
COMUNE DI LUCCA

PROVINCIA DI LUCCA

INTERVENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA
DELLE SERRE ORTO BOTANICO - LUCCA - CUP
J61E24000200004

≡ PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED
ECONOMICA

Relazione di Calcolo – Impianti Meccanici

PFTE_5IMPM_CSR_RS_SP_020_00

25-016

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	21/04/2026	PRIMA EMISSIONE	016M	001M	001A

COMMITTENTE:
Comune di Lucca
RUP Ing. Stefano Angelini

TEAM DI PROGETTAZIONE
Studio INTRE

Studio INTRE
Tel. 0583 491507
info@studiointre.it
P.IVA 02197070465



INTRE®

INDICE

1 IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE VRF - PREMESSA.....	3
2 CAPACITA' CORRETTA (FATTORI DI CORREZIONE).....	3
3 EFFICIENZA ENERGETICA (COP/EER)	3
4 RESA SENSIBILE E PORTATA D'ARIA.....	3
5 CARICA DI REFRIGERANTE.....	4
6 DIMENSIONAMENTO DELLE TUBAZIONI DEL REFRIGERANTE	4

1 IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE VRF - PREMESSA

La presente relazione introduttiva accompagna l'elaborato di calcolo dell'impianto di climatizzazione, prodotto da un software di progettazione dedicato. Tale elaborato è un report di configurazione e dimensionamento del sistema: riporta i risultati (capacità corrette, assorbimenti, COP, carica di refrigerante, sezioni dei cavi e sviluppo delle tubazioni) senza esplicitare le relazioni di calcolo impiegate. Nei paragrafi seguenti si richiamano pertanto le principali formule ingegneristiche che governano tali grandezze, riferendole ai dati effettivi del progetto.

L'impianto è del tipo a volume di refrigerante variabile (VRF), costituito da un'unità motocondensante esterna a servizio di 10 unità interne, con refrigerante R410A. I parametri salienti di progetto sono riassunti nella tabella seguente.

Grandezza	Raffrescamento	Riscaldamento
Capacità nominale / corretta (kW)	28,0 / 27,5	31,5 / 30,9
Potenza assorbita nom. / corr. (kW)	9,62 / 9,91	8,49 / 7,91
COP nominale / corretto (kW/kW)	2,91 / 2,77	3,71 / 3,90

2 CAPACITA' CORRETTA (FATTORI DI CORREZIONE)

La capacità effettivamente resa dall'impianto differisce da quella nominale di catalogo. Il software applica fattori correttivi che tengono conto delle condizioni reali di esercizio (temperature di bulbo secco e umido), dello sviluppo e del dislivello delle tubazioni del refrigerante e del rapporto di connessione tra unità interne ed esterna:

$$Q_{\text{corretta}} = Q_{\text{nominale}} \cdot f_{\text{temperatura}} \cdot f_{\text{lunghezza}} \cdot f_{\text{dislivello}}$$

Nel progetto la capacità corretta risulta 27,5 kW in raffrescamento (contro 28,0 nominali) e 30,9 kW in riscaldamento (contro 31,5), a fronte di tubazioni con sviluppo complessivo dell'ordine di alcune decine di metri.

3 EFFICIENZA ENERGETICA (COP/EER)

Il coefficiente di prestazione esprime il rapporto tra la potenza termica resa e la potenza elettrica assorbita. In riscaldamento si parla di COP, in raffrescamento di EER:

$$\begin{aligned} COP &= Q_{\text{riscaldamento}} / P_{\text{assorbita}} \\ EER &= Q_{\text{raffrescamento}} / P_{\text{assorbita}} \end{aligned}$$

Con i dati corretti di progetto si ha, in raffrescamento, $EER = 27,5 / 9,91 \approx 2,77$ e, in riscaldamento, $COP = 30,9 / 7,91 \approx 3,90$, valori coerenti con quelli riportati nell'elaborato.

4 RESA SENSIBILE E PORTATA D'ARIA

La potenza scambiata da un'unità interna con l'aria ambiente si scompone in quota sensibile (variazione di temperatura) e quota latente (deumidificazione). La resa sensibile è legata alla portata d'aria dalla relazione:

$$Q_{\text{sensibile}} = \rho \cdot \dot{V} \cdot c_p \cdot \Delta T$$

dove ρ è la densità dell'aria ($\approx 1,2 \text{ kg/m}^3$), \dot{V} la portata volumetrica, c_p il calore specifico dell'aria ($\approx 1,005 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$) e ΔT il salto termico tra aria ripresa e aria immessa. Il rapporto tra resa sensibile e resa totale definisce il fattore di calore sensibile $SHR = Q_{\text{sensibile}} / Q_{\text{totale}}$; per l'unità interna di progetto la resa sensibile (2,5 kW) rispetto alla totale (3,6 kW) corrisponde a $SHR \approx 0,69$.

5 CARICA DI REFRIGERANTE

La carica di refrigerante totale è data dalla carica precaricata in fabbrica nell'unità esterna più la carica aggiuntiva da introdurre in campo, quest'ultima funzione della lunghezza delle linee del liquido e della carica unitaria per ciascun diametro:

$$R_{aggiuntiva} = \Sigma (L_{liquido,i} \cdot r_i) \quad R_{totale} = R_{precarica} + R_{aggiuntiva}$$

dove $L_{liquido,i}$ è la lunghezza della tubazione del liquido di diametro i e r_i la carica unitaria (kg/m) associata a quel diametro. Nel progetto la carica aggiuntiva è 7,5 kg di R410A e la carica totale risulta 14,0 kg.

6 DIMENSIONAMENTO DELLE TUBAZIONI DEL REFRIGERANTE

Le tubazioni del refrigerante (linea del liquido e linea del gas) sono dimensionate in funzione della capacità da convogliare e della posizione nel circuito, nel rispetto delle tabelle e delle prescrizioni del costruttore. Il criterio di base distingue tra tratto principale, tratti dopo i giunti di derivazione e collegamenti terminali alle unità interne:

- il tratto principale (unità esterna → primo giunto) è dimensionato sulla capacità totale dell'unità esterna;
- i tratti intermedi a valle di ciascun giunto sono dimensionati sulla somma delle capacità delle unità interne servite a valle;
- i collegamenti terminali sono dimensionati sulla capacità della singola unità interna.

Il diametro così individuato deve inoltre garantire che le perdite di carico restino entro i limiti ammessi e che siano rispettati i vincoli di lunghezza imposti dal costruttore: lunghezza effettiva e lunghezza equivalente massima della linea più lunga, lunghezza totale di tutte le tubazioni e dislivello massimo tra unità esterna e unità interne (e tra unità interne stesse). La lunghezza equivalente tiene conto delle resistenze localizzate (curve, giunti) ed è data da:

$$L_{equivalente} = L_{reale} + \Sigma L_{eq,accessori}$$

La verifica delle perdite di carico segue la relazione di Darcy-Weisbach, in cui la caduta di pressione cresce con il quadrato della velocità del fluido:

$$\Delta p = f \cdot (L_{eq} / D) \cdot (\rho \cdot v^2 / 2)$$

dove f è il fattore d'attrito, L_{eq} la lunghezza equivalente, D il diametro interno, ρ la densità e v la velocità del refrigerante. Velocità eccessive, oltre ad aumentare le perdite, comprometterebbero il ritorno dell'olio al compressore; per questo i diametri sono scelti in modo da mantenere la velocità entro un intervallo ammesso. I diametri e gli sviluppi risultanti, insieme alla relativa carica aggiuntiva di refrigerante (§6), sono quelli riportati nell'elaborato di calcolo.

Table of contents

Control System Configuration	1
Sistema Contr Ctrl1	2
System Configuration	
Product information	
Piping Design	
Electrical Wiring	
Summary List	8
Equipment list	
Field providing list	

Control System Configuration

Category1		Category2		Category3		Category4		category5		Category6		
Model name		Model name		Model name		Model name		Model name		Indoor unit Ref.	Model name	M-NET
AE-C400E		-		-		-		-				
M-NET	000	M-NET	-	M-NET	-	M-NET	-	M-NET	-			
IP add.	-	IP add.	-	-	-	-	-	-	-			
v											PAC-YT52CRA	
v												
v												
v												
v												
v												
v												
v											PAC-YT52CRA	
v												

Sistema Contr Ctrl1

>System Configuration



> Outdoor unit / Indoor unit / Controller

Refrigerant system	Outdoor unit			Room	Indoor unit			Controller		Group name	
	Ref.	Model name			Ref.	Model name	Add.	Model name	Add.		
		Add.									
Sistema 1		PUHY-P250YNW-A2						PAC-YT52CRA		1	
		51									
											PFFY-P32VCM-E
								PAC-YT52CRA		2	

Sistema Contr Ctrl1

> Product information

>Controller


Model name	Product image*1	Qty	Description
AE-C400E		1	Central controller
PAC-YT52CRA		2	Simple MA controller

>PI/AI/DIDO controller

Model name	Product image*1	Qty	Description

>Air conditioning unit specifications

1. Outdoor unit

Sys.	Model name	Product image*1	Qty	Capacity(kW)		Power input (kW)		COP (kW/kW)*2				
				Rated	Corrected	Rated	Corrected	Rated	Corrected			
Sistema 1	PUHY- P250YNW-A2		1	Cooling	28,0	27,5	9,62	9,91	2,91	2,77		
				Heating	31,5	30,9	8,49	7,91	3,71	3,90		
				Conditions				Dimension(mm)				Net weight
					D.B.(deg C)	W.B.(deg C)	Humidity(%)	Water inlet(deg C)	H X W X D		(kg)	
				Cooling	35,0	-	-	-	1,858 (1,798 without legs) x 920 x 740		213	
				Heating	7,0	6,0	87	-				

2. BC controller / Hydro unit

Sys.	Model name	Product image*1	Qty	Power input (kW)		Dimension(mm)	Net weight
				Rated			
					H X W X D	(kg)	
				Cooling			
				Heating			


*1 The product image refers to a representative model. The actual product may differ from the image shown.

*2 Ability using in the COP calculation is corrected by capacity of connected indoor unit.

Sistema Contr Ctrl1

> Product information

3. Indoor unit

Sys.	Model name	Product image*1	Qty	Capacity(kW)		Sensible capacity(kW)		Power input (kW)	Current (A)	Air flow rate	External static pressure	
				Rated	Corrected	Rated	Corrected	Rated		(m3/min)		
Sistema 1	PFFY-P32VCM-E		10	Cooling	3,6	2,7	2,5	2,0	0,03	0,34	5.5-7.0-8.5	*3
				Heating	4,0	3,1			0,03	0,34		
				Conditions			Dimension(mm)			Net weight		
					D.B.(deg C)	W.B.(deg C)	Humidity(%)	H X W X D		(kg)		
				Cooling	26,0	19,0	52	615 (690) x 700 x 200		18.5		
				Heating	20,0	-	-					

4. Branch/Header/Twinning kit/Valve kit

Sys.	Model name	Product image*1	Qty	Description
Sistema 1	CMY-Y102LS-G2		1	-
	CMY-Y102SS-G2		8	-

> Ventilators

Model name	Product image*1	Qty	Description	Fan Speed	Air Volume(m3/h)
-		-	-	-	-

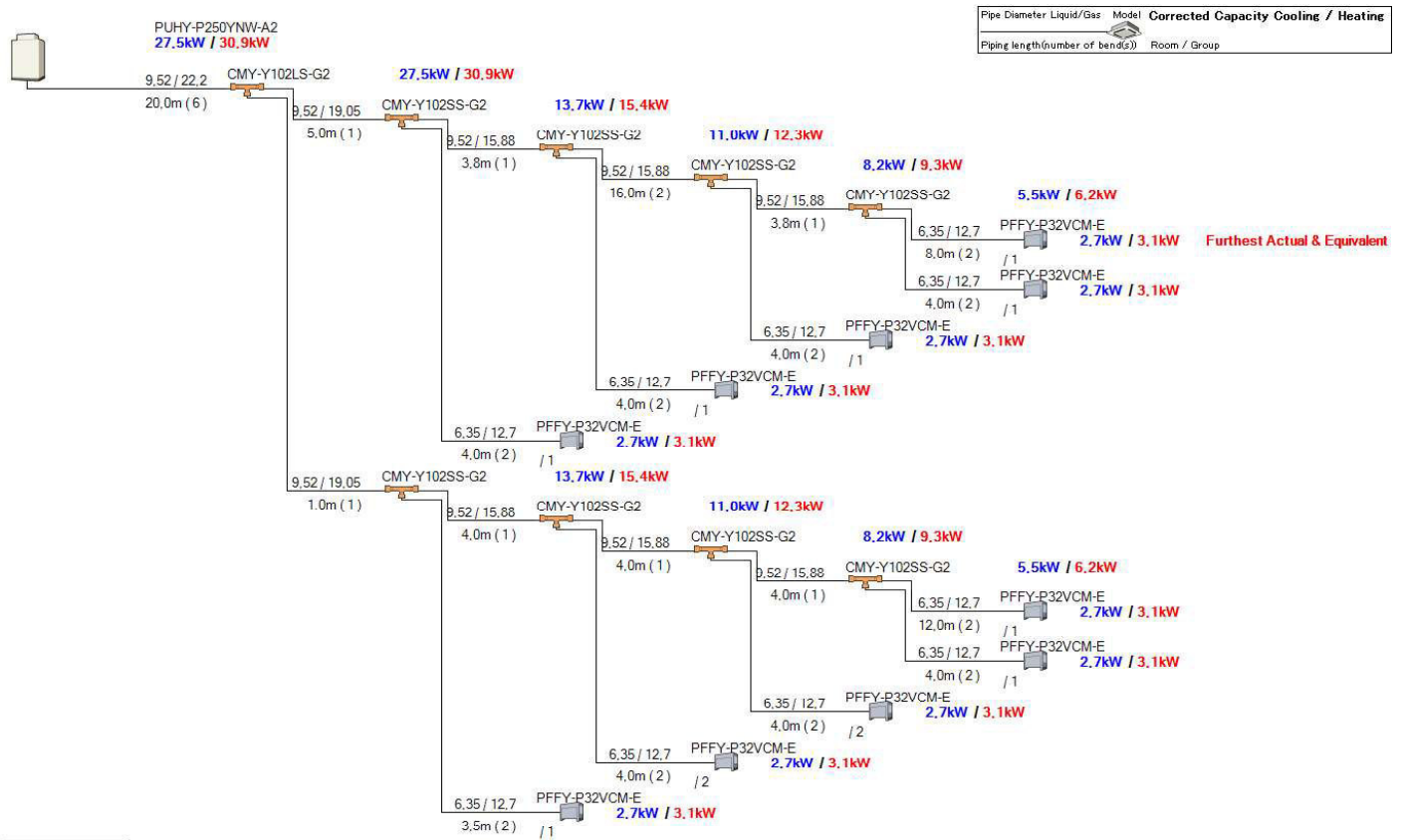
*1 The product image refers to a representative model. The actual product may differ from the image shown.

*3 Please refer to the specification sheet in the "Product Features" section at the end.

Sistema Contr Ctrl1 Sistema 1

> Piping Design

1. Piping diagram



Condition	
Cooling	
Indoor DB	26.0 °C
Humidity	52 %
Indoor WB	19.0 °C
Outdoor DB	35.0 °C
Heating	
Indoor DB	20.0 °C
Outdoor DB	7.0 °C
Humidity	87 %
Outdoor WB	6.0 °C

Sistema Contr Ctrl1 Sistema 1

> Piping Design

2. Refrigerant Piping

	Liquid/High (mm)	Gas/Low(mm)	Low/Gas/Bypass/Oil(mm)	Total length(m)	Number of bent
First joint to Indoor unit	6,35	12,7		51,5	20
First joint to Indoor unit	9,52	15,88		35,6	7
First joint to Indoor unit	9,52	19,05		6,0	2
Outdoor Unit to first joint	9,52	22,2		20,0	6

3. Summary totals (Refrigerant piping)

Pipe Size (mm)	Total length(m)	Number of bent
6,35	51,5	20
9,52	61,6	15
12,7	51,5	20
15,88	35,6	7
19,05	6,0	2
22,2	20,0	6

4. Refrigerant charge

Additional refrigerant required	R410A	X	7,5	kg
Total refrigerant amount	R410A	X	14,0	kg

5. Water flow rate (for WY/WR2/HCM(Water Cooled))

Flow rate(m ³ /h)	Pressure drop(kPa)
-	-

Sistema Contr Ctrl1

> Electrical Wiring Information

Svs.	1	x	AE-C400E
	Power supply info.		
	Power source:	-	
	MCA(A):	-	
	Max.Fuse(A):	-	
	Connection:	to power supply unit	
	Power supply cable:	-	
	size	-	
		-	
		-	
		-	
	Transmission info.		
	Connection:	M-NET(A,B,S)	
	Transmission cable:	Shielding wire (2-core) CVVS or CPEVS	
		-	
	size	1.25-2mm2 or thicker	
		-	

Svs.	2	x	PAC-YT52CRA
	Power supply info.		
	Power source:	-	
	MCA(A):	-	
	Max.Fuse(A):	-	
	Connection:	-	
	Power supply cable:	-	
	size	-	
		-	
		-	
		-	
	Transmission info.		
	Connection:	-	
	Transmission cable:	-	
		-	
	size	-	
		-	

Svs.	1	x	PUHY-P250YNW-A2
	Power supply info.		
	Power source:	3-phase 4-wire 380/400/415V 50Hz	
	MCA(A):	17.8	
	Max.Fuse(A):	-	
	Connection:	TB1(L1,L2,L3,N),ground	
	Power supply cable:	Metal conduit wiring	
	size	4.0mm2 or thicker(main) 4.0mm2 or thicker(ground)	
		-	
		-	
	Transmission info.		
	Connection:	TB3(M1,M2,S)TB7(M1,M2,S) *2	
	Transmission cable:	Shielding wire (2-core) CVVS, CPEVS or MVVS	
		-	
	size	Larger than 1.25mm2 / 1.2mm(dia) or above	
		-	

Svs.	10	x	PFFY-P32VCM-E
	Power supply info.		
	Power source:	1-phase 220/230/240V 50Hz	
	MCA(A):	0.78	
	Max.Fuse(A):	-	
	Connection:	TB2(L,N),ground	
	Power supply cable:	Metal conduit wire	
	size	1.5mm2 or thicker(main) *3 1.5mm2 or thicker(ground) *3	
		-	
		-	
	Transmission info.		
	Connection:	TB5(M1,M2,S)TB15(1,2) *4	
	Transmission cable:	Shielding wire (2-core) CVVS, CPEVS or MVVS	
		-	
	size	1.25mm2 or thicker	
		-	

*2 TB7 is used for centralized controller.

*3 The wiring size differs depending on the total operating current of the indoor unit. 1.5mm2 or thicker(16A or less), 2.5mm2 or thicker(25A or less), 4.0mm2 or thicker(32A or less)

*4 TB5 is used for ME remote controller. TB15 is used for MA remote controller.

Summary List

> Equipment list

1. Controller

Model name	Quantity
AE-C400E	1
PAC-YT52CRA	2

2. PI/AI/DIDO controller

Model name	Quantity
-	-

3. Outdoor unit

Model name	Quantity
PUHY-P250YNW-A2	1

4. BC controller / Hydro unit

Model name	Quantity
-	-

5. Indoor unit

Model name	Quantity
PFFY-P32VCM-E	10

6. Branch/Header/Twinning kit/Valve kit

Model name	Quantity
CMY-Y102LS-G2	1
CMY-Y102SS-G2	8

7. Lossnay

Model name	Quantity
-	-

8. HUB (Field supply)

Model name	Quantity
-	-

Summary List

> Equipment list

9. Air volume controller (Field supply)

Model name	Quantity
-	-

10. Twinning pipe (Field supply)

Model name	Quantity
-	-

11. Piping parts (Field supply)

Model name	Quantity
-	-

Summary List

> Field providing list

1. Refrigerant Piping Materials

Pipe Size(mm)	Total length(m)	Number of bent
6,35	51,5	20
9,52	61,6	15
12,7	51,5	20
15,88	35,6	7
19,05	6	2
22,2	20	6

2. Refrigerant charge

Additional refrigerant required	R410A	X	7,5	kg
Total refrigerant amount	R410A	X	14	kg

3. Electrical cables

Power supply cable size	Cable type	Usage
1.5mm ² or thicker *4	Metal conduit wire *1 *2 *3	Indoor unit power supply cable (main and ground wire)
4.0mm ² or thicker	Metal conduit wiring	Outdoor unit power supply cable (main and ground)
Transmission cable size	Cable type	Usage
1.25-2mm ² or thicker	Shielding wire (2-core) CVVS or CPEVS	Centralized control transmission cable
1.25mm ² or thicker	Shielding wire (2-core) CVVS, CPEVS or MVVS	Indoor/outdoor transmission cable
Larger than 1.25mm ² / 1.2mm (dia) or above	Shielding wire (2-core) CVVS, CPEVS or MVVS	Indoor/outdoor transmission cable

*1 The wire size is the minimum value for metal conduit wiring. If the voltage drops, use a wire that is one rank thicker in diameter.
Make sure the power-supply voltage does not drop more than 10%.

*2 Specific wiring requirements should adhere to the wiring regulations of the region.

*3 Power supply cords of parts of appliances for outdoor use shall not be lighter than polychloroprene sheathed flexible cord (design 245 IEC57). For example, use wiring such as YZW.

*4 The wiring size differs depending on the total operating current of the indoor unit.
1.5mm² or thicker(16A or less), 2.5mm² or thicker(25A or less), 4.0mm² or thicker(32A or less)

CVVS,MVVS : PVC insulated PVC jacketed shielded control cable

CPEVS : PE insulated PVC jacketed shielded communication cable

CVV : PVC insulated PVC sheathed control cable