

PROGETTO IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE

Programma in excel per il condizionamento estivo

IMPIANTI MULTI-ZONA A TUTT'ARIA PRIMARIA

- a doppio condotto con box-miscelazione di zona

ITALIANO - INGLESE

**IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE MULTI-ZONA A TUTT'ARIA PRIMARIA
REGIME ESTIVO**

ITALIANO • INGLESE

**IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE MULTI-ZONA CON BOX MISCELAZIONE
UMIDITA' SPECIFICA CONTROLLATA**

PROGRAMMA DI CALCOLO IN EXCEL CON DIAGRAMMA PSICROMETRICO INTERATTIVO

SCHEMA IMPIANTO

ITA
E
E-AS SW SOFTWARE
-84,33 kW
F8
-5,27
CONDOTTO 1
CONDOTTO 2

AGU ANE DI ZONA
BOX 1 BOX 2 BOX 3 BOX 4 BOX 5 BOX 6 BOX 7 BOX 8

AE-SW SOFTWARE

- ▶ A DOPPIO CONDOTTO
- ▶ A UMIDITA' SPECIFICA CONTROLLATA

AE-SW - © Tutti i diritti riservati

MANUALE D'USO

PREPARED AND PRESENTED BY
AE-SW SOFTWARE



AE-SW SOFTWARE

IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE ESTIVA

DIMENSIONAMENTO IMPIANTI MULTI-ZONA A TUTT'ARIA PRIMARIA

CON BOX MISCELAZIONE DI ZONA

MANUALE D'USO

AE-SW SOFTWARE

IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE ESTIVA

DIMENSIONAMENTO IMPIANTI MULTI-ZONA A TUTT'ARIA PRIMARIA CON BOX MISCELAZIONE DI ZONA

© AE-SW - Tutti i diritti riservati
Vietata la riproduzione al di fuori dei termini di legge
I testi sono stati curati con la più scrupolosa attenzione
L'autore declina ogni responsabilità per eventuali involontari errori o inesattezze

AE-SW software

AE-SW SOFTWARE

INDICE

IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE ESTIVA

DIMENSIONAMENTO IMPIANTI MULTI-ZONA A TUTT'ARIA PRIMARIA CON BOX MISCELAZIONE DI ZONA

PREMESSA	pag. 2
1 DATI GENERALI	pag. 3
2 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO	pag. 6
3 RAPPRESENTAZIONE SU DIAGRAMMA PSICROMETRICO	pag. 14
4 DIMENSIONAMENTO DELLA BATTERIA FREDDA	pag. 16
5 RELAZIONE TECNICA_ esempio di calcolo	pag. 19
6 ENGLISH VERSION OF THE MANUAL	pag. 30
BIBLIOGRAFIA	pag. 58

AE-SW SOFTWARE

MANUALE D'USO

IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE ESTIVA

DIMENSIONAMENTO IMPIANTI MULTI-ZONA A TUTT'ARIA PRIMARIA CON BOX MISCELAZIONE DI ZONA

PREMESSA

Il Manuale illustra le funzionalità del programma in *formato Excel* per il dimensionamento di impianti di *climatizzazione estiva a tutt'aria primaria con box di miscelazione* di zona. L'impianto è del tipo "*multi-zona*" idoneo a climatizzare ambienti le cui condizioni termoisometriche sono disomogenee e in quanto caratterizzati da diverse condizioni termoisometriche.

Il calcolo è condotto a umidità specifica di immissione controllata e può essere riferito a edifici pubblici o privati; residenziali o meno. I parametri psicometrici dell'aria sono calcolati in funzione dei diversi valori che la pressione atmosferica assume in dipendenza dell'ubicazione geografica della località. La pressione atmosferica (se nota) può essere inputata direttamente dal progettista; ovvero può essere calcolata dal programma in funzione della quota dell'edificio e della temperatura esterna esistente a quella quota.

Il dimensionamento è condotto in conformità alle Norme UNI EN 16798 in riferimento al volume minimo di ventilazione e al numero minimo di ricambi orari che la norma stabilisce per le zone in funzione della destinazione d'uso, della categoria di qualità ambientale attesa, del grado di inquinamento, del grado di affollamento, della consistenza della superficie di pavimento e del volume.

Il dimensionamento è condotto analiticamente con calcoli numerici e rappresentato su diagramma psicometrico interattivo con il riporto delle trasformazioni termoisometriche dell'aria in riferimento a ciascuna zona. È altresì eseguito il dimensionamento della batteria di raffreddamento con definizione delle dimensioni; del numero di tubi alettati; del loro interasse e del numero di ranghi.

L'illustrazione del programma è effettuata in riferimento a un caso concreto; in tal senso il manuale d'uso costituisce anche una guida all'applicazione del programma. In appendice è altresì riportata la stampa della relazione di calcolo dell'esempio svolto.

1 - DATI GENERALI

Tutti i dati sono inseribili unicamente in celle su sfondo di colore giallo a carattere e bordo di colore rosso; le uniche attive ed editabili. Le restanti sono celle di restituzione. Le celle vengono inputate nell'ordine di lettura verticale dei fogli di calcolo.

I dati generali riguardano:

IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE MULTI-ZONA A TUTT'ARIA PRIMARIA
 REGIME ESTIVO

TIPOLOGIA IMPIANTO
A TUTT'ARIA PRIMARIA

TIPOLOGIA CALCOLO
xi a umidità specifica di immissione controllata

PRESSIONE ATMOSFERICA

INPUT DIRETTO Pa 101.325

INPUT INDIRETTO per: altitudine e temperatura:

$H_{altitudine_m}$	$TH_Temp_ad_H_C$	$101325 - 11,37 * H + 0,0065 * H^2$	$101323 * (1 - 0,0000226 * H)^{5,2561}$	$101323 * 0,9877^{H / 2944}$	$101325 * e^{(H * 1,981) / 2955}$
2.000	16	-	-	-	-

PRESSIONE ATMOSFERICA DI CALCOLO Pa 101.325

DATI GENERALI

N_numero zone termiche 8

Destinazione d'uso zone **residenz. e simili** non residenziale

Grado di qualità ambientale attesa UNI EN 16798:
 1_molto buona 2_buona 3_poco buona

Metodo di calcolo UNI EN 16798:
 metodo 1 metodo 2 metodo 3

CONDIZIONI ARIA ESTERNA E INTERNA

TE_temperatura aria esterna °C 10

φE_umidità relativa aria esterna % 70

TA_temperatura zone voluta °C 26

φA_umidità relativa zone voluta % 60

DATI ZONE TERMICHE

ZONE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_per.	70	80	160	120	80	95	160	75	85	70
V_mc	900	900	1.800	1.500	1.000	1.200	1.800	750	1.000	700
S_mq	300	300	600	500	350	400	600	250	350	280
φ_inq.	80	70	60	70	80	70	80	70	80	80
Wzone_W	1,75	1,45	1,70	1,50	1,20	1,65	1,45	1,35	1,50	1,50
Wbz_kW	0,70	0,35	0,70	0,60	0,40	0,80	0,38	0,42	0,38	0,44

VALORI DI CALCOLO_ZONE

Alfabetamento pers. 850

V_volume mc 9.550

S_superficie mq 3.200

S_tot_superficie_inclutta_sopp + vetri mq 3.580

Wzems kW 12

Wlat kW 4

Studio associato di ingegneria - via Napoleone III - Massa di Somma - (NA)

AE-SW - © Tutti i diritti riservati

- la tipologia di impianto: a tutt'aria primaria (predefinita);
- l'opzione di calcolo: "a umidità specifica controllata";
- la pressione atmosferica: definibile per "input diretto" o per "input indiretto" attraverso l'indicazione della quota dell'edificio e la temperatura esterna corrispondente (nell'esempio svolto: $P = 101.325$ Pa);
- il numero di zone presenti (nell'esempio svolto: $n = 8$);
- la destinazione d'uso dei locali: residenziale o non residenziale (nell'esempio svolto: residenziali e simili);
- la categoria di qualità ambientale attesa ai sensi delle norme UNI EN 16798 (nell'esempio svolto: 1_molto buono);
- il grado di inquinamento ambientale ai sensi delle norme UNI EN 16798 (nell'esempio svolto: non selezionabile in quanto destinazione d'uso residenziale);

- il metodo di calcolo ai sensi delle norme UNI EN 16798: ai fini della determinazione del volume minimo di ventilazione e del numero minimo di ricambi orari sono previsti n. 3 metodi di calcolo; ovvero in funzione della sola superficie; in funzione del solo affollamento; in funzione della superficie e dell'affollamento (nell'esempio svolto: metodo 1);
- le condizioni dell'area esterna e ambientale (nell'esempio svolto: TE = 32 °C; ΦE = 70%; TA = 26 °C; ΦA = 60%);

N._numero zone termiche	8	
Destinazione d'uso zone	<input checked="" type="checkbox"/> residenz. e simili	<input type="checkbox"/> non residenziale
Grado di qualità ambientale attesa_UNI EN 16798:	<input checked="" type="radio"/> 1_molto buono <input type="radio"/> 2_buono <input type="radio"/> 3_poco buono	
Grado inquinamento ambienti_UNI EN 16798:	→ opzioni non attive	
	<input type="radio"/> inquinato <input checked="" type="radio"/> med. Inquinato <input type="radio"/> poco inquinato	
Metodo di calcolo_UNI EN 16798:	<input checked="" type="radio"/> metodo 1 <input type="radio"/> metodo 2 <input type="radio"/> metodo 3	

- I carichi sensibili e latenti gravanti sulle zone (nell'esempio svolto: secondo il prospetto di seguito riportato: i valori a carattere grigio sono valori inattivi e ininfluenti; in particolare la % di riduzione della superficie in quanto trattasi di destinazione residenziale; le zone 9 e 10 in quanto non esistenti essendo il numero di zone di progetto pari a 8);

DATI ZONE TERMICHE										
ZONE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_pers.	70	80	160	120	90	95	160	75	85	70
V_mc	600	900	1.800	1.500	1.000	1.200	1.800	750	1.000	740
S_mq	200	300	600	500	350	400	600	250	330	280
%_sogg.+L	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
Wsens_kW	1,75	1,45	1,70	1,50	1,20	1,65	1,45	1,35	1,10	1,55
Wlat_kW	0,70	0,35	0,70	0,60	0,40	0,80	0,38	0,42	0,30	0,44

In funzione dei dati inseriti il programma restituisce:

- Affollamento: numero di persone totale presenti nelle zone (nell'esempio svolto: 850 persone);

- V: il volume totale delle zone (nell'esempio svolto: 9.550 mc);
- S: la superficie di pavimento totale delle zone (nell'esempio svolto: 3.200 mq);
- S_{rid.}: inattiva (la riduzione è prevista solo per le destinazioni d'uso non residenziali);
- W_{sens}: il carico sensibile totale agente sulle zone (nell'esempio svolto: 12 kW);
- W_{lat}: il carico latente totale agente sulle zone (nell'esempio svolto: 4 kW).

VALORI DI CALCOLO_ZONE		
Affollamento	pers.	850
V_volume	mc	9.550
S_superficie	mq	3.200
S rid._superficie ridotta_sogg.+letti	mq	2.560
W _{sens}	kW	12
W _{lat}	kW	4

AE-SW SOFTWARE

2 - DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

La progettazione a umidità specifica controllata fa riferimento al foglio di calcolo denominato "4 - Multizona - box miscelaz.". Come illustrato nel prosieguo, il dimensionamento dell'impianto prevede la fissazione del valore dell'umidità specifica dell'aria di immissione.

L'impianto deve rispondere all'esigenza di smaltire i carichi sensibile e latente di ciascuna zona, essendo note la temperatura e l'umidità relativa esterna e le condizioni ambientali che si desiderano raggiungere negli ambienti delle zone medesime.

La progettazione è dunque eseguita sulla base di una ipotetica problematica che è quella che solitamente si presenta nella realtà in fase di progettazione di un impianto, ovvero:

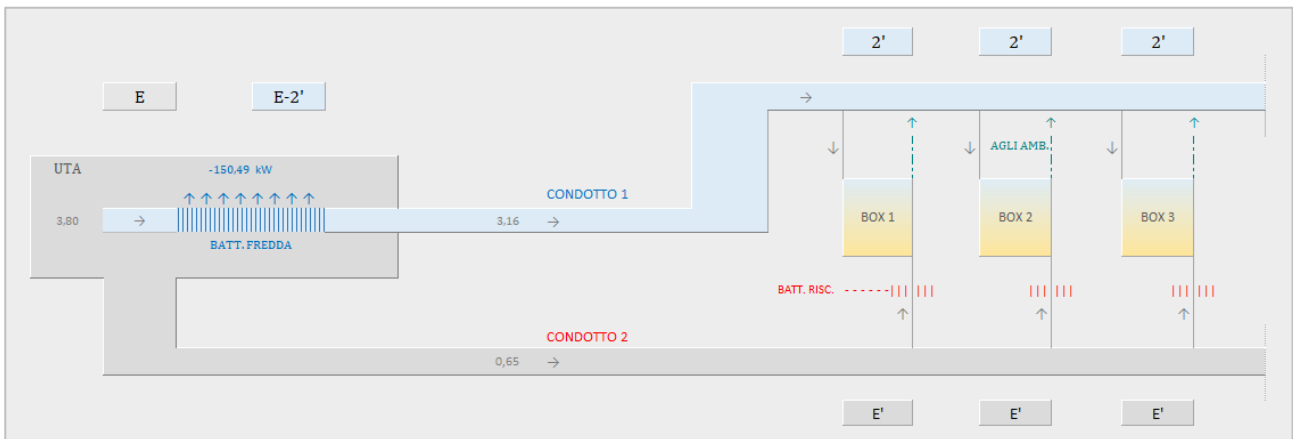
- si suppone l'esistenza di zone-ambiente in cui si vogliono mantenere una temperatura T_A [°C] e una umidità relativa Φ_A [%] supponendo che da separato calcolo risulti gravare sulle medesime zone carichi sensibili W_{sens_i} [kW] e latente W_{lat_i} [kW] essendo i variabile da 1..... n (n numero di zone presenti). Per l'aria esterna si suppone una temperatura T_E [°C] e una umidità relativa Φ_E [%]. Le superfici di pavimento degli ambienti di ciascuna zona siano S_i [mq]; i volumi V_i [mc]; le capienze massime di ciascuna zona p_i [persone].

La finalità del programma è quella di:

- reperire le condizioni termoigrometriche e la portata dell'aria nelle condizioni di immissione negli ambienti di ciascuna zona per asportare il carico sensibile e il carico latente su di essa gravante;
- caratterizzare le trasformazioni psicrometriche alle quali dovranno essere sottoposte le portate d'aria di ciascuna zona per pervenire alle condizioni di immissione;
- valutare le potenze scambiate nel raffreddamento nella UTA e nel riscaldamento prima del convogliamento nel box di miscelazione;
- determinare la quantità di vapore sottratto all'aria umida nella UTA;
- reperire le pendenze delle rette ambiente per ciascuna zona, nonché i relativi fattori termici (interno ed esterno);
- determinare le caratteristiche funzionali e dimensionali della batteria di raffreddamento.

Per ciascuna zona, le relative trasformazioni psicrometriche dell'aria umida sono rappresentate sul diagramma psicrometrico, in modo tale da avere un riscontro tra i dati numerici calcolati dal programma e i dati leggibili sul diagramma.

Lo schema dell'impianto è graficamente rappresentato nel seguente modello:



I numeri/lettere sopra riportati (E; E-2'; 2'; etc...) sono rappresentativi degli stati psicrometrici dell'aria nello stato ante miscelazione nel box di zona e trovano corrispondenza nei numeri rappresentanti gli stati psicrometrici dell'aria umida riportati nel diagramma psicrometrico visibile in fondo al paragrafo (nell'esempio svolto nel presente manuale, sul diagramma psicrometrico sono rappresentate le trasformazioni relative alla **zona n. 7**).

In ogni caso, si vedrà nel seguito, una volta dimensionato l'impianto, sarà possibile visualizzare sul diagramma psicrometrico le trasformazioni relative a ciascuna zona, semplicemente selezionando il numero di zona dall'elenco a discesa presente in sommità al diagramma stesso.

Passando ora al dimensionamento dell'impianto, si evidenzia la necessità della preventiva definizione dell'umidità specifica alla quale sarà immessa l'aria nelle zone. Il programma, a tal fine determina il valore di x_{i_min} corrispondente alla zona per la quale è richiesta la minima temperatura di immissione "xi"; nell'esempio svolto, corrisponde alla zona 2 per la quale il programma calcola il valore $x_{i_min} = 0,0117 \text{ kg/kg}$.

Seguendo le indicazioni del programma medesimo si fissa il valore:

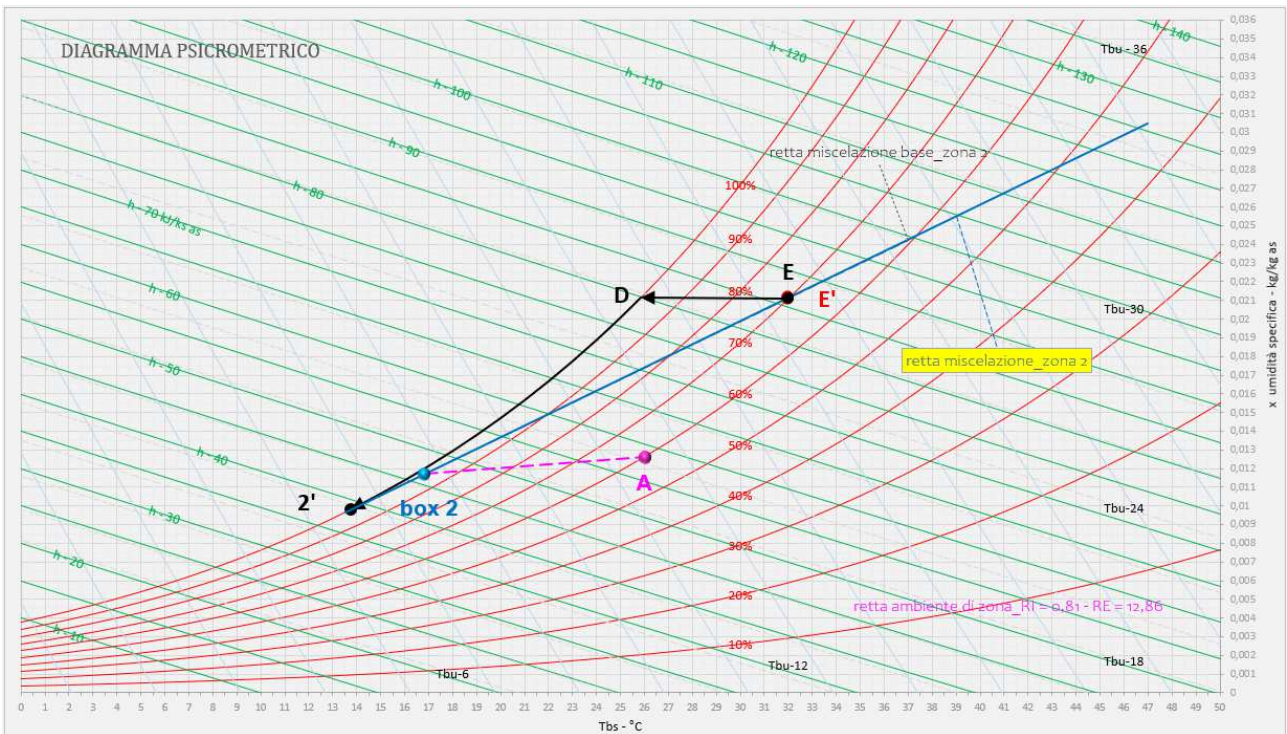
$$xi = 0,01172$$

Alla zona 2 corrisponde la retta di miscelazione 2'-2-E: è l'unica zona per la quale la portata transitante nel condotto 2 non richiede alcun riscaldamento preventivo prima di riversarsi all'interno del box di zona; ciò è facilmente verificabile selezionando dal diagramma a discesa presente al di sopra del diagramma psicrometrico e selezionando proprio la zona 2:



Si ottiene il diagramma psicrometrico di seguito riportato, dal quale è visibile le condizioni dell'aria nel box 2 post-miscelazione e la coincidenza tra il punto E rappresentante le condizioni dell'aria nel condotto 2 prima del riversamento nel box 2 e il punto E' rappresentante le condizioni dell'aria del condotto 2 prima del riversamento nel box 2 con previo riscaldamento; in tal caso nullo. La differenza rispetto alle altre zone è visibile visionando il diagramma psicrometrico rispetto a tutte le altre zone per le quali il punto E' è distinto rispetto al punto E per l'intervenuto riscaldamento sensibile (vedi diagramma riportato nel paragrafo dedicato e relativo alla zona 7 dell'esempio di calcolo).

La retta di miscelazione 2'-2-E è detta *“retta di miscelazione base”*.



OK

Dopo la fissazione del valore $\xi = 0,01172$, il programma verifica che tale valore sia contenuto nel range consigliato e che la “retta di miscelazione base” intersechi la curva di saturazione. Se tali condizioni sono soddisfatte restituirà l’esito positivo secondo quanto rappresentato nella schermata seguente.

b		UMIDITA' SPECIFICA DI IMMISSIONE		
xi_min				0,0117
xi	imporre	0,0117 < xi ≤ 0,0118	con incrementi graduali da 0,0117	kg/kg
				0,01172
OK_la retta di miscelazione interseca la curva di saturazione				

IMPORTANTE: è da notare che la definizione del valore “xi” costituisce l’unico dato di input da inserire nel foglio di dimensionamento per pervenire alla progettazione dell’intero impianto; il programma non richiede altri input.

Il programma successivamente determina in automatico tutti i parametri di progetto dell’impianto ovvero:

► determina, per ciascuna zona, la portata “Gi” e il volume d’aria “Vi” di immissione, il numero “n_i” dei ricambi orari come da prospetto di calcolo seguente (sono indicati in colore verde). Per ciascuna zona, le portate di immissione “Gi” sono assunte pari al massimo tra il valore della portata “Gi_calc” necessaria ad asportare i carichi termici di zona e il valore della portata di ventilazione “Gi_UNI” minima imposta dalle norme UNI EN 16798. Stesso discorso vale per il volume “Vi”.

C	PORTATA COMPLESSIVA E PORTATE DI IMMISSIONE DI ZONA								
ZONA	V_ZONA	Gi_calc	Vi_calc.	Gi_UNI	Vi_UNI	Gi	Vi	n_i	
	mc	kg/s	mc/h	kg/s	mc/h	kg/s	mc/h	1/h	
1	600	0,31	989	0,31	1.008	0,31	1.008	1,68	
2	900	0,15	494	0,36	1.152	0,36	1.152	1,28	
3	1.800	0,31	989	0,72	2.304	0,72	2.304	1,28	
4	1.500	0,26	848	0,54	1.728	0,54	1.728	1,15	
5	1.000	0,18	565	0,40	1.296	0,40	1.296	1,30	
6	1.200	0,35	1.130	0,43	1.368	0,43	1.368	1,14	
7	1.800	0,17	537	0,72	2.304	0,72	2.304	1,28	
8	750	0,18	593	0,34	1.080	0,34	1.080	1,44	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	9.550	1,91	6.146	3,80	12.240	3,80	12.240	1,28	
GE	portata aria primaria totale_zone					kg_as/s	3,80		

Nella schermata citata la tabella raffigurata riporta in fondo la riga dei valori totali.

Infine nell’ultima riga è riportato il valore di calcolo della portata d’aria primaria complessiva “GE” la quale, come vedremo, sarà in parte raffreddata nella UTA e inviata nel condotto 1 (rif. $G_{2'} = 3,16$ kg/s) e in parte bypassata rispetto alla batteria fredda e inviata nel condotto 2 verso i box di zona (rif. $G_{E'} = 0,65$ kg/s). Nell’esempio svolto si è pervenuto ad una portata massica complessiva di impianto pari a:

$$GE = 3,80 \text{ [kg/s]}$$

► determina, le condizioni psicrometriche dell'estremo caldo di miscelazione (nell'esempio svolto punto 2') e degli estremi caldi di miscelazione relativi a ciascuna zona. Nella riga in fondo indica i parametri relativi alla zona che si è scelto di rappresentare sul diagramma psicrometrico (vedi paragrafo dedicato).

d	ESTREMO FREDDO DI MISCELAZIONE								
G2'	T_2'	ϕ _2'	Pv.sat_2'	Pv_2'	x_2'	v_2'	h_2'	Tbu_2'	TD_2'
3,16	°C	%	Pa	Pa	kg/kg	mc/kg	kJ/kg	°C	°C
2'	13,75	100%	1.571,23	15,71	0,0098	0,826	38,56	13,72	13,75
© AE-SW SOFTWARE									
f	ESTREMI CALDI DI MISCELAZIONE								
ZONA	T_E'	ϕ _E'	Pv.sat_E'	Pv_E'	x_E'	v_E'	h_E'	Tbu_E'	TD_E'
	°C	%	Pa	Pa	kg/kg	mc/kg	kJ/kg	°C	°C
1	53,47	22,77%	14.621,48	33,29	0,0211	0,957	108,62	33,14	25,85
2	32,00	70,00%	4.755,40	33,29	0,0211	0,894	86,23	27,46	25,85
3	54,40	21,76%	15.296,21	33,29	0,0211	0,960	109,59	33,33	25,85
4	53,47	22,77%	14.621,48	33,29	0,0211	0,957	108,62	33,14	25,85
5	46,92	31,48%	10.573,21	33,29	0,0211	0,938	101,79	31,64	25,85
6	59,19	17,35%	19.188,53	33,29	0,0211	0,974	114,59	34,31	25,85
7	36,25	55,25%	6.024,60	33,29	0,0211	0,907	90,66	28,71	25,85
8	44,12	36,34%	9.159,05	33,29	0,0211	0,930	98,87	30,92	25,85
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZONA 7	36,25	0,55	6024,60	33,29	0,0211	0,907	90,66	28,71	25,85

► determina, il valore della potenza termica "W-" e del vapore "U" sottratti alla portata "GE" nella batteria fredda:

e	POTENZA E VAPORE SOTTRATTI NELLA BATTERIA FREDDA_E → 2'			
hE''	$c_{pa} \cdot TE'' + c_{pv} \cdot xE'' \cdot TE'' + r \cdot xE''$	E''_proiez. di E su orizzontale per 2	kJ/kg	56,65
Wsens	$G_2' \cdot (h2' - hE'')$	componente sensibile	kW	-57,12
Wlat	$G_2' \cdot (hE - hE'')$	componente latente	kW	-93,37
W-	$G_2' \cdot (h2' - hE)$	POTENZA BATTERIA FREDDA	kW	-150,49
U	$G_2' \cdot (x_2' - xE)$	vapore sottratto nella batt. Fredda	gr/s	-35,78

► determina, per ciascuna zona, le portate e le condizioni psicrometriche di immissione, ovvero: il valore della portata Gi, temperatura "Ti" e umidità relativa "Φi"; la pressione di

saturatione del vapore "Pvsat_i"; quella parziale "Pv_i", il valore dell'umidità specifica "x_i", del volume specifico "v_i", dell'entalpia "h_i", della temperatura di bulbo umido "Tbu_i", della temperatura di rugiada "TD_i". Il tutto secondo il prospetto di calcolo di seguito riportato.

Nell'ultima riga sono riportati i valori relativi alla zona scelta per la rappresentazione sul diagramma psicrometrico (vedi paragrafo dedicato).

g	CONDIZIONI PSICROMETRICHE DI IMMISSIONE								
ZONA	Gi	Ti	φi	Pv.sat_i	Pv_i	x_i	v_i	h_i	Tbu_i
TDi = 16,48	kg/s	°C	%	Pa	Pa	kg/kg	mc/kg	kJ/kg	°C
1	0,31	20,49	77,78%	2.409,26	18,74	0,0117	0,848	50,34	17,72
2	0,36	16,84	97,75%	1.917,13	18,74	0,0117	0,837	46,60	16,57
3	0,72	20,65	77,02%	2.432,95	18,74	0,0117	0,848	50,50	17,78
4	0,54	20,49	77,78%	2.409,26	18,74	0,0117	0,848	50,34	17,72
5	0,40	19,38	83,33%	2.248,97	18,74	0,0117	0,845	49,20	17,34
6	0,43	21,46	73,27%	2.557,61	18,74	0,0117	0,851	51,34	18,07
7	0,72	17,57	93,35%	2.007,40	18,74	0,0117	0,839	47,34	16,77
8	0,34	18,90	85,84%	2.183,18	18,74	0,0117	0,843	48,71	17,19
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZONA 7	0,72	17,57	93,4%	2.007,40	18,74	0,0117	0,839	47,34	16,77

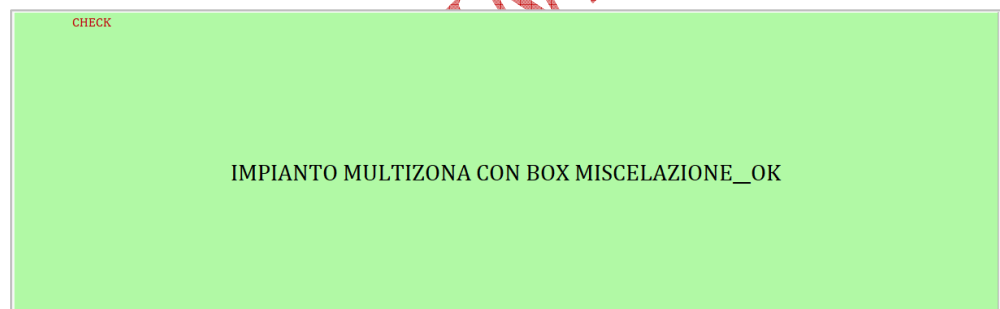
► determina, per ciascuna zona, la portata fredda di miscelazione G_{2'} addotta dal condotto 1 e la portata calda di miscelazione G_{E'} addotta dal condotto 2 che vengono convogliate nei box di miscelazione di zona; inoltre determina la potenza di riscaldamento W_{risc} alle quali sono sottoposte le portate calde addotte dal condotto 2 prima di essere immesse nel box di zona.

h	PORTATE AGLI ESTREMI DI MISCELAZIONE E POTENZE DI RISCALDAMENTO								
ZONA	Gi	T _{2'}	Ti	T _{E'}	h _{E'}	hE	G _{2'}	G _{E'}	W _{risc}
	kg/s	°C	°C	Pa	kJ/kg	kJ/kg	kg/s	kg/s	kW
1	0,31	13,75	20,49	53,47	108,62	86,23	0,26	0,05	1,19
2	0,36	13,75	16,84	32,00	86,23	86,23	0,30	0,06	0,00
3	0,72	13,75	20,65	54,40	109,59	86,23	0,59	0,12	2,84
4	0,54	13,75	20,49	53,47	108,62	86,23	0,45	0,09	2,04
5	0,40	13,75	19,38	46,92	101,79	86,23	0,33	0,07	1,06
6	0,43	13,75	21,46	59,19	114,59	86,23	0,35	0,07	2,05
7	0,72	13,75	17,57	36,25	90,66	86,23	0,59	0,12	0,54
8	0,34	13,75	18,90	44,12	98,87	86,23	0,28	0,06	0,72
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G _{2'} _Portata condotto 1							3,16		
G _{E'} _Portata condotto 2								0,65	
W+__POTENZA totale batterie calde									10,44

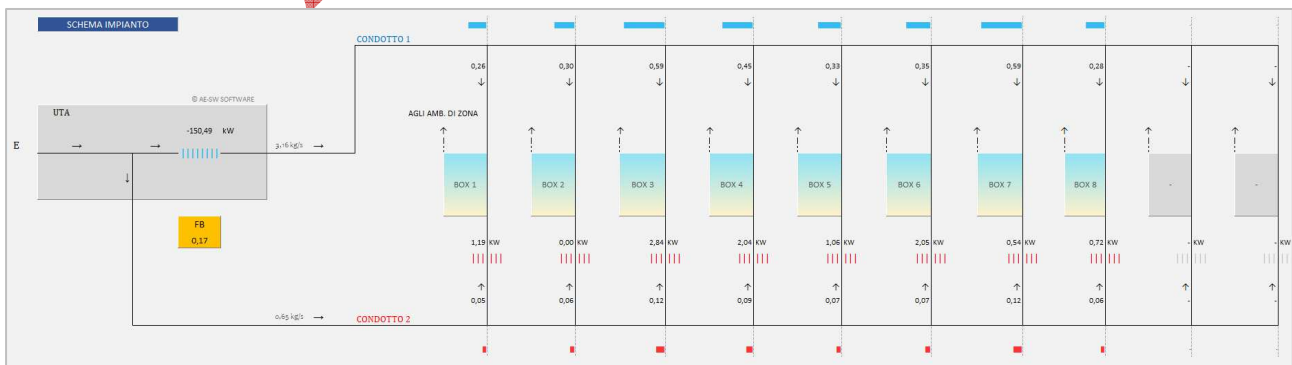
La differenza di temperatura “ $T_i - T_A$ ” tra aria di immissione e aria ambiente è utile ai fini della valutazione del comfort ambientale valutabile come “buono” per valori compresi tra circa -9 e -3 °C:

BUONO		COMFORT		ACCETTABILE	
ZONA	$T_i - T_A$	$\phi_i - \phi_A$			
1	-5,51	17,78%			
2	-9,16	37,75%			
3	-5,35	17,02%			
4	-5,51	17,78%			
5	-6,62	23,33%			
6	-4,54	13,27%			
7	-8,43	33,35%			
8	-7,10	25,84%			
-	-	-			
-	-	-			

Il progetto dell’impianto si conclude con la verifica di corretto dimensionamento:



e con la rappresentazione dello schema dell’impianto col riporto delle portate circolanti e delle potenze scambiate:



AE-SW SOFTWARE

3 - RAPPRESENTAZIONE SU DIAGRAMMA PSICROMETRICO

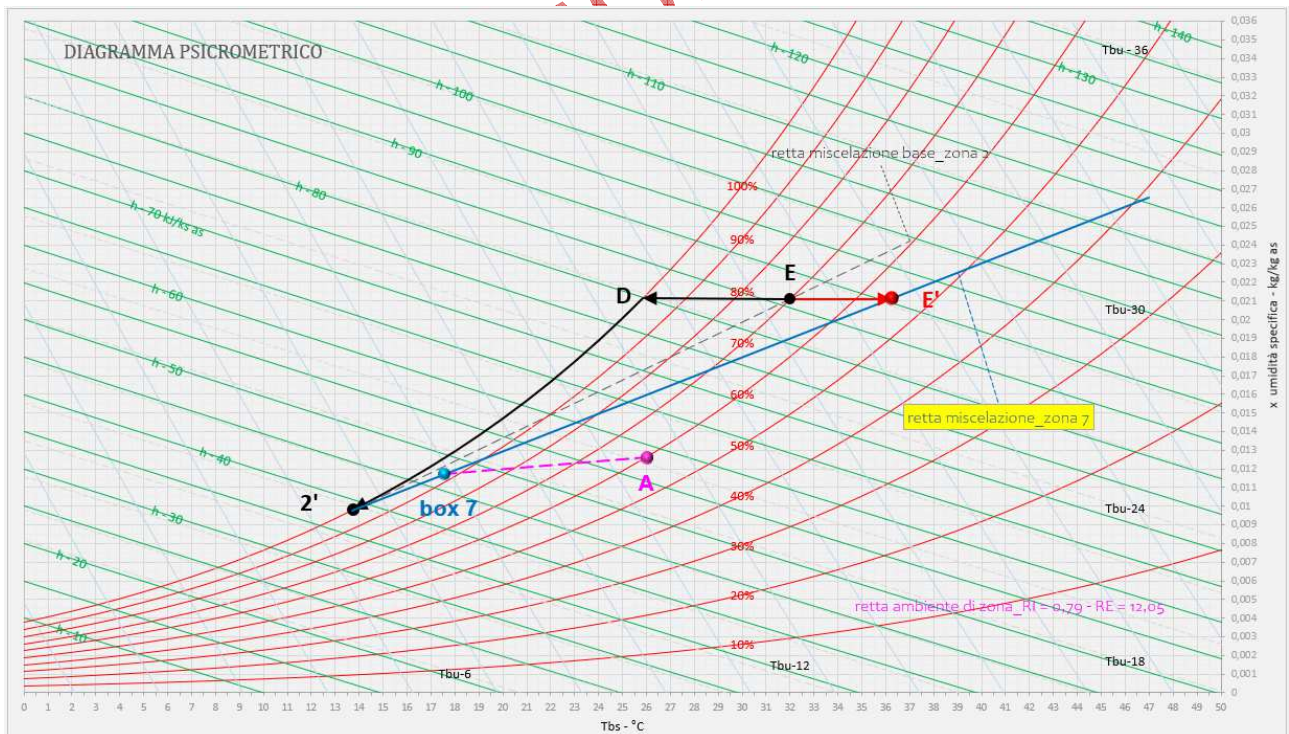
La rappresentazione sul diagramma psicrometrico avviene per ciascuna zona di progetto. La scelta della zona della quale rappresentare i trattamenti e le trasformazioni dell'aria umida nella UTA e nella batteria di riscaldamento di zona, avviene da elenco a discesa come rappresentato in figura:



Alla selezione della zona, il programma determina tutti i parametri psicrometrici dell'aria nelle condizioni "box 7" di immissione nella zona 7 da climatizzare, secondo il prospetto di calcolo seguente:

G7	T7	ϕ 7	Pvsat_7	Pv_7	x_7	v_7	h_7	Tbu_7	RI_7	RE_7	WR_E → 7'
kg/s	°C	%	Pa	Pa	kg/kg	mc/kg	kJ/kg	°C	-	kJ/gr	kW
0,72	17,57	93,4%	2.007,40	18,74	0,0117	0,839	47,34	16,77	0,79	12,05	0,54

Inoltre esegue la rappresentazione delle trasformazioni dell'aria sul diagramma psicrometrico:



Sul diagramma sono visibili:

- il raffreddamento e deumidificazione E-D-2' nella batteria fredda della UTA eseguiti sulla portata $G_{2'} = 3,16$ kg/s;

- il riscaldamento E-E' eseguito sulla portata bypassata di zona 7, pari a $G_{E'7} = 0,12 \text{ kg/s}$.
- la retta di miscelazione 2'-7-E' relativa al box della zona 7;
- la retta ambiente 7-A relativa alla zona 7 e relativi fattori termici interno RI ed esterno RE.

AE-SW SOFTWARE

4 – IL DIMENSIONAMENTO DELLA BATTERIA FREDDA

DIMENSIONAMENTO BATT. FREDDA

Ai fini del dimensionamento, il programma riprende i valori calcolati della portata d'aria trattata nella batteria e della potenza termica

Nell'esempio svolto:

Portata d'aria trattata = 3,16 kg/s;

Potenza = 150,49 kW (viene omesso il segno negativo in quanto potenza considerata dal punto di vista della batteria e non dell'aria trattata).

La tipologia di batteria prescelta è di tipo alettata con le caratteristiche di seguito riportate:

TIPOLOGIA	De mm	Di mm	Ai mmq
5/8" - 8.5 alette/pollice	15,875	15,016	177

In riferimento all'alimentazione dei tubi alettati della batteria si assumono per l'acqua di circolazione i valori riportati di seguito:

$T_{hi} = 6^{\circ}\text{C}$: temperatura di ingresso dell'acqua nei tubi;

$\Delta T_{th} = 10^{\circ}\text{C}$: salto di temperatura dell'acqua tra ingresso e uscita dai tubi alettati;

Pertanto le grandezze relative all'acqua di alimentazione risultano quelle di seguito riportate:

ALIMENTAZIONE BATTERIA FREDDA			
T_{hi}	temperatura ingresso acqua	$^{\circ}\text{C}$	6,0
ΔT_{th}	salto termico acqua	$^{\circ}\text{C}$	10
T_{hu}	temperatura uscita acqua	$^{\circ}\text{C}$	16,00
T_m	temperatura superficiale media batteria	$^{\circ}\text{C}$	12,00
G_h	portata acqua batteria	l/s	3,60

In riferimento al calcolo del numero dei ranghi della batteria è necessario fissare il verso di circolazione dell'aria all'interno della batteria rispetto a quello dell'acqua all'interno dei tubi alettati. Nell'esempio svolto si è optato per un verso "incrociato".

NUMERO DI RANGHI					
Flusso aria risp. flusso acqua:					
<input type="radio"/>	equicorrente	<input type="radio"/>	controcorrente	<input checked="" type="radio"/>	incrociato
ΔT_{ml}	salto termico logaritmico aria/acqua			°C	9,1
ΔT_{ml_co}	salto termico aria/acqua_controcorrente			°C	11,4
F	fatt. correz. scambio term. risp. controcorrente	P = 0,38	R = 1,41	-	0,80
va	velocità aria			m/s	1,50
vh	velocità acqua			m/s	1,00

In funzione di questo il programma determina:

$\Delta T_{ml} = 9,1$ °C: salto termico logaritmico aria/acqua per flusso incrociato. Tale valore è dedotto dal preventivo calcolo delle seguenti grandezze (riportate in colore grigio in quanto grandezze propedeutiche);

$\Delta T_{ml_co} = 11,4$ °C: salto termico logaritmico aria/acqua per flusso in controcorrente;

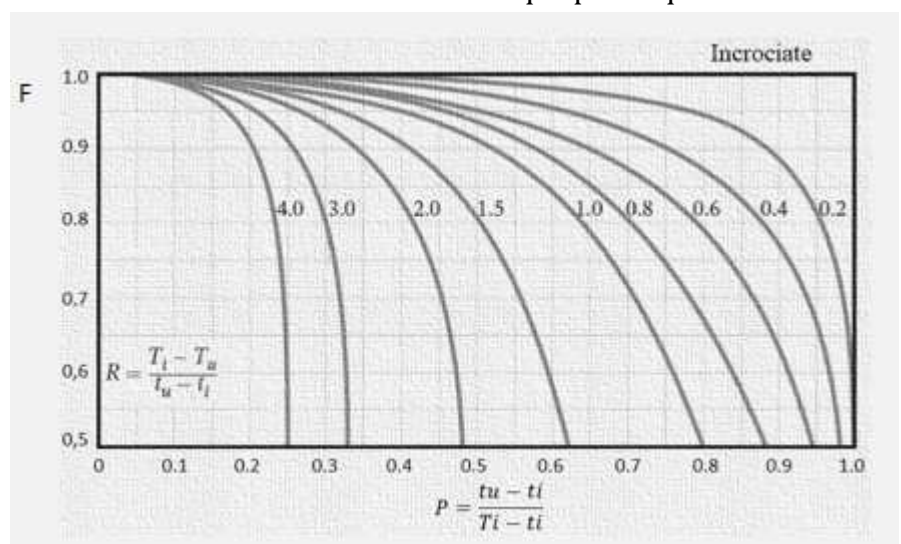
$F = 0,8$: fattore di correzione medio del salto termico logaritmico calcolato rispetto al flusso in controcorrente (il riferimento al flusso in controcorrente è fisso e non dipende da altre fattori o ipotesi di calcolo). Il valore di F è eseguito dal programma attraverso il previo calcolo dei grandezze $P = 0,38$ ed $R = 1,41$; tali fattori fanno riferimento a grafici della letteratura in materia di dimensionamento di scambiatori di calore in funzione dei quali è diagrammato l'andamento del fattore di correzione. Nella maggior parte dei casi legati a casi pratici di dimensionamento delle batterie, il valore di F oscilla mediamente tra 0,7 e 0,8 essendo graficizzato con valori potenzialmente oscillanti tra 0,5 e 1,0. Nell'esempio svolto, come da grafico, il valore di F per $P = 0,38$ ed $R = 1,41$, è all'incirca pari a $F = 0,93$.

Il programma assume, a vantaggio di sicurezza il valore di 0,80. Per il calcolo del numero dei ranghi è altresì richiesta la definizione delle velocità dell'aria e dell'acqua per le quali sono stati assunti i valori che seguono:

va = 1,5 m/s: velocità dell'aria;

vh = 1,0 m/s: velocità dell'acqua.

Una volta definita anche la l'altezza della batteria (valore da inserirsi a cura del



progettista) il programma calcola le caratteristiche dimensionali della batteria secondo il prospetto di seguito riportato:

H		altezza batteria	mm	1300
L	$G_b / (v_a \cdot H)$	larghezza batteria	mm	1.448
Af	$H \cdot L$	area frontale batteria	m ²	1,88
N	$W / (v_h \cdot 4186 \cdot A_{tu} \cdot (t_{hu} - t_{hi}))$	numero tubi orizzontali	-	21
i	H/N	interasse verticale tubi	mm	62

Inoltre determina il coefficiente di scambio termico globale U [W/mq°C] e il numero dei ranghi:

U [W/mq°C]	710,25
NR - numero ranghi $W_b / (A_f \cdot U \cdot \Delta T_{ml})$	13

Il dimensionamento della batteria è riassunto in uno schema grafico recante le caratteristiche principali. Nel caso in cui il check effettuato sulla correttezza di dimensionamento sia positivo, il programma invita alla stampa della relazione tecnica di calcolo.



5- STAMPA RELAZIONE_ esempio di calcolo

La stampa della relazione relativo all'esempio di calcolo svolto nel manuale fa riferimento al foglio di calcolo "5 - Relazione tecnica". La medesima è di seguito riportata:



RELAZIONE TECNICA

IMPIANTO MULTI-ZONA A TUTT'ARIA PRIMARIA CON POST-RISCALDAMENTO PRESSIONE ATMOSFERICA 101325 Pa

COMMITTENTE	TIZIO Angelo
COD. FISCALE/P. IVA	ABC DEF 77H60 G005H
RESIDENZA	Roma (RM)
INDIRIZZO	Via dei Paschi di Siena, 20

ZONA URBANISTICA	B
FOGLIO	97
PARTICELLA	25
SUBALTERNO	6

PROGETTAZIONE	Ing. Alvaro BIANCHI
	Albo
	Studio tecnico
	Ingegneri di Napoli, n. XXXX Massa di Somma_NA Via G. Falcone n. 53

DIREZIONE LAVORI	Ing. Aldo ROSSI
	Albo
	Studio tecnico
	Ingegneri di Napoli, n. XXXX Massa di Somma_NA Via P. Borsellino n. 44

COLLAUDO	Ing. Filippo VERDI
	Albo
	Studio tecnico
	Ingegneri di Napoli, n. XXXX Massa di Somma_NA Via R. Chinnici n. 64

Studio associato di ingegneria - via Napoleone III - Massa di Somma - (NA)

AE-SW - © Tutti i diritti riservati

© AE-SW SOFTWARE

RELAZIONE TECNICA

INTRODUZIONE

L'impianto consiste in Unità trattamento d'aria multizona per la climatizzazione di zone con condizioni termigrometriche differenti. Il dimensionamento è sulla base della portata d'aria complessiva necessaria ad asportare il carico termico di ciascuna zona distinto nelle componenti sensibile e latente. Il dimensionamento è condotto a tutt'aria primaria senza ricircolo.

Il dimensionamento prevede una UTA dotata di batteria fredda per il raffreddamento e la deumidificazione di parte dell'intera portata. Successivamente, l'aria fredda in uscita dall'UTA viene convogliata attraverso il condotto 1 in un box di miscelazione di zona. Un'altra parte dell'intera portata confluisce in un condotto 2 e viene convogliata nella stesso box di zona. Prima di riversarsi nel box, le singole portate vengono riscaldate in modo differente per mezzo di batterie di riscaldamento di zona. In ogni box di zona, avviene la miscelazione tra il flusso freddo e quello caldo per raggiungere le condizioni di ingresso in ambiente.

IPOTESI DI PROGETTO PER $i = 1...n$ zone:

Zone-ambiente "i" in cui si vogliono mantenere una stessa temperatura TA e umidità relativa ϕA ; carico sensibile gravante W_{sens_i} [kW]; carico latente gravante W_{lat_i} [kW].

Aria esterna con temperatura TE [°C] e umidità relativa ϕE [%].

Superficie di pavimento Si [mq]; volume Vi [mc]; capienza massima zone pi [persone].

SONO DETERMINATI PER L'INSIEME DI ZONE:

- i parametri psicrometrici dell'aria umida esterna e di quella ambiente;
- la portata massica complessiva GE [kg/s];
- la portata d'aria fredda e quella calda ripettivamente convogliate nel condotto 1 freddo e nel condotto 2 caldo;
- la potenza termica sottratta nella batteria fredda distinta in sensibile e latente;
- i parametri psicrometrici dell'aria all'uscita dalla UTA;
- la portata di vapore condensato U [kg/s] nel raffreddamento della portata fredda;

INOLTRE, PER CIASCUNA ZONA:

- la portata di immissione Gi [kg/s] le sue condizioni termigrometriche;
- il salto termico tra la temperatura di immissione e la temperatura ambiente (comfort);
- i parametri psicrometrici dell'aria di immissione;
- la potenza termica sensibile fornita all'aria calda nella batteria di riscaldamento;
- il fattore termico interno RI [-] e quello esterno RE = $\Delta h/\Delta x$;

INFINE:

- le caratteristiche funzionali e dimensionali della batteria fredda.

DATI GENERALI

Tipologia impianto:	MULTI-ZONA AD ARIA PRIMARIA CON DOPPIO CONDOTTO E BOX DI MISCELAZIONE	
Metodo di calcolo:	a umidità specifica di immissione controllata	
P_Pressione atmosferica:	101.325	Pa
Categoria locale	residenz. e simili	
Categoria qualità attesa_UNI EN 16798	1_molto buono	
Grado inquinamento_UNI EN 16798	n.d.	
TE_Temperatura esterna:	32,0	°C
ϕE _Umidità relativa esterna:	70%	-
TA_Temperatura ambiente di progetto:	26,0	°C
ϕA _Umidità relativa ambiente di progetto:	60%	-

© AE-SW SOFTWARE

DATI ZONE TERMICHE

ZONA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_pers.	70	80	160	120	90	95	160	75		
V_mc	600	900	1.800	1.500	1.000	1.200	1.800	750		
S_mq	200	300	600	500	350	400	600	250		
%_sogg.+L	-	-	-	-	-	-	-	-		
Wsens_kW	1,75	1,45	1,70	1,50	-	1,65	1,45	1,35		
Wlat_kW	0,70	0,35	0,70	0,60	0,40	0,80	0,38	0,42		

CONDIZIONI PSICROMETRICHE: ARIA ESTERNA - ARIA AMBIENTE

GE	T	φ	Pv.sat	Pv	x	v	h	Tbu	TD
3,80	°C	%	Pa	Pa	kg/kg	mc/kg	kJ/kg	°C	°C
E	32	70%	4.755,40	33,29	0,02113	0,894	86,23	27,5	25,85

aria esterna

GA	T	φ	Pv.sat	Pv	x	v	h	Tbu	TD
3,80	°C	%	Pa	Pa	kg/kg	mc/kg	kJ/kg	°C	°C
A	26	60%	3.361,16	20,17	0,01263	0,865	58,31	20,4	17,64

aria ambiente

PORTATE D'ARIA COMPLESSIVE

GE	portata complessiva	3,80	kg/s
GRN	portata di rinnovo	3,80	kg/s
GRC	portata di ricircolo	-	kg/s
2'	portata condotto 1 - fredda	3,16	kg/s
G'	portata condotto 2 - calda	0,65	kg/s

POTENZA E VAPORE SOTTRATTI NELLA BATTERIA FREDDA

Wsens	componente sensibile	-57,12	kW
Wlat	componente latente	-93,37	kW
Wt	TOTALE POTENZA SOTTRATTA	-150,49	kW
U	TOTALE VAPORE SOTTRATTO	-35,78	gr/s

ESTREMI DI MISCELAZIONE

2'	G2'	T	φ	Pv.sat	Pv	x	v	h	Tbu	TD
	kg/s	°C	%	Pa	Pa	kg/kg	mc/kg	kJ/kg	°C	°C
	3,16	14	100%	1.571,23	15,71	0,0098	0,826	38,56	13,7	13,75

ESTREMO FREDDO_aria fredda in uscita UTA

© AE-SW SOFTWARE

ZONA	GE'	TE'	$\phi E'$	Pv.sat_E'	Pv_E'	x_E'	v_E'	h_E'	Tbu_E'	TD_E'
	kg/s	°C	%	Pa	Pa	kg/kg	mc/kg	kJ/kg	°C	°C
1	0,05	53,47	22,8%	14.621,48	33,29	0,0211	0,957	108,617	33,14	25,85
2	0,06	32,00	70,0%	4.755,40	33,29	0,0211	0,894	86,226	27,46	25,85
3	0,12	54,40	21,8%	15.296,21	33,29	0,0211	0,960	109,592	33,33	25,85
4	0,09	53,47	22,8%	14.621,48	33,29	0,0211	0,957	108,617	33,14	25,85
5	0,07	46,92	31,5%	10.573,21	33,29	0,0211	0,938	101,793	31,64	25,85
6	0,07	59,19	17,3%	19.188,53	33,29	0,0211	0,974	114,587	34,31	25,85
7	0,12	36,25	55,3%	6.024,60	33,29	0,0211	0,907	90,661	28,71	25,85
8	0,06	44,12	36,3%	9.159,05	33,29	0,0211	0,930	98,869	30,92	25,85
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ESTREMI CALDI_aria calda post-riscaldamento

PORTATE E CONDIZIONI PSICROMETRICHE ARIA DI IMMISSIONE IN BOX

ZONA	Gi	Ti	ϕ_i	Pv.sat_i	Pv_i	x_i	v_i	h_i	Tbu_i	TD_i
	kg/s	°C	%	Pa	Pa	kg/kg	mc/kg	kJ/kg	°C	°C
1	0,31	20,49	77,8%	2.409,26	18,74	0,0117	0,848	50,34	17,72	16,48
2	0,36	16,84	97,7%	1.917,13	18,74	0,0117	0,837	46,60	16,57	16,48
3	0,72	20,65	77,0%	2.432,95	18,74	0,0117	0,848	50,50	17,78	16,48
4	0,54	20,49	77,8%	2.409,26	18,74	0,0117	0,848	50,34	17,72	16,48
5	0,40	19,38	83,3%	2.248,97	18,74	0,0117	0,845	49,20	17,34	16,48
6	0,43	21,46	73,3%	2.557,61	18,74	0,0117	0,851	51,34	18,07	16,48
7	0,72	17,57	93,4%	2.007,40	18,74	0,0117	0,839	47,34	16,77	16,48
8	0,34	18,90	85,8%	2.183,18	18,74	0,0117	0,843	48,71	17,19	16,48
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

VOLUMI E NUMERI DI RICAMBI D'ARIA ORARI

ZONA	Vi_ric.	n_ric.
	mc/h	1/h
1	1.008	1,68
2	1.152	1,28
3	2.304	1,28
4	1.728	1,15
5	1.296	1,30
6	1.368	1,14
7	2.304	1,28
8	1.080	1,44
-	-	-
-	-	-

POTENZE DI RISCALDAMENTO E RAPPORTI TERMICI RETTE AMBIENTE

ZONA	W_risc.	$\Delta T_{risc.}$	$\Delta \phi_{risc.}$	RI	RE
	kW	°C	%	-	kJ/grv
1	1,19	21,47	-47,2%	0,71	8,75
2	0,00	0,00	0,0%	0,81	12,86

© AE-SW SOFTWARE

3	2,84	22,40	-48,2%	0,71	8,58
4	2,04	21,47	-47,2%	0,71	8,75
5	1,06	14,92	-38,5%	0,75	10,01
6	2,05	27,19	-52,7%	0,67	7,66
7	0,54	4,25	-14,7%	0,79	12,05
8	0,72	12,12	-33,7%	0,76	10,54
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

DIMENSIONAMENTO BATTERIA FREDDA

TIPOLOGIA	De mm	Di mm	Atu mmq
5/8" - 8.5 alette/pollice	15,875	15,016	177

Tm	temperatura ingresso acqua	°C	12,00
Thi	salto termico acqua	°C	6,00
Thu	temperatura uscita acqua	°C	16,00
ΔTh	temperatura superficiale media batteria	°C	10,00
Gh	portata acqua batteria	l/s	3,60

Flusso aria risp. flusso acqua: **incrociato**

va	velocità aria	m/s	1,50
vh	velocità acqua	m/s	1,00
H	altezza batteria	mm	1300
U	coeff. scambio termico globale superficie frontale	W/mq°C	710,3
F	fatt. correz. scambio term. risp. controcorrente	-	0,80

Atu	sezione tubo alettato	mmq	177
L	larghezza batteria	mm	1.448
Af	area frontale batteria	mq	1,88
N	numero tubi orizzontali	-	21
i	interasse verticale tubi	mm	62
Δtml	salto termico logaritmico aria/acqua	°C	9,1
U	coeff. globale di scambio termico	W/mq°C	710,3
NR	numero ranghi batteria fredda	-	13


ALLEGATI

- *Tabulati di calcolo*
- *Diagramma psicrometrico con trasformazioni.*

Il Tecnico progettista
Ing. Alvaro BIANCHI

AE-SW - © Tutti i diritti riservati

TABULATI DI CALCOLO



© AE-SW SOFTWARE

IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE MULTI-ZONA A TUTT'ARIA PRIMARIA
REGIME ESTIVO

TIPOLOGIA IMPIANTO
A TUTT'ARIA PRIMARIA

TIPOLOGIA CALCOLO
xi a umidità specifica di immissione controllata

P3 101.325

P3 101.325

PRESSIONE ATMOSFERICA

INPUT DIRETTO.

INPUT INDEBITTO per altitudine e temperature:

N_altitudine_m	Tm_Temp_ad_R_°C	101325 * (1 - 0.000126 * h) ^{5.256}	101325 * e ^{(-0.000126 * h) * 5.256}
2.000	15		

P3 101.325

P3

PRESSIONE ATMOSFERICA DI CALCOLO

N_numero zone termiche: -

D_estimazione d'uso zone: **residenz. e simili** non residenziale

Grado di qualità ambiente interno UNI EN 16798:
 inquinato **inquinato** opzioni non attive poco inquinato

Metodo di calcolo UNI EN 16798:
 metodo 1 metodo 2 metodo 3

DATI GENERALI

8

CONDIZIONI ARIA ESTERNA E INTERNA

TE temperatura aria esterna

φS umidità relativa all'esterno

TA temperatura zona voluta

φA umidità relativa zona voluta

°C	33
%	70%
°C	26
%	60%

DATI ZONE TERMICHE

ZONE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_dens	70	80	100	120	90	95	100	75	85	70
V_mic	600	900	1300	1300	1300	1200	1000	750	1000	250
S_mq	200	300	600	500	350	400	600	250	330	280
W_mic	1.25	1.25	1.70	1.50	1.20	1.65	1.25	1.35	1.50	1.00
W_mw	0.70	0.35	0.70	0.60	0.40	0.80	0.38	0.42	0.30	0.44

VALORI DI CALCOLO ZONE

pers.	850
mic	9.550
mq	3.200
mq	2.350
W_mw	1.2
W_mic	4

Studio associato di ingegneria - via Napoleone III - Massa di Somma - (NA)

AE-SW - © Tutti i diritti riservati

d

ESTREMO FREDDO DI MISCELAZIONE										
G _z	T _z	Q _z	h _z	h _z	h _z	h _z	h _z	h _z	h _z	h _z
kg/s	°C	%	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
2	13,35	100%	1,971,23	15,71	0,000	200,5	13,72	13,35		

e

ESTREMO FREDDO DI MISCELAZIONE										
ZONA	T _z	Q _z	h _z	h _z	h _z	h _z	h _z	h _z	h _z	h _z
	°C	%	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
1	13,47	22,77%	31,622,48	20,24	0,007	100,02	33,16	25,45		
2	13,40	70,00%	6,756,50	22,29	0,021	0,805	27,56	25,45		
3	13,45	21,55%	21,562,21	22,29	0,021	0,805	33,33	25,45		
4	13,47	21,77%	21,622,48	22,29	0,021	0,807	33,16	25,45		
5	13,42	31,48%	28,572,21	22,29	0,021	0,808	33,64	25,45		
6	13,39	17,30%	20,188,13	22,29	0,021	0,808	33,33	25,45		
7	13,25	92,02%	4,800,60	20,24	0,021	0,807	30,65	25,45		
8	13,17	36,24%	1,150,67	20,24	0,021	0,807	30,00	25,45		
ZONA 7	13,25	92,02%	4,800,60	20,24	0,021	0,807	30,65	25,45		

h_z - POTENZA BATTERIA PER LA MISCELAZIONE
 G_z - Portata condotto 1
 G_z - Portata condotto 2

e

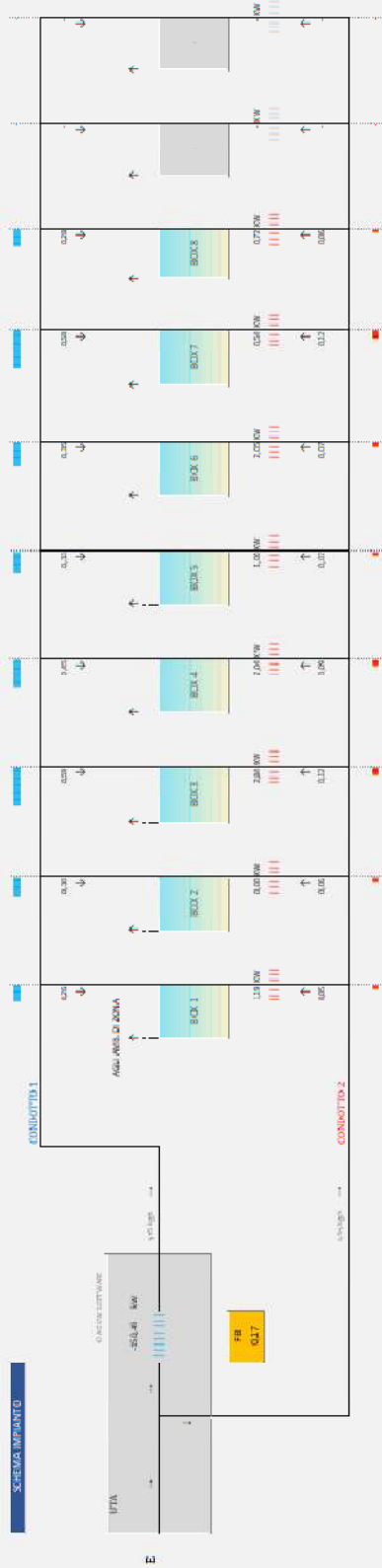
POTENZA E VALORI SOTTOBASSI NELLA BATTERIA FREDDA E → Z										
h _z	W _z	W _z	W _z	W _z	W _z	W _z	W _z	W _z	W _z	W _z
kg/s	kg/s	kg/s	kg/s	kg/s	kg/s	kg/s	kg/s	kg/s	kg/s	kg/s
1	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007	0,007
2	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021
3	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021
4	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021
5	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021
6	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021	0,021
7	0,807	0,807	0,807	0,807	0,807	0,807	0,807	0,807	0,807	0,807
8	0,807	0,807	0,807	0,807	0,807	0,807	0,807	0,807	0,807	0,807
ZONA 7	0,807	0,807	0,807	0,807	0,807	0,807	0,807	0,807	0,807	0,807

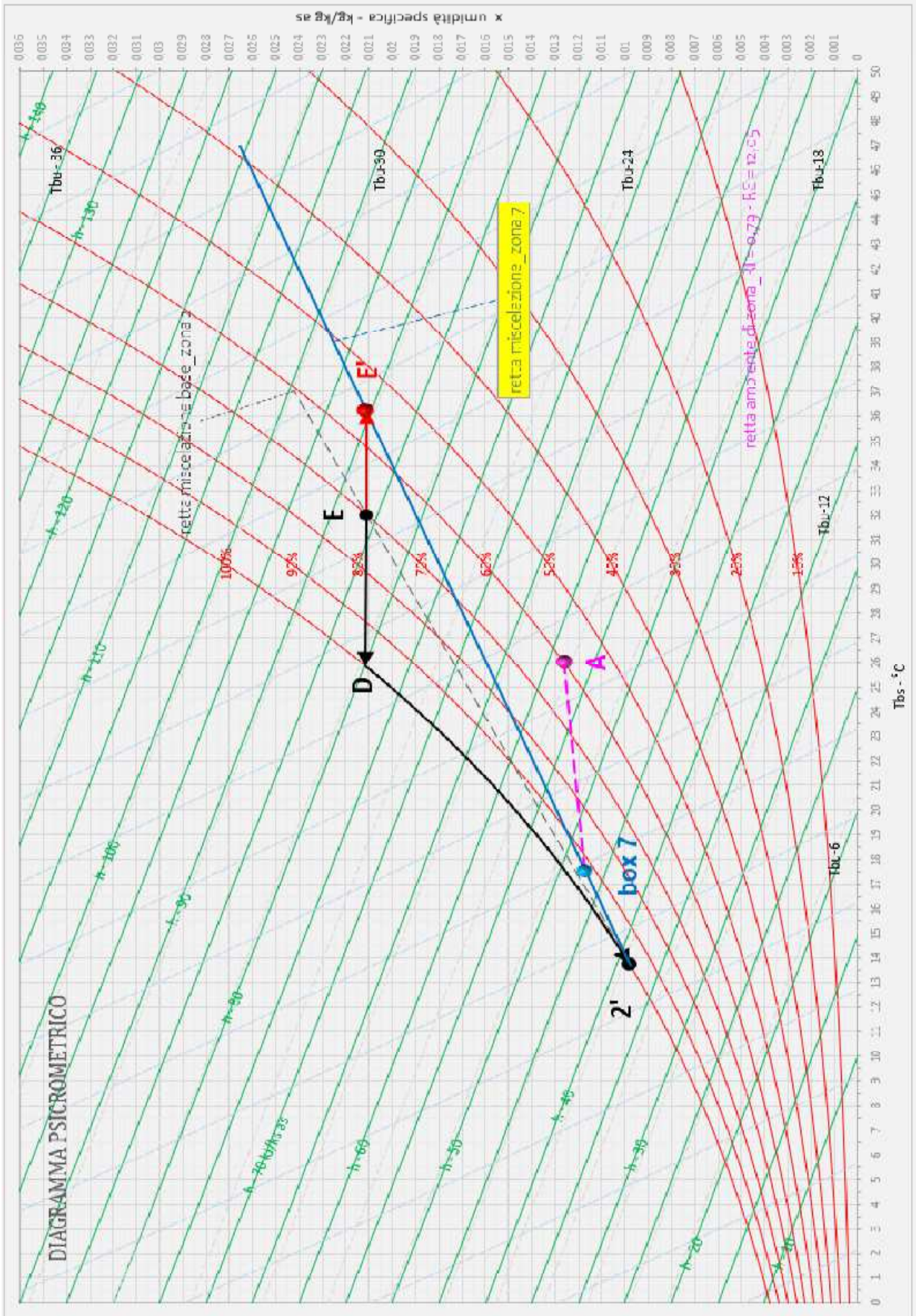
f

CONDIZIONI PSICROMETRICHE DI IMMISSIONE										
ZONA	G _z	T _z	h _z	h _z	h _z	h _z	h _z	h _z	h _z	h _z
	kg/s	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
1	0,007	20,24	77,00%	2,400,26	18,70	0,021	0,044	20,24	17,72	
2	0,021	18,48	87,00%	1,871,18	18,70	0,021	0,044	18,48	18,72	
3	0,021	20,24	77,00%	2,400,26	18,70	0,021	0,044	20,24	17,72	
4	0,021	20,24	77,00%	2,400,26	18,70	0,021	0,044	20,24	17,72	
5	0,021	18,48	87,00%	1,871,18	18,70	0,021	0,044	18,48	18,72	
6	0,021	20,24	77,00%	2,400,26	18,70	0,021	0,044	20,24	17,72	
7	0,807	12,00	63,00%	2,007,60	18,70	0,021	0,044	12,00	15,77	
8	0,807	12,00	63,00%	2,007,60	18,70	0,021	0,044	12,00	15,77	
ZONA 7	0,807	12,00	63,00%	2,007,60	18,70	0,021	0,044	12,00	15,77	

CHECK

IMPIANTO MULTIZONA CON BOX MISCELAZIONE OK





AE-SW SOFTWARE

USER MANUAL

SUMMER AIR CONDITIONING SYSTEMS

SIZING OF MULTI-ZONE SYSTEMS WITH ALL PRIMARY AIR WITH ZONE MIXING BOX

PREMISE

The Manual illustrates the functions of the program in *Excel format* for the sizing of *summer air conditioning systems with all primary air with zone mixing boxes*. The system is of the "multi-zone" type, suitable for air-conditioning environments whose thermo-hygrometric conditions are uneven and as they are characterized by different thermo-hygrometric conditions.

The calculation is conducted at specific controlled input humidity and can refer to public or private buildings; residential or not. The psychrometric parameters of the air are calculated according to the different values that the atmospheric pressure assumes depending on the geographical location of the locality. Atmospheric pressure (if known) can be input directly by the designer; that is, it can be calculated by the program according to the height of the building and the external temperature existing at that level.

The sizing is carried out in accordance with the UNI EN 16798 standards with reference to the minimum ventilation volume and the minimum number of hourly changes that the standard establishes for the zones according to the intended use, the expected environmental quality category, the degree of pollution, the degree of crowding, the consistency of the floor surface and the volume.

The sizing is carried out analytically with numerical calculations and represented on an interactive psychrometric diagram with the reporting of the thermo-hygrometric transformations of the air with reference to each zone. The sizing of the cooling coil is also carried out with definition of the dimensions; the number of finned tubes; their wheelbase and the number of ranks.

The illustration of the program is made with reference to a concrete case; In this sense, the user manual is also a guide to the application of the program. The appendix also contains the printout of the printout report of the example carried out.

1 - GENERAL DATA

All data can only be entered in cells on a yellow background with a red font and border; the only

ones that are active and editable. The rest are return cells. The cells are entered in the vertical reading order of the spreadsheets.

The general data concern:

**MULTI-ZONE AIR CONDITIONING SYSTEMS WITH ALL PRIMARY AIR
SUMMER REGIME**

TYPE SYSTEM
FULL AIR PRIMARY
CALCULATION TYPE
xi with controlled specific input humidity

ATMOSPHERIC PRESSURE
 DIRECT INPUT Pa **101.325**
INDIRECT INPUT by altitude and temperature:

H_altitude_m	TH_Temp_at_H_°C	$101325 - 11.57 \cdot H + 0.00055 \cdot H^2$	$101325 \cdot (1 - 0.000226 \cdot H)^{5.256}$	$101325 \cdot 0.9877^{H/100}$	$101325 \cdot e^{-(1.854 \cdot H)/294.4}$
2.000	16	-	-	-	-

ATMOSPHERIC PRESSURE CALCULATION
Pa **101.325**

GENERAL DATA

N_number of thermal zones: **8**
 Intended use zones: resid. and similar no residential
 Degree of environmental pollution_UNI EN 16798: **no active options**
 polluted moderately polluted little polluted
 Expected environmental quality_UNI EN 16798:
 1_very good 2_good 3_just very good
 Calculation method_UNI EN 16798:
 method 1 method 2 method 3

EXTERNAL AND INTERNAL AIR CONDITIONS

TE_outside air temperature: °C **32**
 phi_E relative humidity outdoor air: % **70%**
 TA_desired zone temperature: °C **26**
 phi_A_desired zone relative humidity: % **60%**

THERMAL ZONES DATA											CALCULATION VALUES_ZONES			
ZONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
P_people	70	80	150	120	90	95	150	75	90	70	Crowding	pers.	850	
V_mc	600	900	1.800	1.500	1.000	1.200	1.800	750	1.000	700	V_volume	mc	9.550	
S_area	300	300	600	500	350	400	600	250	350	280	S_area	mq	3.200	
S_area_reduced	240	240	480	400	280	320	480	200	280	224	S_area_reduced	mq	2.560	
W_sens_kW	1,75	1,45	1,70	1,50	1,20	1,65	1,45	1,35	1,50	1,20	W_sens_kW	kW	12	
W_lat_kW	0,70	0,35	0,70	0,60	0,40	0,80	0,38	0,42	0,50	0,40	W_lat_kW	kW	4	

Studio associato di ingegneria - via Napoleone III - Massa di Somma - (NA)
AE-SW - © All rights reserved

- the type of system: all-primary air (default);
- the calculation option: "controlled specific humidity";
- atmospheric pressure: definable by "direct input" or "indirect input" through the indication of the height of the building and the corresponding external temperature (in the example carried out: P = 101,325 Pa);
- the number of zones present (in the example carried out: n = 8);
- the intended use of the premises: residential or non-residential (in the example carried out: residential and similar);
- the environmental quality category expected pursuant to the UNI EN 16798 standards (in the example carried out: 1_molto good);
- the degree of environmental pollution in accordance with UNI EN 16798 standards (in the example carried out: not selectable as it is intended for residential use);
- the calculation method pursuant to the UNI EN 16798 standards: for the purpose of determining the minimum ventilation volume and the minimum number of hourly changes,

3 calculation methods are provided; that is, as a function of the surface area only; depending only on crowding; depending on the surface area and crowding (in the example carried out: method 1);

- the conditions of the external and environmental area (in the example carried out: TE = 32 °C; ΦE = 70%; TA = 26 °C; ΦA = 60%);

N_number of thermal zones	-	8
Intended use zones	<input checked="" type="checkbox"/> resid. and similar	no residential
Expected environmental quality_UNI EN 16798:	<input checked="" type="radio"/> 1_very good	<input type="radio"/> 2_good <input type="radio"/> 3_not very good
Degree of environmental pollution_UNI EN 16798:	→ no active options	
	<input type="radio"/> polluted	<input checked="" type="radio"/> moderately polluted <input type="radio"/> little polluted
Calculation method_UNI EN 16798:	<input checked="" type="radio"/> method 1	<input type="radio"/> method 2 <input type="radio"/> method 3

- The sensitive and latent loads weighing on the zones (in the example carried out: according to the table below: the grey values are inactive and irrelevant values; in particular the % reduction of the surface area as it is a residential use; zones 9 and 10 as they do not exist since the number of project zones is equal to 8);

THERMAL ZONES DATA										
ZONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_people	70	80	160	120	90	95	160	75	85	70
V_mc	600	900	1.800	1.500	1.000	1.200	1.800	750	1.000	740
S_mq	200	300	600	500	350	400	600	250	330	280
%_liv+bed	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
Wsens_kW	1,75	1,45	1,70	1,50	1,20	1,65	1,45	1,35	1,10	1,55
Wlat_kW	0,70	0,35	0,70	0,60	0,40	0,80	0,38	0,42	0,30	0,44

Depending on the data entered, the program returns:

- Crowding: total number of people present in the areas (in the example carried out: 850 people);
- V: the total volume of the zones (in the example carried out: 9,550 cubic meters);
- S: the total floor area of the zones (in the example carried out: 3,200 square meters);

- S_{rid.}: inactive (the reduction is provided only for non-residential uses);
- W_{sens}: the total sensitive load acting on the zones (in the example carried out: 12 kW);
- W_{lat}: the total latent load acting on the zones (in the example carried out: 4 kW).

CALCULATION VALUES_ZONES		
Crowding	pers.	850
V _{volume}	mc	9.550
S _{area}	m ²	3.200
S _{rid._reduced area_living+beds}	m ²	2.560
W _{sens}	kW	12
W _{lat}	kW	4

AE-SW SOFTWARE

2 – SIZING OF THE SYSTEM

The specific humidity-controlled design refers to the spreadsheet called "4 – Multizone - mixing box". As illustrated below, the sizing of the system involves setting the value of the specific humidity of the intake air.

The system must meet the need to dispose of the sensitive and latent loads of each zone, since the external temperature and relative humidity and the environmental conditions that are to be achieved in the environments of the same zones are known.

The design is therefore carried out on the basis of a hypothetical problem which is the one that usually arises in reality during the design phase of a plant, namely:

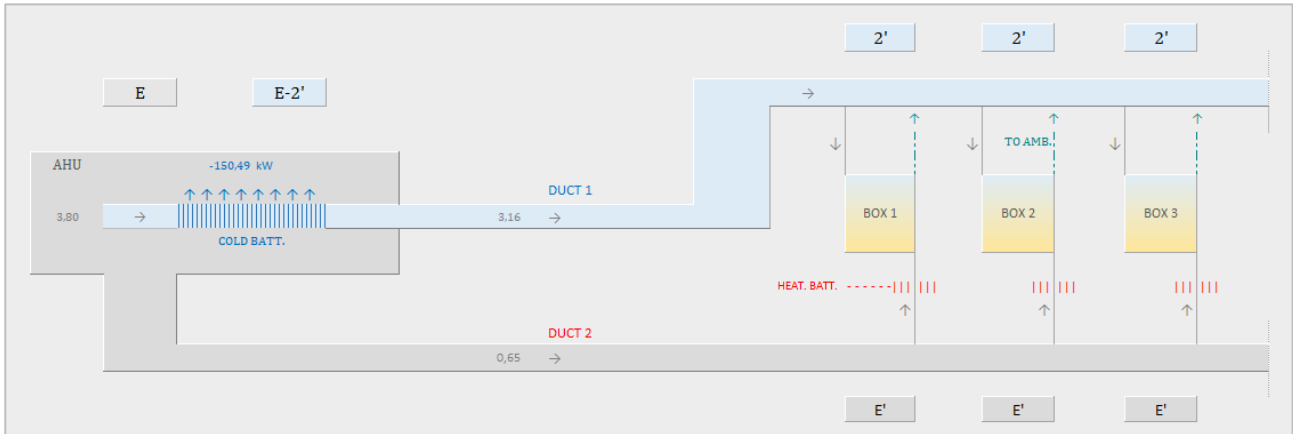
- it is assumed that there are ambient zones in which we want to maintain a temperature T_A [°C] and a relative humidity Φ_A [%], assuming that a separate calculation shows that sensitive loads W_{sens_i} [kW] and latent loads W_{lat_i} [kW] are burdened on the same zones, since i varies from 1..... n (n number of zones present). For the outside air, a temperature T_E [°C] and a relative humidity Φ_E [%] are assumed. The floor surfaces of the rooms in each zone are S_i [sqm]; the volumes V_i [mc]; the maximum capacities of each zone p_i [persons].

The aim of the programme is to:

- find the thermo-hygrometric conditions and the air flow rate in the conditions of introduction into the rooms of each zone to remove the sensitive load and the latent load weighing on it;
- characterise the psychrometric transformations to which the air flow rates of each area must be subjected in order to reach the intake conditions;
- evaluate the power exchanged in cooling in the AHU and in heating before conveying to the mixing box;
- determine the amount of steam removed from the humid air in the AHU;
- find the slopes of the room lines for each area, as well as the related thermal factors (internal and external);
- determine the functional and dimensional characteristics of the cooling coil.

For each zone, the relative psychrometric transformations of humid air are represented on the psychrometric diagram, so as to have a match between the numerical data calculated by the program and the data readable on the diagram.

The scheme of the plant is graphically represented in the following model:



The numbers/letters above (E; E-2'; 2'; etc...) they are representative of the psychrometric states of the air in the pre-mixing state in the zone box and correspond to the numbers representing the psychrometric states of the humid air shown in the psychrometric diagram visible at the end of the paragraph (in the example carried out in this manual, the transformations relating to zone no. 7 are represented on the psychrometric diagram).

In any case, it will be seen below, once the system has been sized, it will be possible to view the transformations relating to each zone on the psychrometric diagram, simply by selecting the zone number from the drop-down list at the top of the diagram itself.

Turning now to the sizing of the system, the need for the prior definition of the specific humidity at which the air will be introduced into the areas is highlighted. To this end, the program determines the xi_{min} value corresponding to the area for which the minimum intake temperature "xi" is required. In the example carried out, it corresponds to zone 2 for which the program calculates the value $xi_{min} = 0.0117$ kg/kg.

Following the instructions of the program itself, the value is fixed:

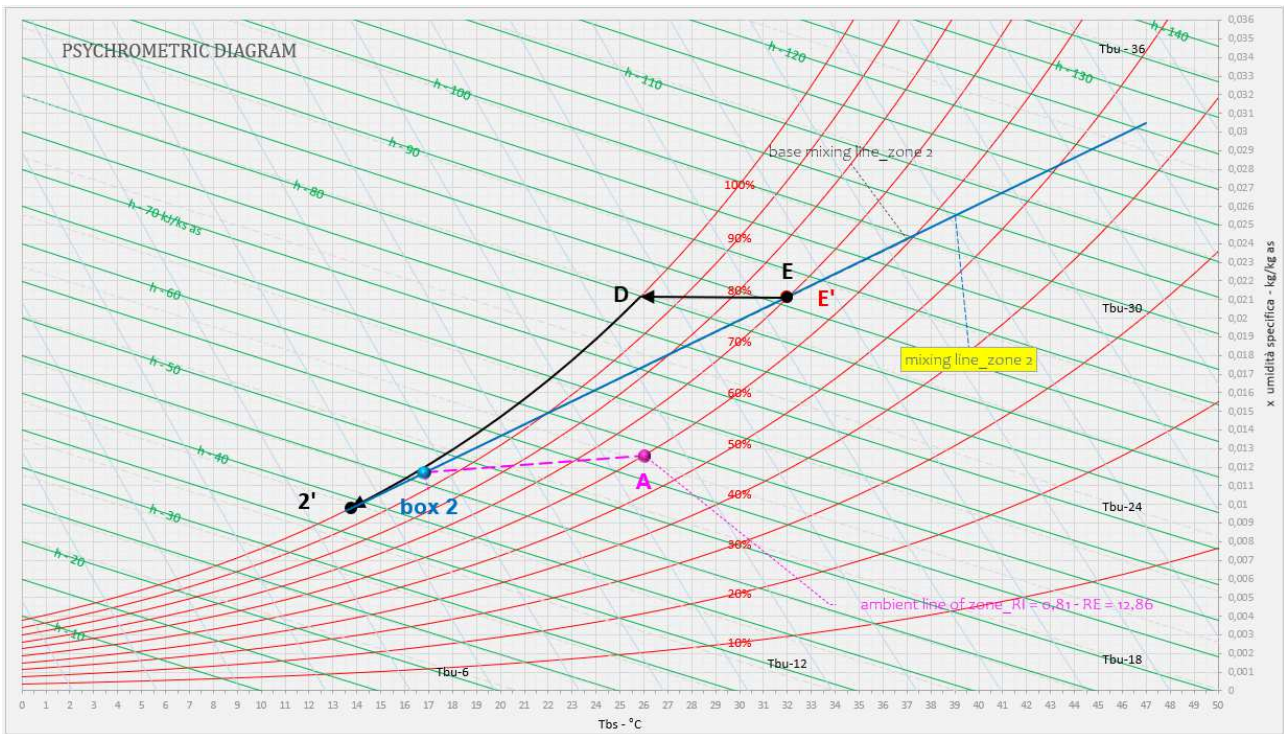
$$xi = 0.01172$$

Zone 2 corresponds to the mixing line 2'-2-E: it is the only zone for which the flow rate passing through duct 2 does not require any prior heating before pouring into the zone box; This can be easily verified by selecting from the drop-down diagram above the psychrometric diagram and selecting zone 2:



The following psychrometric diagram is obtained, from which it is possible to see the air conditions in box 2 post-mixing and the coincidence between point E representing the air conditions in duct 2 before being transferred to box 2 and point E' representing the air conditions of duct 2 before being transferred to box 2 with prior heating; in this case, null and void. The difference with respect to the other zones can be seen by viewing the psychrometric diagram with respect to all the other zones for which point E' is distinct from point E due to the significant heating that has occurred (see diagram in the dedicated paragraph relating to zone 7 of the calculation example).

The 2'-2-E mixing line is called the "*basic mixing line*".



AL

After setting the value $\xi = 0.01172$, the program verifies that this value is within the recommended range and that the "basic mixing line" intersects the saturation curve. If these conditions are met, it will return success as shown in the following screenshot.

b		SPECIFIC INPUT HUMIDITY		
xi_min				0,0117
xi	impose	0,0117 < xi ≤ 0,0118	in stepwise increments from 0,0117	kg/kg 0,01172
OK_the mixing line intersects the saturation curve				

IMPORTANT: it should be noted that the definition of the value "xi" is the only input data to be included in the sizing sheet to arrive at the design of the entire system; the program does not

require any other inputs.

The program then automatically determines all the design parameters of the system, namely:

► determines, for each zone, the flow rate "Gi" and the volume of air "Vi" of intake, the number "n_i" of the hourly changes as per the following calculation table (they are indicated in green). For each zone, the "Gi" intake flow rates are assumed to be equal to the maximum of the value of the "Gi_calc" flow rate necessary to remove the zone thermal loads and the value of the minimum "Gi_UNI" ventilation flow rate imposed by the UNI EN 16798 standards. The same goes for the volume "Vi".

C	TOTAL FLOW RATE AND ZONE INPUT FLOWS								
ZONE	V_ZONE	Gi_calc	Vi_calc.	Gi_UNI	Vi_UNI	Gi	Vi	n_i	
	mc	kg/s	mc/h	kg/s	mc/h	kg/s	mc/h	1/h	
1	600	0,31	989	0,31	1.008	0,31	1.008	1,68	
2	900	0,15	494	0,36	1.152	0,36	1.152	1,28	
3	1.800	0,31	989	0,72	2.304	0,72	2.304	1,28	
4	1.500	0,26	848	0,54	1.728	0,54	1.728	1,15	
5	1.000	0,18	565	0,40	1.296	0,40	1.296	1,30	
6	1.200	0,35	1.130	0,43	1.368	0,43	1.368	1,14	
7	1.800	0,17	537	0,72	2.304	0,72	2.304	1,28	
8	750	0,18	593	0,34	1.080	0,34	1.080	1,44	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	9.550	1,91	6.146	3,80	12.240	3,80	12.240	1,28	
GE	total primary air flow rate_zones					kg_as/s	3,80		

In the screenshot mentioned, the table shown shows the row of total values at the bottom.

Finally, the last line shows the calculation value of the total primary air flow rate "GE" which, as we will see, will be partly cooled in the AHU and sent into duct 1 (ref. G_2' = 3.16 kg/s) and partly bypassed with respect to the cold coil and sent in duct 2 towards the area pits (ref. G_E' = 0.65 kg/s). In the example carried out, a total mass flow rate of the system was reached equal to:

$$GE = 3.80 \text{ [kg/s]}$$

► It determines the psychrometric conditions of the hot mixing extremes (in the example carried out in point 2') and of the hot mixing extremes relative to each zone. In the bottom row,

indicate the parameters relating to the area that has been chosen to be represented on the psychrometric diagram (see dedicated paragraph).

d		EXTREME COLD MIXING							
G2'	T_2'	φ_2'	Pv.sat_2'	Pv_2'	x_2'	v_2'	h_2'	Tbu_2'	TD_2'
3,16	°C	%	Pa	Pa	kg/kg	mc/kg	kJ/kg	°C	°C
2'	13,75	100%	1.571,23	15,71	0,0098	0,826	38,56	13,72	13,75
© AE-SW SOFTWARE									
f		HOT MIXING EXTREMES							
ZONE	T_E'	φ_E'	Pv.sat_E'	Pv_E'	x_E'	v_E'	h_E'	Tbu_E'	TD_E'
	°C	%	Pa	Pa	kg/kg	mc/kg	kJ/kg	°C	°C
1	53,47	22,77%	14.621,48	33,29	0,0211	0,957	108,62	33,14	25,85
2	32,00	70,00%	4.755,40	33,29	0,0211	0,894	86,23	27,46	25,85
3	54,40	21,76%	15.296,21	33,29	0,0211	0,960	109,59	33,33	25,85
4	53,47	22,77%	14.621,48	33,29	0,0211	0,957	108,62	33,14	25,85
5	46,92	31,48%	10.573,21	33,29	0,0211	0,938	101,79	31,64	25,85
6	59,19	17,35%	19.188,53	33,29	0,0211	0,974	114,59	34,31	25,85
7	36,25	55,25%	6.024,60	33,29	0,0211	0,907	90,66	28,71	25,85
8	44,12	36,34%	9.159,05	33,29	0,0211	0,930	98,87	30,92	25,85
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZONE 2	32,00	0,70	4755,40	33,29	0,0211	0,894	86,23	27,46	25,85

► determines, the value of the heat output "W-" and the steam "U" subtracted from the flow rate "GE" in the cold coil:

e		POWER AND STEAM SUBTRACTED IN THE COLD BATTERY_E→ 2'		
hE''	$c_{pa} \cdot TE'' + c_{pv} \cdot xE'' \cdot TE'' + r \cdot xE''$	E''_proiez. of E on horizontal for 2'	kJ/kg	56,65
Wsens	$G_{2'} \cdot (h2' - hE'')$	sensitive component	kW	-57,12
Wlat	$G_{2'} \cdot (hE - hE'')$	latent component	kW	-93,37
W-	$G_{2'} \cdot (h2' - hE)$	COLD BATTERY POWER	kW	-150,49
U	$G_{2'} \cdot (x_{2'} - xE)$	steam subtracted in the cold batt.	gr/s	-35,78

► determines, for each zone, the flow rates and the psychrometric immission conditions, namely: the value of the flow Gi, temperature "Ti" and relative humidity "Phi"; the vapor saturation pressure "Pvsat_i"; the partial "Pv_i", the value of the specific humidity "x_i", the specific volume "v_i", the enthalpy "h_i", the wet bulb temperature "Tbu_i", the dew temperature "TD_i". All according to the calculation table below.

The last line shows the values relating to the area chosen for the representation on the psychrometric diagram (see dedicated paragraph).

g									
PSYCHROMETRIC CONDITIONS OF ENTRY									
ZONE	Gi	Ti	ϕ_i	Pv.sat_i	Pv_i	x_i	v_i	h_i	Tbu_i
	kg/s	°C	%	Pa	Pa	kg/kg	mc/kg	kJ/kg	°C
1	0,31	20,49	77,78%	2.409,26	18,74	0,0117	0,848	50,34	17,72
2	0,36	16,84	97,75%	1.917,13	18,74	0,0117	0,837	46,60	16,57
3	0,72	20,65	77,02%	2.432,95	18,74	0,0117	0,848	50,50	17,78
4	0,54	20,49	77,78%	2.409,26	18,74	0,0117	0,848	50,34	17,72
5	0,40	19,38	83,33%	2.248,97	18,74	0,0117	0,845	49,20	17,34
6	0,43	21,46	73,27%	2.557,61	18,74	0,0117	0,851	51,34	18,07
7	0,72	17,57	93,35%	2.007,40	18,74	0,0117	0,839	47,34	16,77
8	0,34	18,90	85,84%	2.183,18	18,74	0,0117	0,843	48,71	17,19
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ZONE 2	0,36	16,84	97,7%	1.917,13	18,74	0,0117	0,837	46,60	16,57

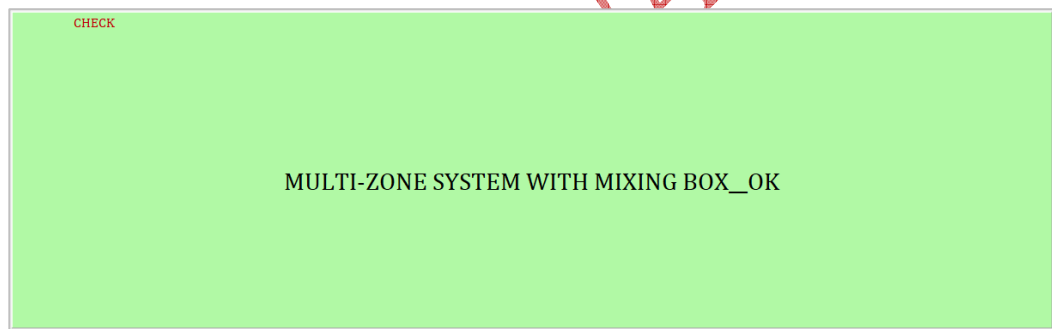
► determines, for each zone, the cold mixing flow rate G_2 the duct 1 and the hot mixing flow G_E ducted by duct 2 which are conveyed to the zone mixing boxes; it also determines the heating power W_{risc} to which the hot flows supplied by duct 2 are subjected before being introduced into the zone box.

h									
FLOW RATES AT MIXING EXTREMES AND HEATING POWERS									
ZONE	Gi	T_2'	Ti	T_E'	h_E'	hE	G_2'	G_E'	W_heat
	kg/s	°C	°C	Pa	kJ/kg	kJ/kg	kg/s	kg/s	kW
1	0,31	13,75	20,49	53,47	108,62	86,23	0,26	0,05	1,19
2	0,36	13,75	16,84	32,00	86,23	86,23	0,30	0,06	0,00
3	0,72	13,75	20,65	54,40	109,59	86,23	0,59	0,12	2,84
4	0,54	13,75	20,49	53,47	108,62	86,23	0,45	0,09	2,04
5	0,40	13,75	19,38	46,92	101,79	86,23	0,33	0,07	1,06
6	0,43	13,75	21,46	59,19	114,59	86,23	0,35	0,07	2,05
7	0,72	13,75	17,57	36,25	90,66	86,23	0,59	0,12	0,54
8	0,34	13,75	18,90	44,12	98,87	86,23	0,28	0,06	0,72
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
G_2'__ Flow rate_ duct 1							3,16		
G_E'__ Flow rate_ duct 2								0,65	
W+_ POWER total hot batteries									10,44

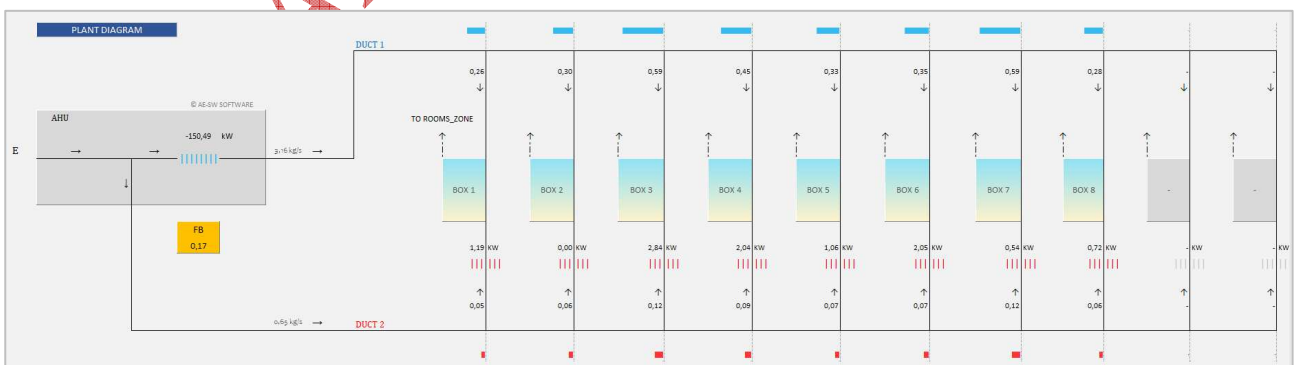
The temperature difference " $T_i - T_A$ " between the intake air and the ambient air is useful for the purpose of assessing the environmental comfort that can be assessed as "good" for values between about -9 and -3 °C:

GOOD		COMFORT	ACCEPTABLE
ZONE	$T_i - T_A$	$\phi_i - \phi_A$	
1	-5,51	17,78%	
2	-9,16	37,75%	
3	-5,35	17,02%	
4	-5,51	17,78%	
5	-6,62	23,33%	
6	-4,54	13,27%	
7	-8,43	33,35%	
8	-7,10	25,84%	
-	-	-	
-	-	-	

The design of the plant ends with the verification of correct sizing:



and with the representation of the scheme of the system with the reporting of the circulating flow rates and the exchanged powers:



AE-SW SOFTWARE

3 - REPRESENTATION ON PSYCHROMETRIC DIAGRAM

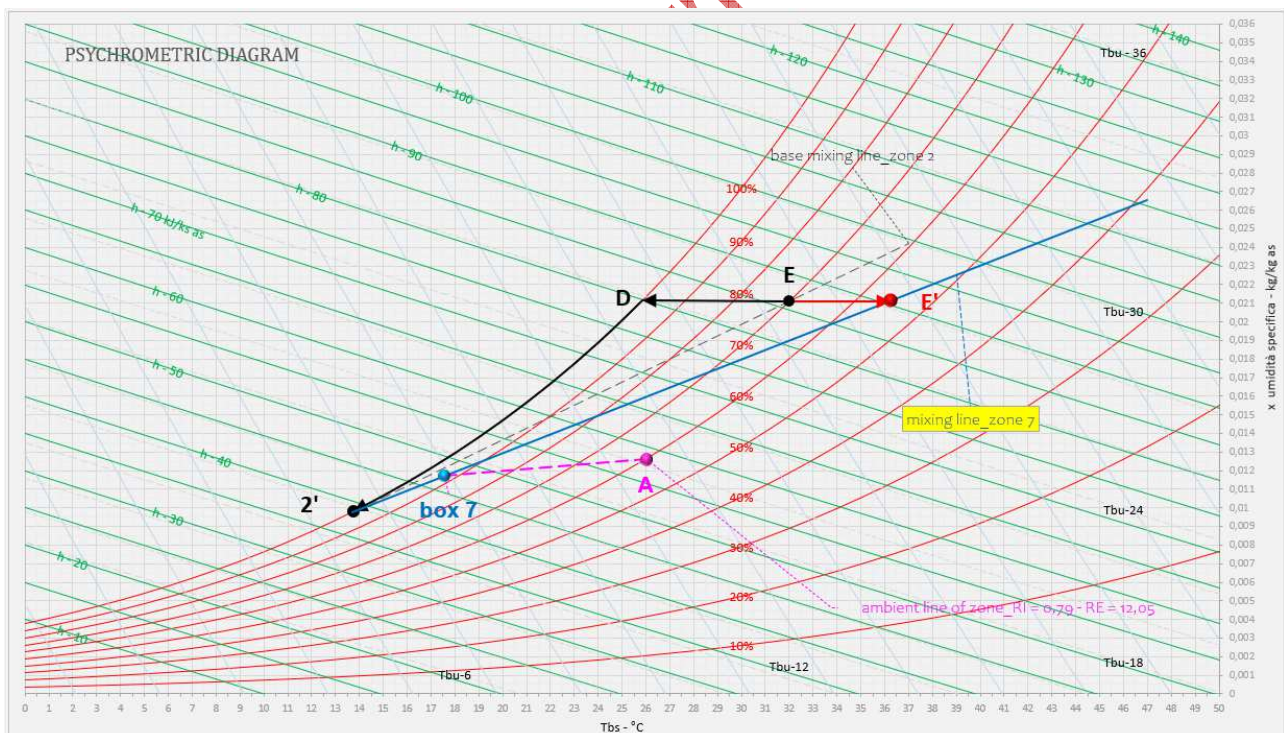
The representation on the psychrometric diagram takes place for each project zone. The choice of the zone in which to represent the treatments and transformations of humid air in the AHU and in the zone heating coil is made from a drop-down list as shown in the figure:



When selecting the zone, the program determines all the psychrometric parameters of the air in the "box 7" conditions of intake in zone 7 to be air-conditioned, according to the following calculation table:

G7	T7	ϕ_7	Pvsat_7	Pv_7	x_7	v_7	h_7	Tbu_7	RI_7	RE_7	WR_E → 7'
kg/s	°C	%	Pa	Pa	kg/kg	mc/kg	kJ/kg	°C	-	kJ/gr	kW
0,72	17,57	93,4%	2.007,40	18,74	0,0117	0,839	47,34	16,77	0,79	12,05	0,54

It also performs the representation of air transformations on the psychrometric diagram:



On the diagram you can see:

- E-D-2' cooling and dehumidification in the cold coil of the AHU performed on the flow rate $G_{2'} = 3.16$ kg/s;
- heating E-E' is performed on the bypassed flow rate of zone 7, equal to $G_{E'7} = 0.12$ kg/s.
- the mixing line 2'-7-E' relative to the box in zone 7;

- the room line 7-A relating to zone 7 and related internal RI and external thermal factors RE.

AE-SW SOFTWARE

4 – SIZING THE COLD BATTERY

COLD BATTERY SIZING

For sizing purposes, the program takes up the calculated values of the treated air flow rate in the coil and the thermal power

In the example carried out:

Treated air flow rate = 3.16 kg/s;

Power = 150.49 kW (the negative sign is omitted as it is power considered from the point of view of the battery and not of the treated air).

The type of coil chosen is of the finned type with the following characteristics:

TYPOLOGY	De mm	Di mm	Atu mmq
5/8" - 8.5 lugs/inch	15,875	15,016	177

With reference to the supply of the coil finned tubes, the following values are assumed for the circulating water:

$T_{hi} = 6^{\circ}\text{C}$: water inlet temperature in the pipes;

$\Delta T_h = 10^{\circ}\text{C}$: difference in water temperature between inlet and outlet of the finned tubes;

Therefore, the quantities relating to the feed water are as follows:

COLD BATTERY POWER SUPPLY			
T_{hi}	water inlet temperature	$^{\circ}\text{C}$	6,0
ΔT_h	water thermal difference	$^{\circ}\text{C}$	10
T_{hu}	water outlet temperature	$^{\circ}\text{C}$	16,00
T_m	average battery surface temperature	$^{\circ}\text{C}$	12,00
G_h	battery water flow rate	l/s	3,60

With reference to the calculation of the number of coil rows, it is necessary to fix the direction of air circulation inside the coil with respect to that of water inside the finned tubes. In the example carried out, a "crossed" verse was opted for.

NUMBER OF RANKS					
Air flow respect to water flow:					
<input type="radio"/>	co-current	<input type="radio"/>	countercurrent	<input checked="" type="radio"/>	crosscurrent
ΔT_{ml}	logarithmic air/water thermal jump			°C	9,1
ΔT_{ml_co}	air/water thermal difference for counterflow			°C	11,4
F	heat transfer corr. factor resp. to counterflow	P = 0,38	R = 1,41	-	0,80
va	air speed			m/s	1,50
vh	water speed			m/s	1,00

On the basis of this, the program determines:

$\Delta T_{ml} = 9.1$ °C: logarithmic air/water temperature difference due to cross-flow. This value is deduced from the prior calculation of the following quantities (shown in grey as preparatory quantities);

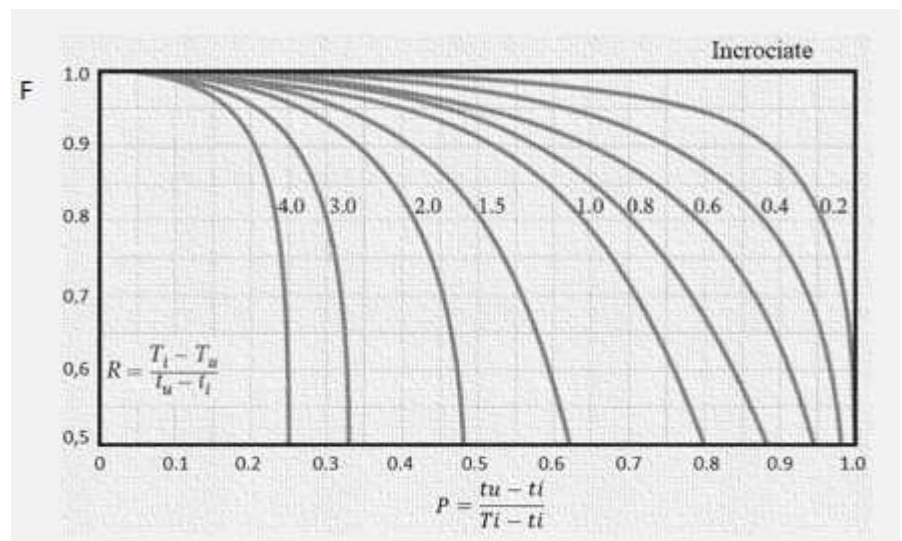
$\Delta T_{ml_co} = 11.4$ °C: logarithmic air/water temperature difference due to counter-current flow;
 $F = 0.8$: average correction factor of the calculated logarithmic thermal difference with respect to the countercurrent flow (the reference to the countercurrent flow is fixed and does not depend on other factors or calculation assumptions). The value of F is performed by the program through the prior calculation of the quantities $P = 0.38$ and $R = 1.41$; These factors refer to graphs in the literature on the sizing of heat exchangers on the basis of which the trend of the correction factor is plotted. In most cases related to practical battery sizing cases, the value of F fluctuates on average between 0.7 and 0.8 being graphed with values potentially oscillating between 0.5 and 1.0. In the example carried out, as shown in the graph, the value of F for $P = 0.38$ and $R = 1.41$, is approximately equal to $F = 0.93$.

The program assumes, for safety reasons, the value of 0.80. For the calculation of the number of ranks, the definition of air and water velocities is also required, for which the following values have been assumed:

VA = 1.5 m/s: air velocity;

vh = 1.0 m/s: water velocity.

Once the height of the battery has also been defined (a value to be entered by the designer), the program calculates the dimensional



characteristics of the battery according to the table below:

H		battery height	mm	1300
L	$G_b / (v_a \cdot H)$	battery width	mm	1.448
Af	$H \cdot L$	front battery area	m ²	1,88
N	$W - / (v_h \cdot 4186 \cdot A_{tu} \cdot (t_{hu} - t_{hi}))$	number of horizontal tubes	-	21
i	H/N	vertical pipe center distance	mm	62

It also determines the global heat transfer coefficient U [W/sqm°C] and the number of ranks:

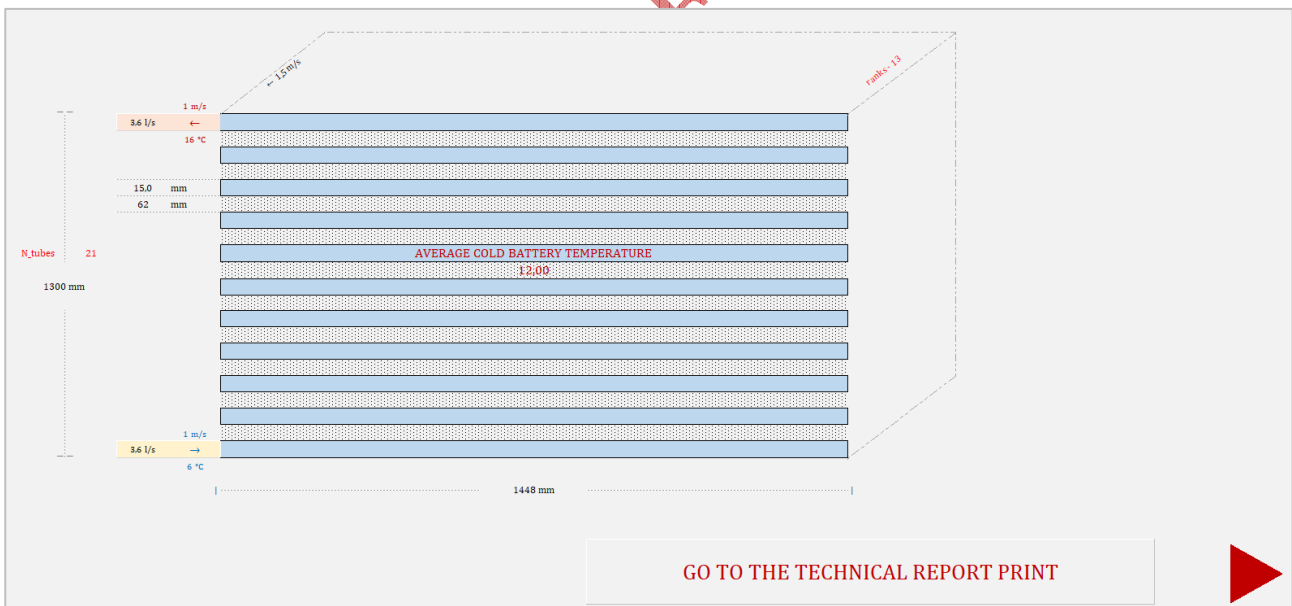
U_W/mq°C

710,25

NR - number of ranks_Wb/Af*U*ΔTml

13

The sizing of the battery is summarized in a graphic diagram showing the main characteristics. In the event that the check carried out on the correctness of the sizing is positive, the program invites you to print the technical calculation report.



5- PRINT REPORT_calculation example

The printout of the report relating to the calculation example carried out in the manual refers to the spreadsheet "5 - Technical report". The same is reported below:



TECHNICAL REPORT

MULTI-ZONE ALL-PRIMARY AIR SYSTEM WITH POST-HEATING ATMOSPHERIC PRESSURE 101325 Pa

CLIENT	TIZIO Angelo
TAX CODE/VAT NUMBER	ABC DEF 77H60 G005H
RESIDENCE	Roma (RM)
ADDRESS	Via dei Paschi di Siena, 20
URBAN ZONE	B
CADASTRAL SHEET	97
CADASTRAL PARCEL	25
CADASTRAL SUBORDINATE	6

PROJECT	Ing. Alvaro BIANCHI
Register	Ingegneri di Napoli, n. XXXX
Technical office	Massa di Somma_NA Via G. Falcone n. 53

CONSTRUCTION MANAGEMENT	Ing. Aldo ROSSI
Register	Ingegneri di Napoli, n. XXXX
Technical office	Massa di Somma_NA Via P. Borsellino n. 44

TEST	Ing. Filippo VERDI
Register	Ingegneri di Napoli, n. XXXX
Technical office	Massa di Somma_NA Via R. Chinnici n. 64

Studio associato di ingegneria - via Napoleone III - Massa di Somma - (NA)

AE-SW - © All rights reserved

© AE-SW SOFTWARE

TECHNICAL REPORT

INTRODUCTION

The system consists of multi-zone air treatment units for the air conditioning of areas with different thermo-hygrometric conditions. The sizing is based on the overall air flow rate necessary to remove the heat load of each zone, divided into the sensitive and latent components. The sizing is conducted to all primary air without recirculation.

The sizing includes an AHU equipped with a cold coil for cooling and dehumidifying part of the entire flow rate. Subsequently, the cold air leaving the AHU is conveyed through duct 1 into a zone mixing box. Another part of the entire flow flows into a duct 2 and is conveyed to the same area box. Before pouring into the box, the individual flow rates are heated differently by means of zone heating coils. In each area box, the mixing between the cold and hot flow takes place to achieve the conditions of entry into the environment.

PROJECT HYPOTHESIS FOR $i = 1 \dots n$ zones:

Ambient zones "i" in which the same temperature T_A and relative humidity ϕ_A are to be maintained;

Sensitive load W_{sens_i} [kW]; latent load W_{lat_i} [kW].

Outdoor air with temperature T_E [°C] and relative humidity ϕ_E [%].

Floor area S_i [sqm]; volume V_i [mc]; Maximum capacity of the zones p_i [people].

ARE DETERMINED FOR THE SET OF ZONES:

- *the psychrometric parameters of the humid outdoor air and the ambient air;*
- *the total mass flow GE [kg/s];*
- *the flow rate of cold and hot air conveyed in the cold duct 1*
- *and in the hot duct 2;*
- *the thermal power subtracted in the cold coil, divided into sensitive and latent;*
- *the psychrometric parameters of the air at the exit of the AHU;*
- *the condensed steam flow rate U [kg/s] in cooling the cold flow rate;*

IN ADDITION, FOR EACH ZONE:

- *the inlet flow rate G_i [kg/s] its thermo-hygrometric conditions;*
- *the temperature difference between the intake and the ambient temperature (comfort);*
- *the psychrometric parameters of the intake air;*
- *the sensible heat output supplied to the hot air in the heating coil;*
- *the internal thermal factor RI [-] and the external thermal factor $RE = \Delta h / \Delta x$;*

FINALLY:

- *the functional and dimensional characteristics of the cold coil.*

GENERAL DATA

System type:	MULTI-ZONE PRIMARY AIR WITH DOUBLE DUCT AND MIXING BOX	
Calculation method:	with controlled specific input humidity	
P_Atmospheric pressure:	101.325	Pa
Room category	resid. and similar	
Expected quality category_UNI EN 16798	1_very good	
Pollution degree_UNI EN 16798	n.d.	
TE_outdoor temperature	32,0	°C
ϕ_E _outdoor relative humidity:	70%	-
TA_project internal temperature	26,0	°C
ϕ_A _project internal relative humidity:	60%	-

pag. 2 di 5

© AE-SW SOFTWARE

THERMAL ZONE DATA

ZONE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_people	70	80	160	120	90	95	160	75		
V_mc	600	900	1.800	1.500	1.000	1.200	1.800	750		
S_mq	200	300	600	500	350	400	600	250		
%_liv+bed	-	-	-	-	-	-	-	-		
Wsens_kW	1,75	1,45	1,70	1,50	-	1,65	1,45	1,35		
Wlat_kW	0,70	0,35	0,70	0,60	0,40	0,80	0,38	0,42		

PSYCHROMETRIC CONDITIONS: OUTDOOR AIR - AMBIENT AIR

GE	T	φ	Pv.sat	Pv	x	v	h	Tbu	TD
3,80	°C	%	Pa	Pa	kg/kg	mc/kg	kJ/kg	°C	°C
E	32	70%	4.755,40	33,29	0,02113	0,894	86,23	27,5	25,85

external air

GA	T	φ	Pv.sat	Pv	x	v	h	Tbu	TD
3,80	°C	%	Pa	Pa	kg/kg	mc/kg	kJ/kg	°C	°C
A	26	60%	3.361,16	20,17	0,01263	0,865	58,31	20,4	17,64

air room

TOTAL AIR FLOW RATES

GE	overall flow rate	3,80	kg/s
GRN	renewal flow rate	3,80	kg/s
GRC	recirculation flow rate	-	kg/s
2'	flow rate duct 1 - cold	3,16	kg/s
G'	flow rate 2 - hot	0,65	kg/s

POWER AND STEAM SUBTRACTED FROM THE COLD BATTERY

Wsens	sensitive component	-57,12	kW
Wlat	latent component	-93,37	kW
Wt	TOTAL POWER SUBTRACTED	-150,49	kW
U	TOTAL STEAM SUBTRACTED	-35,78	gr/s

MIXING EXTREMES

2'	G2'	T	φ	Pv.sat	Pv	x	v	h	Tbu	TD
	kg/s	°C	%	Pa	Pa	kg/kg	mc/kg	kJ/kg	°C	°C
	3,16	14	100%	1.571,23	15,71	0,0098	0,826	38,56	13,7	13,75

COLD EXTREME_AHU outlet cold air

© AE-SW SOFTWARE

ZONE	GE'	TE'	φE'	Pv.sat_E'	Pv_E'	x_E'	v_E'	h_E'	Tbu_E'	TD_E'
	kg/s	°C	%	Pa	Pa	kg/kg	mc/kg	kJ/kg	°C	°C
1	0,05	53,47	22,8%	14.621,48	33,29	0,0211	0,957	108,617	33,14	25,85
2	0,06	32,00	70,0%	4.755,40	33,29	0,0211	0,894	86,226	27,46	25,85
3	0,12	54,40	21,8%	15.296,21	33,29	0,0211	0,960	109,592	33,33	25,85
4	0,09	53,47	22,8%	14.621,48	33,29	0,0211	0,957	108,617	33,14	25,85
5	0,07	46,92	31,5%	10.573,21	33,29	0,0211	0,938	101,793	31,64	25,85
6	0,07	59,19	17,3%	19.188,53	33,29	0,0211	0,974	114,587	34,31	25,85
7	0,12	36,25	55,3%	6.024,60	33,29	0,0211	0,907	90,661	28,71	25,85
8	0,06	44,12	36,3%	9.159,05	33,29	0,0211	0,930	98,869	30,92	25,85
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

HOT EXTREMES_hot air post-heating

FLOW RATES AND PSYCHROMETRIC CONDITIONS OF PITTED AIR INTAKE

ZONE	Gi	Ti	φi	Pv.sat_i	Pv_i	x_i	v_i	h_i	Tbu_i	TD_i
	kg/s	°C	%	Pa	Pa	kg/kg	mc/kg	kJ/kg	°C	°C
1	0,31	20,49	77,8%	2.409,26	18,74	0,0117	0,848	50,34	17,72	16,48
2	0,36	16,84	97,7%	1.917,13	18,74	0,0117	0,837	46,60	16,57	16,48
3	0,72	20,65	77,0%	2.432,95	18,74	0,0117	0,848	50,50	17,78	16,48
4	0,54	20,49	77,8%	2.409,26	18,74	0,0117	0,848	50,34	17,72	16,48
5	0,40	19,38	83,3%	2.248,97	18,74	0,0117	0,845	49,20	17,34	16,48
6	0,43	21,46	73,3%	2.557,61	18,74	0,0117	0,851	51,34	18,07	16,48
7	0,72	17,57	93,4%	2.007,40	18,74	0,0117	0,839	47,34	16,77	16,48
8	0,34	18,90	85,8%	2.183,18	18,74	0,0117	0,843	48,71	17,19	16,48
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

VOLUMES AND NUMBERS OF HOURLY AIR CHANGES

ZONE	Vi_ric.	n_ric.
	mc/h	1/h
1	1.008	1,68
2	1.152	1,28
3	2.304	1,28
4	1.728	1,15
5	1.296	1,30
6	1.368	1,14
7	2.304	1,28
8	1.080	1,44
-	-	-
-	-	-

HEATING POWERS AND LINE AMBIENT THERMAL RATIOS

ZONE	W_heat	ΔT_heat	Δφ_heat	RI	RE
	kW	°C	%	-	kJ/grv
1	1,19	21,47	-47,2%	0,71	8,75
2	0,00	0,00	0,0%	0,81	12,86

© AE-SW SOFTWARE

3	2,84	22,40	-48,2%	0,71	8,58
4	2,04	21,47	-47,2%	0,71	8,75
5	1,06	14,92	-38,5%	0,75	10,01
6	2,05	27,19	-52,7%	0,67	7,66
7	0,54	4,25	-14,7%	0,79	12,05
8	0,72	12,12	-33,7%	0,76	10,54
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

DIMENSIONAMENTO BATTERIA FREDDA

TPOLOGY	De mm	Di mm	Atu mmq
5/8" - 8.5 lugs/inch	15,875	15,016	177
Tm	water inlet temperature	°C	12,00
Thi	water thermal difference	°C	6,00
Thu	water outlet temperature	°C	16,00
ΔTh	average battery surface temperature	°C	10,00
Gh	battery water flow rate	l/s	3,60
Air flow respect to water flow:			crosscurrent
va	air speed	m/s	1,50
vh	water speed	m/s	1,00
H	battery height	mm	1300
U	coeff. Heat exchange globale superficie front	W/mq°C	710,3
F	heat transfer corr. factor resp. to counterflow	-	0,80
Atu	finned tube section	mmq	177
L	battery width	mm	1.448
Af	front battery area	mq	1,88
N	number of horizontal tubes	-	21
i	vertical pipe center distance	mm	62
Δtml	logarithmic air/water thermal jump	°C	9,1
U	coeff. globale di scambio termico	W/mq°C	710,3
NR	number of cold battery ranks	-	13

ATTACHMENTS


- Calculation Tables
- Psychrometric diagram with transformations.

The project technician
Ing. Alvaro BIANCHI

AE-SW - © All rights reserved


CALCULATION TABLES

© AE-SW SOFTWARE



MULTI-ZONE AIR CONDITIONING SYSTEMS WITH ALL PRIMARY AIR

SUMMER REGIME



TYPE SYSTEM
FULL AIR PRIMARY
CALCULATION TYPE
XF with controlled specific input humidity

ATMOSPHERIC PRESSURE
DIRECT INPUT

INDIRECT INPUT by altitude and temperature:

H _{altitude} _m	T _{air} _Temp._at_H_2°C	$10.1325 \cdot (-11.57 + H + 0.00255 \cdot H^2)$	$10.1325 \cdot e^{(1 - 0.000225 \cdot H) / 2.9}$
2.000	16	10.1325	10.1325

P₃ 101.325

ATMOSPHERIC PRESSURE CALCULATION

N_{number of thermal zones} 8

Intended use zones resid. and similar no residential

Expected environment quality_UNI EN 16798: 1_very good 2_good 3_not very good

GENERAL DATA

Degree of environmental pollution_UNI EN 16798: moderately polluted little polluted

Calculation method_UNI EN 16798: method 1 method 2 method 3

EXTERNAL AND INTERNAL AIR CONDITIONS

T _{outside air} temperature	°C	20
ϕ _E relative humidity outdoor air	%	70%
T _A desired zone temperature	°C	26
ϕ _A desired zone relative humidity	%	60%

THERMAL ZONES DATA

ZONES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
P_people	70	80	160	120	90	95	160	75	85	70
V_vol	800	900	1800	1400	1000	1050	1800	800	900	800
S_area	200	300	600	500	350	400	600	350	400	380
%_heated	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
W _{heat} _kW	1.70	1.95	3.70	3.00	2.10	2.10	3.00	1.65	1.85	1.70
W _{elec} _kW	0.78	0.35	0.70	0.60	0.40	0.80	0.38	0.42	0.30	0.43

CALCULATION VALUES_ZONES

Crowding	people	850
V _{volume}	m ³	9.550
S _{area}	m ²	3.200
S _{heated}	m ²	2.569
W _{heat}	kW	12
W _{elec}	kW	4

Studio associata di ingegneria - via Napoleone III - Massa di Somma - (NA)

AE-SW - © All rights reserved

EXTREME COLD MIXING										
d	T _z , °C	φ _z , %	ρ _z , kg/m ³	ρ _z , kg/m ³	v _z , m/s	v _z , m/s	h _z , kJ/kg	h _z , kJ/kg	Th _z , °C	Th _z , °C
G2	13.16	100%	1.271	1.271	0.000	0.000	30.05	30.05	13.17	13.95
Z	13.16	100%	1.271	1.271	0.000	0.000	30.05	30.05	13.17	13.95

NOT MIXING EXTREMES											
f	ZONE	T _z , °C	φ _z , %	ρ _z , kg/m ³	ρ _z , kg/m ³	v _z , m/s	v _z , m/s	h _z , kJ/kg	h _z , kJ/kg	Th _z , °C	Th _z , °C
1	1	13.17	21.79%	14.0218	14.0218	0.0277	0.0277	30.02	30.14	25.05	25.05
2	2	13.00	78.00%	14.7540	14.7540	0.0211	0.0211	30.23	27.46	24.05	24.05
3	3	14.40	21.79%	14.0218	14.0218	0.0277	0.0277	30.05	30.33	25.05	25.05
4	4	13.47	21.79%	14.0218	14.0218	0.0277	0.0277	30.02	30.14	25.05	25.05
5	5	16.43	31.49%	16.1721	16.1721	0.0211	0.0211	30.79	31.04	24.05	24.05
6	6	20.19	11.07%	18.1883	18.1883	0.0211	0.0211	31.59	28.33	24.05	24.05
7	7	30.35	16.29%	24.0545	24.0545	0.0277	0.0277	30.65	30.71	25.05	25.05
8	8	16.12	36.34%	16.1046	16.1046	0.0211	0.0211	30.67	29.03	25.05	25.05
ZONE 7		30.35	16.29%	24.0545	24.0545	0.0277	0.0277	30.65	30.71	25.05	25.05

FLOW RATES AT MIXING EXTREMES AND HEATING POWERS												
h	ZONE	G _z , kg/s	T _z , °C	T _z , °C	ρ _z , kg/m ³	ρ _z , kg/m ³	v _z , m/s	v _z , m/s	h _z , kJ/kg	h _z , kJ/kg	Q _z , kW	Q _z , kW
1	1	0.01	13.17	21.79	14.0218	14.0218	0.0277	0.0277	30.02	30.14	1.19	1.19
2	2	0.05	13.00	78.00	14.7540	14.7540	0.0211	0.0211	30.23	27.46	0.95	0.95
3	3	0.27	14.40	21.79	14.0218	14.0218	0.0277	0.0277	30.05	30.33	2.88	2.88
4	4	0.24	13.47	21.79	14.0218	14.0218	0.0277	0.0277	30.02	30.14	2.08	2.08
5	5	0.03	16.43	31.49	16.1721	16.1721	0.0211	0.0211	30.79	31.04	0.27	0.27
6	6	0.01	20.19	11.07	18.1883	18.1883	0.0211	0.0211	31.59	28.33	0.21	0.21
7	7	0.27	30.35	16.29	24.0545	24.0545	0.0277	0.0277	30.65	30.71	1.79	1.79
8	8	0.34	16.12	36.34	16.1046	16.1046	0.0211	0.0211	30.67	29.03	0.94	0.94
ZONE 7		0.27	30.35	16.29	24.0545	24.0545	0.0277	0.0277	30.65	30.71	1.79	1.79

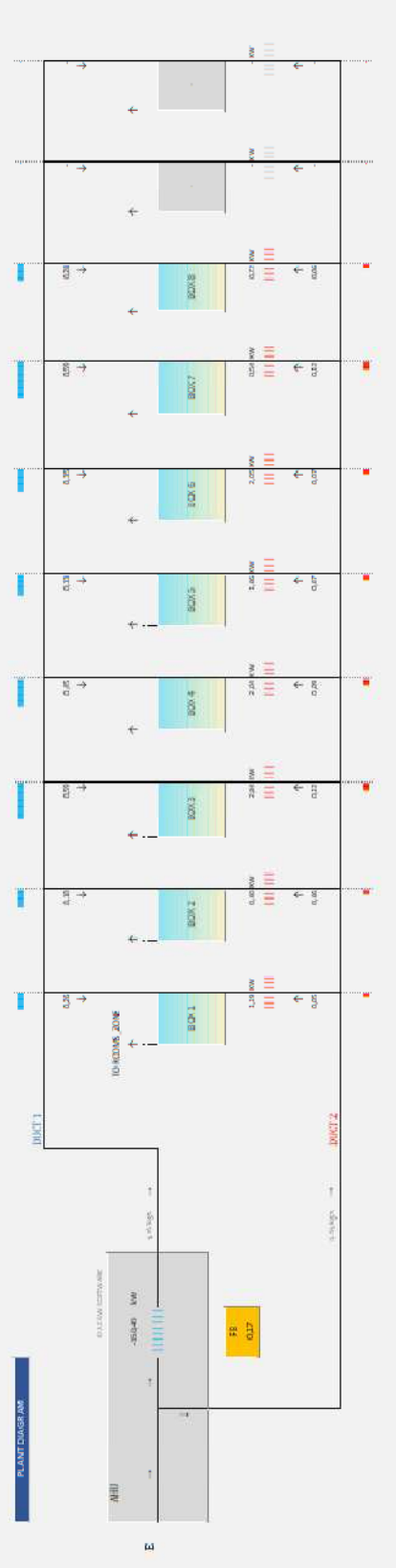
W_z POWER loss not balanced
 G_z Flow rate duct1: 3.18
 G_z Flow rate duct2: 0.88

POWER AND STEAM SUBTRACTED IN THE COOL BATTERY E → Z										
e	W _z	W _z	W _z	W _z	W _z	W _z	W _z	W _z	W _z	W _z
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ZONE 7										

PSYCHROMETRIC CONDITIONS OF ENTRY											
f	ZONE	G _z , kg/s	h _z , kJ/kg	ω _z , g/kg	ω _z , g/kg	ρ _z , kg/m ³	ρ _z , kg/m ³	ρ _z , kg/m ³	ρ _z , kg/m ³	T _z , °C	T _z , °C
1	1	0.01	30.02	7.79%	7.79%	14.0218	14.0218	0.0277	0.0277	13.17	13.17
2	2	0.05	30.23	16.81%	16.81%	14.7540	14.7540	0.0211	0.0211	13.00	13.00
3	3	0.27	30.05	7.79%	7.79%	14.0218	14.0218	0.0277	0.0277	14.40	14.40
4	4	0.24	30.02	7.79%	7.79%	14.0218	14.0218	0.0277	0.0277	13.47	13.47
5	5	0.03	30.79	16.29%	16.29%	16.1721	16.1721	0.0211	0.0211	16.43	16.43
6	6	0.01	31.59	11.07%	11.07%	18.1883	18.1883	0.0211	0.0211	20.19	20.19
7	7	0.27	30.65	16.29%	16.29%	24.0545	24.0545	0.0277	0.0277	30.35	30.35
8	8	0.34	30.67	16.10%	16.10%	16.1046	16.1046	0.0211	0.0211	16.12	16.12
ZONE 7		0.27	30.65	16.29%	16.29%	24.0545	24.0545	0.0277	0.0277	30.35	30.35

COOL			COMFORT			WARM		
ZONE	h _z , kJ/kg	ω _z , g/kg	h _z , kJ/kg	ω _z , g/kg	h _z , kJ/kg	ω _z , g/kg	h _z , kJ/kg	ω _z , g/kg
1	30.02	7.79%	30.02	7.79%	30.02	7.79%	30.02	7.79%
2	30.23	16.81%	30.23	16.81%	30.23	16.81%	30.23	16.81%
3	30.05	7.79%	30.05	7.79%	30.05	7.79%	30.05	7.79%
4	30.02	7.79%	30.02	7.79%	30.02	7.79%	30.02	7.79%
5	30.79	16.29%	30.79	16.29%	30.79	16.29%	30.79	16.29%
6	31.59	11.07%	31.59	11.07%	31.59	11.07%	31.59	11.07%
7	30.65	16.29%	30.65	16.29%	30.65	16.29%	30.65	16.29%
8	30.67	16.10%	30.67	16.10%	30.67	16.10%	30.67	16.10%
ZONE 7								

MULTI-ZONE SYSTEM WITH MIXING BOX_OK



© AESW SOFTWARE

COLD BATTERY SIZING


Qc W	air flow rate in the battery Battery power	kg/h kW	21.16 150.69
TH	water inlet temperature	°C	13.0
ΔTb	water thermal difference	°C	13.0
THu	water inlet temperature	°C	16.30
Tbc	water outlet battery surface temperature	°C	12.00
Qb	battery power flow rate	kW	9.60

COLD BATTERY POWER SUPPLY

TH	water inlet temperature	°C	13.0
ΔTb	water thermal difference	°C	13.0
THu	water inlet temperature	°C	16.30
Tbc	water outlet battery surface temperature	°C	12.00
Qb	battery power flow rate	kW	9.60

NUMBER OF FRANKS

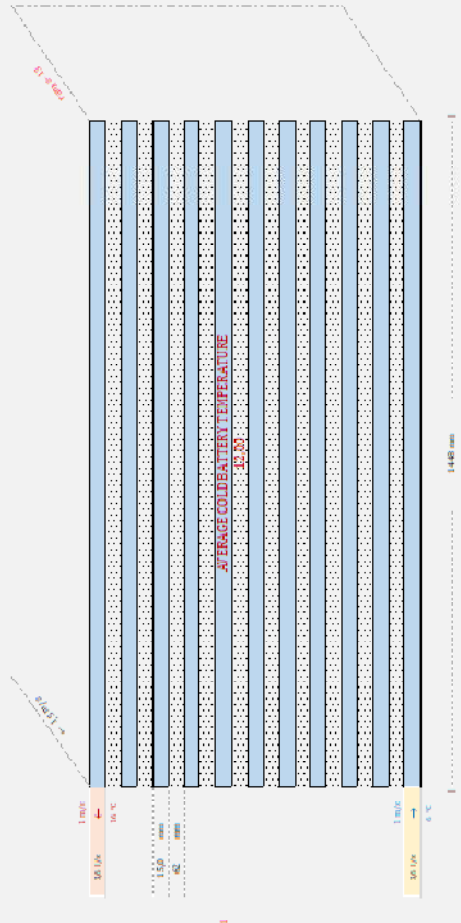
Qc	air flow rate in the battery	kg/h	21.16
Qb	battery power flow rate	kW	9.60
ΔTb	water thermal difference	°C	13.0
Qc	air flow rate in the battery	kg/h	21.16
Qb	battery power flow rate	kW	9.60
ΔTb	water thermal difference	°C	13.0



AESW SOFTWARE

H	cell height	mm	130
L	cell length	mm	144
Af	front battery area	m ²	1.88
N	number of horizontal tubes	-	21
I	vertical pipe center distance	mm	62

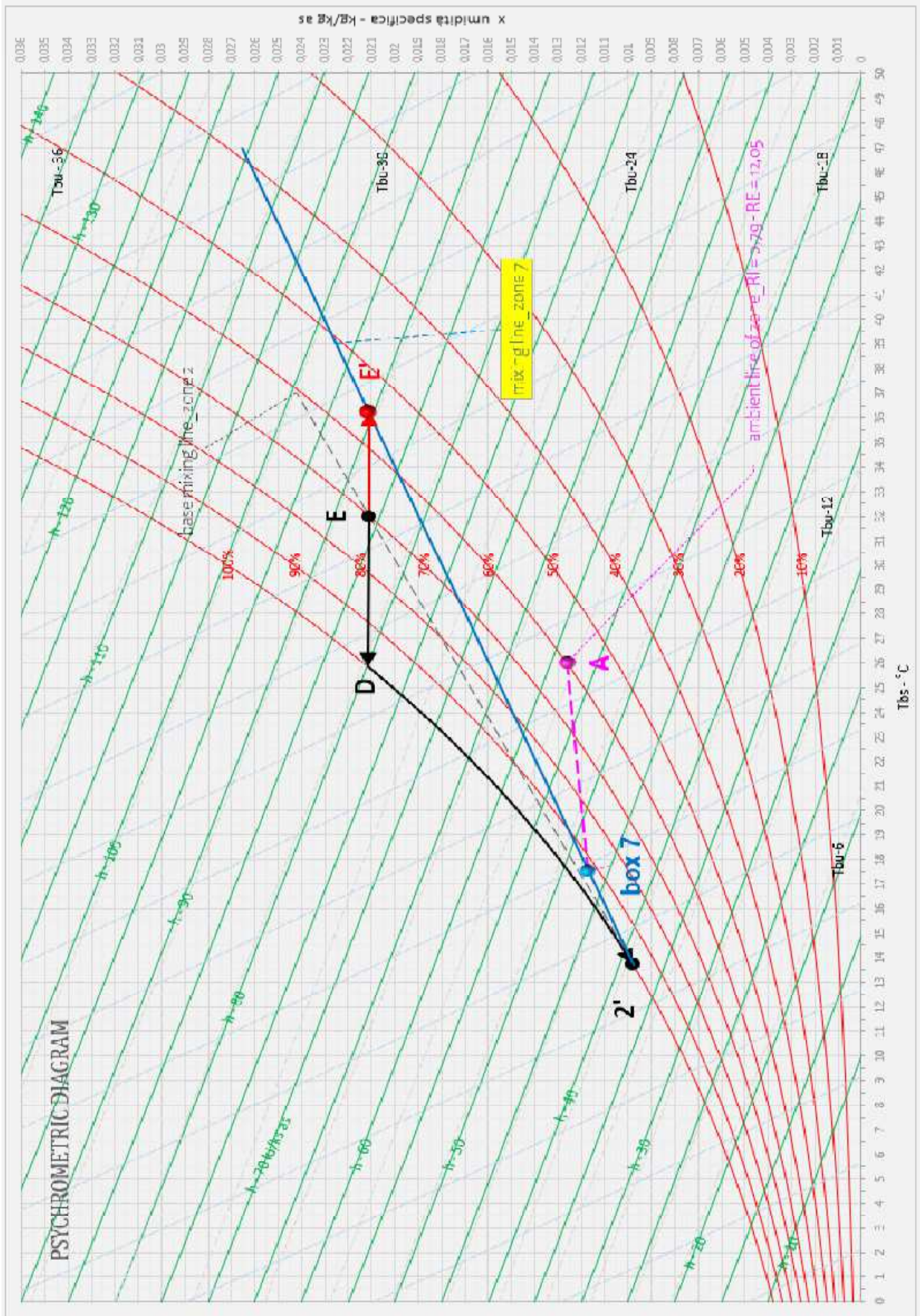
U _W	W/mq °C	710.25
NR	number of franks (Wb/Af*U _W *)	13



GO TO THE TECHNICAL REPORT PRINT



AESW © All rights reserved



AE-SW SOFTWARE

BIBLIOGRAFIA

ARIA UMIDA. CLIMATIZZAZIONE ED INVOLUCRO EDILIZIO. Teoria, applicazione e software.

L. Bella; P. Mazzei; F. Minichiello; D. Palma

Liguori, Milano, 2006

MANUALE DEGLI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE

Luca Stefanutti

Tecniche Nuove, Milano, 2008

CLIMATIZZAZIONE DEGLI EDIFICI. Fabbisogno energetico, efficienza e certificazione.

p. Andreini; F. Soma

Hoepli, Milano, 2010

MANUALE DEL TERMOTECNICO. Fondamenti, riscaldamento, condizionamento, refrigerazione, risorse energetiche.

Nicola Rossi

Hoepli, Milano, 2014

IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE. Manuale di calcolo.

M. Vio

Editoriale Delfino, Milano, 2022

PROGETTAZIONE DEGLI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE

Livio De Santoli, Francesco Mancini

Maggioli editore, Milano, 2022

IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO PER USI CIVILI

Cammarata Giuliano

Legislazione Tecnica, Roma, 2024

AE-SW SOFTWARE

AE-SW SOFTWARE

AE-SW SOFTWARE**PROGETTO IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE**

Programma in excel per il condizionamento estivo

Il Manuale illustra le funzionalità del programma in formato *excel* per il dimensionamento degli impianti di condizionamento dell'aria per la climatizzazione estiva MULTI-ZONA A TUTT'ARIA PRIMARIA a doppio condotto con BOX-MISCELAZIONE di zona.

Il calcolo è riferito a edifici pubblici o privati; residenziali o meno, condotto a umidità specifica di immissione controllata. I parametri psicrometrici dell'aria sono calcolati in funzione dei diversi valori che la pressione atmosferica assume in dipendenza dell'ubicazione geografica della località.

Il dimensionamento è condotto in osservanza delle Norme UNI EN 16798 in riferimento al volume minimo di ventilazione e al numero minimo di ricambi orari in relazione alla destinazione d'uso delle zone termiche, alla categoria di qualità ambientale attesa, al grado di inquinamento e affollamento, alla superficie e volume degli ambienti.

Il programma esegue il dimensionamento completo dell'impianto in modalità analitica. E' prevista la presenza fino a n. 10 zone termiche. Le trasformazioni psicrometriche dell'aria umida relative a ciascuna zona sono altresì rappresentate su diagramma psicrometrico interattivo.

E' altresì eseguito il dimensionamento della batteria di raffreddamento con definizione delle dimensioni; del numero di tubi alettati; del loro interasse e del numero di ranghi necessari.

Il programma redige in automatico una dettagliata relazione tecnica recante tutti i parametri dell'impianto, pronta per la stampa. I fogli di calcolo sono impostati per la stampa diretta in formato pdf.

Nel manuale è illustrato un esempio di calcolo in applicazione del programma; in appendice è riportata la stampa della relativa relazione tecnica di progetto.

Il Manuale e il programma sono in lingua italiana e in lingua inglese.

MANUALE D'USO

**PREPARED AND PRESENTED BY
AE-SW SOFTWARE**