4,41	4,46	21,48	22,67	
	SD8	R410A WR2	1	PQRY-P600YSHM-A	69	76	138	152	15,62	17,12	4,41	4,46	21,48	22,67	
*	CT1	R410A WR2	1	PQRY-P600YSHM-A	69	76			15,62	17,12	4,41	4,46	21,48	22,67	
	CT2	R410A WR2	1	PQRY-P600YSHM-A	69	76	138	152	15,62	17,12	4,41	4,46	21,48	22,67	
*	CT3	R410A WR2	1	PQRY-P500YSHM-A	56	63	56	63	11,57	12,06	4,84	5,22	18,59	18,63	
							totale	835	922	181	197	5,42	5,56	236,99	275,41

Dai dati sopra riportati si evidenzia come lo stesso impianto previsto ma con pompe di calore condensate ad aria necessitano di una potenza elettrica impegnata superiore del 40%.

9. CONFRONTO ENERGETICO TRA DUE SISTEMI VRF

Risparmio di potenza unitaria in termini di energia per KWh

82,85 kwhe in meno estate	46%
78,4 kwhe in meno inverno	40%

Orari giornalieri di accensione impianto di climatizzazione

ESTATE

dalle 10 alle 22

12 ore

6 mesi (apr-mag-giu-lug-ago-set)

180 giorni

1

INVERNO

dalle 7 alle 11 e dalle 18 alle 22

8 ore

mesi (ott-nov-dic-gen-feb-
6 mar)

180 giorni

0,6 fattore di occupazione

Energia elettrica risparmiata annua

178'956,00 kwh

kwh

67'737,60

totale risparmio annuo 246'693,60 kwh pari a 39'470,98 Euro/anno

246,7 MWh

46,13 tep

888,1 Gj

57.000 kgCO₂

10. CONFRONTO ENERGETICO TRA SISTEMI VRF ED PDC ARIA-ACQUA

a parità di regimi estivi ed invernali si ha :

Potenza termica est. di progetto	835	kWf
Potenza termica est. su n.3 pompe di calore	251	kWf
Potenza termica inv. su n.3 pompe di calore	321	kWt
Potenza elettrica impegnata estiva	121	kWe
Potenza elettrica impegnata invernale	101	kWe

Risparmio di potenza impegnata - energia per KWh

271,8 kwhe in meno estate	150%
166,0 kwhe in meno inverno	84%

Energia elettrica risparmiata annua

587'287,6 kwh

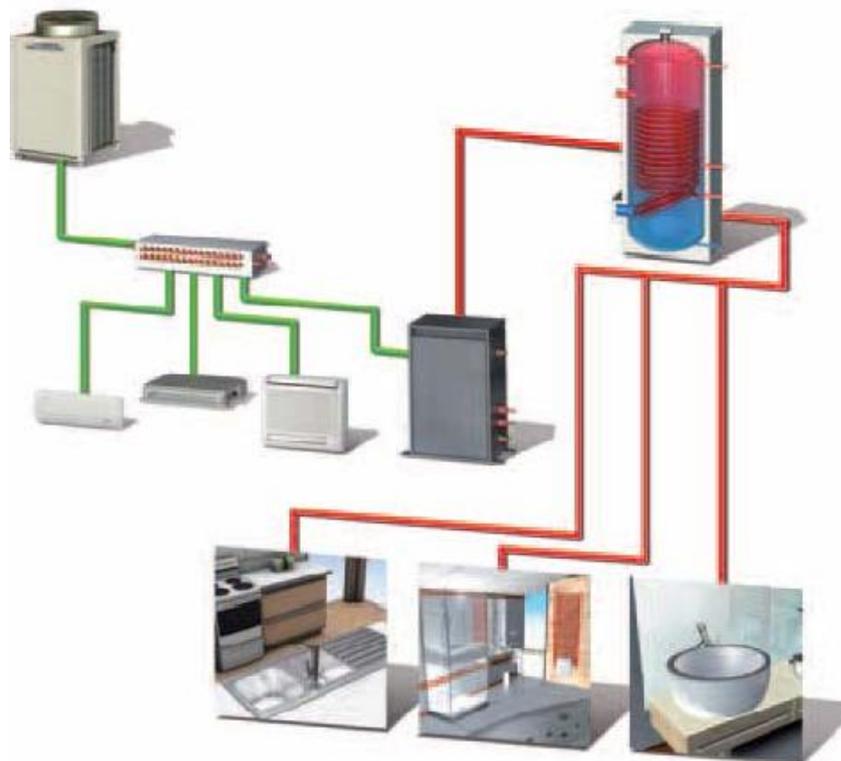
kwh

143'415,6

totale risparmio annuo	730.632,96 kwh	pari a	116'901,27 Euro/anno
	730,6 MWh		
	136,63 tep		
	2.630,28 Gj		
	169.000 kgCO₂		

11. PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA DAL RECUPERO CALORE

Altro dato rilevante è fornito dalla peculiarità dei sistemi VRF adottati che con il recupero di calore consentono la climatizzazione simultanea caldo/freddo nelle stagioni intermedie, ma col valore aggiunto che il medesimo recupero di calore è utilizzato per la produzione di acqua calda sanitaria per mezzo di speciali unità di scambio termico del tipo HWS ad alta temperatura connesse al medesimo sistema VRF, con la stessa potenza elettrica sopra espressa.



Traendo vantaggio dalla funzione di recupero del calore dei sistemi Compo Multi WR2, le unità HWS convertono l'energia relativa al calore assorbito dalle unità interne in raffreddamento, in acqua calda sanitaria ad alta temperatura, recuperando un importante valore energetico che altrimenti verrebbe disperso nell'ambiente esterno.

Inserendo nel bilancio termico anche l'energia primaria per la produzione dell'acqua calda sanitaria di cui necessitano gli edifici di progetto si ottiene un ulteriore risparmio pari a:

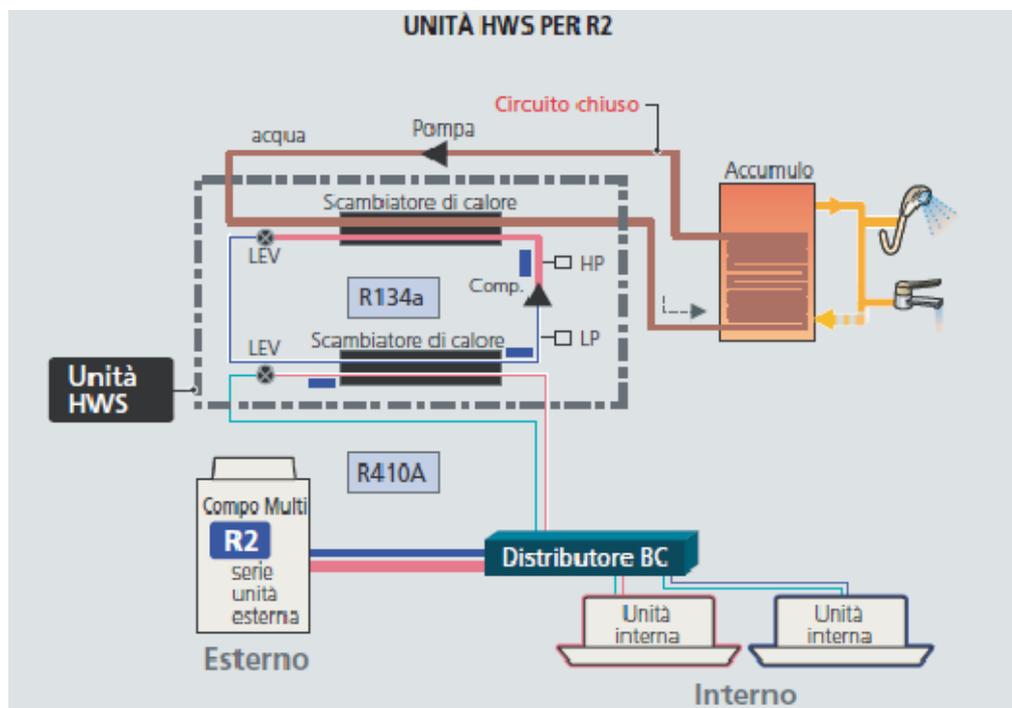
n. 13 unità HWS booster pot. termica = 12.5 kWt

Potenza termica totale = $13 \times 12.5 = 162.5$ kWt

Le unità HWS per la produzione di acqua calda sanitaria sono dotate di un sofisticato sistema di controllo che si integra perfettamente con i sistemi di climatizzazione Compo Multi VRF-WR2.

Ciascuna unità sarà dotata di proprio controllo remoto indipendente (modello PAR-W21MAA), per mezzo del quale è possibile effettuare tutte le regolazioni di funzionamento, inclusa l'impostazione della temperatura dell'acqua, la quale può essere selezionata rispettivamente sul circuito di mandata oppure sul circuito di ritorno.

Nel caso di collegamento di più unità in parallelo sullo stesso circuito di distribuzione, sarà possibile utilizzare un unico controllo remoto per tutte le unità (fino ad un massimo di 16 per controllo remoto). In questo caso l'impostazione della temperatura dell'acqua è la medesima per tutte le unità.



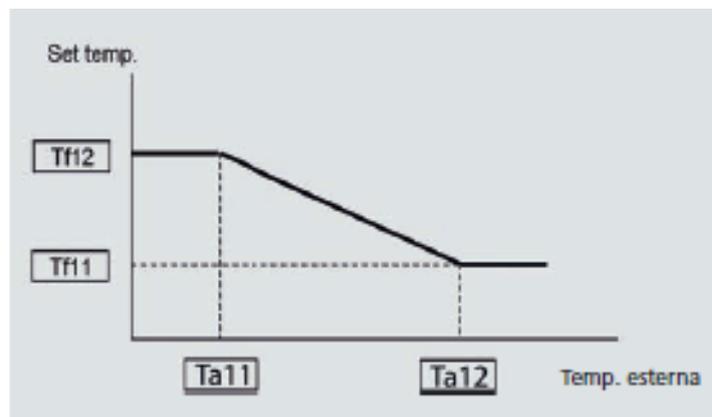
La selezione della lettura della temperatura dell'acqua dipende dal tipo di progetto e dai componenti ausiliari di controllo.

La lettura della temperatura dell'acqua viene effettuata direttamente dai sensori integrati nelle unità HWS, in modo da mettere in atto la logica di controllo più idonea al progetto.

La lettura dei sensori integrati nelle unità viene effettuata sul circuito primario di distribuzione acqua, e cioè quello tra le unità e il serbatoio di accumulo.

Il controllo della pompa del circuito primario avviene per mezzo di appositi segnali di Output (comando) e di Input (interblocco). La pompa di circolazione dell'acqua del tipo on-off (non modulante), garantisce sempre una portata costante.

È prevista la possibilità di impostare una curva di compensazione della temperatura basata sulla temperatura esterna al fine di ottimizzare i consumi di energia, come mostrato dal grafico seguente:



La curva di compensazione opera nella modalità "Riscaldamento ECO".

Il sistema consente sia di eseguire impianti centralizzati, sia impianti distribuiti nelle varie unità da edificare, oltre che per la sua versatilità, per i ridotti ingombri, per la piccola sezione del piping, per l'assenza di camini, anche per la facilità di contabilizzazione, gestibile attraverso il sistema di controllo WEB server AG-150, dal quale è possibile effettuare tutte le operazioni di controllo e regolazione da una postazione centralizzata, ed eventualmente da una postazione remota, nonché il calcolo e la registrazione dei consumi da attribuire a ciascun utente dell'impianto.

Attraverso interfacce di acquisizione contatori ad impulsi, è possibile registrare:

- Consumi di acqua sanitaria, sia calda che fredda, utilizzando appositi flussostati o misuratori di portata;

- Consumi di energia elettrica delle unità motocondensanti alle quali sono asservite le unità HWS.

Il controllo centralizzato AG-150 consente di gestire l'intero impianto attraverso un funzionale display LCD touch screen a colori, e può essere facilmente collegato ad un computer e/o ad Internet per un efficace controllo a distanza.

Nella maggior parte dei casi l'impianto è stato dimensionato sul fabbisogno frigorifero e verificato per il carico invernale.

L'impianto tipico è sostanzialmente costituito da:

- unità esterna WR2 (a recupero), di potenza minima pari al 100% della potenza totale delle unità HWS collegate;
- circuito distribuzione refrigerante tra unità esterna, distributore, unità interne e unità HWS;
- Collegamento rete M- NET (bus di trasmissione) tra i componenti del circuito frigorifero come descritto al precedente punto;
- Collegamento del modulo HWS al circuito idraulico secondario produzione acqua sanitaria;
- pompa ed accumulo del circuito idraulico secondario, dimensionato per il fabbisogno dei singoli edifici, eventualmente integrabile da pannelli solari di futura installazione e propri sistemi di termoregolazione.

12. CONCLUSIONI

Il costo iniziale dell'impianto VRF WR2 a recupero che risulta superiore di circa 7% a quello di un impianto tradizionale a pompa di calore con terminali a fancoils, prevede un veloce tempo di ritorno, 2-3 anni, grazie al notevole risparmio energetico, che è in grado di conseguire per l'utilizzo della fonte alternativa ad acqua di mare, contestualmente all'energia termica risparmiata per la produzione di acqua calda sanitaria e la flessibilità di adattamento costante del sistema VRF al carico termico reale, garantendo in ogni istante le massime condizioni di comfort. Il risparmio termico mirato del sistema VRF rispetto ai sistemi tradizionali è pari a circa il 140% nel periodo estivo ed al 86% nel periodo invernale.

Risulta evidente anche un minor costo di manutenzione su base annua in relazione al numero inferiore di componenti presenti per le centrali (unità esterne), oltre alla importante riduzione di spazi per locali tecnici.

In conclusione la tecnologia inverter applicata con la capacità di controllare la portata del refrigerante su ciascuna unità interna si traduce nel massimo comfort e nel minimo consumo di energia elettrica, con evidenti vantaggi economici ed ambientali rispetto agli esistenti condizionatori autonomi installati nei singoli ambienti; inoltre a corredo delle macchine potranno essere installati dei microswitch collegati agli infissi esterni così da disalimentare la macchina interna all'apertura della finestra evitando inutili sperperi energetici.

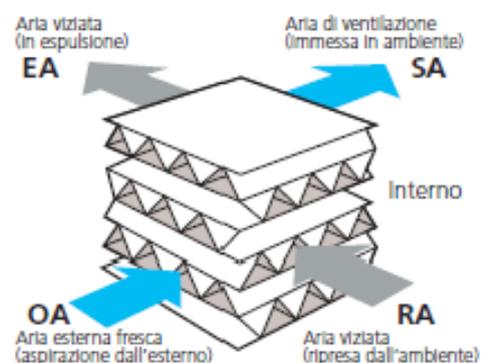
13. IMPIANTO DI VENTILAZIONE PER RICAMBI ARIA E CLIMATIZZAZIONE AD ESPANSIONE VRF ESTIVO/INVERNALE SIMULTANEO

In alcuni ambienti quali ristoranti e sale riunioni al fine di garantire i necessari ricambi e la relativa potenza termica, utile a fronteggiare i carichi termici estivi ed invernali, e si è scelto di impiegare un'unità di trattamento aria, per ciascuna zona, posta in copertura, che provvede a riscaldare, raffreddare, e deumidificare l'aria esterna da inviare agli ambienti nelle diverse stagioni. I circuiti di distribuzione saranno realizzati per i canali di mandata, a sezione rettangolare, preisolati in poliuretano tipo P3-DUCT. L'aria primaria immessa è successivamente allontanata mediante griglie di espulsione e griglie di transito.

Per provvedere ai necessari ricambi d'aria imposti dalla UNI 10339 si è scelto di installare sistemi di immissione ed espulsione dell'aria mediante recuperatori entalpici di calore a flusso incrociato che garantiscono sia il recupero del calore sensibile che del latente. L'unità di trattamento aria modello GUF+LOSSNAY è inoltre dotata oltre ventilatori di immissione ed espulsione di una sezione di microfiltrazione per l'aria esterna, di una batteria di scambio ad espansione diretta connessa al sistema VRF e di una sezione di umidificazione ad acqua.

Ventilazione a due percorsi

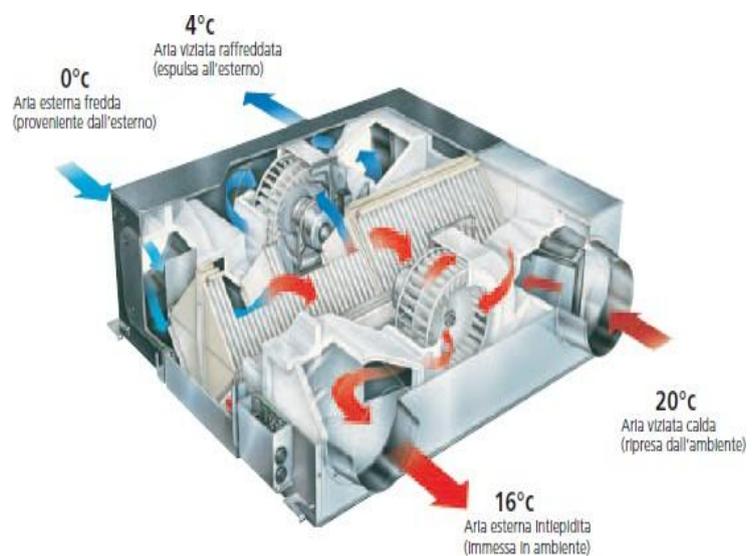
Schema di Costruzione e Principio di Funzionamento



La regolazione della temperatura DELL'ARIA, è gestita da una valvola elettronica LEV, per la modulazione del gas refrigerante a volume variabile alla batteria di scambio ad espansione diretta, comandata da un microprocessore multifunzione (PLC), così anche la commutazione stagionale delle Pompe di Calore. In caso di condizioni esterne di temperatura di 35°C–60% HR (condizione di calcolo) è possibile raggiungere e mantenere in ambiente la temperatura di progetto, variando in automatico, mediante il regolatore DDC, la potenza termica alla batteria dell'UTA. In ogni ambiente vengono immessi i vol/h. rilevati dai progetti, di aria esterna trattata, che hanno il compito di garantire, come già detto, la purezza dell'aria e di regolare l'umidità media degli ambienti.

Il sistema di regolazione è stato congegnato in modo da risolvere tutte le possibili esigenze della zona. Dalla regolazione della temperatura e umidità relativa, priorità dei circuiti, partenze programmate, controllo delle portate d'arie e delle potenze dei gruppi, gestione degli allarmi, controllo delle portate minime. La temperatura e l'umidità dell'aria immessa, sono controllate costantemente dal sistema tipo "DDC" con regolatori agenti sulle distinte valvole del gas frigorifero.

Quando la temperatura da controllare varia rispetto al valore impostato, il circuito elettronico di confronto elabora questo segnale ed agisce direttamente sull'attuatore. Tutto ciò è permesso da un CPU colloquante con le apparecchiature in campo, mediante c-bus. Il sistema è



anch'esso predisposto per l'utilizzo di una postazione di supervisione che utilizza specifico software programmato e sviluppato in pagine grafiche dedicate all'utenza in oggetto (espandibile) e terminale operatore su quadro che ne consente anche la telegestione a distanza. Il sistema adottato è di tipo riprogrammabile, consentendo di gestire tutte le variabili e set-point secondo le proprie esigenze.

Ad impianto non in funzione o per incendio, si disattiva automaticamente il ventilatore di mandata dell'aria.

14. ESTRAZIONE ARIA VIZIATA WC

Tutti i servizi igienici di ciascuna torre saranno dotati d'impianto d'estrazione dell'aria centralizzato indipendente dall'impianto di ventilazione ad Aria Primaria. In ciascuno dei wc presenti saranno installate delle bocchette di aspirazione collegate a delle condotte orizzontali e verticali, realizzate con canali a sezione rettangolare, preisolati in poliuretano tipo P3-DUCT. Per mezzo delle quali sarà garantito un ricambio minimo di 10 vol/h. In testa alle condotte verticali, e per ciascun edificio sarà installato un torrino di estrazione del tipo da tetto, con cassa in lamiera d'acciaio verniciata con polveri epossidiche, completo di motore 220V, serranda a gravità, rete antivolatile e base di supporto. L'aria estratta dai servizi affluisce dagli ambienti circostanti con l'interposizione di griglie di transito nelle porte. L'impianto d'estrazione sarà diviso su più circuiti, con ventilatori centrifughi indipendenti, assicurando il ricambio minimo in caso di guasto di uno di essi.

15. SUPERVISIONE TECNOLOGICA E TELEGESTIONE

Il sistema di regolazione dell'impianto di climatizzazione è del tipo elettronico digitale, costituito da un regolatore programmabile completo di tastiera e display LCD (G50), in grado di gestire le seguenti funzioni:

Accensione e spegnimento dell'impianto di climatizzazione agli orari prestabiliti, la funzione viene controllata dall'orologio interno.

Per quanto riguarda la regolazione dei parametri climatici interni, questi sono configurabili tramite i pannelli di regolazione remota installati nei singoli locali.

Inoltre sono previsti pannelli di regolazione indipendente per le unità di trattamento d'aria con elemento sensibile in ambiente per la regolazione di temperatura e umidità;

Regolazione del funzionamento della pompa primario alle unità di condizionamento: sulla base delle temperature lette sulle sonde poste sull'ingresso e sull'uscita dell'acqua.

Gestione delle pompe del circuito dell'acqua di condensazione:

Verifica dello stato di funzionamento delle singole elettropompe, viene realizzata l'inversione automatica del funzionamento e, al verificarsi di certe condizioni, ne viene garantito lo spegnimento e l'accensione.

Il sistema di regolazione prevede la gestione di tutti i sistemi di climatizzazione tramite programma orario/giornaliero/settimanle/mensile di tipo aperto che provvede ad avviare agli orari stabiliti l'impianto di condizionamento, gli estrattori e i radiatori elettrici nei bagni.

Per l'efficiente gestione delle unità interne e delle unità di trattamento d'aria dell'impianto di condizionamento, sono previste una più centralizzatori di tipo touch-screen digitale a controllo remoto.

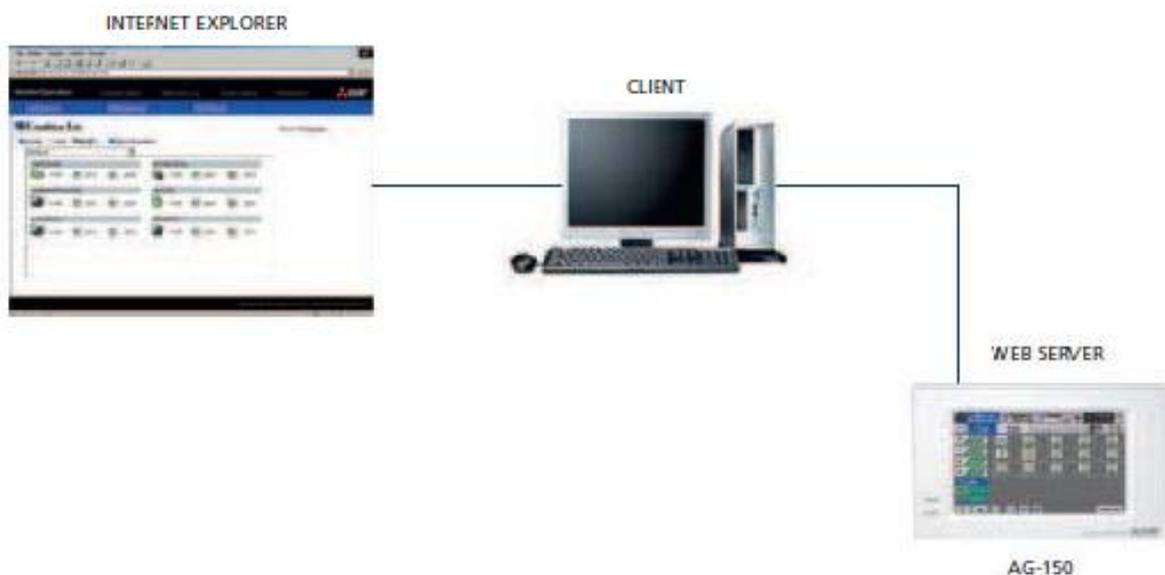
AG-150/GB-50 WEB SERVER

AG-150/GB-50 adotta il sistema di rete Ethernet per comunicare con singoli computer o con reti informatiche, siano esse dedicate oppure reti aziendali esistenti.

Grazie a questa caratteristica AG-150/GB-50 controlla i climatizzatori mentre contemporaneamente entra nel mondo delle reti informatiche.

Attraverso la piattaforma di rete Ethernet, AG-150/GB-50 utilizza le più moderne tecnologie Internet per la visualizzazione, trasmissione e gestione delle informazioni. AG-150/GB-50 è basato sulla tecnologia WEB server, e come tale integra al suo interno il software che permette ad un qualsiasi computer di gestire l'impianto di climatizzazione senza necessità di installare alcun programma aggiuntivo o applicazione dedicata. È sufficiente disporre di Microsoft® Internet Explorer.

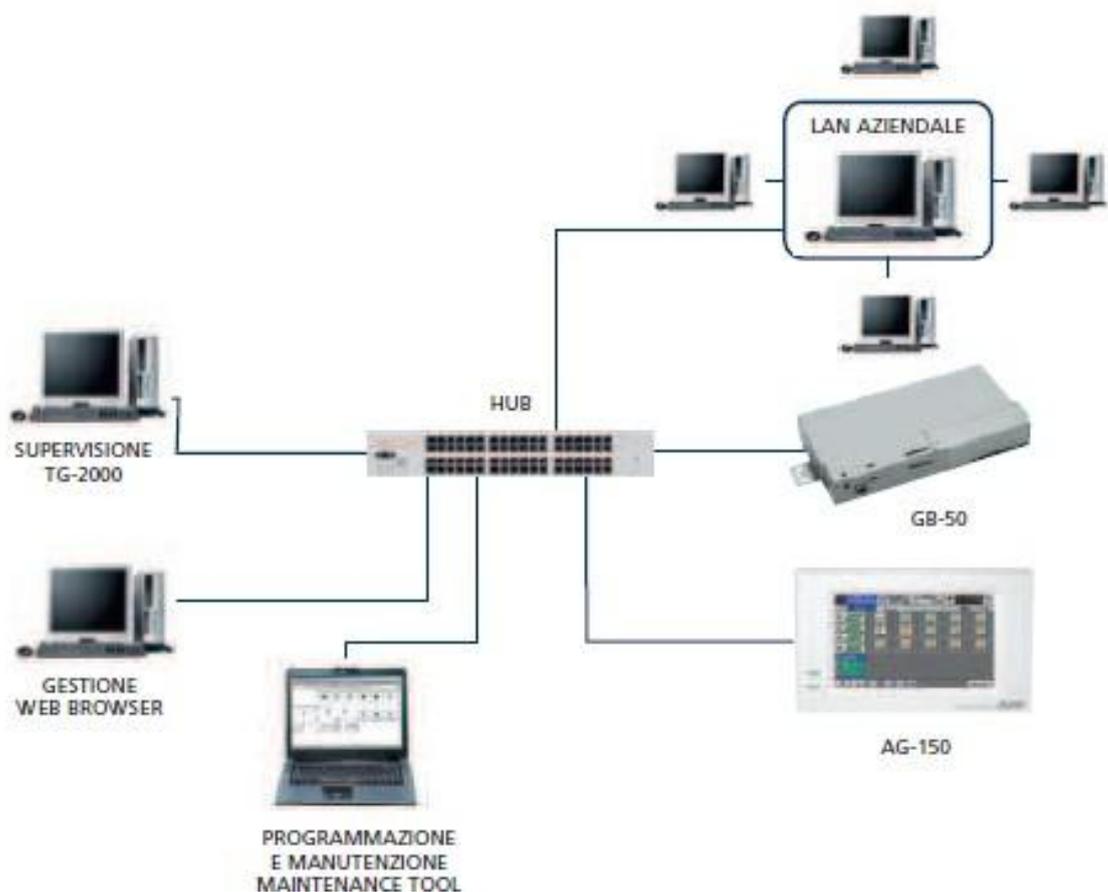
GESTIONE TRAMITE WEB BROWSER



L'impianto è rappresentato da una grafica chiara, intuitiva ed accattivante, sotto forma di pagine WEB. Ciò significa che è possibile visualizzare le condizioni di funzionamento dei vari climatizzatori, come acceso/spento, temperatura impostata e ambiente, ventilazione, malfunzionamenti, e così via, ed è possibile regolarne il funzionamento. Inoltre sono disponibili le seguenti funzioni speciali attivabili mediante apposita licenza opzionale:

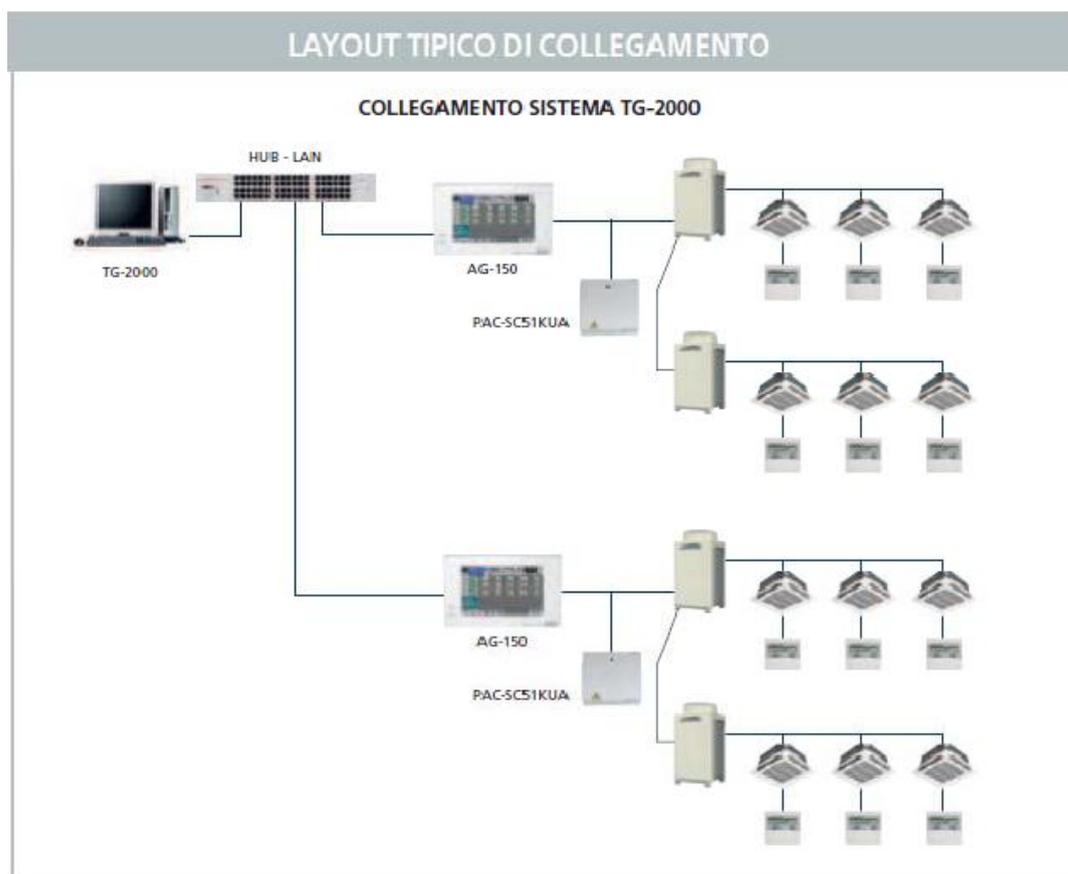
- Notifica messaggi di servizio via e-mail
- Energy saving (risparmio energia)
- Peak cut (taglio dei picchi di potenza)
- Personal web (gestione personale)
- Ripartizione consumi in percentuale (solo AG-150)
- Programmazione interblocchi (solo per AG-150)

COLLEGAMENTO SU RETE LAN AZIENDALE DEI CONTROLLI DELLA CLIMATIZZAZIONE



Il sistema di supervisione TG-2000 utilizza le potenzialità di collegamento su rete informatica del controllo centralizzato AG-150/GB-50 per offrire soluzioni di gestione avanzate. TG-2000 può gestire fino a 2000 climatizzatori in tutte le loro funzioni. Esso è basato su un software interattivo installato su Personal Computer operante in ambiente Windows. Le varie zone dell'impianto sono rappresentate sotto forma di planimetrie grafiche per rendere immediata la localizzazione dei climatizzatori.

Tali videate contengono, zona per zona, icone interattive rappresentanti i vari climatizzatori, ognuna delle quali visualizza le informazioni sullo stato di funzionamento. L'interfaccia grafica del software è estremamente chiara ed intuitiva.



L'interfaccia LMAP02 mette in comunicazione i climatizzatori Mitsubishi Electric con un sistema di supervisione e gestione B.M.S. prodotto da terzi attraverso il sistema di rete LonWorks®. L'interfaccia è costituita da una scheda elettronica Hardware, ed un Software speciale, integrato nella scheda, il quale non necessita di alcuna configurazione. L'interfaccia LMAP02 è installabile in combinazione con qualsiasi controllo remoto o centralizzato della gamma Mitsubishi Electric. È anche possibile utilizzare l'interfaccia LMAP02 in un sistema di tipo misto ove sia presente anche il sistema di supervisione TG-2000.

Ogni interfaccia LMAP02 è in grado di controllare fino a 50 unità interne, con indirizzi univoci. Se sono presenti i controlli centralizzati AG- 150/GB-50 la modularità dell'interfaccia LMAP02 è la medesima dei AG- 150/GB-50 stessi; occorre prevedere un'interfaccia per ogni centralizzatore.

16. COLLEGAMENTO CON IMPIANTI PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA RINNOVABILE ED EFFICIENZA ENERGETICA

Gli impianti illustrati nella presente relazione rientrano tra quelli previsti dall'attuale regolamentazione legislativa utilizzando come fonte rinnovabile il mare ed inoltre si inseriscono in attività di tipo I come impianti a risparmio di energia elettrica. Per tale ragione, essi sono progettati in diretto collegamento con l'impianto fotovoltaico previsto per l'intera opera, il quale fornirà l'energia necessaria per il funzionamento dell'intero sistema termico. A tal fine si rimanda agli elaborati grafici relativi all'impianto fotovoltaico.

SIRACUSA 21/06/2023

Il tecnico

ING. PAOLO CALAFIORE