

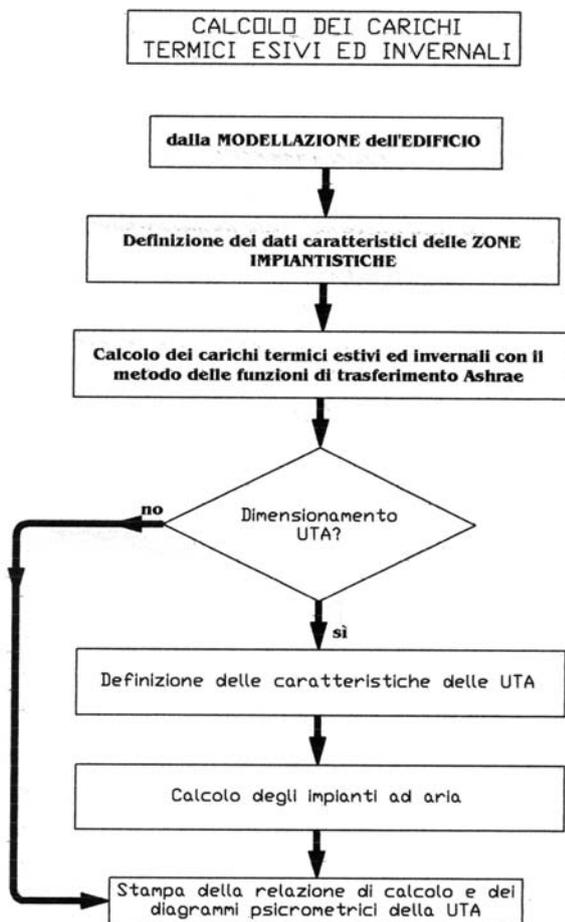
APPENDICE 2

APPROFONDIMENTI SUGLI IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO

(a cura Ing. Emiliano Bronzino)

2.1 Calcolo dei carichi termici

A titolo di esempio verrà presentato il calcolo automatico dei carichi termici **invernali** ed **estivi** per l'edificio già considerato nel precedente seminario. Il modulo **Carterm** del software commerciale, permette di valutare i carichi in **regime variabile**.

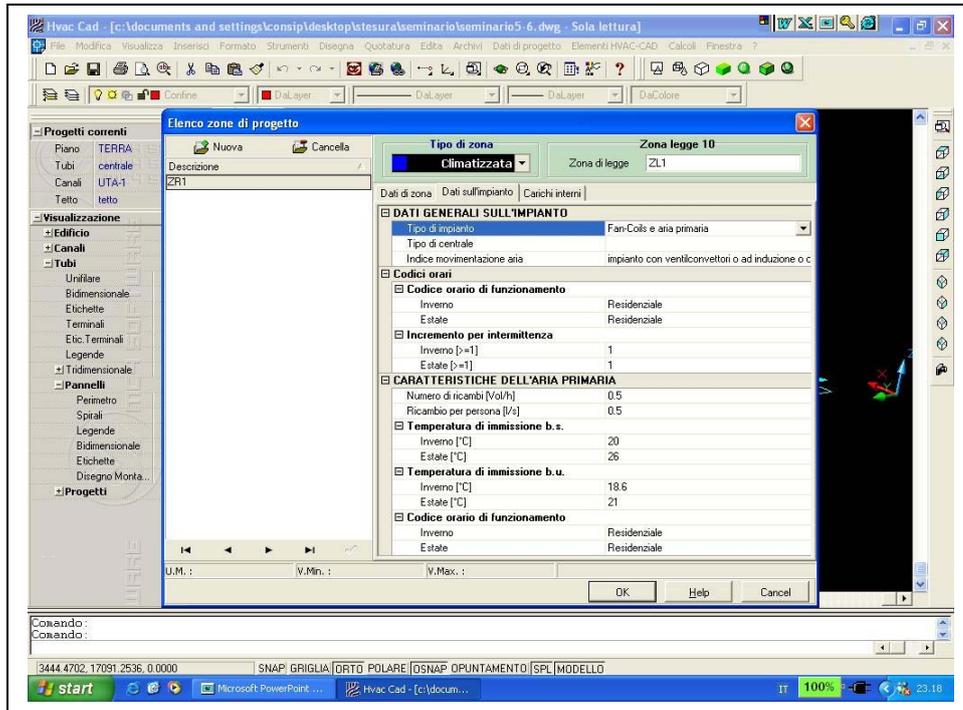


Il calcolo viene condotto seguendo la norma UNI 7357 e il metodo Ashrae sulle funzioni di trasferimento. Questo modulo, pertanto, consente il dimensionamento degli impianti e dei terminali in funzione delle condizioni climatiche esterne e degli apporti gratuiti interni.

In questa fase il programma dimensiona la centrale di trattamento dell'aria e tiene conto della potenza termica necessaria per attuare le trasformazioni psicrometriche.

Le principali operazioni che è necessario eseguire per utilizzare il calcolo automatico sono sintetizzate diagramma di flusso a lato.

Particolare attenzione va fatta nella fase di definizione delle zone impiantistiche per la compilazione relativa ai carichi interni dovuti alle persone, all'illuminazione, a eventuali altri carichi. Oltre alla potenza da considerare, disponibile anche come valori reimpostati per varie soluzioni, è necessario individuare i profili orari di funzionamento o di presenza di persone nei locali. Di seguito si riporta una schermata relativa a questa fase.



Il calcolo dei carichi termici viene condotto nel periodo indicato dal progettista (ad esempio tutti i mesi da gennaio a dicembre) e viene ripetuto per le 24 ore di ogni giorno tipo. Dai risultati il programma individua il massimo carico contemporaneo e lo evidenzia indicandolo come il valore della potenza da installare.

E' ancora necessario dimensionare l'unità di trattamento dell'aria. La scheda relativa alla centrale (CTA) permette di selezionarne le principali caratteristiche quali la tipologia ("aria primaria"/"A tutt'aria"/ "A tutt'aria esterna") e il criterio di dimensionamento ("A temperatura fissa"/"A portata fissa").

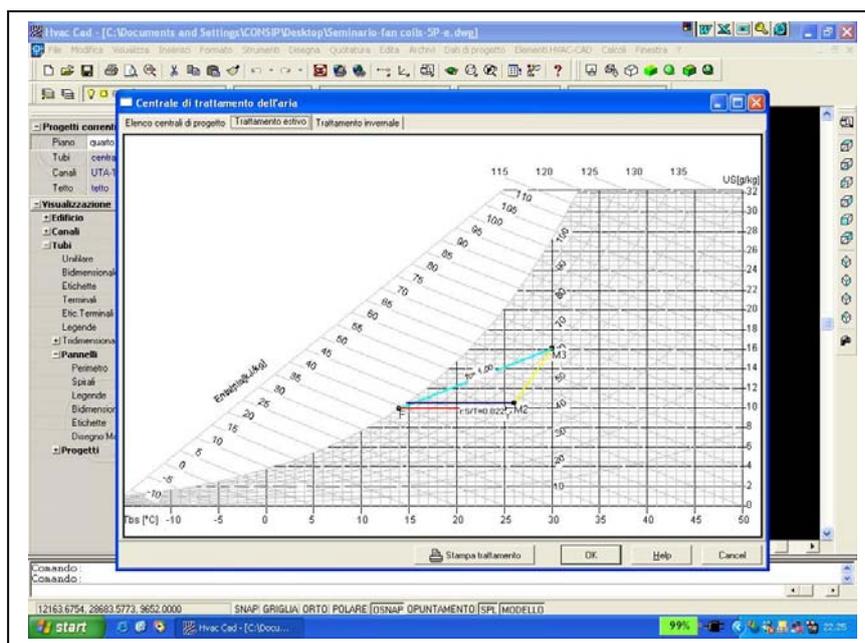
Nel caso di impianto ad aria primaria le temperature di immissioni sono quelle indicate dal progettista nei dati delle zone impiantistiche, mentre nel caso impianti a tutt'aria questo è vero solo se si effettua il dimensionamento a temperatura costante. Differentemente in impianti a tutt'aria a portata costante la temperatura di mandata viene imposta in base al carico termico del locale servito.

Completano la definizione della centrale i valori relativi a:

- ricambio percentuale dell'aria di rinnovo;
- percentuale di ripresa dell'aria: è intesa come la percentuale di aria che viene ripresa dal sistema di estrazione; questa informazione è necessaria solo per il dimensionamento del canale di ripresa;
- efficienza dell'eventuale recuperatore di calore: tiene conto del calore che questo sistema recupera dall'aria di espulsione.

Compilati i diversi campi, si procede con il calcolo e il programma segnala le portate d'aria suddivise per zona e per singolo ambiente. Si possono inoltre individuare le principali trasformazioni psicrometriche che avverranno nella UTA in regime estivo e invernale visualizzandole sul diagramma Ashrae.

Di seguito si riporta una schermata relativa alla trasformazione psicrometrica determinata dal software per l'unità di trattamento dell'aria.



Al progettista rimane da effettuare la stampa dei calcoli e la loro verifica.

Si riporta, per l'esempio considerato, la tabella di sintesi dei risultati ottenuti con questo modulo.

Potenze termiche massime di edificio

Superficie	[m ²]	215	Volume	[m ³]	601
Zona	[n.]:	1	Ambienti	[n.]:	16
Persone	[n.]:	5			

	Raffreddamento			Riscaldamento
	Potenze massime [W]	Ora	Mese	Potenze massime [W]
Ambienti	8.092	11	7	11.358
Ventilazione (*)	1.449	11	7	2.001
Totale massimo contemporaneo	10.257	11	7	13.358

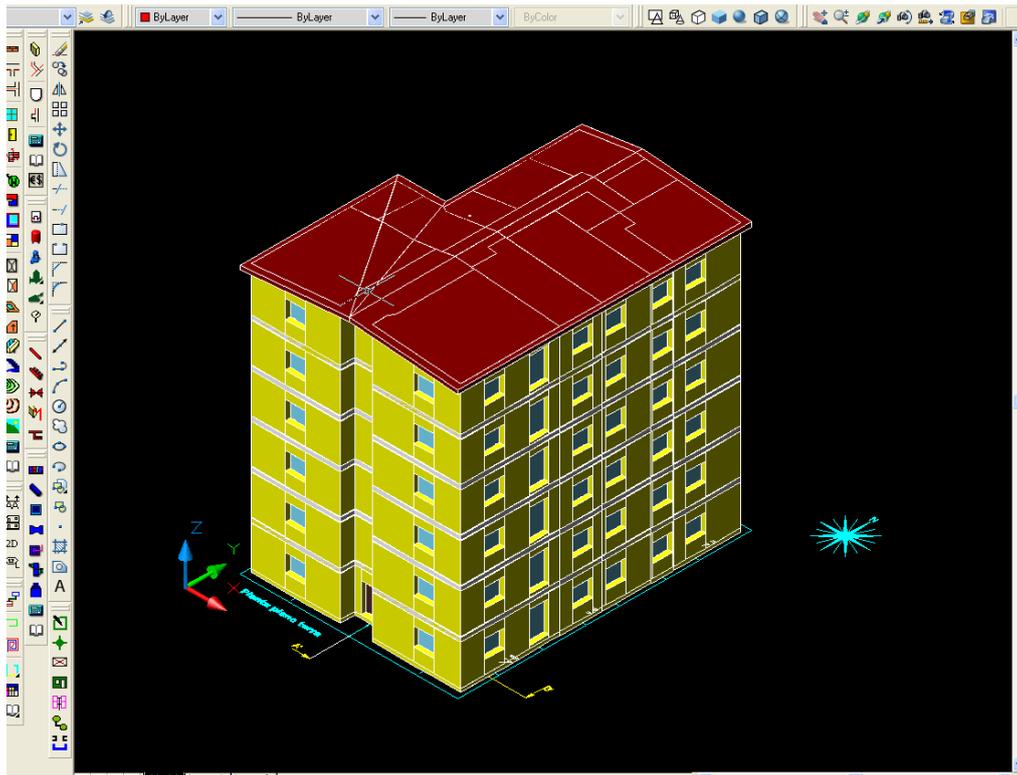
E' opportuno verificare che il modello software dell'edificio sia corretto effettuando prima il calcolo dei disperdimenti invernali che risulta facilmente verificabile a mano mentre così non è per il calcolo dei carichi termici in regime estivo. Il calcolo condotto con il metodo delle funzioni di trasferimento abbinato all'iterazione dei calcoli per tutte le ore del giorno tipo di ciascun mese porta il programma a generare una notevole quantità di risultati non sempre presentati in modo chiaro. Una volta verificata la modellazione e i disperdimenti dell'edificio si effettuano controlli mirati ai passaggi più delicati del procedimento aiutati anche dall'esperienza.

Si può, quindi, concludere che questi programmi commerciali hanno raggiunto un buon livello di integrazione e costituiscono ormai uno strumento molto utile in uno studio tecnico ma comunque vanno utilizzati con l'adeguata attenzione ed esperienza. Sicuramente garantiscono una progettazione più rapida soprattutto per grossi edifici o complessi e permettono di seguire rapidamente le modifiche che si susseguono spesso nelle diverse fasi di progettazione (dalla progettazione preliminare a quella esecutiva).

2.2 Influenza del fattore di shading dei serramenti sulla potenza termica massima

A titolo di esempio si vuole evidenziare l'influenza del fattore di shading dei serramenti sul valore del flusso massimo estivo.

A titolo di esempio si considererà un edificio di 6 piani ottenuto sovrapponendo sei volte l'edificio monopiano prima considerato. La struttura ottenuta è riportata nella seguente figura.



Si considerano i serramenti di vetrocamera senza schermatura caratterizzati da un fattore di shading pari a $SC = 0,9$. Eseguendo i calcoli dei flussi termici estivi ed invernali si ottengono i risultati riportati nella seguente tabella.

	Raffreddamento			Riscaldamento
	Potenze massime [W]	Ora	Mese	Potenze massime [W]
Ambienti	28.095	11	7	70.085
Ventilazione	20.500	11	7	12.219
Totale massimo contemporaneo	45.627	11	7	82.304

Se si ipotizza ora di ripetere i conti nell'ipotesi di serramenti con vetro colorato blu scuro e aventi fattore di shading pari a $S_C = 0,6$.

I flussi termici estivi ed invernali così calcolati sono riportati nella seguente tabella.

	Raffreddamento			Riscaldamento
	Potenze massime [W]	Ora	Mese	Potenze massime [W]
Ambienti	21.157	11	8	70.085
Ventilazione	20.500	11	7	12.219
Totale massimo contemporaneo	38.275	11	7	82.304

Si osservi come l'adozione di vetrate con minore SC possa realizzare una sensibile riduzione del carico termico estivo massimo da abbattere (il 21 luglio!) di 6938 [W] (pari a circa il 25%).

La riduzione del carico ottenibile in edifici potrebbe risultare anche assai maggiore qualora la superficie vetrata dell'edificio fosse più grande di quanto ipotizzato in questo esempio (circa 18% della sola superficie laterale).

Un simile effetto (contenimento del carico massimo estivo) si può raggiungere mettendo in opera degli schermi orizzontali sopra le superfici vetrate. Sempre nel caso di regime estivo (21 luglio) si è ipotizzato di usare serramenti in vetrocamera ($SC = 0,9$) ma di posizionarli arretrati di 1 m rispetto al filo esterno della parete. Rieseguendo i calcoli si ottengono i seguenti risultati.

	Raffreddamento			Riscaldamento
	Potenze massime [W]	Ora	Mese	Potenze massime [W]
Ambienti	22.188	11	7	70.085
Ventilazione	20.500	11	7	12.219
Totale massimo contemporaneo	39.720	11	7	82.304

In questo caso la riduzione del carico termico trasmesso dovuta agli aggetti è quantificabile in 5907 [W] pari a circa il 21%.

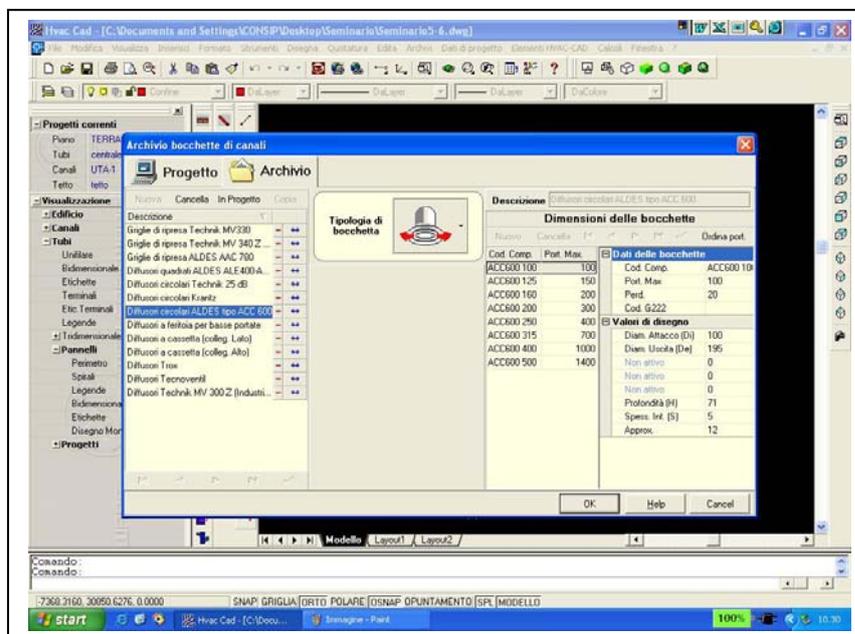
2.3 Dimensionamento delle canalizzazioni per il condizionamento dell'aria

Si supponga ora, tornando al caso di edificio monopiano di volerlo dotare di impianto di **condizionamento dell'aria** per garantire aria nelle condizioni termoigrometriche imposte in fase di progetto. Una simile progettazione può ancora essere velocemente condotta tramite software.

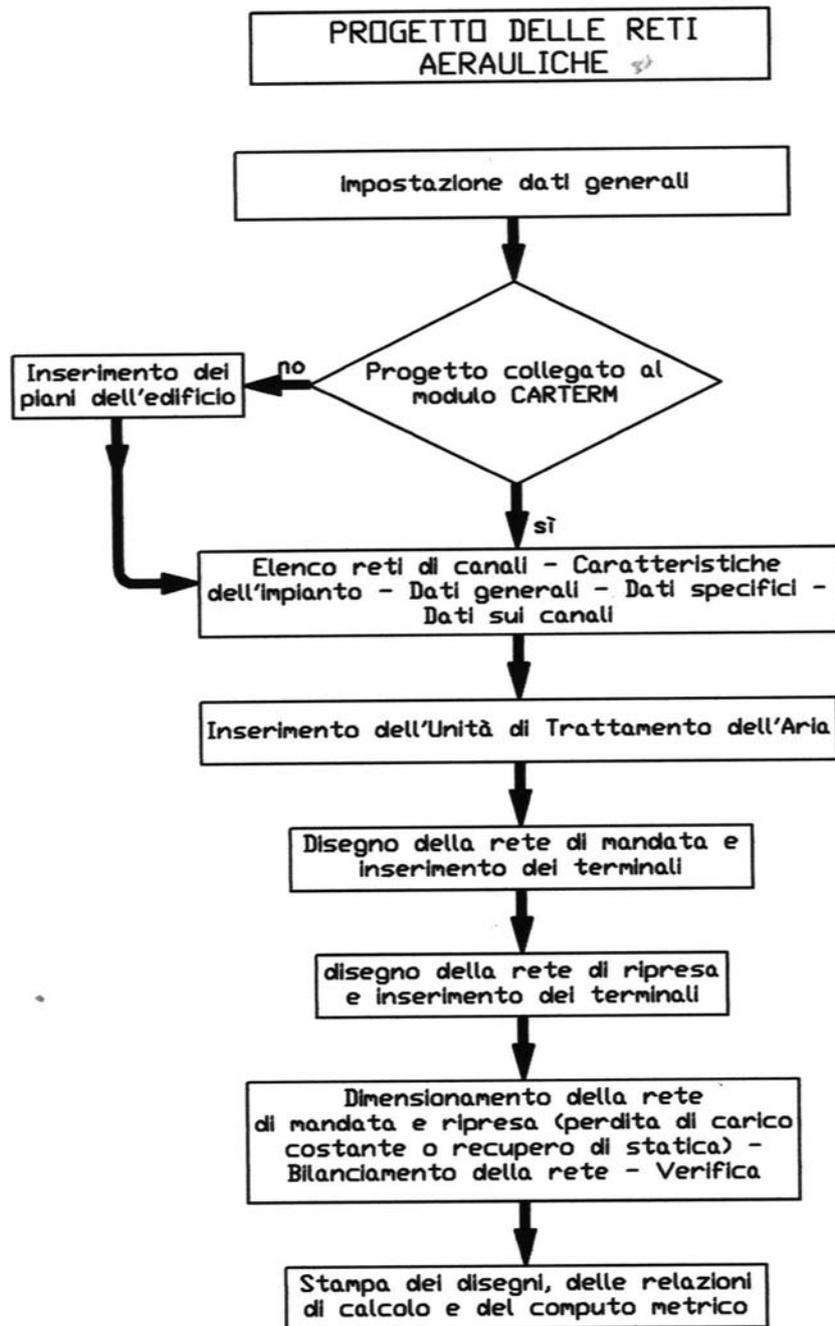
Ricorrendo al modulo denominato **“Duct”**, l'operatore è in grado di effettuare il dimensionamento, il bilanciamento, il disegno in pianta e tridimensionale delle reti aerauliche al servizio dei vari ambienti.

In archivio sono memorizzati numerosi pezzi speciali di utilizzo comune quali allargamenti, bocche, braghe che permettono anche di generare disegni tridimensionali molto realistici.

Di seguito si riporta una schermata relativa all'archivio.



Le operazioni principali che l'operatore deve fare per completare un qualsiasi progetto di una rete aeraulica sono sintetizzate nel seguente diagramma di flusso.



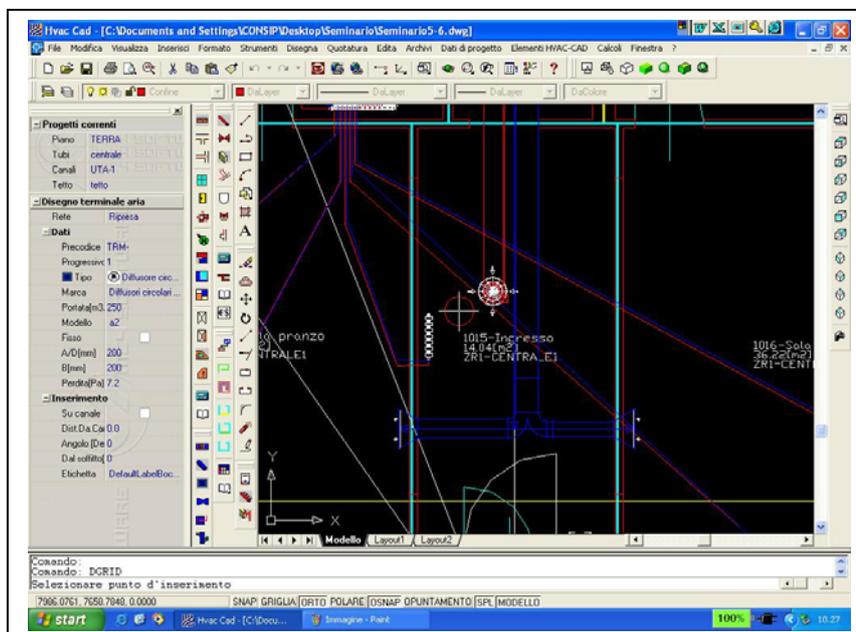
L'esecuzione dell'input parte con il disegno della centrale di trattamento dell'aria nota in genere con il termine **UTA** (unità di trattamento dell'aria). La centrale ha la funzione di trattare l'aria prima di immetterla nell'ambiente per portarla dalle condizioni esterne a quelle di mandata. L'operatore procede riportando il blocco della **UTA** nell'esatta posizione in cui sarà realmente collocata. Le dimensioni di questo dispositivo sono richieste dal programma in quanto non vi sono centrali propriamente standard e quindi sarebbe impossibile avere un archivio corretto.

Spetta al progettista il compito di individuare l'unità di trattamento in grado di elaborare l'aria della portata stabilita garantendo le condizioni termoigrometriche di progetto.

Vengono richiesti dati tecnici quali ad esempio le condizioni termoigrometriche dell'aria interna, la rugosità del canale, il rapporto tra i lati dei canali rettangolari, i massimi ingombri del canale accettati in altezza o in larghezza e i raggi di curvatura. Disegnata la centrale si traccia l'asse della rete di distribuzione (tracciamento unifilare). Il disegno che si ottiene in pianta è già bidimensionale nel senso che al canale viene già associata una larghezza; questa misura è però in questa fase pari al valore di default e non dipende da alcun dimensionamento.

Sfruttando l'archivio relativo ai terminali di impianto per ogni vano in cui si vuole immettere aria trattata si inserisce nella posizione voluta i terminali e si collegano questi ultimi alla rete di distribuzione dell'aria. In ogni locale il programma associa la portata d'aria calcolata dal numero di ricambi d'aria dichiarati dal progettista nella fase di verifica al volume dell'ambiente che conosce dalla modellazione tridimensionale dell'edificio. Il progettista può comunque modificare questo dato in base a esigenze specifiche. Dopodiché il programma sceglie la taglia di bocchetta che ritiene più adatta alla portata d'aria da immettere.

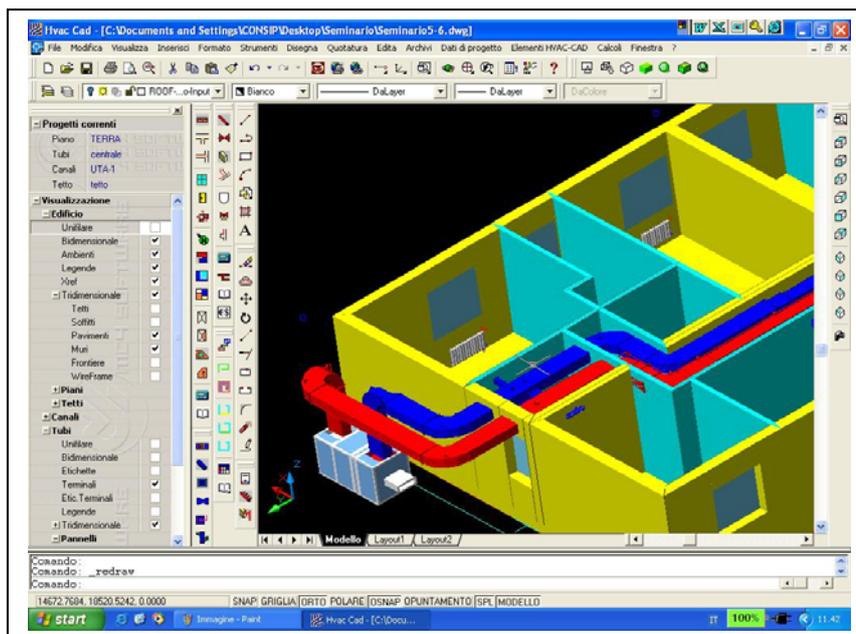
Nella seguente figura è mostrata una fase di inserimento del canale e delle bocchette.

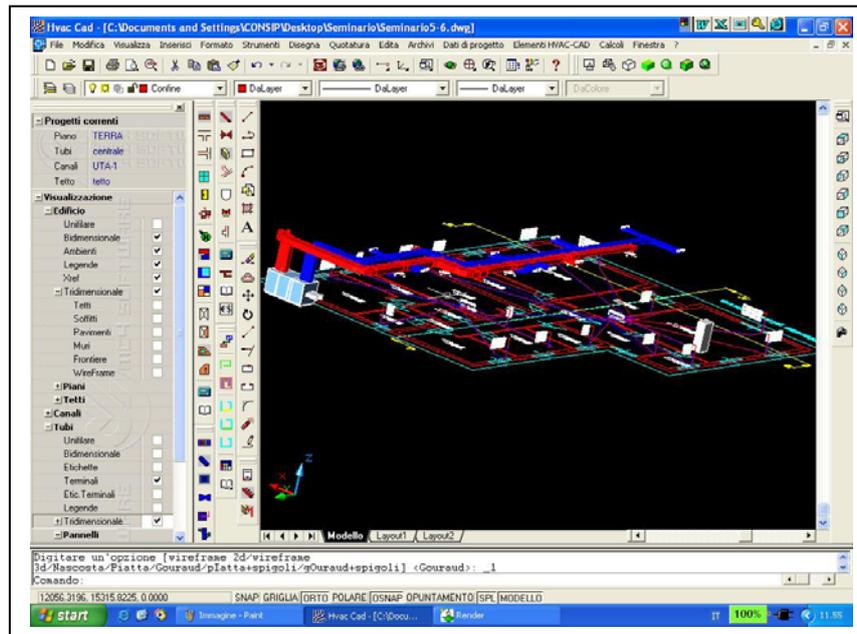


Terminata questa fase si procede al dimensionamento della rete. In questo caso possono essere effettuati i seguenti tipi di dimensionamento:

- a perdita di carico costante;
- a perdita di carico costante e bilanciamento con serrande su tronchi e rami;
- a perdita di carico costante senza uso di serrande;
- a recupero di statica e bilanciamento senza uso di serrande;
- a recupero di statica e bilanciamento con serrande su tronchi e rami.

Anche in questo modulo è possibile effettuare una verifica di una rete esistente. In modo del tutto analogo si procede con il disegno e il dimensionamento della rete di ripresa per garantire l'estrazione dell'aria dagli ambienti. Degli impianti così dimensionati si possono generare viste tridimensionali o sezioni. Nelle seguenti figure si vedono alcune viste che possono essere ottenute effettuando il render del sistema edificio-impianto.





Dal punto di vista pratico questo modulo fornisce un ottimo aiuto al progettista in quanto permette di generare disegni in pianta e assonometrici precisi partendo da un tracciamento unifilare. Tuttavia non lo aiuta in alcun modo nelle scelte progettuali e pertanto può essere utilizzato solo con una certa accortezza. Nel semplice esempio visto si può osservare che l'immissione dell'aria primaria non è stata fatta in tutti i locali. In particolare si è previsto di immettere l'aria di rinnovo nei locali principali e di effettuare l'estrazione dell'aria viziata dai locali di servizio, dai servizi igienici e dal corridoio per ragioni progettuale (considerazioni di tipo igienico, ecc.). Ovviamente questo comporta che per garantire l'adeguato rinnovo d'aria si dovranno aumentare le portate d'aria nei locali sfruttati per la mandata e quelli in cui avviene la ripresa.

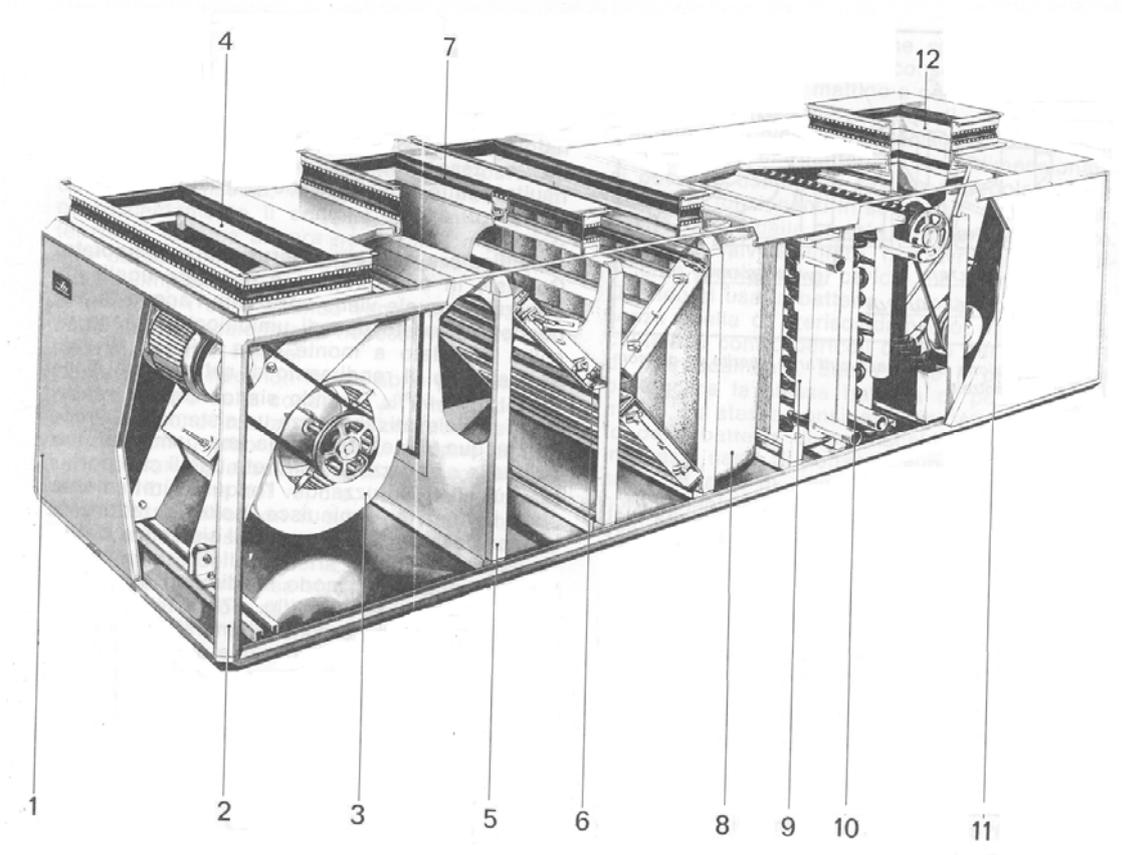
Discorso a parte va fatto poi per la distribuzione dell'aria con i terminali di impianto. Il programma non fa alcuna scelta sulle caratteristiche di **lancio** delle bocchette (cfr. I Sezione). Nel caso in esame non ci sono particolari problemi dal momento che le portate di aria sono comunque modeste e non vi sono particolari esigenze di distribuzione dell'aria nei locali. Discorso diverso sarebbe da fare se si dovesse dimensionare un impianto a tutt'aria magari in ambienti particolari quali, ad esempio, le sale operatorie. In questi casi la corretta distribuzione dell'aria nel locale è fondamentale per garantire l'adeguato ed efficace ricambio senza arrecare disturbo alle persone che vi operano.

2.4 Panoramica delle principali apparecchiature degli impianti di climatizzazione

2.4.1 Unità di trattamento dell'aria

A completamento di quanto visto circa l'unità di trattamento aria, si riporta nella seguente figura una macchina per condizionamento centralizzato.

Questa è rivestita di pannelli amovibili con interposto isolamento termico (1) e un telaio portante (2) che consente di irrigidire tutta la struttura. L'unità è costituita dal gruppo motore ventilatore per l'aria di ripresa (3), l'apertura dell'aria di ripresa con flangia di attacco e giunto elastico (4), il setto di separazione (5); la sezione serrande di miscela (6), le aperture per espulsione e presa aria esterna (7); filtri a tasche (8), la batteria di riscaldamento (9); la batteria di raffreddamento (10); la sezione ventilante per la mandata dell'aria (11) e l'apertura di mandata, flangiata, con giunto elastico (12).



Di seguito si riportano alcune fotografie di unità di trattamento dell'aria



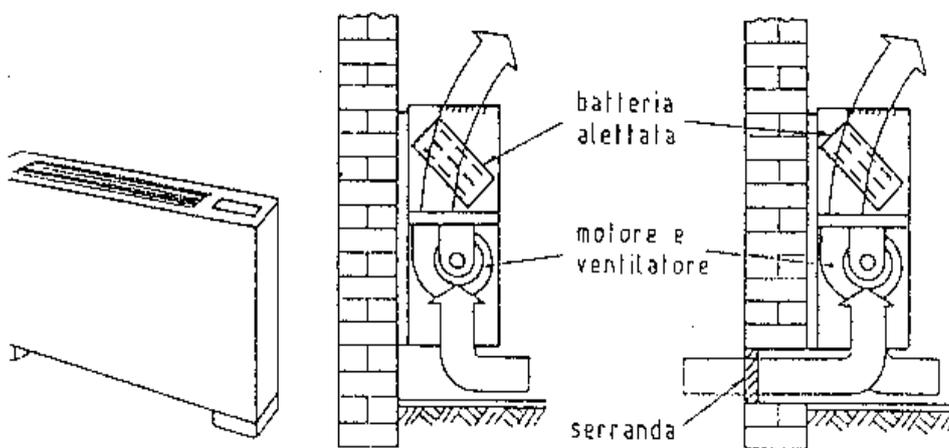
2.4.2 Ventilconvettori

Come già visto nel capitolo 13 gli impianti aria-acqua sono realizzati quasi esclusivamente a ventilconvettori con aria primaria. In queste apparecchiature, rispetto ai radiatori, si è aumentata la resa termica, diminuendo così le superfici trasmettenti, gli ingombri e i costi, rendendo forzato il passaggio dell'aria attraverso una batteria a tubi alettati mediante un apposito elettroventilatore.

Il *ventilconvettore* è, in genere, costituito da un cassoncino metallico di elegante fattura che, di solito, viene posto (a pavimento) sotto le finestre e che contiene un filtro, una batteria alettata rame-alluminio e un elettroventilatore centrifugo biventola con motore monofase, a più velocità, calettato sull'albero.

Il mobiletto, solitamente a forma di parallelepipedo, è provvisto di due aperture: una, in basso, per l'ingresso dell'aria ambiente da riscaldare ed una in alto, generalmente frontale, per la fuoriuscita dell'aria calda. Questo apparecchio, se dotato di una bacinella per la raccolta della condensa, può proficuamente essere impiegato anche per il raffrescamento estivo.

I ventilconvettori possono essere realizzati nel tipo verticale (a pavimento: fig. 5) con o senza mobiletto e nel tipo orizzontale (a soffitto) con o senza mobiletto. Gli apparecchi senza mobiletto, o carenatura, vengono detti da incasso e si prestano a soluzioni modulari in cui l'architettura degli interni possa tener conto di tutte le esigenze tecnologiche presenti negli ambienti, solitamente uffici. I ventilconvettori possono funzionare a tutta aria di ricircolo oppure mediante serrandina telecomandata che consente l'immissione di aria esterna fino ad un 30% circa della portata totale; in quest'ultimo caso, possono attivare una ventilazione degli ambienti nelle medie stagioni, quando non è richiesto né il riscaldamento né il raffreddamento.



Di seguito si riportano alcune fotografie di ventilconvettori presenti in commercio.

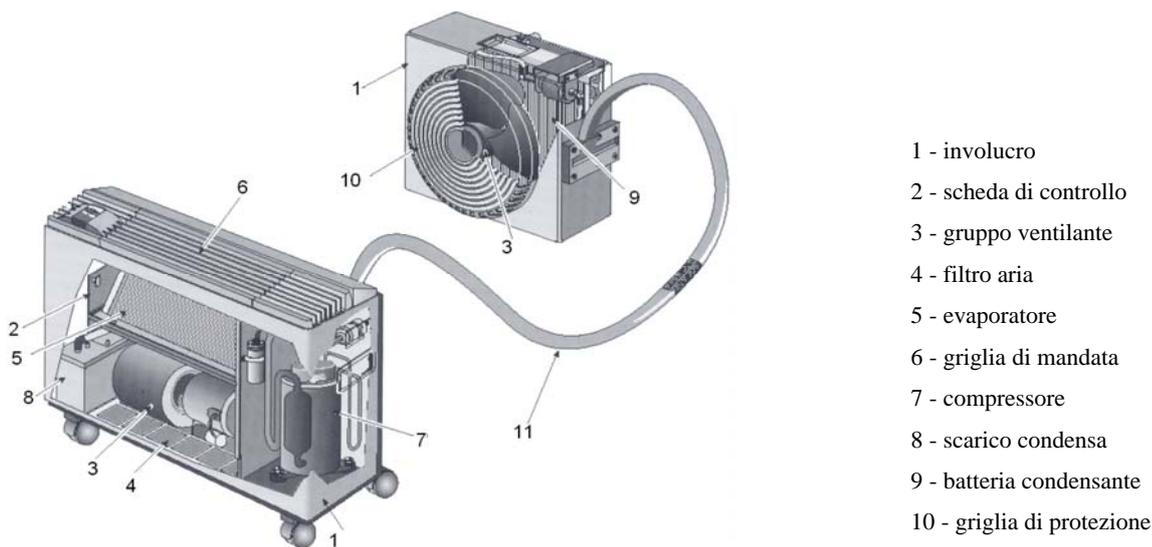


2.4.3 Impianti a fluido refrigerante tipo split-systems

Negli ultimi decenni sono stati introdotti sul mercato apparecchi autonomi per singoli ambienti, i quali però non consentono un'azione di controllo della umidità in inverno. In estate, inoltre, l'effetto deumidificante estivo dipende dall'azione di controllo della temperatura e quindi è precario nei periodi di basso carico sensibile.

I principali sistemi attualmente di maggior uso riguardano l'utilizzazione dei cosiddetti "split-systems" in cui l'apparato è suddiviso in due parti, una montata all'interno che svolge le funzioni di controllo della temperatura ambiente, l'altra montata all'esterno, comprendente il compressore e il condensatore della macchina frigorifera. Ciò migliora sensibilmente le prestazioni dal punto di vista del rumore in ambiente e rende in genere più semplice l'installazione.

Nella seguente figura si nota come l'unità di evaporazione sia **separata** dal gruppo motocondensante.



Con questa soluzione non esiste l'acqua come fluido intermedio e la batteria raffreddante, del tipo ad espansione diretta, costituisce l'evaporatore della macchina frigorifera. La regolazione è, di solito, del tipo tutto-niente e solamente alcuni tipi di macchine usano sistemi a variazione di velocità del compressore.

In entrambi i casi è possibile impiegare il frigorifero come pompa di calore, e quindi controllare la temperatura nelle stagioni fredde.

Gli split-systems possono servire più unità interne con una sola unità motocondensante esterna e fornire freddo o caldo contemporaneamente alle suddette unità. Ne segue che i problemi di controllo divengono più sofisticati, considerato che si agisce direttamente sul fluido frigorifero: inoltre il passaggio delle tubazioni di distribuzione di questo all'interno degli ambienti può aggravare i problemi di manutenzione per l'eventuale manifestarsi di fughe. Si tratta comunque di una tecnologia in grande evoluzione che tenderà ad ottenere sempre più spazio nell'attuale mercato della climatizzazione.

Nella seguente fotografia si possono osservare le unità che compongono un sistema split.

