



Riqualificazione di un Blocco Ospedaliero di Sterilizzazione con Impianto a Portata Variabile nel Sistema Edificio-Impianto

Ing. Stefano Caroli

*Vice Presidente Commissione Ricostruzione Post-sisma e
Riqualificazione del Sistema Edificio - Impianto
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma*

stcaroli@hotmail.com

Roma – 23.04.2026





OGGETTO DELLA PRESENTAZIONE

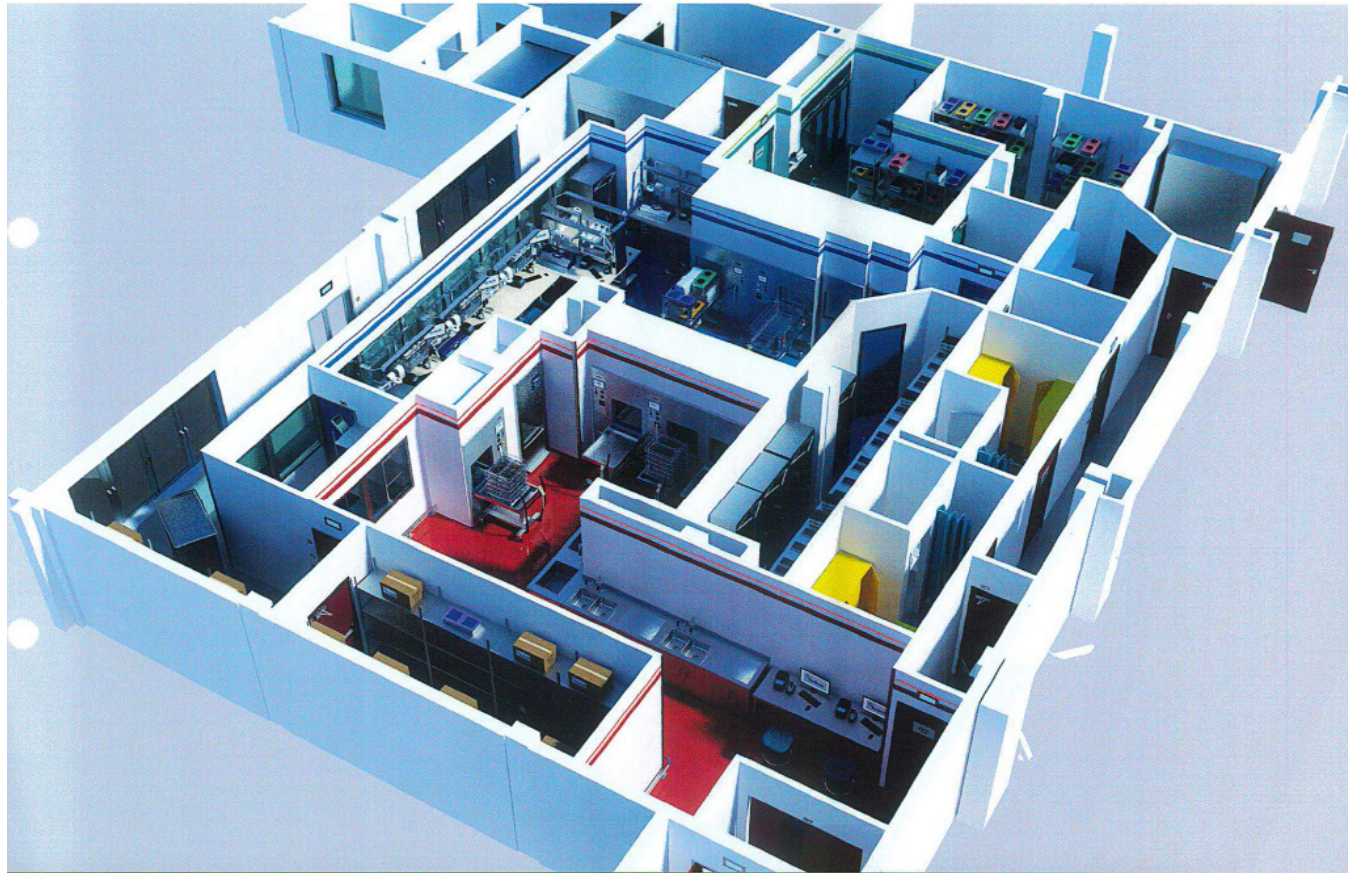
Si illustra un approfondimento sulle metodologie di progettazione e calcolo di un impianto VAV inserito nella riqualificazione di vecchi locali archivio da adibire a blocco di sterilizzazione per pacchi di strumentazione chirurgica da trattare e sterilizzare per renderli nuovamente disponibili in nuovi turni di sala operatoria. Il lavoro tratterà i seguenti elementi di progetto:

1. Breve descrizione sul Ciclo di Sterilizzazione
2. Descrizione degli equipaggiamenti tecnologici del Blocco
3. Definizione dei parametri di progetto per l'impianto CDZ
4. Progetto esecutivo dell'impianto aeraulico di tipo VAV
5. Canali , diffusori ambiente, UTA



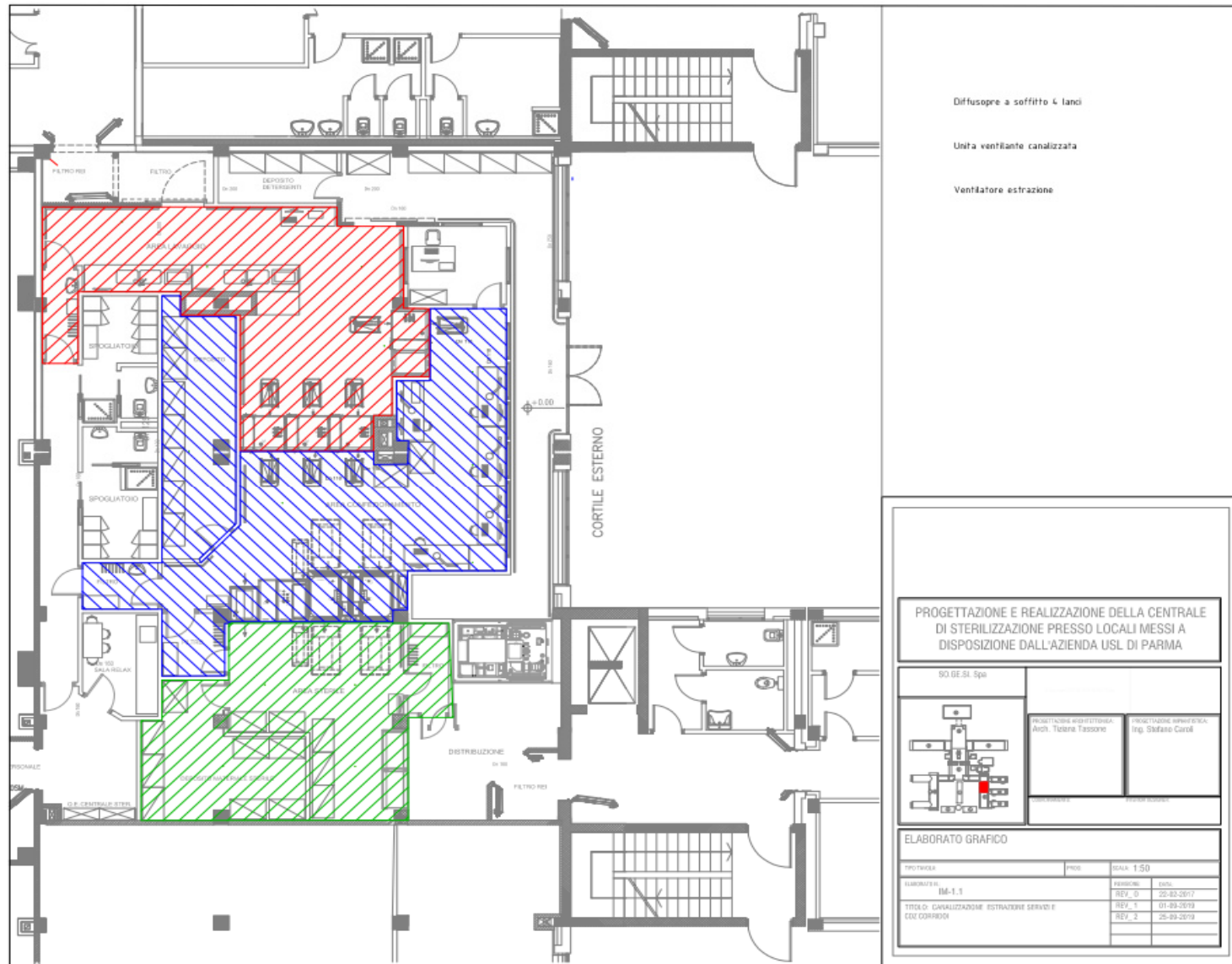


Blocco di Sterilizzazione



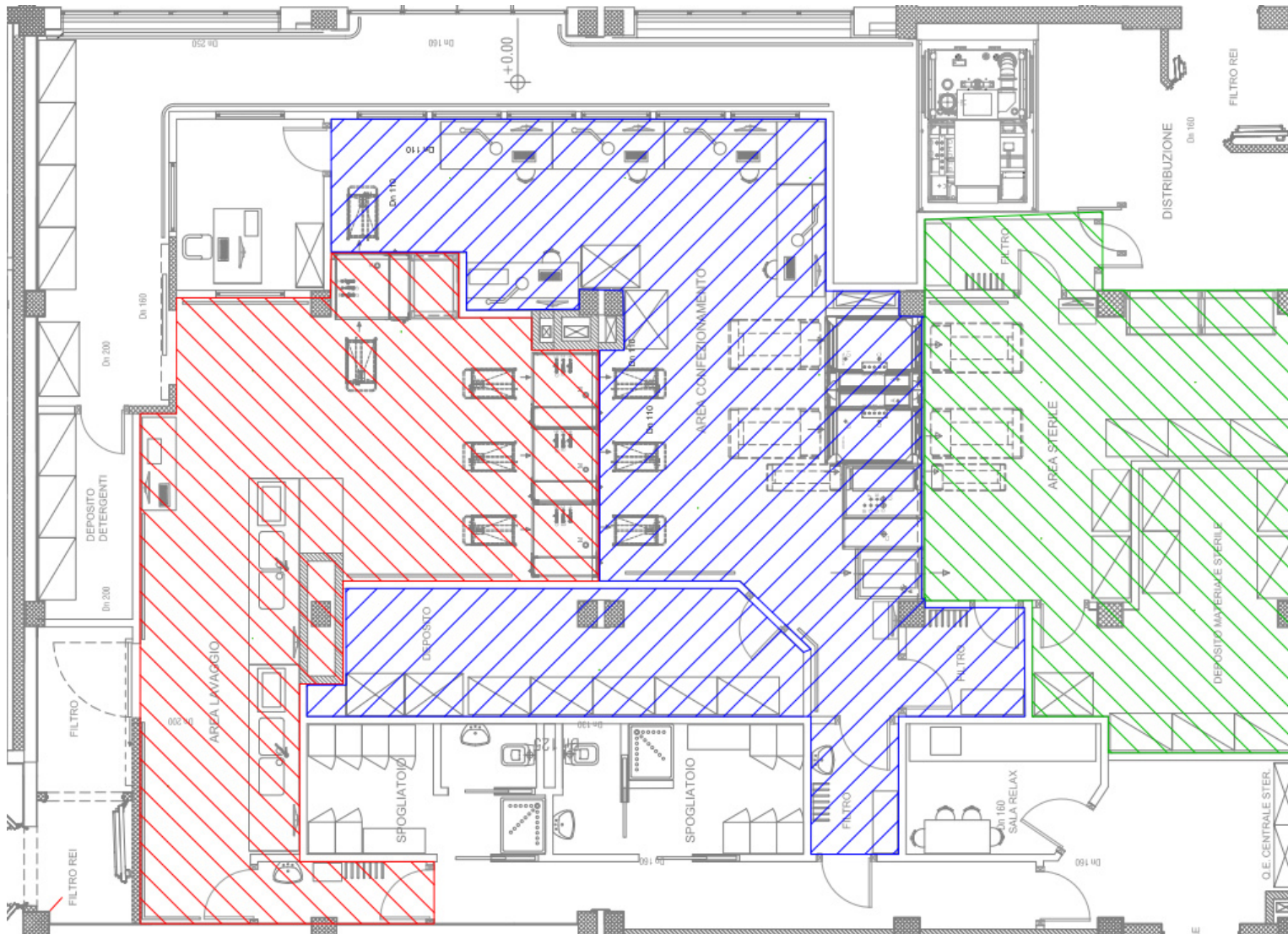


Blocco di Sterilizzazione



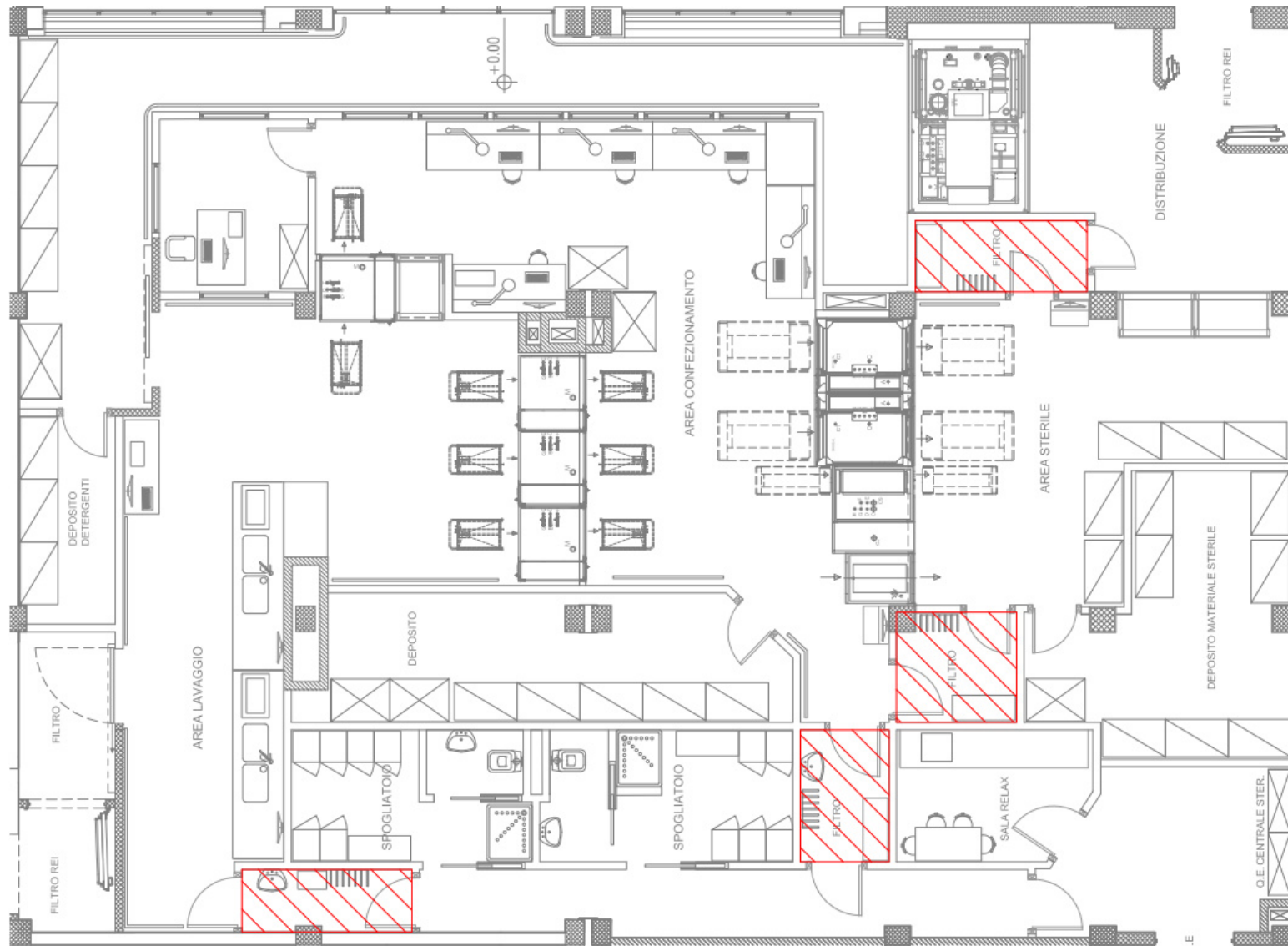


Blocco di Sterilizzazione



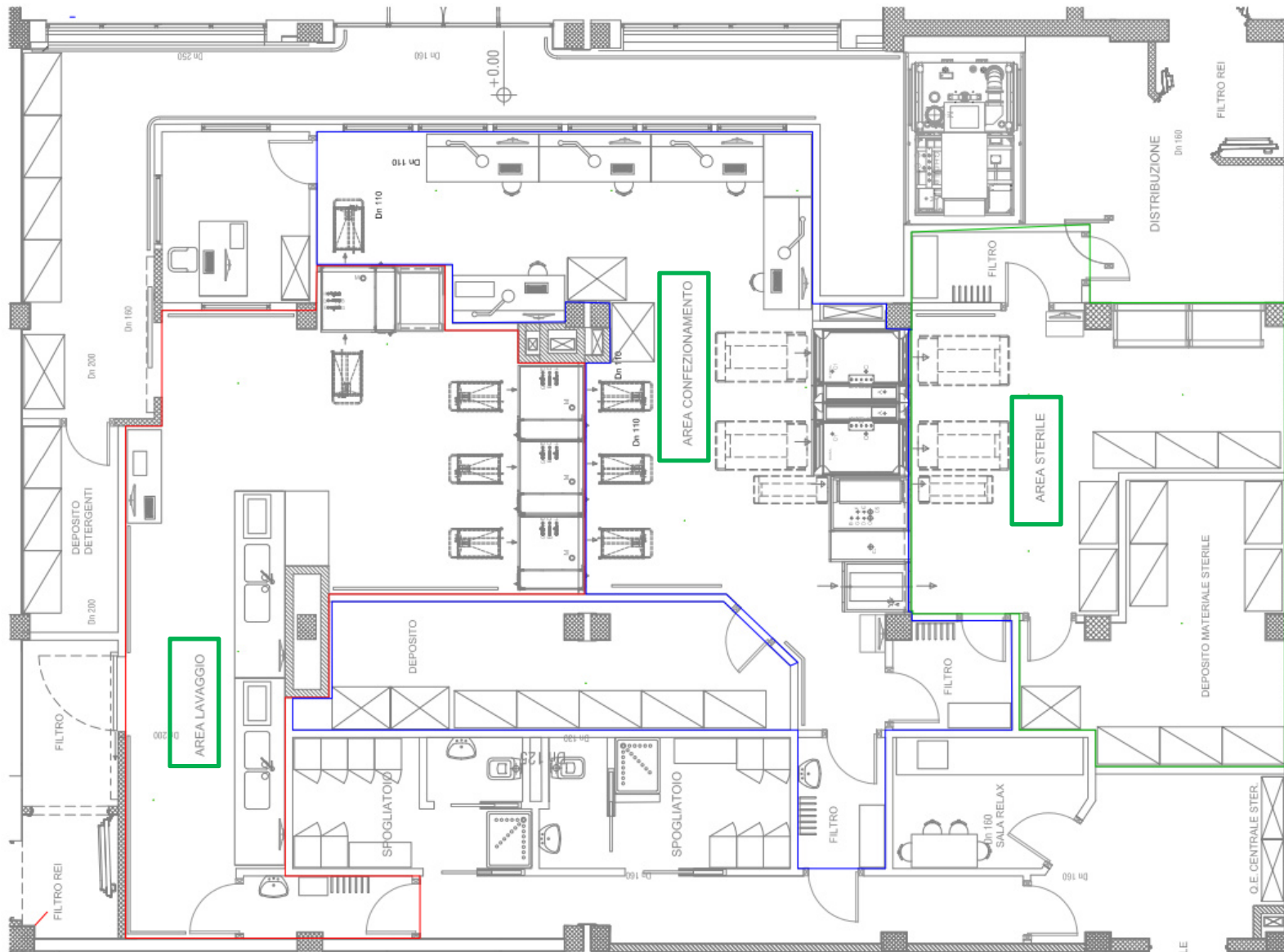


Blocco di Sterilizzazione



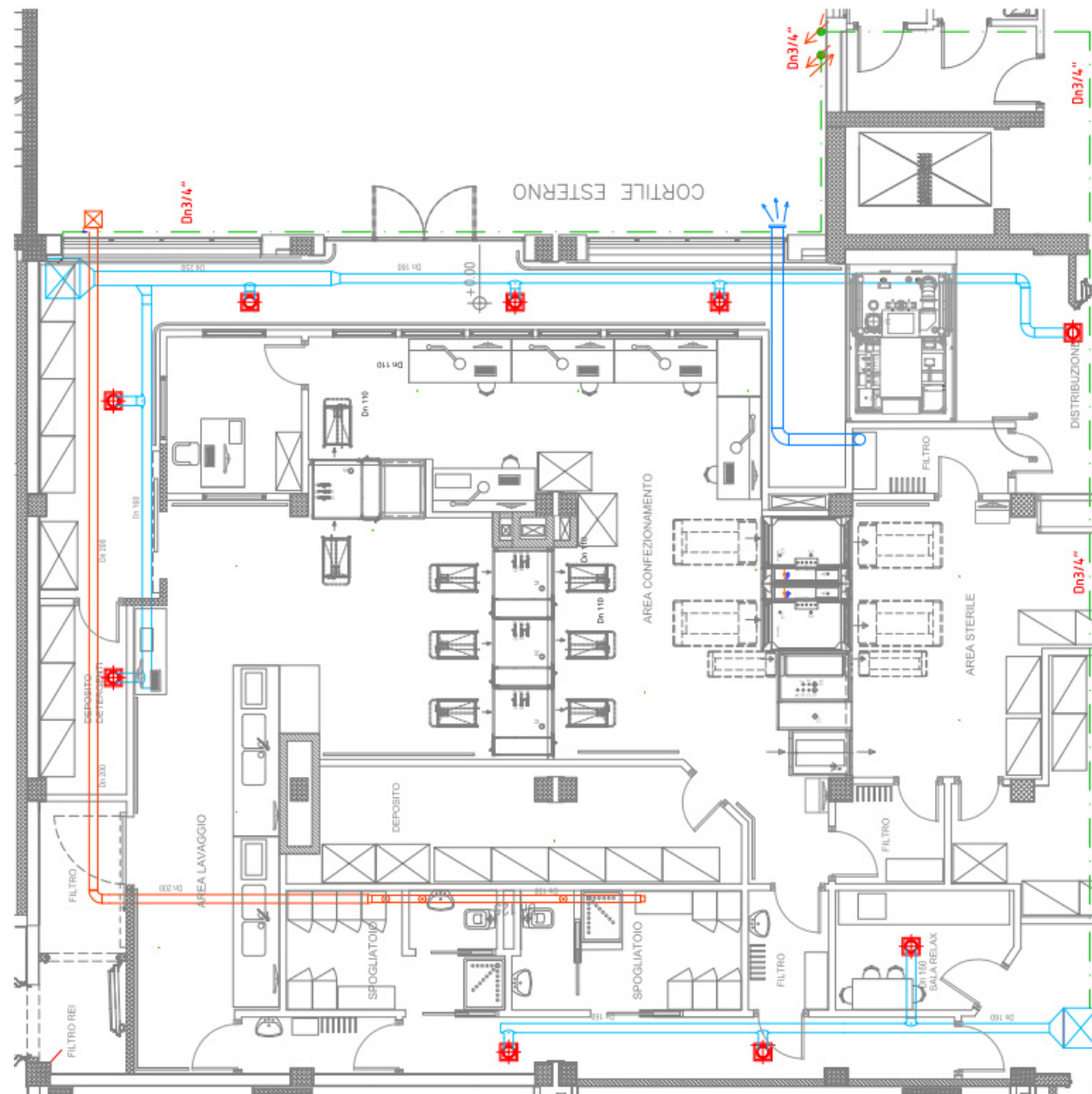


Blocco di Sterilizzazione



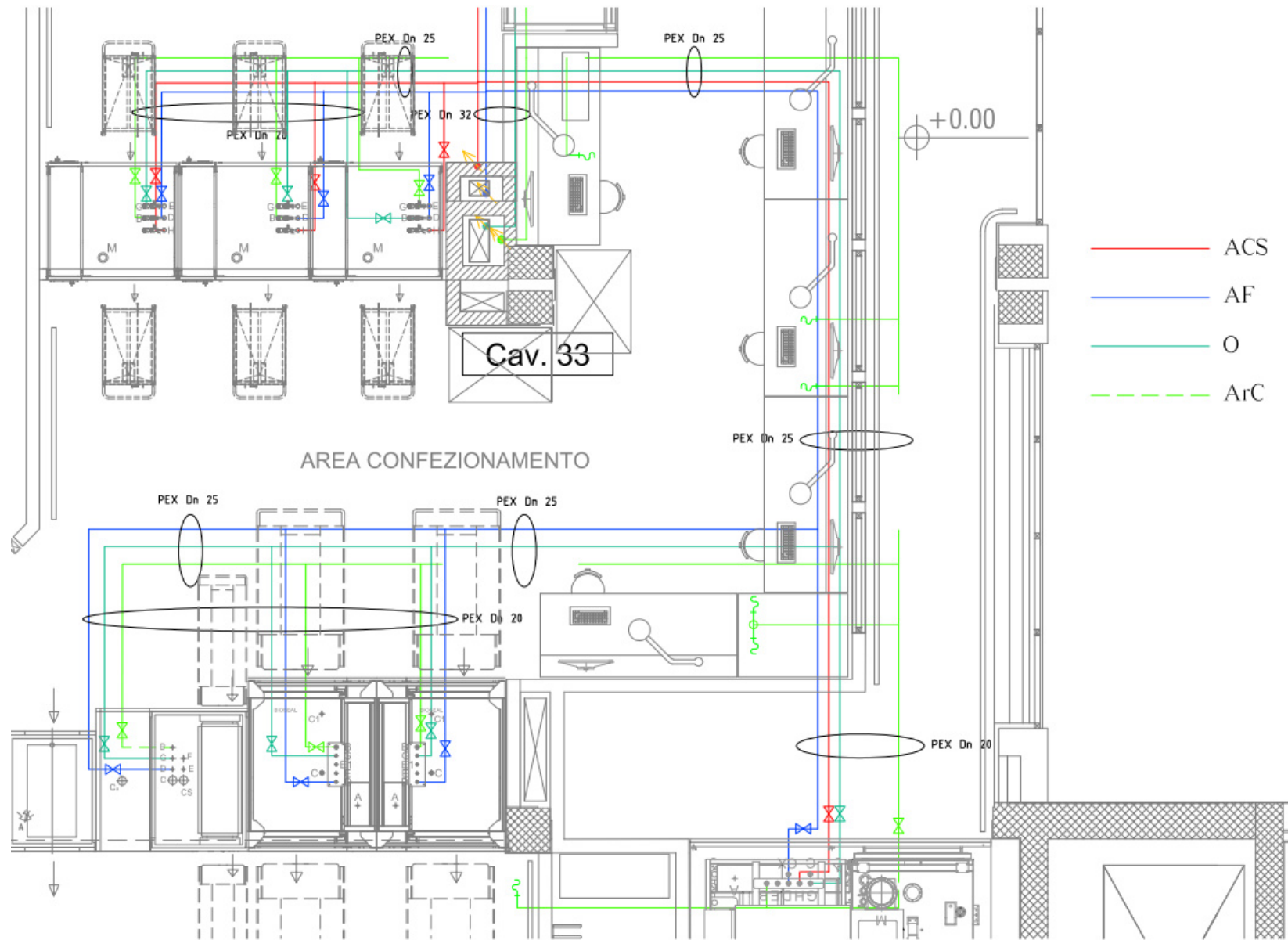


Blocco di Sterilizzazione





Blocco di Sterilizzazione





Aspetto Normativo - 2019

Reparto Operatorio - Sterilizzazione

Regione Lombardia
Direzione Generale Sanità
Servizio di Prevenzione Sanitaria

**LINEE GUIDA SULLA PREVENZIONE
E SICUREZZA NELLE SALE OPERATORIE**
Dicembre 1999

B) Requisiti e dotazione di legge

Il d.P.R. 14 gennaio 1997 prevede che ogni sala operatoria debba essere dotata di condizionamento ambientale che assicuri le seguenti caratteristiche microclimatiche:

- temperatura interna invernale ed estiva: 20-24 °C
- umidità relativa percentuale invernale e estiva (UR%): 40-60%
- ricambi d'aria orari (solo aria esterna): 15 volumi orari
- filtrazione dell'aria, in quanto ad efficienza: 99,97%

Il d.P.R. prevede inoltre la presenza dei seguenti requisiti minimi impiantistici:

LINEE GUIDA ISPESL - UNI EN ISO 7730:2006, i parametri microclimatici limite per le sale operatorie sono:

1. Temperatura interna invernale ed estiva compresa tra i 20-24°C;
2. Umidità relativa sia estiva che invernale tra il 40%-60%;
3. 15-20v/h ricambi di aria esterna all'ora (senza ricircolo);
4. Pressione differenziale almeno di +5 Pascal rispetto agli ambienti limitrofi;
5. Filtrazione assoluta dell'aria al 99,97%.





Aspetto Normativo - 2026

Reparto Operatorio - Sterilizzazione

NORMA ITALIANA	Impianto di ventilazione e condizionamento a contaminazione controllata (VCCC) per il blocco operatorio Progettazione, installazione, messa in marcia, qualifica, gestione e manutenzione	UNI 11425
		SETTEMBRE 2011

prospetto B.2 Parametri ambientali nei blocchi operatori

Ambienti	Temperatura [°C]		Umidità relativa [%]		Sovrapressione rispetto all'esterno [Pa]	Aria esterna [vol/h]	Aria di ricircolo [-]	Classi di pulizia secondo UNI EN ISO 14644-1	Livello di filtrazione finale	Livello di pressione sonora [dBA]
	Inverno	Estate	Inverno	Estate						
Sale operatorie a elevatissima qualità dell'aria	≥ 20	≤ 24	≥ 40	≤ 60	15 ¹⁾	15	SI ²⁾	ISO 5	H 14	45 ³⁾
Sale operatorie a elevata qualità dell'aria					15 ¹⁾	15	SI ²⁾	ISO 7	H 14	45 ³⁾
Sale operatorie a qualità dell'aria standard					15 ¹⁾	15	- ⁴⁾	ISO 8	H 14	45 ³⁾
Depositi sterili					15	≥ 2 ⁵⁾	- ⁴⁾	-	H 14	45



Aspetto Normativo - 2026

Reparto Operatorio - Sterilizzazione

Gradienti di pressione suddivisi su CINQUE LIVELLI DI CONTROLLO misurati rispetto al riferimento $P_{atm}=0$

- Area lavaggio → 0 Pa
- Filtro 1 → +4Pa
- Area Confezionamento → + 5Pa
- Filtro 2 → + 6Pa
- Area Sterile → + 10Pa
- Filtro 3 → + 6Pa

L'Impianto funzionerà a portata **COSTANTE** di ripresa e **VARIABILE** in mandata e sarà equipaggiato con filtrazione assoluta in ogni cassetta dei diffusori eli – colidali a soffitto. La temperatura ambiente sia Estiva che Invernale sarà regolata tramite termostato ambiente che agirà sulla valvola a tre vie della batteria di Post-Riscaldamento





Aspetto Normativo - 2026

Reparto Operatorio - Sterilizzazione

A bordo del quadro di regolazione sarà installato un commutatore che regolerà il funzionamento dei VAV secondo queste tre logiche:

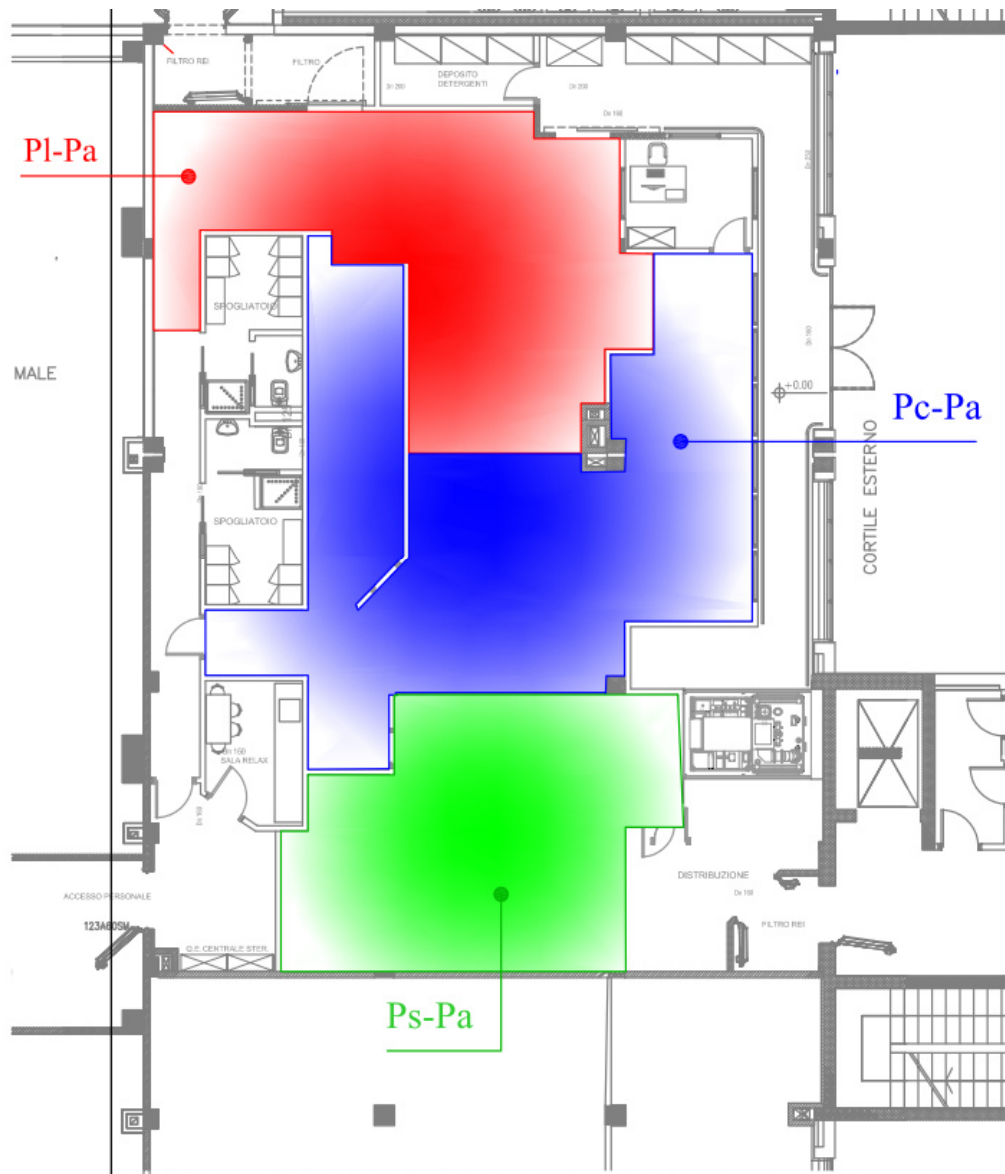
1. Funzionamento alla Portata di Progetto
2. Funzionamento alla minima portata di stand-by
3. Funzionamento in apertura completa
4. Funzionamento in chiusura completa

I punti 3. e 4. sono attivati in manutenzione, mentre il punto 2. è molto importante perché viene utilizzato a fine turno (24-00-08.00) con funzionamento ad 1/3 delle portate nominali, consentendo quindi un rilevante risparmio energetico nelle ore di non utilizzo mantenendo nel contempo gli ambienti sterili. Come anticipato l'apertura e chiusura completa delle cassette VAV sarà indispensabile nelle fasi di sterilizzazione ambientale con gas, dove la chiusura di queste impedirà il passaggio dei vapori di sterilizzazione nei canali. A fine intervento la completa apertura garantirà un veloce lavaggio dell'aria ambiente.





Blocco di Sterilizzazione



Blocco Lavaggio → $P_l - P_a = \Delta P_l$

Blocco Confez. → $P_c - P_a = \Delta P_c$

Blocco Steriliz. → $P_s - P_a = \Delta P_s$

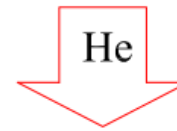
$$\Delta P_l < \Delta P_c < \Delta P_s$$

Il gradiente di pressione aumenta nel verso in cui aumenta il grado di sterilizzazione

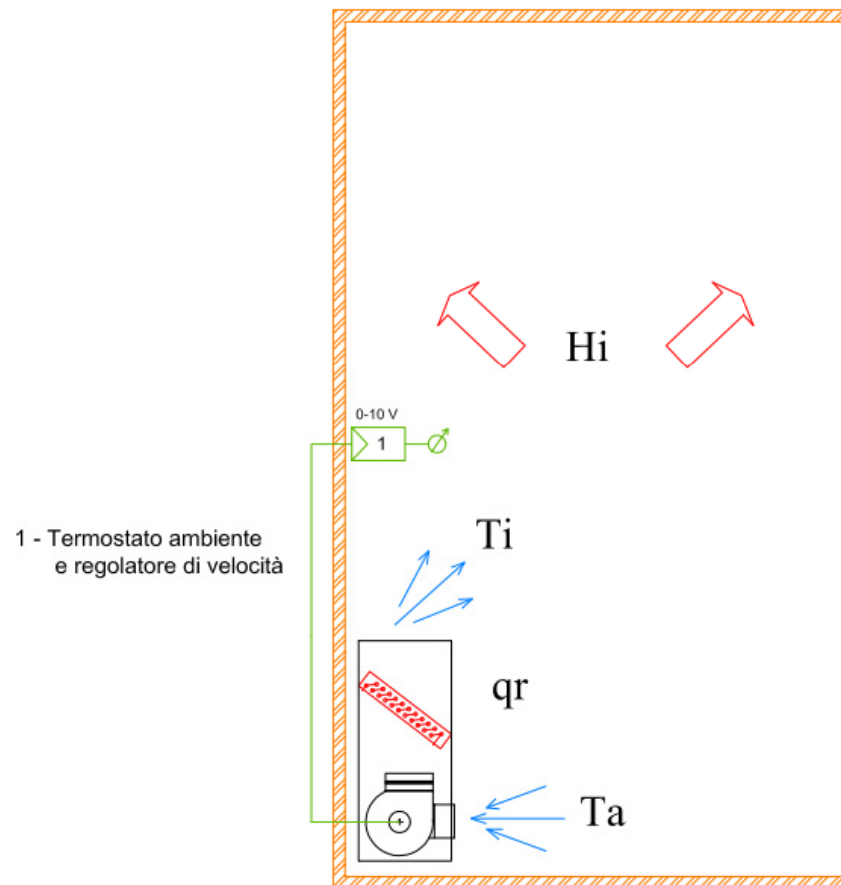
L'aria fluisce sempre dal locale più sterile verso quello meno sterile



Schemi Funzionali VAV



Il più diffuso impianto a portata variabile: Fan-coil

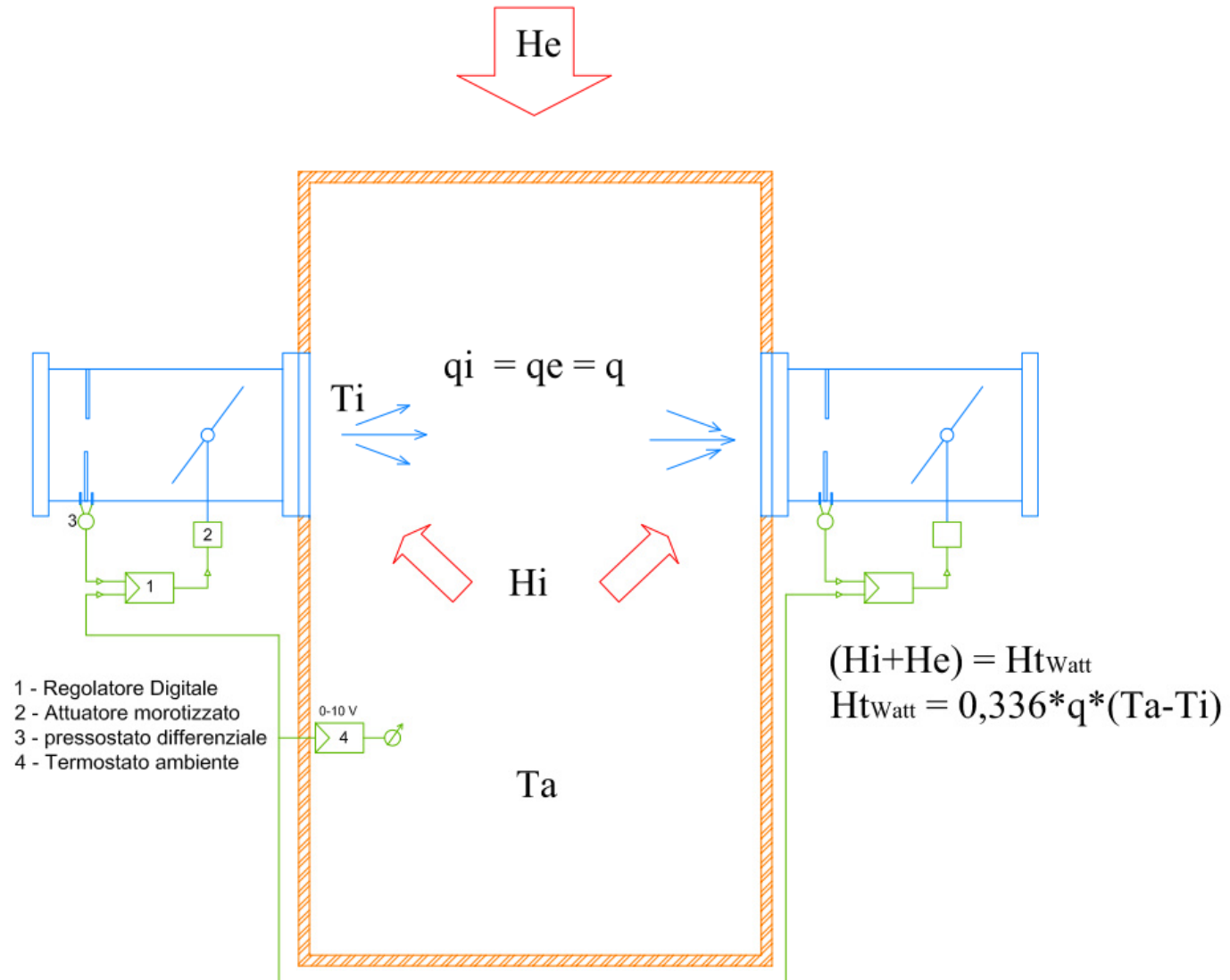


$$(H_i + H_e) = H_{tWatt}$$
$$H_{tWatt} = 0,336 * q_r * (T_a - T_i)$$



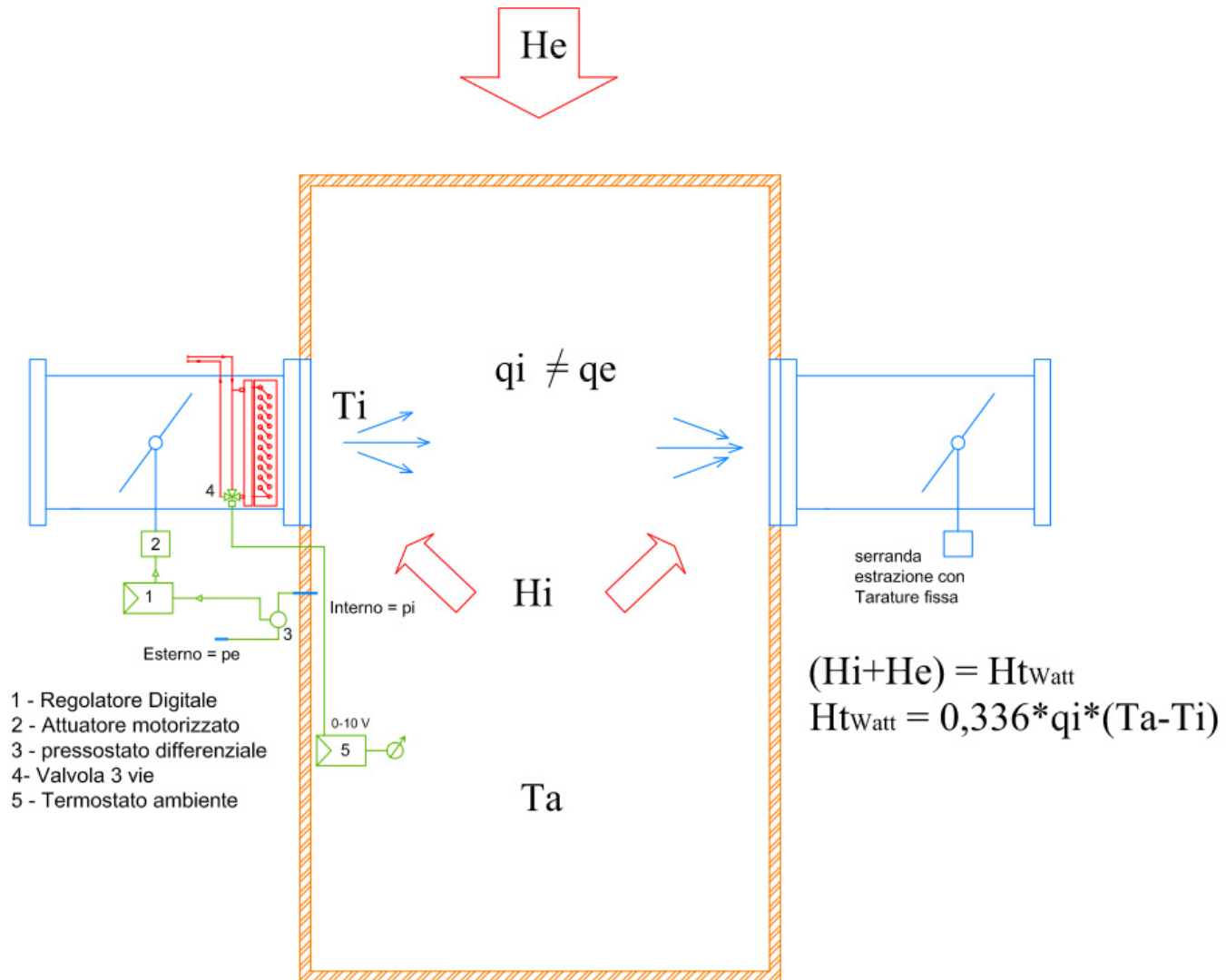


Schemi Funzionali VAV





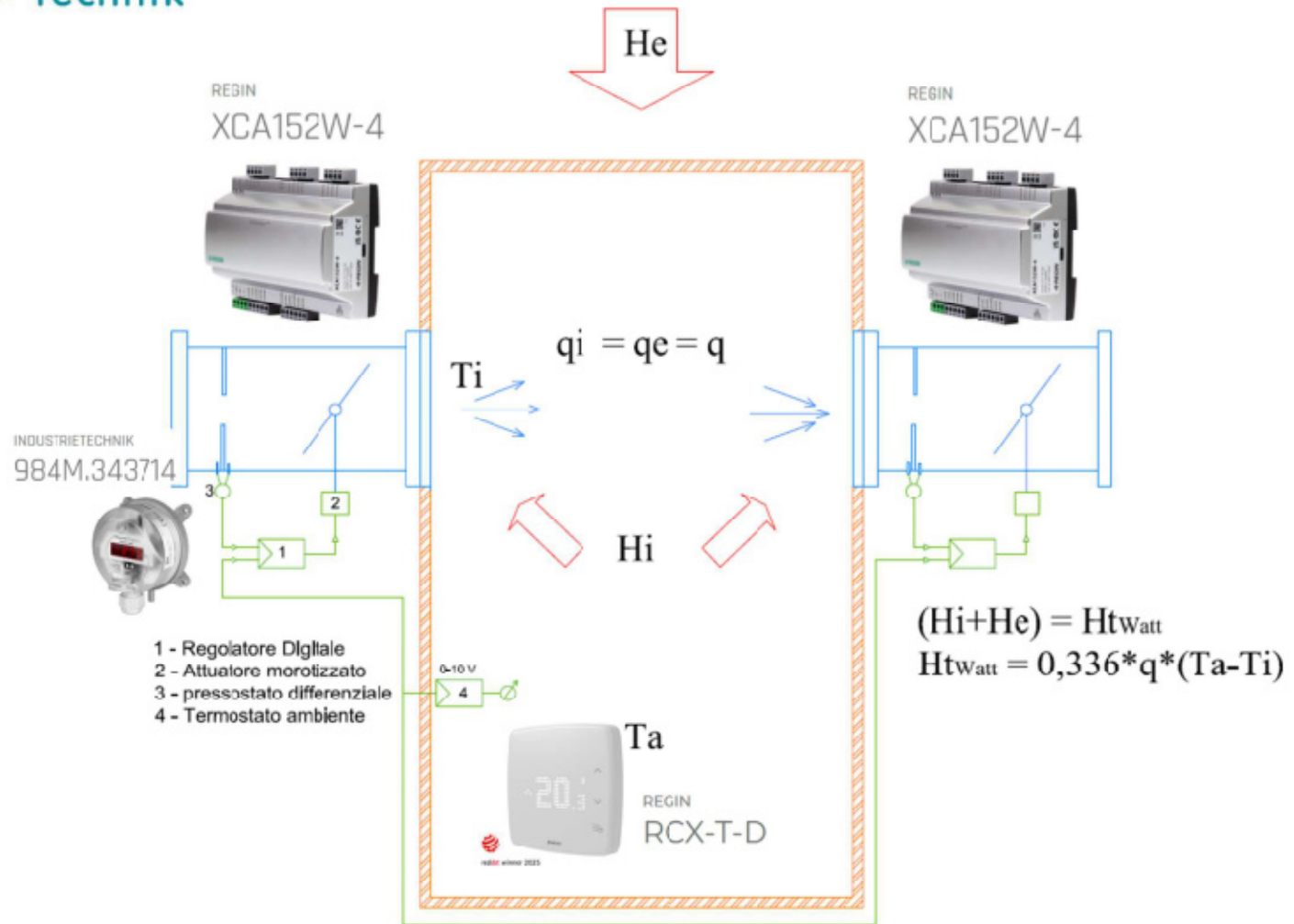
Schemi Funzionali VAV



- 1 - Regolatore Digitale
- 2 - Attuatore motorizzato
- 3 - pressostato differenziale
- 4- Valvola 3 vie
- 5 - Termostato ambiente

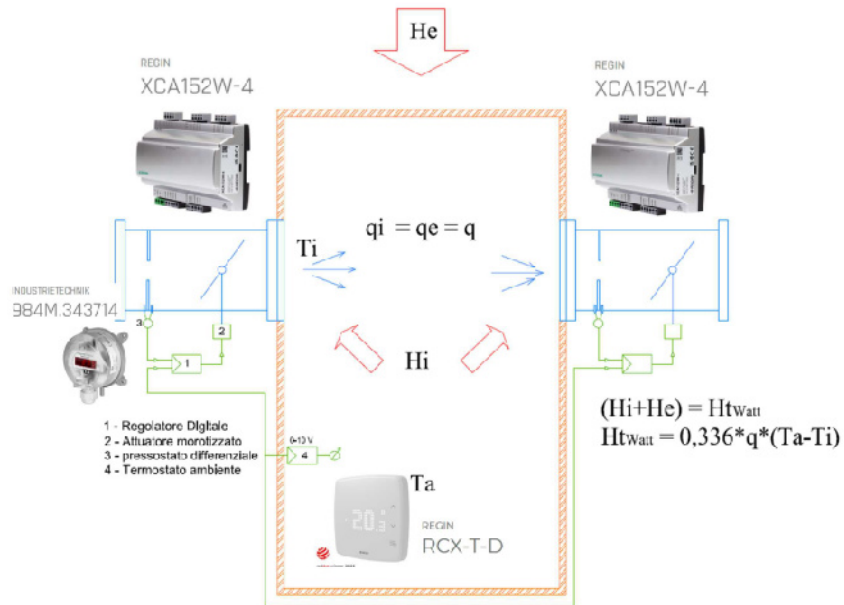


Schemi Funzionali VAV





Schemi Funzionali VAV



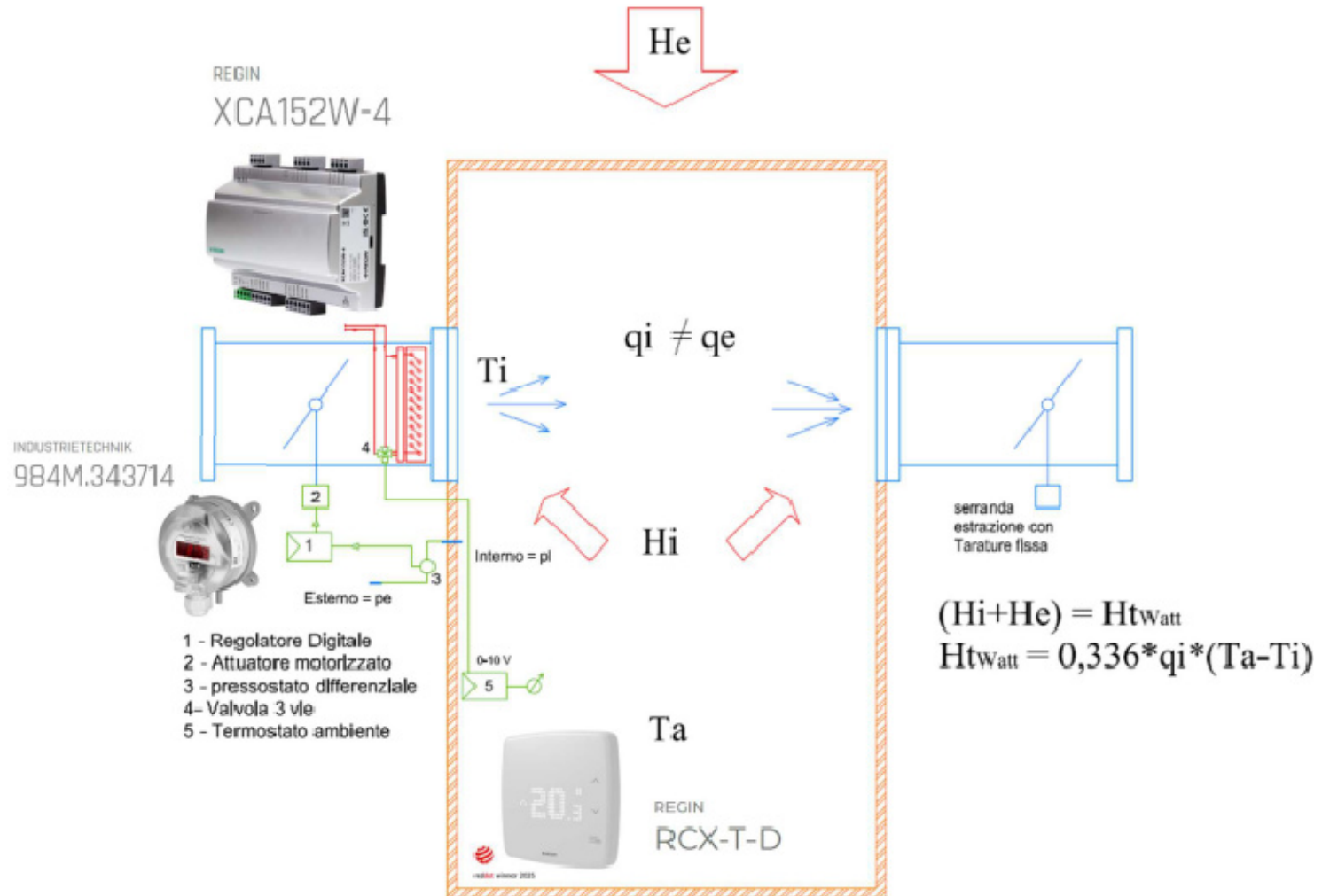
Il controllo di T_a è affidato al sistema technik dove un regolatore programmabile provvede alla modulazione del motore della serranda, inviando un segnale 0-10V ricevuto dal termostato ambiente ottenendo quanto segue:

- la temperatura ambiente T_a è controllata
- la portata d'aria q è la variabile modulata
- $H_{tot} = 0,336 * q * (T_a - T_i)$

In questa configurazione non è previsto il controllo della pressione ambiente e la portata di estrazione è uguale a quella di estrazione → flusso bilanciato

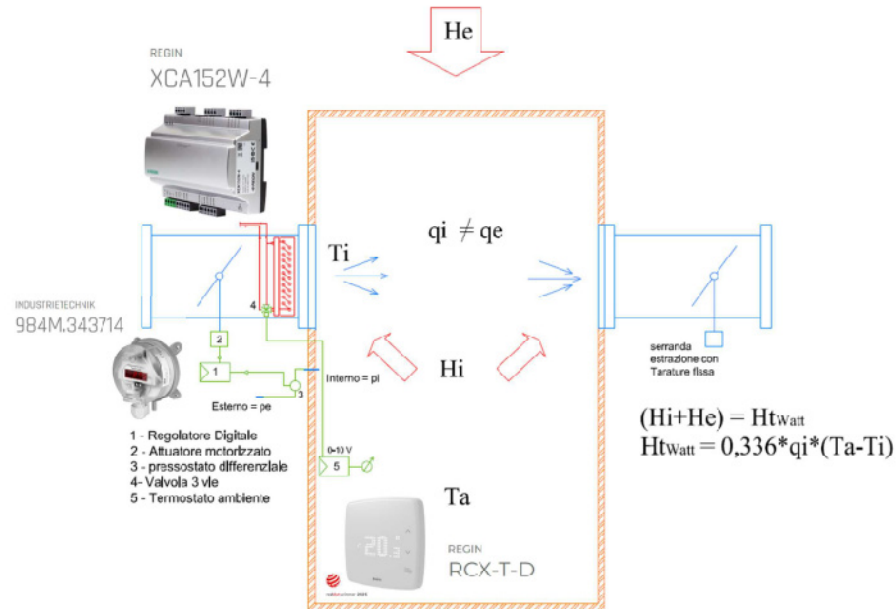


Schemi Funzionali VAV





Schemi Funzionali VAV



Il sistema technik è di tipo multi-varia Bile con gestione integrata dei seguenti parametri:

- controllo in continuo della pressione differenziale ambiente Δp impostata tramite segnale 0-10V
- elevata precisione per bassi valori di Δp con valori tipici: $\pm 5 \pm 20$ Pa
- controllo della Ta mediante modulazione della valvola 3 vie della batteria di post-riscaldamento con segnale 0-10V del termostato ambiente
- $H_{tot} = 0,336 * q * (Ta - Ti)$

Logica di funzionamento: il regolatore confronta la temperatura ambiente Ta con il Set point, in caso di richiesta di riscaldamento modula progressivamente la valvola per aumentare la portata della batteria e quindi la potenza termica. Al raggiungimento dell'equilibrio mantiene la posizione della valvola stabilizzata.

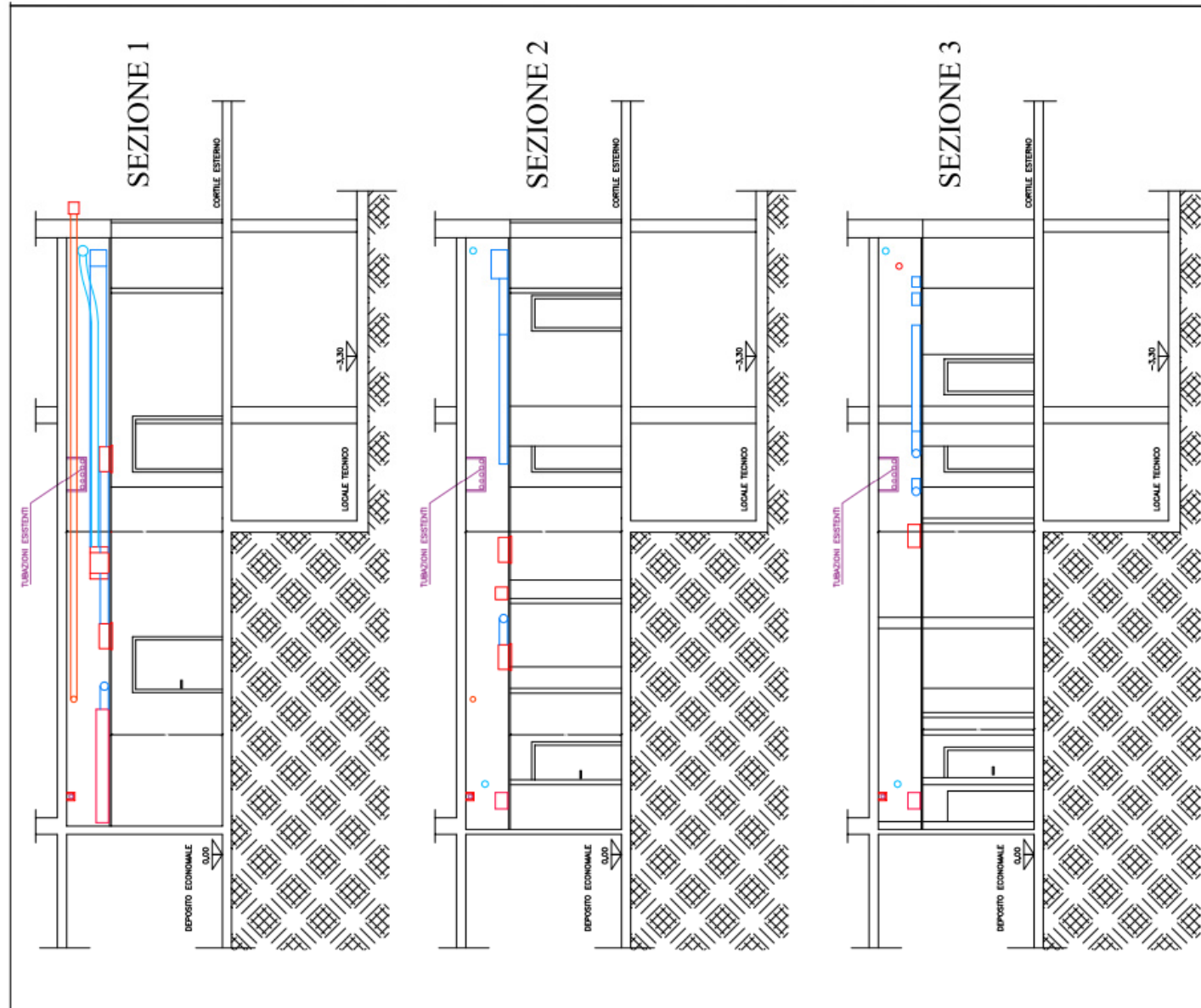


Parametri di Progetto

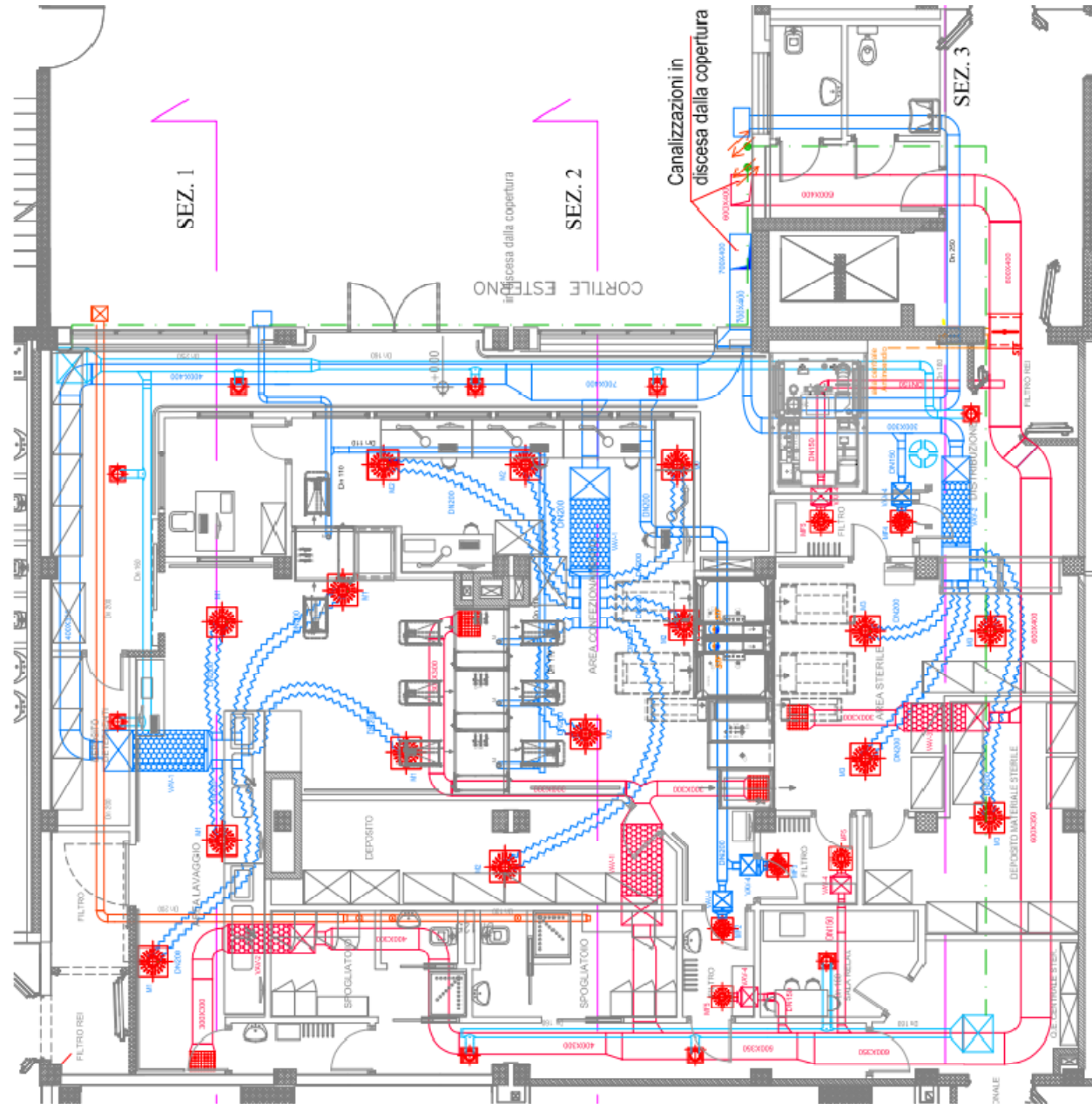
					IMMISS. Calcolo	IMMISS. Prog.	Ricambi Effettivi	EXTR. Calcolo
	mq	h	V	ric/h	mc/h	mc/h	ric/h	mc/h
Lavaggio ferri	51,48	2,8	144,14	15	2.162	2.200	15,263	1.980
Confezionamento	72,54	2,8	203,11	15	3.047	3.100	15,263	2.790
Area sterile	37,6	2,8	105,28	15	1.579	1.600	15,198	1.440
WC-sx-1	2,5	2,6	6,50	4	-	-	4,615	26
WC-sx-2	2,5	2,6	6,50	4	-	-	4,615	26
Spogliatoio-1	6,15	2,7	16,61	8	-	-	9,033	133
Spogliatoio-2	6	2,7	16,20	8	-	-	9,259	130
WC-dx-1	5,4	2,6	14,04	4	-	-	4,274	56
WC-dx-1	6,77	2,6	17,60	4	-	-	4,545	70
filtro sporco	2,55	2,7	6,89	15	103	130	18,882	117
filtro 1	3	2,7	8,1	15	122	130	16,049	117
filtro 2	3,33	2,7	8,991	15	135	130	14,459	117
filtro 3	3,5	2,7	9,45	15	142	130	13,757	117
Requisiti minimi di cui al DPR 14.01.1997					7.289			
Parametri di calcolo UTA - mc/h						7.420		7.119
Parametri di Progetto UTA mc/h					7.500			7.000
Rapporto di pressurizzazione imm./extr. %					6,667%			



Parametri di Progetto

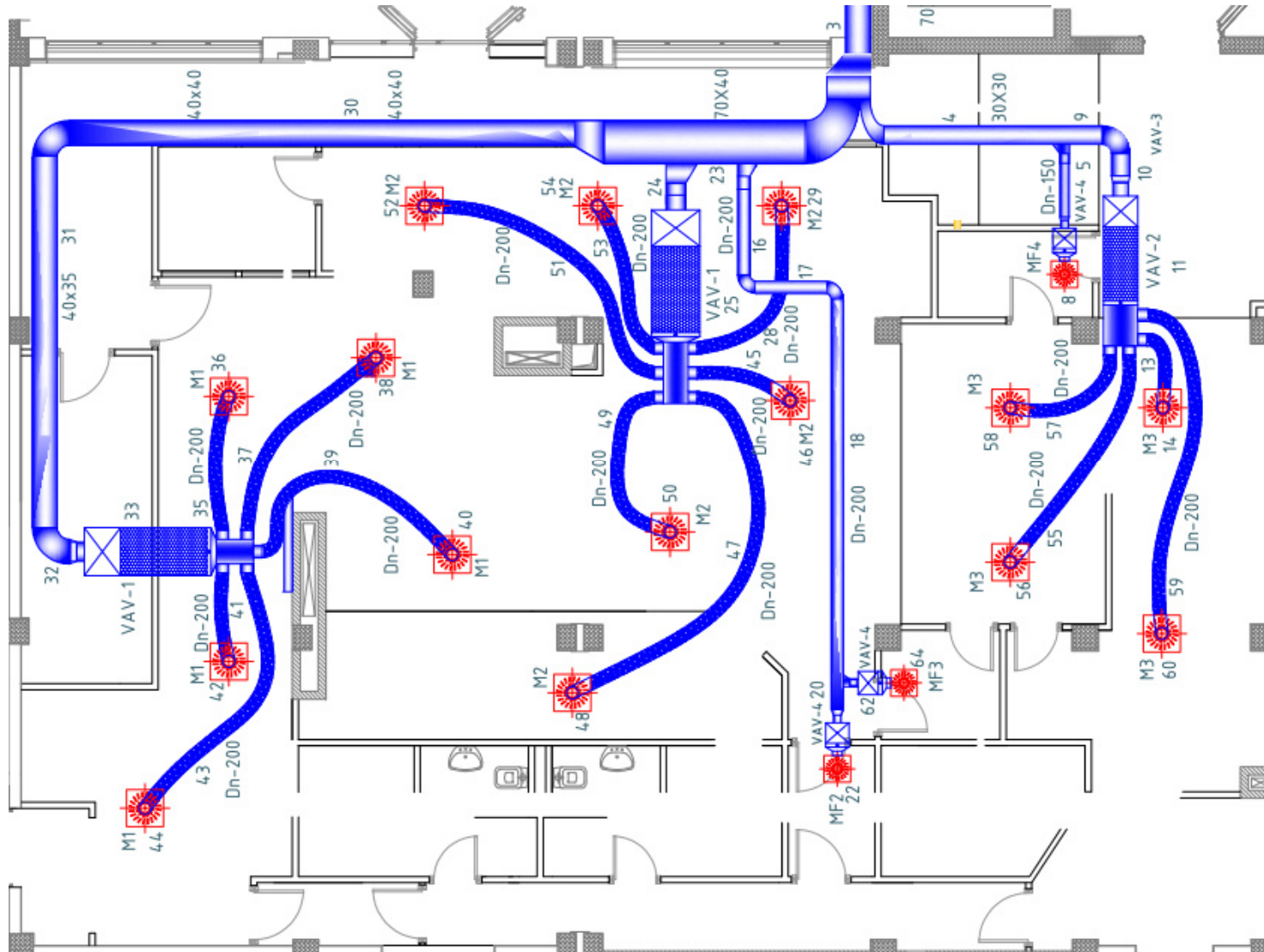


Parametri di Progetto



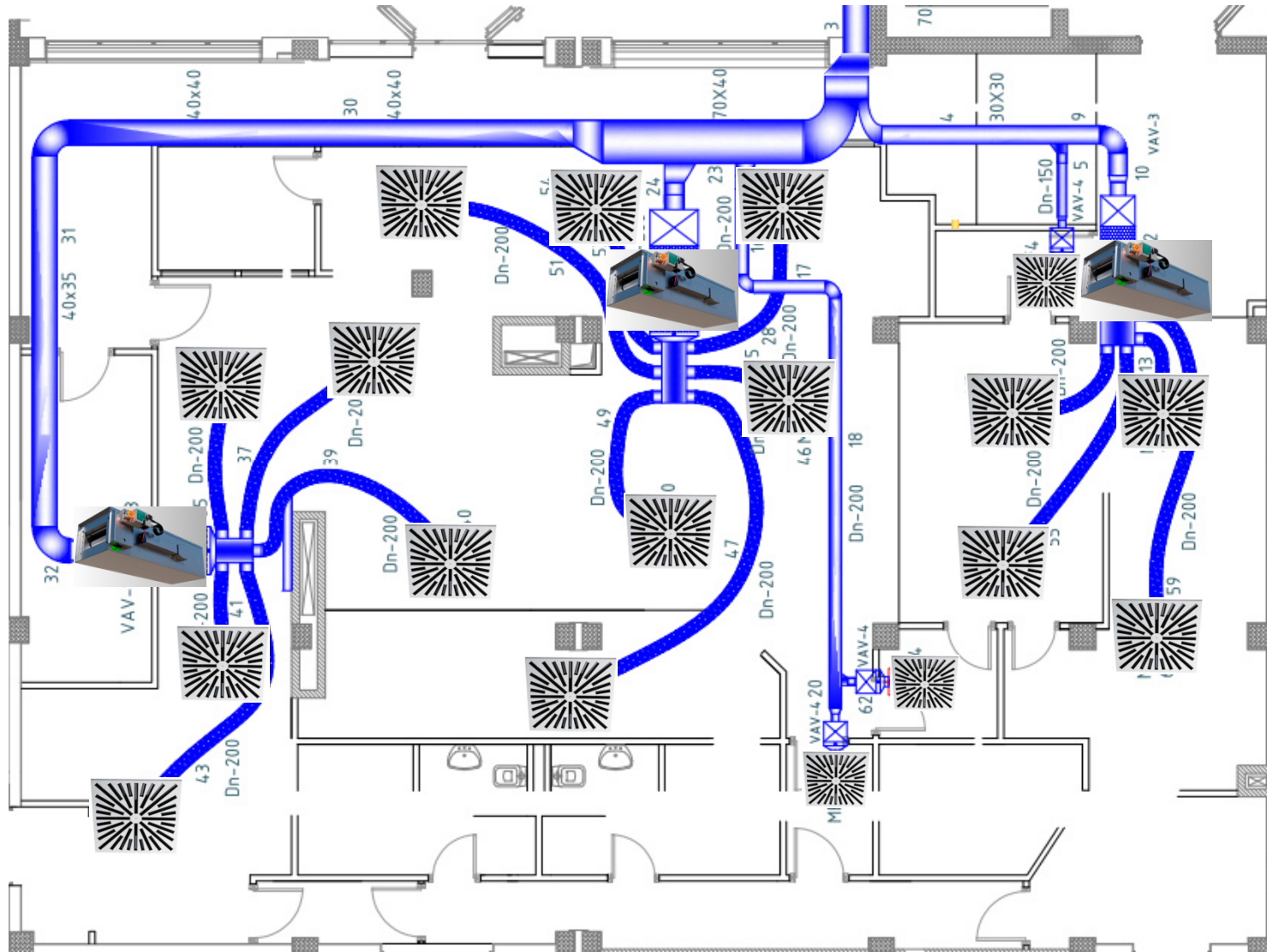


Parametri di Progetto





Parametri di Progetto



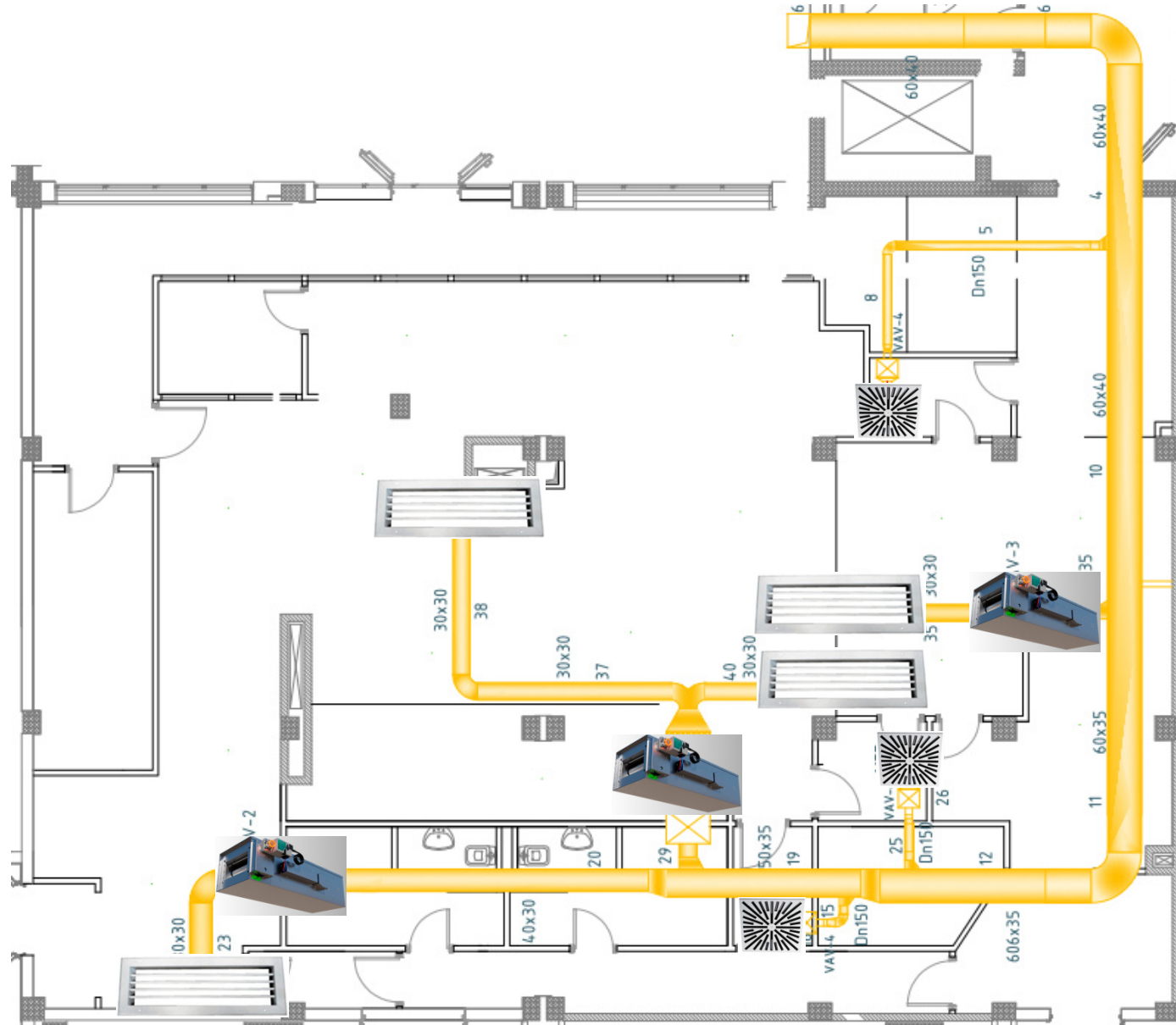


Parametri di Progetto



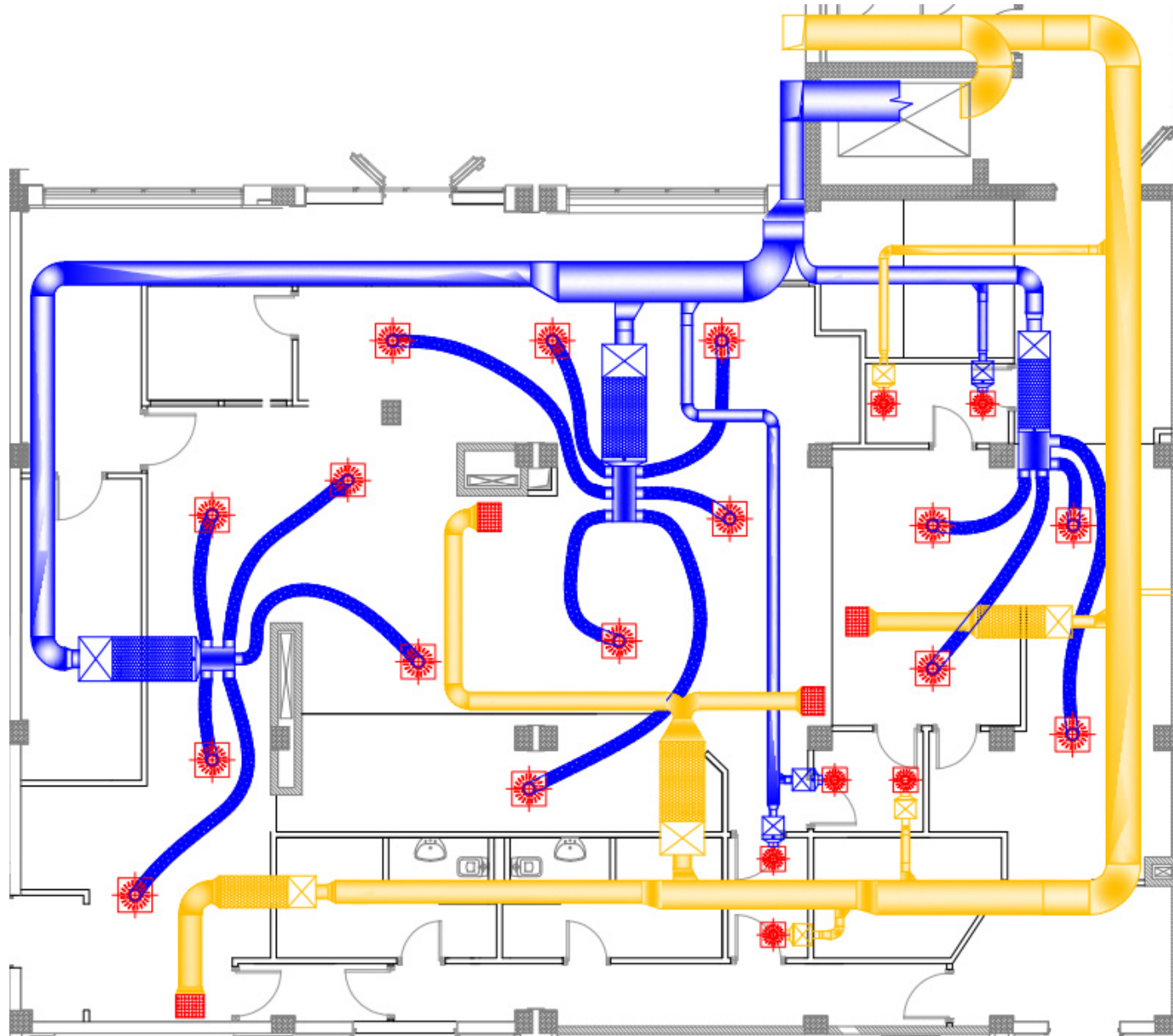


Parametri di Progetto





Parametri di Progetto





Parametri di Progetto

Stima dei Carichi Termici per la Climatizzazione dei Locali BLOCK LOADS



CARRIER E20-II
Hourly Analysis Program
Carrier Corporation Ltd. Syracuse - New York





Parametri di Progetto

Air System Design Load Summary for Blocco Sterilizzazione

Project Name: Vaio

03/05/17

Prepared by: Ing. S. Caroli

03.15

ZONE LOADS	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jul 1500			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 31,7 °C / 22,8 °C			HEATING OA DB / WB -6,1 °C / -8,1 °C		
	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Solar Loads	0 m ²	0	-	0 m ²	-	-
Wall Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Roof Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Glass Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Skylight Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Door Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Floor Transmission	162 m ²	-373	-	162 m ²	0	-
Partitions	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Ceiling	162 m ²	-375	-	162 m ²	0	-
Overhead Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	1616 W	1616	-	0	0	-
People	15	1297	2000	0	0	0
Infiltration	-	0	0	0	0	0
Miscellaneous	-	8400	900	-	0	0
Safety Factor	3% / 3%	317	87	3%	0	0
>> Total Zone Loads	-	10882	2986	-	0	0
Zone Conditioning	-	12972	2986	-	-6641	0
Plenum Wall Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Roof Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Lighting Load	0%	0	-	0	0	-
Return Fan Load	2111 L/s	3518	-	2111 L/s	-3518	-
Ventilation Load	2111 L/s	25468	28339	2111 L/s	27438	0
Supply Fan Load	2111 L/s	4691	-	2111 L/s	-4691	-
Space Fan Coil Fans	-	0	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	0	-	0%	0	-
>> Total System Loads	-	46650	31326	-	12587	0
Central Cooling Coil	-	46650	31326	-	0	0
Terminal Reheat Coils	-	0	-	-	12587	-
>> Total Conditioning	-	46650	31326	-	12587	0
Key:	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		



Parametri di Progetto

Space Design Load Summary for Blocco Sterilizzazione

Project Name: Vaio
Prepared by: Ing. S. Caroli

03/05/17
03.15

TABLE 1.3.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " Area sterile " IN ZONE " Blocco Sterilizzazione "						
SPACE LOADS	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
	COOLING DATA AT Jan 2300 OA DB / WB 12,6 °C / 11,6 °C OCCUPIED T-STAT 26,0 °C			HEATING DATA AT DES HTG OA DB / WB -6,1 °C / -8,1 °C OCCUPIED T-STAT 20,0 °C		
Solar Loads	0 m ²	0	-	0 m ²	-	-
Wall Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Roof Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Glass Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Skylight Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Door Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Floor Transmission	38 m ²	-87	-	38 m ²	0	-
Partitions	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Ceiling	38 m ²	-87	-	38 m ²	0	-
Overhead Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	376 W	376	-	0	0	-
People	5	432	667	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	1600	200	-	0	0
Safety Factor	3% / 3%	67	26	3%	0	0
>> Total Zone Loads	-	2301	892	-	0	0



Parametri di Progetto

Space Design Load Summary for Blocco Sterilizzazione

Project Name: Vaio
Prepared by: Ing. S. Caroli

03/05/17
03.15

TABLE 1.2.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " confezionamento " IN ZONE " Blocco Sterilizzazione "						
DESIGN COOLING				DESIGN HEATING		
COOLING DATA AT Jan 2300 OA DB / WB 12,6 °C / 11,6 °C OCCUPIED T-STAT 26,0 °C				HEATING DATA AT DES HTG OA DB / WB -6,1 °C / -8,1 °C OCCUPIED T-STAT 20,0 °C		
SPACE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Solar Loads	0 m ²	0	-	0 m ²	-	-
Wall Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Roof Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Glass Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Skylight Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Door Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Floor Transmission	73 m ²	-167	-	73 m ²	0	-
Partitions	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Ceiling	73 m ²	-168	-	73 m ²	0	-
Overhead Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	725 W	725	-	0	0	-
People	5	432	667	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	1600	200	-	0	0
Safety Factor	3% / 3%	73	26	3%	0	0
>> Total Zone Loads	-	2494	892	-	0	0



Parametri di Progetto

Space Design Load Summary for Blocco Sterilizzazione

Project Name: Vaio
Prepared by: Ing. S. Caroli

03/05/17
03.15

TABLE 1.1.A. COMPONENT LOADS FOR SPACE " lavaggio " IN ZONE " Blocco Sterilizzazione "						
SPACE LOADS	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
	COOLING DATA AT Jan 2300 OA DB / WB 12,6 °C / 11,6 °C OCCUPIED T-STAT 26,0 °C			HEATING DATA AT DES HTG OA DB / WB -6,1 °C / -8,1 °C OCCUPIED T-STAT 20,0 °C		
Solar Loads	0 m ²	0	-	0 m ²	-	-
Wall Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Roof Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Glass Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Skylight Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Door Transmission	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Floor Transmission	52 m ²	-119	-	52 m ²	0	-
Partitions	0 m ²	0	-	0 m ²	0	-
Ceiling	51 m ²	-119	-	51 m ²	0	-
Overhead Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	515 W	515	-	0	0	-
People	5	432	667	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	5200	500	-	0	0
Safety Factor	3% / 3%	177	35	3%	0	0
>> Total Zone Loads	-	6086	1201	-	0	0





Parametri di Progetto

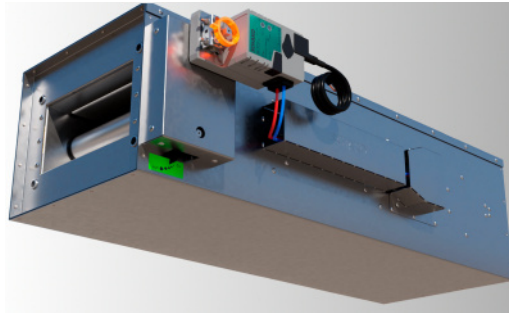
Temp. Ambiente	26 °C		
Locale	Sensibile	Portata	Timm.
	W	mc/h	°C
Lavaggio	6100	2200	17,75
Confezionamento	2500	3100	23,60
Sterile	2300	1600	21,72
$Q = 0,336 \cdot p \cdot (T_a - T_i)$			
Temperatura di mandata T_{imm} = cost = 18°C			
sia ESTIVO che INVERNALE			
Temp. Ambiente	26 °C		
Temp. Immissione	14 °C		
Locale	Sensibile	Portata	Timm.
	W	mc/h	°C
Lavaggio	6100	1512,90	14
Confezionamento	2500	620,04	14
Sterile	2300	396,83	14
$Q = 0,336 \cdot p \cdot (T_a - T_i)$			





Unità Terminali **SCHAKO**

Cassetta VAV+Post PIANO-K



Regolatore VAV-VHPR-100



Diffusore Elicoidale DQJ



Griglia Ripresa LK





Unità Terminali **SCHAKO**

Lancio Estivo



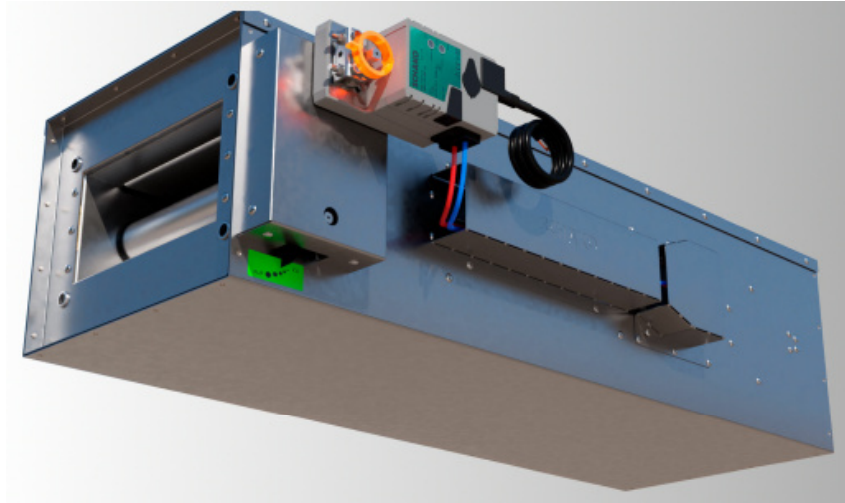
Lancio Invernale





Unità Terminali SCHAKO

Prospetti da Scheda Prodotto



Potenza sonora generata dal flusso d'aria
PIANO-K-Z (esecuzione compatta, mandata)

NW	v _k (m/s)	V _{ZU} (m³/h)	Δp _t = 50 Pa								Δp _t = 150 Pa								Δp _t = 250 Pa																		
			L _w [dB]								L _w [dB]								L _w [dB]																		
			63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	L _{WA} (dB(A))	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	L _{WA} (dB(A))	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz	L _{WA} (dB(A))								
50	0,7	302	84	32	19	18	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	16	39	23	23	19	<	<	<	<	<	20	40	27	26	18	18	<	<	<	22
	2,6	1123	312	39	31	27	17	<	<	<	<	<	<	<	<	<	<	23	41	38	36	23	15	<	<	<	<	29	43	42	39	28	18	<	<	<	33
	4,6	1987	552	40	37	35	28	22	16	<	<	<	<	<	<	<	<	31	47	45	44	32	25	19	15	<	<	37	48	49	47	36	27	21	16	15	41
	6,5	2808	780	40	40	41	35	31	27	23	17	37	51	47	48	39	33	29	26	21	42	53	52	52	42	34	30	27	23	23	23	23	23	23	46		

Differenza minima pressioni statiche

NW	v _k (m/s)	V (m³/h) [l/s]	Δp _{t min} (Pa)	
			PIANO-Z	PIANO-A
10	0,7	50 [14]	1	1
	2,6	187 [52]	12	4
	4,6	331 [92]	37	14
	6,5	468 [130]	73	28
20	0,7	76 [21]	1	1
	2,6	281 [78]	8	4
	4,6	497 [138]	25	14
	6,5	702 [195]	50	27
30	0,7	113 [32]	1	1
	2,6	421 [117]	6	3
	4,6	745 [207]	19	11
	6,5	1053 [293]	38	22
40	0,7	189 [53]	1	1
	2,6	702 [195]	6	3
	4,6	1242 [345]	19	11
	6,5	1755 [488]	38	21
50	0,7	302 [84]	1	1
	2,6	1123 [312]	6	3
	4,6	1987 [552]	18	9
	6,5	2808 [780]	35	18
60	0,7	252 [70]	1	1
	2,6	936 [260]	7	5
	4,6	1656 [460]	21	15
	6,5	2340 [650]	42	30
70	0,7	378 [105]	1	1
	2,6	1404 [390]	7	5
	4,6	2484 [690]	22	14
	6,5	3510 [975]	43	29
80	0,7	504 [140]	1	1
	2,6	1872 [520]	7	4
	4,6	3312 [920]	21	12
	6,5	4680 [1300]	41	24



Unità Terminali SCHAKO

Layout da applicativo SW – Immissione Lavaggio



Regolatore di portata silenzioso

Esecuzione

PIANO-K-50-SV-Z-A005-2-2000-2200-NA-FD1-H2

Regolatore di portata silenzioso PIANO | esecuzione compatta | NW 50 | Lamiera d'acciaio zincato | Mandata | SMV-D3-MP, Compact (20 Nm) | 2-10 V | con valori impostati 2000 - 2200 m³/h | servomotore con ritorno a molla | con materassino fonoassorbente | Batteria di riscaldamento a 2 ranghi



Risultati

	-Min	+Max	Campo di portata		EK	6.5 m/s	
Vzu:	2000	2200	m ³ /h	Min: 302 m ³ /h	Vnenn	2808 m ³ /h	
vk	4,6	5,1	m/s	Max: 2808 m ³ /h	Vmin	2000 m ³ /h	71 %
Δp:		200	Pa		Vmax	2200 m ³ /h	78 %

Attenuazione

f (Hz)	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
dB	0	6	13	27	43	61	69	49

- Min

f (Hz)	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	Lwa	Lpa	
Lw (st) dB	48	47	46	34	26	20	16	15	39	29	dB(A)
Lw (ab) dB	46	45	38	24	16	15	15	15	33	25	dB(A)

+ Max

f (Hz)	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	Lwa	Lpa	
Lw (st) dB	49	48	47	36	28	23	19	16	40	30	dB(A)
Lw (ab) dB	47	46	39	25	17	15	15	15	34	26	dB(A)

Batteria

Livello del mare	0	m
TW1	60	°C
Tr	15	°C
	-Min	+Max
VW	698	733
Δtw	10	10
Qt	8	8,4
Δpw	17,3	18,9
Δpl	57	66





Unità Terminali **SCHAKO**

Immissione Lavaggio – Verifica batteria Post



Regolatore di portata silenzioso

Esecuzione

PIANO-K-50-SV-Z-A005-2-2000-2200-NA-FD1-H2

Regolatore di portata silenzioso PIANO | esecuzione compatta | NW 50 | Lamiera d'acciaio zincato | Mandata | SMV-D3-MP, Compact (20 Nm) | 2-10 V | con valori impostati 2000 - 2200 m³/h | servomotore con ritorno a molla | con materassino fonoassorbente | Batteria di riscaldamento a 2 ranghi



Portata max 2200 mc/h Ingresso 18°C → Uscita 28 °C

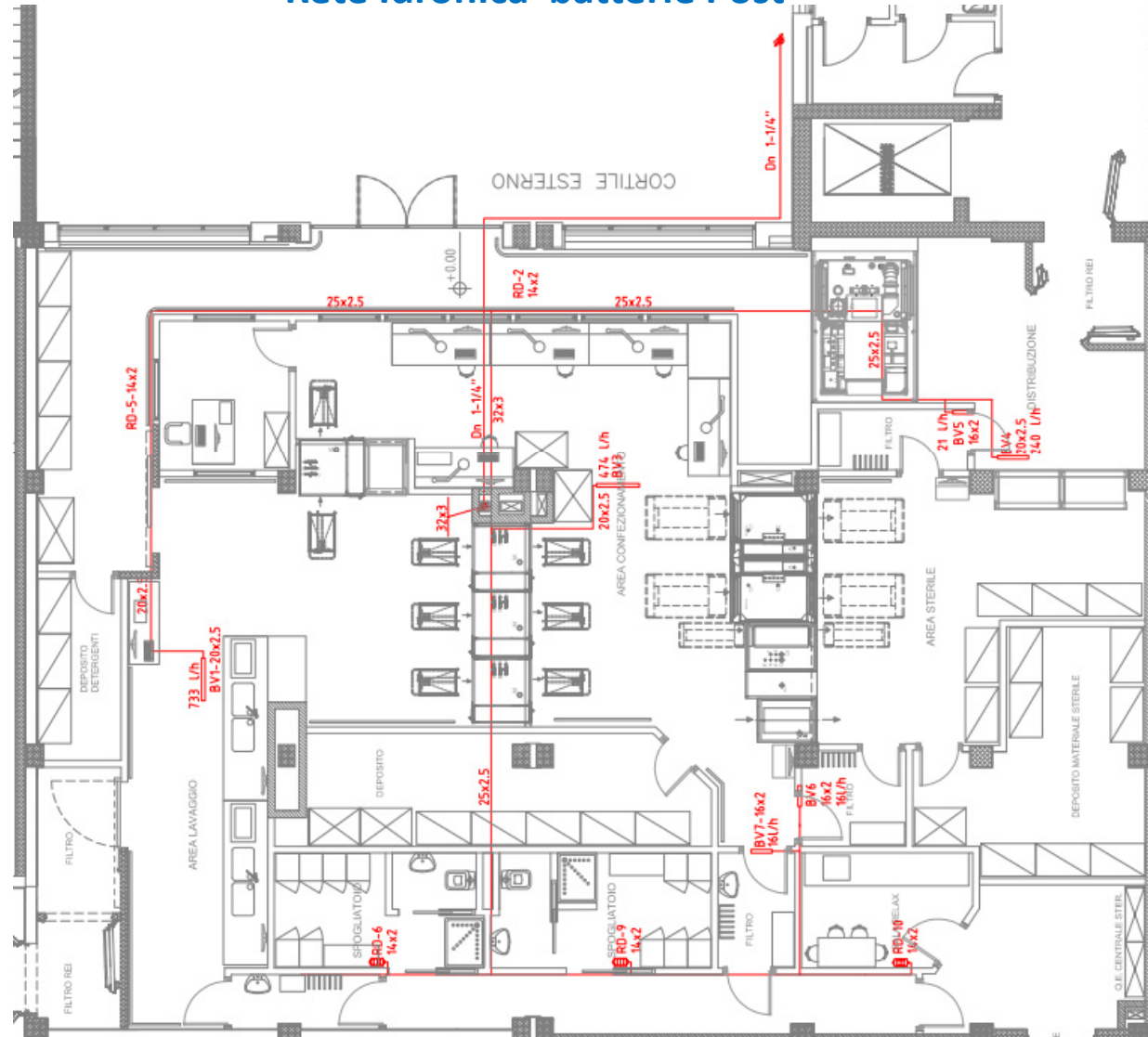
Potenza necessaria: $Q=0,336*2200*(28-10) = 7392 \text{ W}$

Resa batteria : 8400 W > 7392 Verifica Positiva



Unità Terminali **SCHAKO**

Rete Idronica batterie Post





Unità Terminali SCHAKO

Layout da applicativo SW – Ripresa Lavaggio



Regolatore di portata silenzioso

Esecuzione

PIANO-K-40-SV-A-A008-2-1600-1750-NA-DS0-H0

Regolatore di portata silenzioso PIANO | _esecuzione compatta | NW 40 | Lamiera d'acciaio zincato | Ripresa | NMV-D3-MF, Compact (10 Nm) | 2-10 V | con valori impostati 1600 - 1750 m³/h | senza servomotore con ritorno a molla | senza materassino fonoassorbente | senza batteria di riscaldamento



Risultati

	<u>-Min</u>	<u>+Max</u>	Campo di portata		EK	6.5 m/s	
<u>Vzu:</u>	1600	1750 m ³ /h	<u>Min:</u>	189 m ³ /h	<u>Vnenn</u>	1755 m ³ /h	
<u>vk</u>	5,9	6,5 m/s	<u>Max:</u>	1755 m ³ /h	<u>Vmin</u>	1600 m ³ /h	91 %
<u>Δp:</u>		200 Pa			<u>Vmax</u>	1750 m ³ /h	100 %

Attenuazione

<u>f</u> (Hz)	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K
<u>dB</u>	0	6	11	23	35	49	44	29

- Min

<u>f</u> (Hz)	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	<u>Lwa</u>	<u>Lpa</u>	
<u>Lw (st)</u> <u>dB</u>	40	40	35	25	21	15	15	15	31	23	<u>dB(A)</u>
<u>Lw (ab)</u> <u>dB</u>	43	42	38	23	20	15	15	15	32	24	<u>dB(A)</u>

+ Max

<u>f</u> (Hz)	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	<u>Lwa</u>	<u>Lpa</u>	
<u>Lw (st)</u> <u>dB</u>	40	40	36	26	22	15	15	15	31	23	<u>dB(A)</u>
<u>Lw (ab)</u> <u>dB</u>	43	42	38	23	19	15	15	15	32	24	<u>dB(A)</u>



Unità Terminali **SCHAKO**

Layout da applicativo SW – Filtro VHPR-100



Regolatore di portata

Esecuzione

VHPR-100-SV-A006-2-00100-00130-KA0-DS2-NA

Regolatore di portata VHPR, forma circolare | Ampiezza nominale 100 mm | Lamiera d'acciaio, zincata | LMV-D3-MF-F1, Compact (5 Nm) | 2-10 V | Con valori impostati 100 - 130 m³/h | Senza guarnizione di tenuta in gomma/senza flangia | Rivestimento isolante 20 mm | servomotore elettrico con molla di ritorno



Risultati

	<u>-Min</u>	<u>+Max</u>	Campo di portata	
<u>Vzu:</u>	100	130	<u>Min:</u>	21 m ³ /h
<u>vk</u>	3,8	4,9	<u>Max:</u>	319 m ³ /h
<u>Δpt:</u>		50		Pa

- Min

	<u>f (Hz)</u>	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	<u>Lwa</u>	<u>Lpa</u>	
<u>Lw (st)</u>	<u>dB</u>	31	31	30	28	26	23	19	15	31	24	<u>dB(A)</u>
<u>Lw (ab)</u>	<u>dB</u>	23	19	15	15	15	15	15	15	15	15	<u>dB(A)</u>

+ Max

	<u>f (Hz)</u>	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	<u>Lwa</u>	<u>Lpa</u>	
<u>Lw (st)</u>	<u>dB</u>	33	33	33	31	29	26	22	16	34	27	<u>dB(A)</u>
<u>Lw (ab)</u>	<u>dB</u>	25	21	15	15	15	15	15	15	17	15	<u>dB(A)</u>





Unità Terminali **SCHAKO**

Layout da applicativo SW – Diffusore Elicoidale DQJ-600



Diffusore a soffitto ad effetto elicoidale

Esecuzione

DQJ-Q-SR-Z-600-SB-9010-000-PS-L9005-A-VM-M0-SN-D0-A0-B0

Diffusore a soffitto elicoidale | piastra frontale quadrata | Alette disposte a cerchio | mandata | NW600 | Piastra frontale in lamiera d'acciaio | Verniciatura della piastra frontale tonalità RAL bianco | Forometria non ridotta | Alette diritte | Alette in plastica, colore simile a RAL9005 | tutte le alette in posizione 2 | Montaggio a viti nascoste | Senza regolazione motorizzata | Senza serranda a scorrimento | Senza serranda | Senza copertura | Senza protezione antiurto

Posizione serranda: aperta | con influsso del soffitto



Risultati

Vzu:	439 m ³ /h	Portata aria mandata / Portata aria ripresa
ΔPt:	11 Pa	Perdita di carico
Lwa:	24 dB(A)	Livello potenza sonora ponderata A
x:	2 m	Corsa orizzontale
y:	3 m	Corsa verticale
Vmax:	0,14 m/s	Velocità finale massima
Vmit:	0,07 m/s	velocità finale media del lancio
Δtk:	8 k	Differenza di temperatura tra aria di mandata e ambiente
Xkr:	1,5 m	Critical throw
i:	42,1	Rapporto d'induzione
TV:	0,06	Rapporto di temperatura

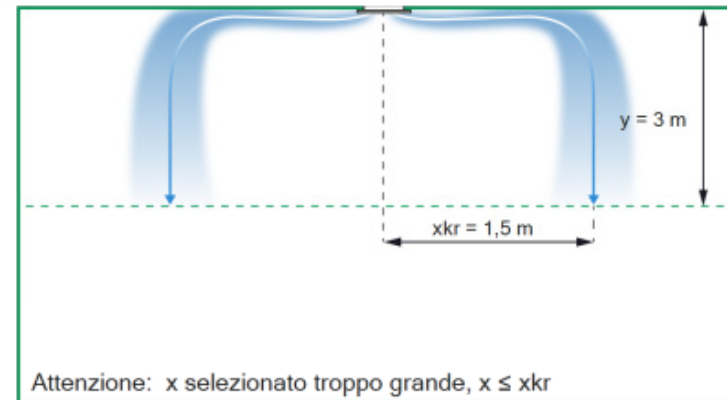
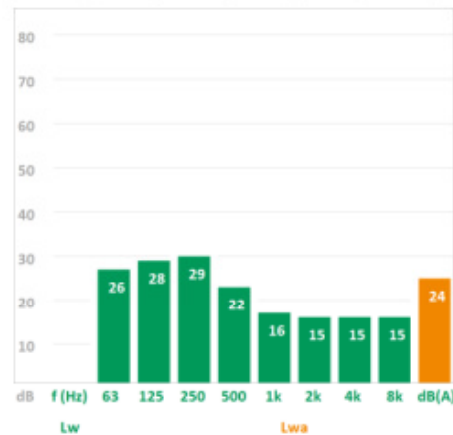
f(Hz)	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	Lwa	
dB	26	28	29	22	16	15	15	15	24	dB(A)



Unità Terminali **SCHAKO**

Layout da applicativo SW – Diffusore Elicoidale DQJ-600

f(Hz)	63	125	250	500	1K	2K	4K	8K	Lwa	
dB	26	28	29	22	16	15	15	15	24	dB(A)



Note

Diffusore Elicoidale D-600

DLL Ver: 2024.9.1.1

Data: 14/04/2026 | Pagina 1





Dimensionamento Canali

Halton

Avair Duct System Design Program Rel 4.3

RETE IMMISSIONE ARIA

RETE IMMISSIONE ARIA

BALANCING IMMISSIONE

26/10/2019

BALANCING IMMISSIONE

26/10/2019

Total pressure needed = 275 Pa

Total pressure needed = 275 Pa

Nr	Name	Prev.	Conn.	D [mm]	L [m]	v [m/s]	qv [l/s]	DpConn [Pa]	Dp [Pa]	ptot [Pa]	pst [Pa]
1	Duct	0	Contract.	700x400	7.0	7.3	2053	0	7	268	236
2	Duct	1	Bend 90	700x400	16.0	7.3	2053	29	15	224	192
3	Duct	2	Bend 90	700x400	3.0	7.3	2053	29	3	193	160
4	Duct	3	T-Branch-300x300		3.3	5.5	498	29	3	160	141
5	Duct	4	T+Contr.	150	0.8	2.8	50	11	1	148	143
6	VAV-125	5	Contract.				50	2	87	60	
7	Duct	6	Contract.	150	1.2	2.8	50	8	1	51	46
8	VAV-400	7	Contract.				50	2	49	0	
9	Duct	4	T-Branch-300x300		1.0	5.0	448	1	1	158	143
10	Duct	9	Bend 90	300x300	0.6	5.0	448	13	1	144	129
11	VAV-250	10	Contract.				448	0	74	70	
12	Duct	11	Direct	315	1.5	5.7	448	0	2	68	48
13	Duct	12	T-Branch-200		1.5	3.6	114	18	1	49	41
14	VAV-600	13	Contract.				114	1	49	0	
15	Duct	3	T-Branch-700x400		1.5	5.6	1555	29	1	162	144
16	Duct	15	T-Branch-200		2.8	2.4	76	16	1	145	142
17	Duct	16	T-Branch-200		1.0	2.4	76	0	0	145	141
18	Duct	17	Bend 90	200	2.1	2.4	76	2	1	142	139
19	Duct	18	T-Branch-200		0.9	1.2	38	3	0	139	138
20	VAV-125	19	Contract.				38	2	95	42	
21	Duct	20	Contract.	200	1.2	1.2	38	9	0	33	32
22	VAV-400	21	Contract.				38	2	32	0	
23	Duct	15	T-Branch-700x400		16.0	5.3	1479	18	8	136	119
24	Duct	23	T+Contr.	400x400	1.0	5.4	864	1	1	134	116
25	VAV-315	24	Contract.				864	0	39	94	
26	Duct	25	T+Contr.	400x400	0.5	5.4	864	1	0	93	75
27	Duct	26	T-Branch-315		0.0	3.6	280	16	0	77	69
28	Duct	27	T+Contr.	200	2.5	4.7	146	1	3	73	60
29	VAV-600	28	Contract.				146	1	72	0	
30	Duct	23	T+Contr.	400x400	7.6	3.8	615	4	3	129	120
31	Duct	30	Bend 90	400x350	7.0	4.4	615	10	4	115	103
32	Duct	31	Bend 90	400x350	0.6	4.4	615	10	0	104	93
33	VAV-315	32	Contract.				615	1	30	73	

Nr	Name	Prev.	Conn.	D [mm]	L [m]	v [m/s]	qv [l/s]	DpConn [Pa]	Dp [Pa]	ptot [Pa]	pst [Pa]
34	Duct	33	Contract.	400	0.3	4.9	615	3	0	70	56
35	Duct	34	T-Branch-200		2.2	4.0	124	13	2	55	45
36	VAV-600	35	Contract.				124	1		54	0
37	Duct	34	T-Branch-200		3.6	3.9	122	13	3	54	44
38	VAV-600	37	Contract.				122	1		53	0
39	Duct	34	T-Branch-200		4.0	3.9	122	13	4	53	44
40	VAV-600	39	Contract.				122	1		53	0
41	Duct	34	T-Branch-200		4.0	3.9	122	13	4	53	44
42	VAV-600	41	Contract.				122	1		53	0
43	Duct	34	T-Branch-200		1.5	4.0	125	13	1	55	46
44	VAV-600	43	Contract.				125	1		55	0
45	Duct	26	T-Branch-200		2.0	4.7	147	16	2	74	61
46	VAV-600	45	Contract.				147	1		73	0
47	Duct	27	T-Branch-200		7.7	4.3	134	8	8	61	50
48	VAV-600	47	Contract.				134	1		60	0
49	Duct	26	T-Branch-200		3.2	4.6	146	16	4	73	60
50	VAV-600	49	Contract.				146	1		72	0
51	Duct	26	T-Branch-200		4.5	4.6	144	16	5	71	58
52	VAV-600	51	Contract.				144	1		70	0
53	Duct	26	T-Branch-200		2.5	4.7	147	16	3	73	60
54	VAV-600	53	Contract.				147	1		72	0
55	Duct	12	T-Branch-200		3.7	3.5	112	18	3	48	40
56	VAV-600	55	Contract.				112	1		47	0
57	Duct	12	T-Branch-200		2.0	3.6	113	18	2	49	41
58	VAV-600	57	Contract.				113	1		48	0
59	Duct	12	T-Branch-200		6.0	3.5	109	18	4	46	39
60	VAV-600	59	Contract.				109	1		46	0
61	Duct	18	T-Branch-200		0.5	1.2	38	3	0	139	138
62	VAV-125	61	Contract.				38	2	99	39	
63	Duct	62	Contract.	200	0.5	1.2	38	9	0	30	29
64	VAV-400	63	Direct				38	0		30	0



Distinta di Montaggio

Mandata

M1-M2-M3 → DQJ-600

MF1-MF2-MF-3 → DQJ-400

VAV-1/33 Lavaggio → Piano K-50

VAV-1/25 Confezionamento → Piano K-70

VAV-2/11 Sterilizzazione → Piano K-40

Ripresa

M1-M2-M3 → LK 1225x325

MF1-MF2-MF-3 → PIL-NQV-400

VAV-1/33 Lavaggio → Piano K-50

VAV-1/25 Confezionamento → Piano K-70

VAV-2/11 Sterilizzazione → Piano K-40



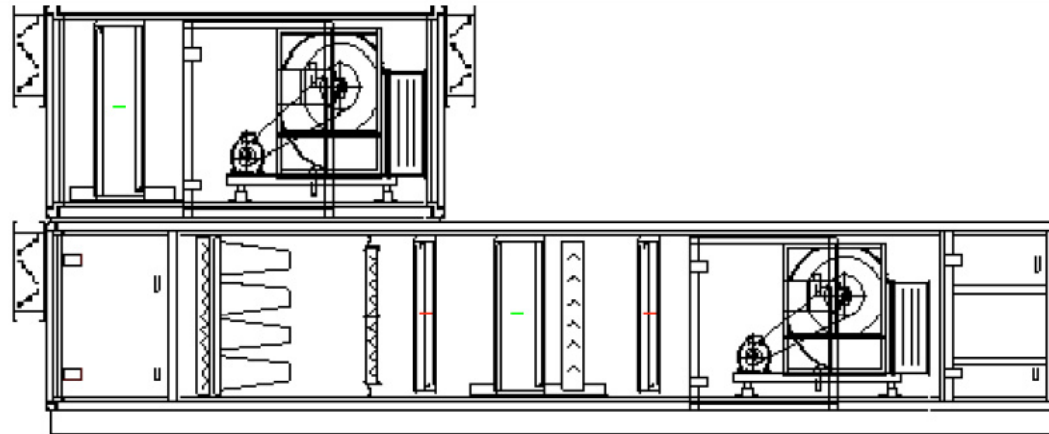


Dimensionamento UTA

N° 1 Unità di trattamento aria Vulcan Pro - modello 200-150

portata aria di MANDATA = m^3/h	7500	pressione (prevalenza) statica utile in MANDATA = Pa	380
portata aria di RIPRESA = m^3/h	7000	pressione (prevalenza) statica utile in RIPRESA = Pa	300

schema:



sezioni di macchina:

1 = Sup.	2000
2 = Inf.	4407.5

dimensioni:

sezione inferiore	lunghezza:	4407.5 mm	altezza+basamento:	985 + 80 mm
sezione superiore	lunghezza:	2000 mm	altezza:	985 mm
profondità:		1330 mm	peso totale:	1104 kg



Dimensionamento UTA

Ciclo di recupero IDRONICO

Ripresa - Estrazione

Batteria di raffreddamento			
ARIA		FLUIDO	
Portata aria	7000 m ³ /h	Acqua	
Temperatura ingresso	20 °C	Temperatura ingresso	6 °C
Umidità relativa	50 %	Temperatura uscita	10 °C
Temperatura uscita	8.6 °C	Portata	6895 l/h
Umidità relativa	99 %	Perdita di carico	29.7 kPa
Potenzialità	32.1 kW		
Perdita di carico	153 Pa		
Velocità di attraversamento	2.38 m/s		
Cu-Al P60AR 10R-14T-1040A-2.5pa 9C 1 1/4"			

Mandata - Immissione

Batteria di riscaldamento			
ARIA		FLUIDO	
Portata aria	7500 m ³ /h	Acqua	
Temperatura ingresso	2 °C	Temperatura ingresso	12 °C
Temperatura uscita	10 °C	Temperatura uscita	6 °C
Potenzialità	20.3 kW	Portata	2905 l/h
Perdita di carico	166 Pa	Perdita di carico	19.0 kPa
Velocità di attraversamento	2.38 m/s		
Cu-Al P60AC 10R-14T-1040A-2.0pa 6C 1"			



Dimensionamento UTA

Batteria di raffreddamento			
ARIA		FLUIDO	
Portata aria	7500 m ³ /h	Acqua	
Temperatura ingresso	30 °C	Temperatura ingresso	7 °C
Umidità relativa	50 %	Temperatura uscita	12 °C
Temperatura uscita	12 °C	Portata	13045 l/h
Umidità relativa	100 %	Perdita di carico	22.7 kPa
Potenzialità	75.9 kW		
Perdita di carico	225 Pa		
Velocità di attraversamento	2.38 m/s		
Cu-AI P60AR 11R-14T-1040A-2.5pa 15C 2"			

Batteria di riscaldamento			
ARIA		FLUIDO	
Portata aria	7500 m ³ /h	Acqua	
Temperatura ingresso	10 °C	Temperatura ingresso	60 °C
Temperatura uscita	18 °C	Temperatura uscita	50 °C
Potenzialità	20.4 kW	Portata	1750 l/h
Perdita di carico	11 Pa	Perdita di carico	13.2 kPa
Velocità di attraversamento	2.38 m/s		
Cu-AI P60AC 1R-14T-1040A-2.5pa 2C 1"			





Dimensionamento UTA

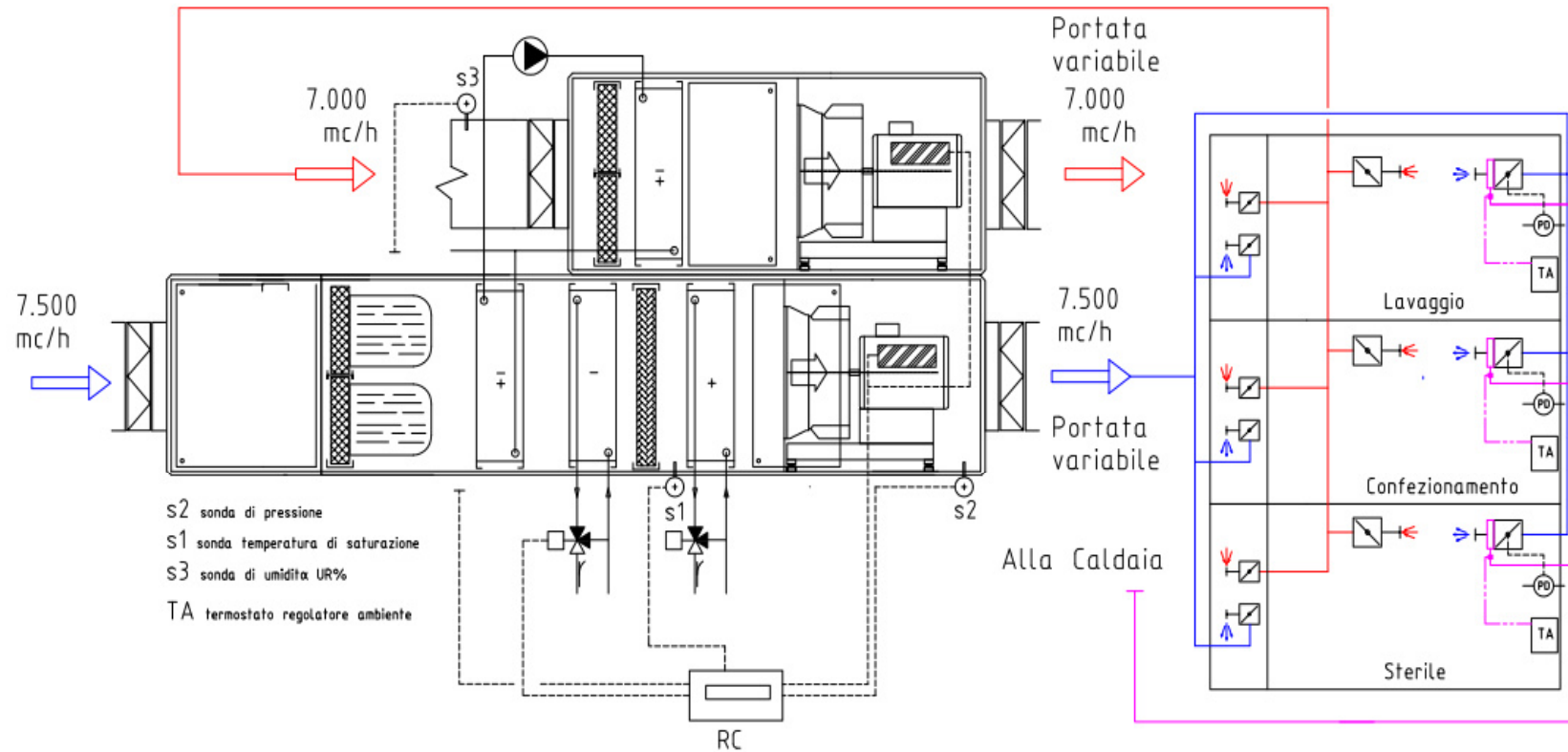
Ventilatore di ripresa									
VENTILATORE					MOTORE				
Tipo ventilatore		Pale avanti			Potenza installata		3 kW		
Grandezza		TLZ 355 R			Alimentazione		230-400/3/50 V/ph/Hz		
Portata		7000 m³/h			Poli		4		
Prevalenza utile		300 Pa			Classe di isolamento		F		
Perdite di carico UTA		252 Pa			Protezione		IP 55		
Pressione dinamica		62 Pa			Trasmissione con pulegge e cinghie				
Pressione totale		614 Pa							
Numero di giri		1071 rpm							
Potenza assorbita all'asse		1.92 kW							
Dimensione bocca ventilante		453 mm							
Livello potenza sonora		80.1 dB(A)							
Rendimento		66.5 %							
" ferme restando le prestazioni indicate, la marca ed il modello possono essere variate in fase esecutiva "									
Livello di potenza sonora per bande d'ottava									
F [Hz]		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Mandata [dB]		82	81	78	76	75	73	69	65

Ventilatore di mandata									
VENTILATORE					MOTORE				
Tipo ventilatore		Pale avanti			Potenza installata		5.5 kW		
Grandezza		TLZ 315 R			Alimentazione		230-400/3/50 V/ph/Hz		
Portata		7500 m³/h			Poli		4		
Prevalenza utile		380+50 Pa			Classe di isolamento		F		
Perdite di carico UTA		729 Pa			Protezione		IP 55		
Pressione dinamica		98 Pa			Trasmissione con pulegge e cinghie				
Pressione totale		1257 Pa							
Numero di giri		1755 rpm							
Potenza assorbita all'asse		4.04 kW							
Dimensione bocca ventilante		404 mm							
Livello potenza sonora		85.8 dB(A)							
Rendimento		64.8 %							
" ferme restando le prestazioni indicate, la marca ed il modello possono essere variate in fase esecutiva "									
Livello di potenza sonora per bande d'ottava									
F [Hz]		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Mandata [dB]		88	87	84	82	81	79	75	71





Funzionale UTA





Dimensionamento Produttore di Vapore

Carrier

PSYCHROMETRIC CHART

NORMAL TEMPERATURES

SI METRIC UNITS

Barometric Pressure 101,325 kPa

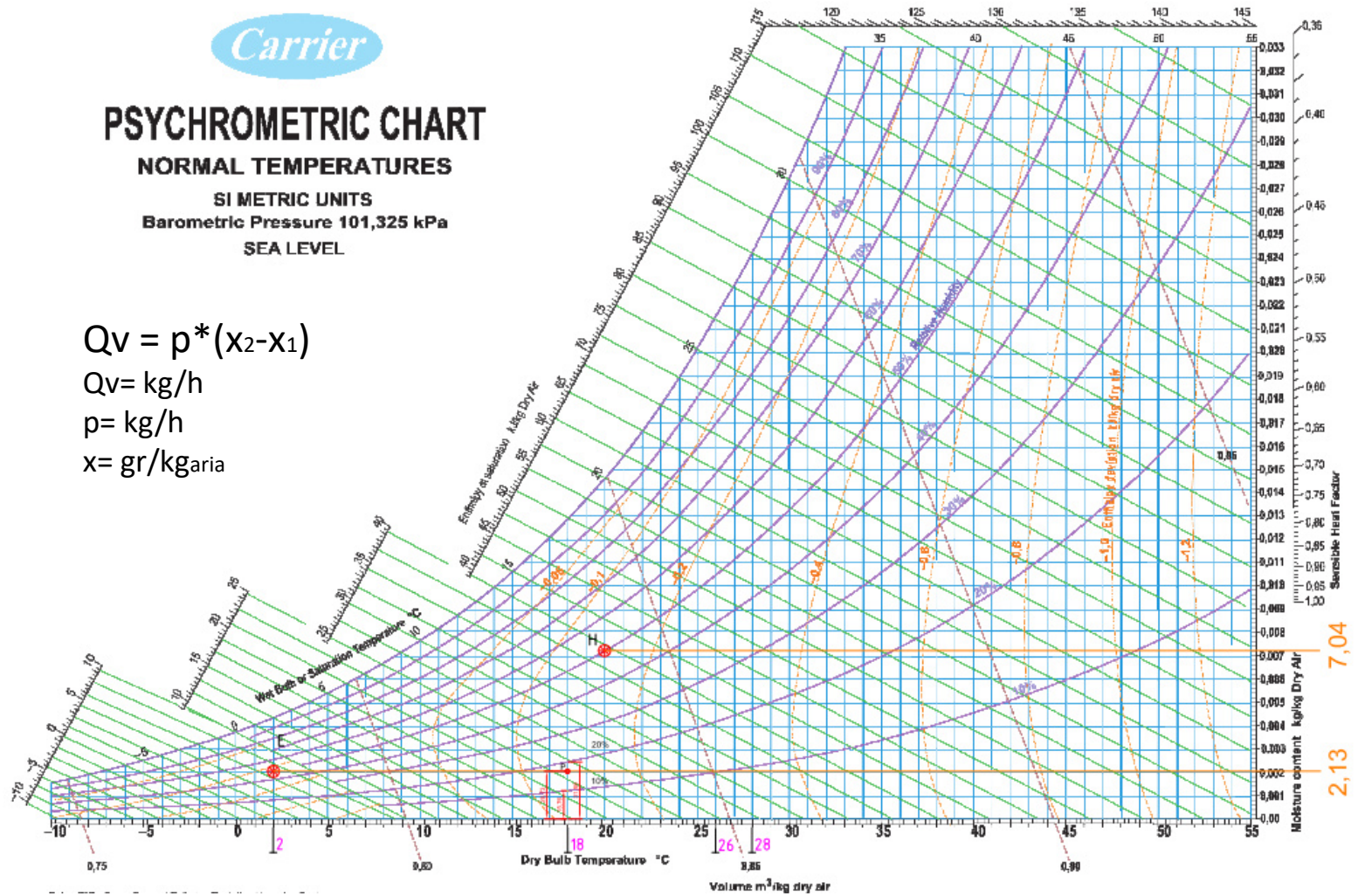
SEA LEVEL

$$Q_v = p \cdot (x_2 - x_1)$$

$Q_v = \text{kg/h}$

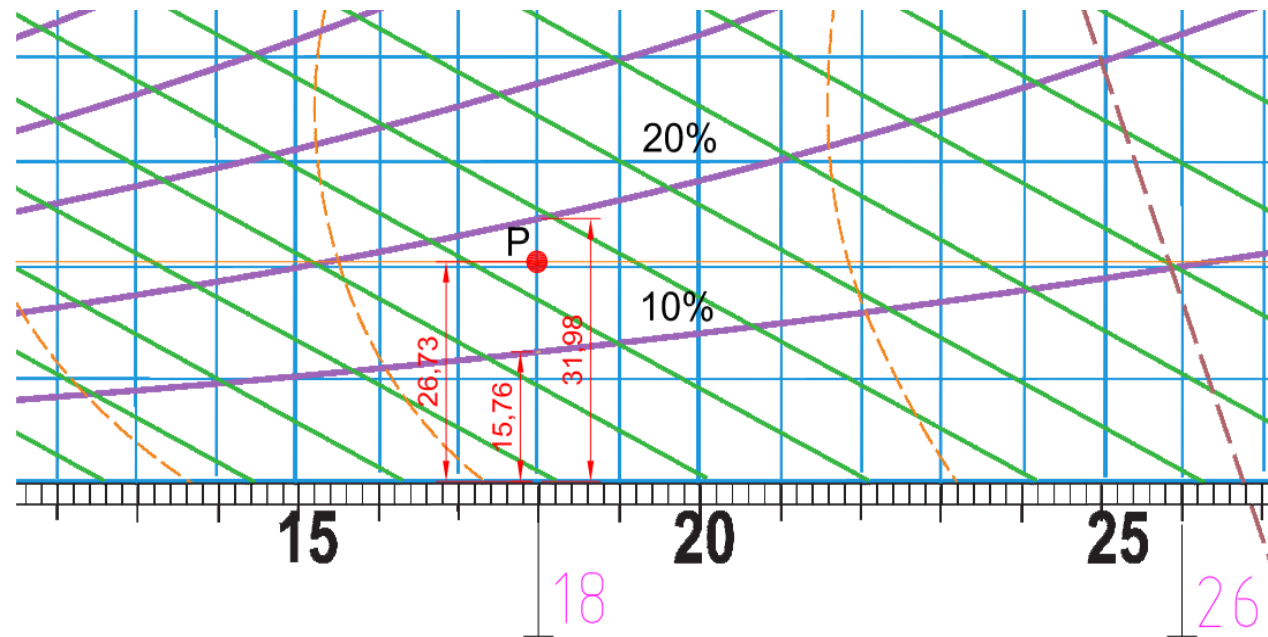
$p = \text{kg/h}$

$x = \text{gr/kg}_{\text{aria}}$





Dimensionamento Produttore di Vapore



$$UR_p = UR_{10} + (UR_{20} - UR_{10}) * (h_p - h_{10}) / (h_{20} - h_{10})$$

$$UR_p = 10 + (20 - 10) * (26,73 - 15,76) / (31,98 - 15,76) = 10 + 6,76 = 16,76 \%$$





Dimensionamento Produttore di Vapore

Parametri climatici PRE-VAPORE			
Temperatura Aria		18	°C
Umidità Relativa UR		16,8	%
Pressione di Vapore		2062,71	Pa
a UR% =	100		
Pressione Atmosferica		101325	Pa
Pressione di Vapore		346,54	Pa
a UR% =	16,8		
X = kg di vapore per kg di aria secca		0,002135	kg/kg as

Parametri climatici POST VAPORE			
Temperatura Aria		18	°C
Umidità Relativa UR		55	%
Pressione di Vapore		2062,71	Pa
a UR% =	100		
Pressione Atmosferica		101325	Pa
Pressione di Vapore		1134,49	Pa
a UR% =	55		
X = kg di vapore per kg di aria secca		0,007043	kg/kg as

PRESTAZIONI UMIDIFICATORE A VAPORE			
DX		0,004909	kg/kg as
Portata Aria		7500	mc/h
Portata Aria		9000	kg/h
Kg vapore in immissione		44,18	kg/h





Trattamenti Estivo e Invernale

ESTIVO

AB → UTA-Batt Fredda

BC → UTA-Batt Calda

CC' → Post-Ambiente

C'D → Ambiente

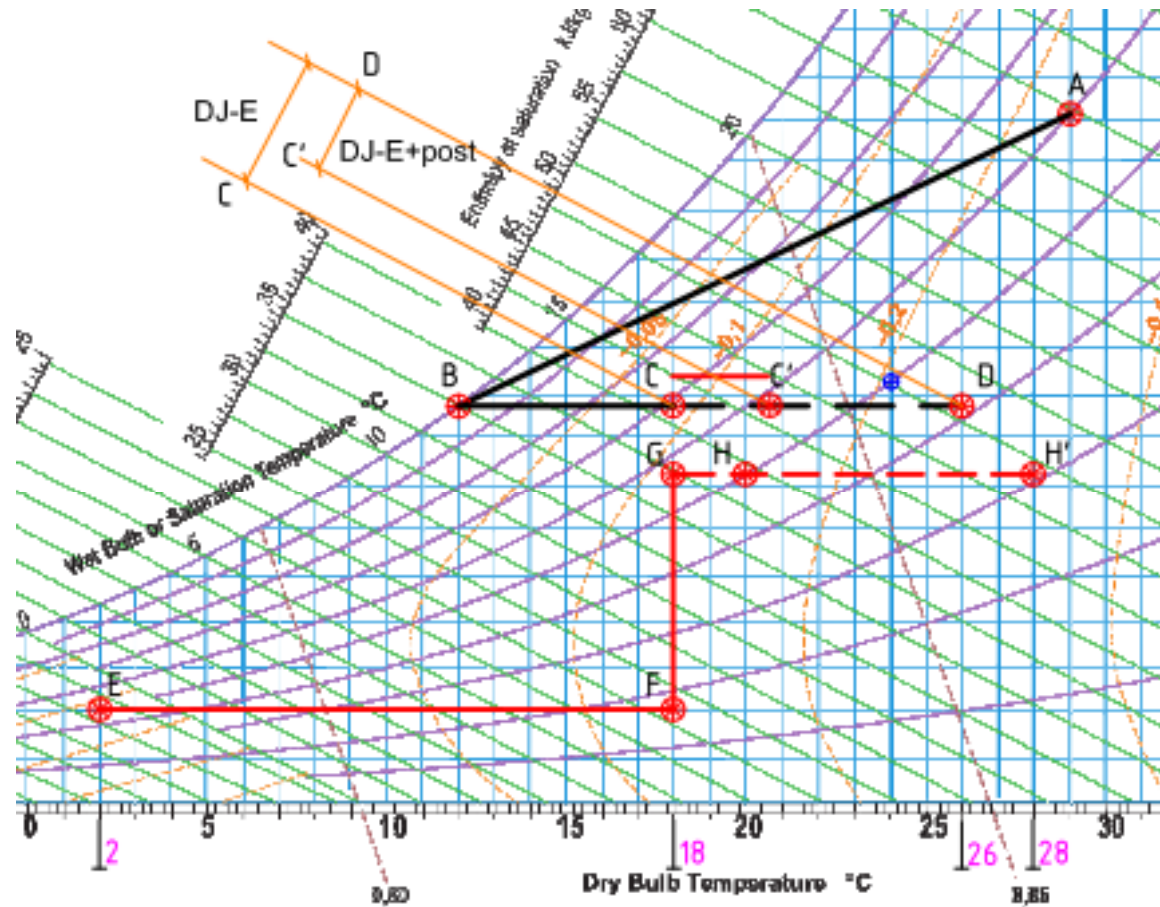
INVERNALE

EF → UTA-Batt Calda

FG → UmidVapore

GH' → Post-Ambiente

H'H → Ambiente





GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Relatore: Ing. Stefano Caroli
stcaroli@hotmail.com – 392-9866236

