Guida agli impianti di climatizzazione
- seconda parte -

di *Gianluigi Saveri*

Pubblicato il: 04/05/2005
Aggiornato al: 07/05/2005

Valutazione dei **carichi termici**, calcolo ed esempi pratici.
Una **corretta scelta** del **sistema di climatizzazione** di un ambiente presuppone innanzitutto un **calcolo preliminare** del fabbisogno termico dell'ambiente da climatizzare.

1. Valutazione dei carichi termici

Una **corretta scelta del sistema di climatizzazione** di un ambiente (fig. 2.1) presuppone innanzitutto un calcolo preliminare del **fabbisogno termico** dell'ambiente da climatizzare.



Fig. 2.1: Ambiente climatizzato (Orieme)

Per gli impianti di potenzialità superiore a 46,5 kW (40.000 kcal/h), come sappiamo, la legge 46/90 prescrive **l'obbligo del progetto da parte di un progettista termotecnico abilitato**, mentre per gli impianti di modeste dimensioni, anche se un calcolo dettagliato sarebbe comunque sempre consigliabile, risulta normalmente sufficiente una valutazione semplificata del fabbisogno termico.

Il calore

Tutti i corpi, che siano solidi, liquidi o aeriformi, sono formati da molecole in continuo movimento fra di loro.

Un'indicazione dell'intensità di agitazione delle molecole ci viene fornita dalla temperatura.

Nel **Sistema Internazionale** la **temperatura** si misura in **gradi Celsius** mentre nel **Sistema Tecnico** in **gradi centigradi** (°C), in pratica i due valori si equivalgono. L'agitazione molecolare aumenta se al corpo viene fornito calore, viceversa rallenta, arrestandosi completamente al raggiungimento dello "**zero assoluto**" (-273 °C), se viene sottratto calore.

Il calore assunto da un corpo è in definitiva determinato dal numero e dalla velocità media delle molecole che lo costituiscono.

Si ricorda che nel **Sistema Internazionale** l'**unità di misura del calore** (**energia termica**) è il **Joule** (J), mentre la **caloria** (**kcal**) è l'unità prevista dal **Sistema Tecnico**.

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.
Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

In **Italia** per definire in modo specifico ed intuitivo il processo di condizionamento o refrigerazione spesso si utilizza la **Frigoria** (**Frig**) che però non è contemplata da nessun altro sistema di misura.

Gli **inglesi** e gli **americani** usano invece le **BTU** (**BritishThermal Unit**).

Nel **Sistema Internazionale** l'**unità di misura della potenza** è il **kW**, mentre nel **Sistema Tecnico** è la **kcal/h**.

Le varie unità di misura sono fra loro convertibili mediante le seguenti relazioni:

- 1 W = 0,86 kcal/h = 0,86 frig/h = 3,4 BTU/h
- 1 kcal/h = 1 frig/h = 1,163 W = 3,95 BTU
- 1 BTU/h=0,25 kcal/h=0,25 frig/h=0,293 W

Una sostanza può trovarsi allo stato solido, liquido o aeriforme. In generale il passaggio da uno stato all'altro dipende dalla temperatura, dal volume e dalla pressione. Fornendo o sottraendo energia ad una sostanza, rispettivamente si indeboliscono o si rinsaldano i legami molecolari, determinando in tal modo il passaggio da uno stato fisico all'altro (fig. 2.2).

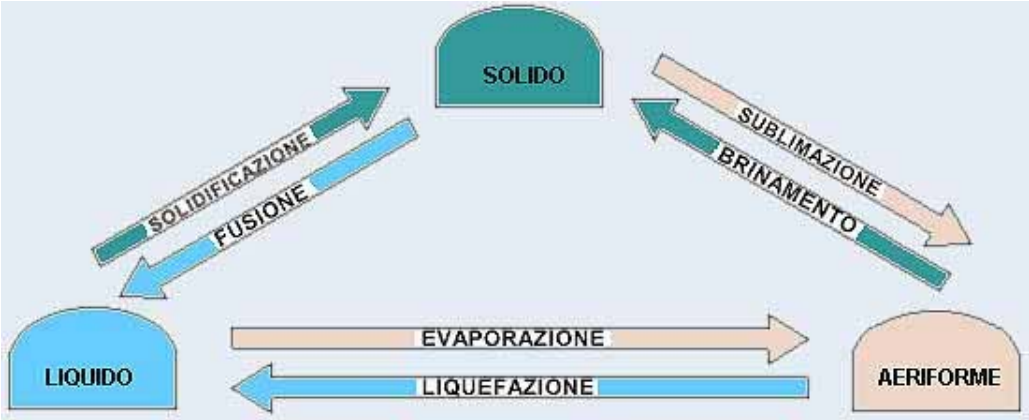


Fig. 2.2: Cambiamenti di stato della materia

Fornendo ad una sostanza una determinata quantità di calore costante nel tempo si può osservare che la temperatura aumenta al passare del tempo senza che la sostanza sia soggetta a nessun cambiamento di stato fisico. Solo in corrispondenza di una determinato valore di temperatura ha inizio il cambiamento di stato e, pur continuando a fornire la stessa quantità di calore, la temperatura si mantiene costante fino a che tutta la materia non è cambiata di stato (un esempio piuttosto comune è quello del cambiamento di stato del ghiaccio che inizia con la fusione, in corrispondenza degli 0°C, e continua con l'evaporazione quando si raggiungono i 100 °C).

In prossimità delle temperature che determinano il cambiamento di stato tutta l'energia somministrata viene utilizzata per sciogliere i legami intermolecolari che caratterizzano lo stato fisico della sostanza e la temperatura non cambia finché non si è concluso tale processo.

L'energia che determina l'aumento di temperatura senza cambiamento fisico si chiama calore sensibile mentre quella utilizzata per la trasformazione da uno stato fisico all'atro si chiama calore latente. Il calore latente di fusione ed evaporazione è un parametro caratteristico di ogni sostanza e la quantità di calore necessaria sarà tanto maggiore quanto più grande sarà la quantità di materia sottoposta a cambiamento di stato. L'energia spesa per il cambiamento di stato può essere restituita nel processo inverso. Se si sottrae calore al gas si ottiene il passaggio da gassoso a liquido.

L'energia spesa per il passaggio di stato iniziale ed immagazzinata nel gas viene di nuovo restituita sottoforma di calore.

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.
Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

2. I modi di trasmissione del calore

Il calore si trasferisce sempre da un corpo caldo ad uno meno caldo e può trasmettersi nei seguenti modi:

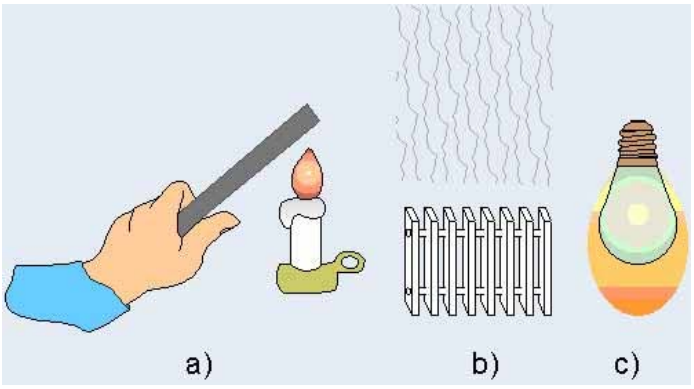


Fig. 2.3: Il calore si trasmette per conduzione (a), convezione (b) e irraggiamento (c)

Conduzione (Fig. 2.3a)

É il sistema di trasmissione tipico **all'interno dei solidi**, oppure tra solidi in intimo contatto fra loro. Le molecole del corpo trasferiscono la propria agitazione termica da un punto più caldo a un punto meno caldo (es. una barra di ferro riscaldata ad una estremità trasmette il calore fino all'estremità opposta).

Convezione (Fig. 2.3b)

É il metodo di trasmissione del calore caratteristico dei **liquidi** e degli **aeriformi**. Le molecole si trovano in uno stato di agitazione termica e si muovono trasmettendo il calore a tutto l'ambiente in cui si trova il fluido (es. il calorifero riscalda tutto l'ambiente perché l'aria riscaldata tende a salire verso l'alto creando moti convettivi all'interno del locale).

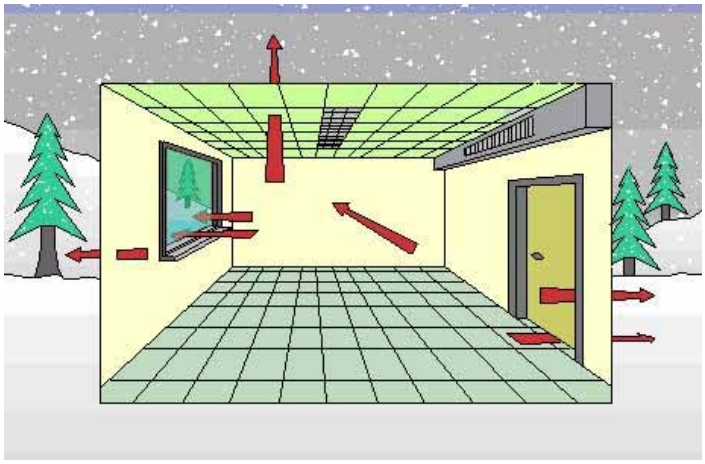


Fig. 2.4: Durante la stagione invernale il calore si disperde dall'interno del locale (livello di temperatura più alto) verso l'esterno (livello di temperatura più basso)

Irraggiamento (Fig. 2.3c)

La trasmissione di calore avviene per mezzo di **onde elettromagnetiche** nella gamma dell'infrarosso (es. filamento incandescente di una lampada).

La trasmissione del calore nei locali da climatizzare

Negli **locali da climatizzare** il **calore** si **trasferisce** naturalmente **da luoghi a temperatura maggiore verso luoghi a temperatura minore**. In un ambiente la trasmissione del calore si manifesta quindi, attraverso la struttura edilizia (fig. 2.4), dall'interno verso l'esterno nel periodo invernale e dall'esterno verso l'interno nel periodo estivo.

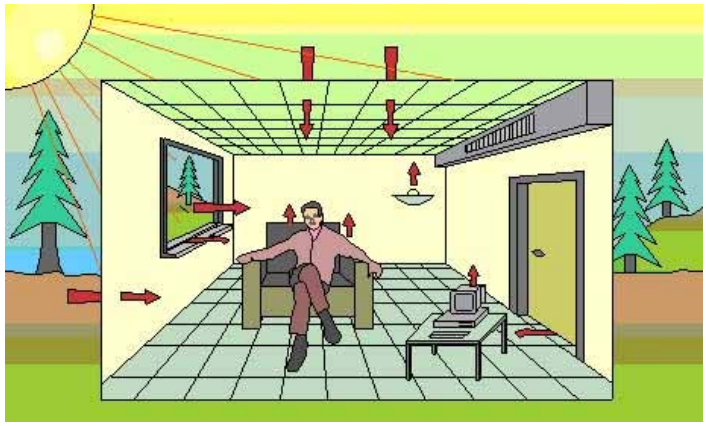


Fig. 2.5: Trasmissione del calore durante il periodo estivo. Il calore si trasferisce dall'esterno verso l'interno del locale

In inverno, dall'interno (livello di temperatura più alto) il calore si disperde verso l'esterno (livello di temperatura più basso) e deve essere compensato dall'impianto di climatizzazione per conservare, come è auspicabile, un livello di temperatura costante nel locale.

In estate viceversa il calore si trasferisce dall'esterno verso l'interno, attraverso le pareti, le finestre e per irraggiamento dei raggi solari (fig. 2.5). A questo devono essere anche sommati eventuali apporti di calore dovuti a sorgenti interne come ad esempio presenza di persone, apparecchi di illuminazione, elettrodomestici, ecc.

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.
Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

3. Calcolo dei carichi termici

La quantità di calore che passa da un corpo più caldo ad uno meno caldo nell'unità di tempo è determinabile per mezzo della seguente relazione (fig. 2.6):

Q = K x S x dT

dove:

Q = Quantità di calore espressa in W

K = Coefficiente di trasmissione termica espresso in W/m^2 °C

S = Superficie di scambio espressa in m^2

dT = Differenza di temperatura espressa in °C

In pratica si può dire che tanto **più è grande la conducibilità termica** K tanto **maggiore** risulta la **quantità di calore trasmessa**. Questa è una grandezza che può assumere diversi valori, rilevabili da apposite tabelle, che dipendono dal tipo e dallo spessore della parete.

Una particolare considerazione va fatta a proposito delle **finestre** che a causa della loro conformazione **lasciano passare il calore** molto più facilmente.

Una finestra può entrare nel calcolo come 3-6 metri quadrati di parete in relazione al tipo di vetro che può essere con camera d'aria o meno. Oltre a questo non bisogna dimenticare che le finestre quando sono esposte direttamente ai raggi solari lasciano passare anche l'energia radiante proveniente dal sole con un contributo che può valere circa 1 kW ogni metro quadrato.

L'orientamento delle finestre (l'esposizione peggiore è quella ovest perché irraggiata per un tempo più lungo e nel periodo della giornata in cui l'intensità dei raggi solari è maggiore) e la **presenza di tende** interne od esterne può diminuire in modo considerevole l'apporto di calore dovuto all'irraggiamento solare.

La quantità di calore che viene trasmessa dipende in proporzionalità diretta anche dalla superficie di contatto: tanto più estesa è la superficie tanto maggiore sarà la quantità di calore che si trasferisce da un corpo ad un altro. Questo parametro è facilmente quantificabile poiché sono note le dimensioni del locale.

La **differenza di temperatura *dT*** che influenza la trasmissione del calore è quella fra la faccia interna ed esterna della struttura e non quella fra la temperatura dell'aria interna e dell'aria esterna.

All'interno la temperatura dell'aria e la faccia della parete possiedono temperature poco diverse fra loro mentre all'esterno l'energia radiante del sole incide direttamente sulla struttura aumentandone, anche in relazione all'esposizione e al colore del rivestimento esterno, notevolmente la temperatura.

Calore originato all'interno del locale

Si è già detto che durante il periodo estivo occorre tener conto anche del carico termico generato all'interno dei locali da climatizzare, causato dalla presenza di persone, apparecchi di illuminazione, apparecchiature elettriche, ecc. Una persona che svolge un lavoro sedentario presenta una temperatura corporea normale di circa 37 °C e si comporta come una sorgente di calore (emesso attraverso la superficie della pelle e la respirazione) che fornisce un contributo di circa 120÷140 W/h.

Oltre a questo occorre considerare i carichi elettrici che trasformano l'energia elettrica assorbita dalla rete in energia termica. In questo caso è sufficiente riferirsi alla somma delle potenze nominali di ciascun apparecchio tenendo conto però anche di un coefficiente di contemporaneità e del tempo di utilizzo.

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.
Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

4. Carico termico per l'aria di rinnovo

Una persona per il proprio benessere ha bisogno di inspirare una certa quantità di aria fresca, possibilmente pulita, corrispondente a circa 0,5 m^3/h, e di espirare contemporaneamente nell'ambiente anidride carbonica.

Negli ambienti abitati sono da tener presenti tutta una serie di inquinanti provenienti da mobili, vestiario, fumi di cottura dei cibi, fumo di tabacco, ecc. che causano cattivi odori e determinano cause di malessere alle persone (fig. 2.7).

Studi condotti negli Stati Uniti hanno messo in evidenza come le principali cause di malessere fossero costituite per un 50% da insufficiente ventilazione con aria fresca e per il 28% da presenza di quantità non tollerabili di inquinanti nell'ambiente abitato (fig. 2.8).

Negli **ambienti residenziali nel periodo invernale** la **legge n° 373** permette un numero di ricambi d'aria non superiori a 0,5 volumi-ambiente/ora con un'eccezione, purché di breve durata, fino a 4-5 volumi ambiente/ora per bagni, cucine e WC privi di aperture.

Nei **locali pubblici** invece la **norma UNI 10339** richiede un ricambio di aria esterna che è funzione della destinazione d'uso, del numero di persone presenti o della superficie in pianta o del volume del locale.

Nel **computo del carico termico** occorre quindi considerare anche il calore perso con l'immissione di aria esterna necessaria per il ricambio (ad esempio l'immissione di un m^3 di aria esterna a 35 °C con il 60% di umidità relativa richiede circa 10 W per mantenere le condizioni ambientali interne a 27 °C con un'umidità relativa del 50%).

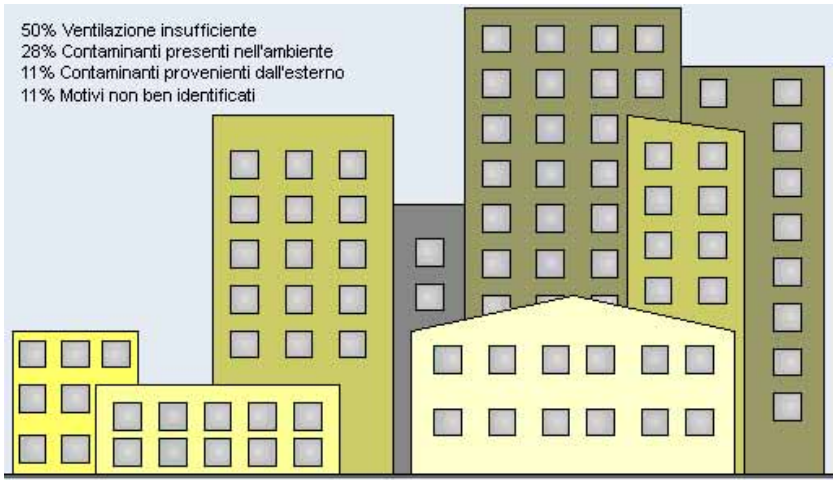


Fig. 2.7: Percentuale dei problemi causa di malessere derivanti dalla cattiva qualità dell'aria

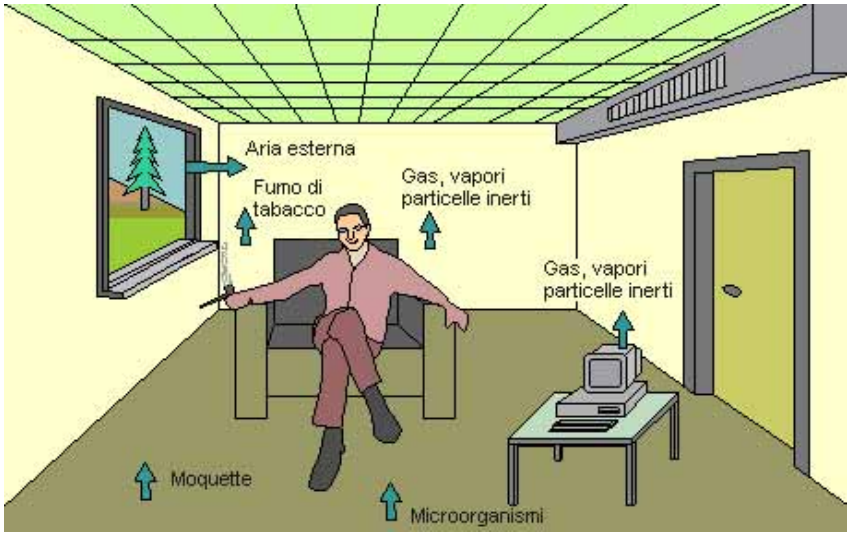


Fig. 2.8: Principali inquinanti dell'aria presenti in un ambiente chiuso

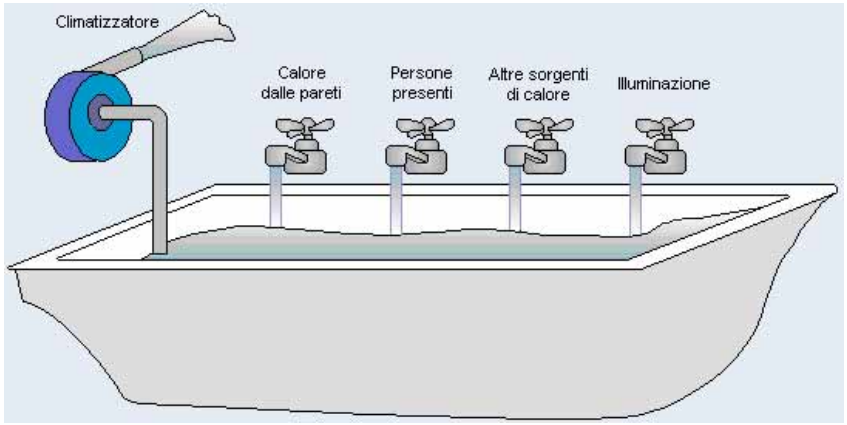


Fig. 2.9: Analogia idraulica del bilancio energetico di un impianto di climatizzazione

In definitiva per calcolare il carico termico totale di un locale basta sommare i contributi dovuti al *carico termico della struttura edilizia, al carico termico interno, e al carico termico per l'aria di ricambio*. Il compito del climatizzatore è quello di mantenere una condizione di equilibrio termico e deve pertanto essere dimensionato in modo che la sua potenza sia almeno uguale o superiore alla somma dei carichi termici così calcolati (fig. 2.9).

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.
Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

5. Esempio di calcolo del carico termico per la scelta della potenza del climatizzatore

Per creare le **migliori condizioni termoigrometriche** un impianto di climatizzazione deve essere in grado di raffreddare e di deumidificare l'ambiente. Nelle grandi strutture dove si presentano specifiche necessita di controllo dell'umidità relativa, bisogna calcolare il carico termico totale tenendo conto sia del carico termico dovuto al calore sensibile sia di quello dovuto al calore latente:

- Il **carico termico sensibile** influisce sulla temperatura dell'ambiente da climatizzare (ad esempio il calore che si trasmette attraverso la struttura, quello prodotto da apparecchi elettrici interni, quello dovuto alla presenza di persone e all'aria di rinnovo);
- Il **carico termico latente** influisce sull'umidità relativa ambiente (respirazione e sudorazione delle persone, aria di rinnovo, sorgenti di umidità interna).

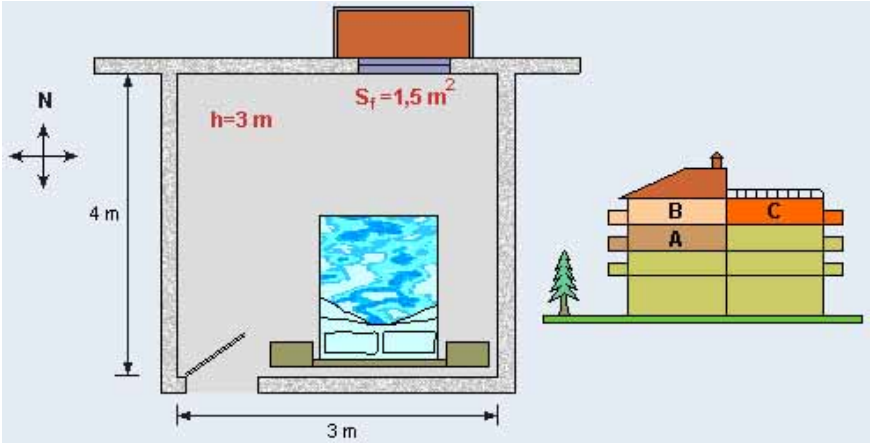


Fig. 2.10 – Dimensioni ed orientamento di una stanza da letto presa ad esempio per il calcolo del carco termico

Negli **ambienti residenziali o commerciali** non è generalmente necessario suddividere il carico termico in sensibile e latente perché nella maggior parte dei casi è sufficiente fare una stima del carico termico totale.

Il **calcolo** deve essere **riferito** alle **condizioni esterne di temperatura e umidità relativa del periodo estivo della zona di installazione** dell'impianto (indicazioni relative alle condizioni termoigrometriche sono fornite dalla norma UNI 10339). Di seguito sono riportati alcuni esempi di calcolo semplificato relativo ad una stanza da letto di un appartamento tipo (fig. 2.10).

Tab. 2.1 - Tabella per la stima del carico termico per la scelta della potenza del climatizzatore

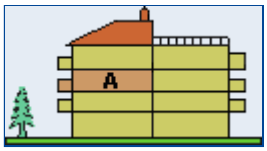
	Descrizione	Dimensioni	Carico termico (Watt)	Carico termico totale (Watt)
A	**Persone presenti**			
	Lavoro sedentario	numero	x140 =	
B	**Finestre o vetrine**			
	Esposte a Nord	m^2	x29=	
	Esposte a Sud sole	m^2	x140=	
	Esposte a Sud ombra	m^2	x58=	
	Esposte a Est sole	m^2	x98=	
	Esposte a Est ombra	m^2	x29=	
	Esposte a Ovest sole	m^2	x210=	
	Esposte a Ovest ombra	m^2	x70=	
C	**Pareti esterne** (detratta la superficie di finestre o vetrine)			
	Esposte a Nord o Est	m^2	x12=	
	Esposte a Sud sole	m^2	x29=	
	Esposte a Sud ombra	m^2	x17=	
	Esposte a Ovest sole	m^2	x35=	
	Esposte a Ovest ombra	m^2	x17=	

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.
Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

D	**Pareti interne**				
	Pareti che si affacciano verso locali non climatizzati	m^2		x9=	
	Soffitti (solo quando il locale superiore non è climatizzato)				
	Sotto locale abitato	m^2		x9=	
	Sotto solaio	m^2		x29=	
	Sotto tetto o terrazza con buon isolamento	m^2		x41=	
	Sotto tetto o terrazza con scarso isolamento	m^2		x93=	
F	**Pavimenti**				
	Pavimento che si affaccia su altro pavimento sottostante non climatizzato	m^2		x12=	
G	**Carico elettrico dovuto ad apparecchi che emettono calore** (lampade, macchine per ufficio, apparecchi elettrici o a gas, ecc..)				
	Tipo di apparecchio	Watt		x1=	

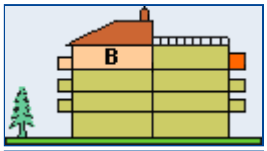
Totale	**A+B+C+D+E+F+G=**	
Condizioni ambientali di riferimento: *temperatura interna 27 °C - umidità relativa 50%* *temperatura esterna 35 °C - umidità relativa 60%*		

Tab. 2.2 – Stanza da letto di appartamento situato in piano intermedio (appartamento A)

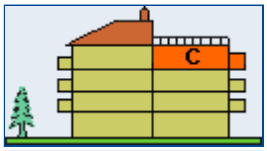
Appartamento A								
Descrizione	**Struttura disperdente**				**Carichi termici interni**		**Carico termico**	
	Dimensioni (m)	**Superficie lorda (m^2)**	**Superficie finestre (m^2)**	**Superficie netta (m^2)**	**Persone presenti (numero)**	**Apparecchi (W)**	**Unitario (W)**	**Totale (W)**
Parete nord	3 x 3	9	-1,5	7,5	---	---	12	7,5 X 12 = 90
Pavimento	4 x 3	12	---	12	---	---	12	12 X 12 = 144
Soffitto	4 x 3	12	---	12	---	---	9	12 X 9 = 108
Finestra Nord	1 x 1,5	---	---	1,5	---	---	129	1,5 X 29 = 43,5
Illuminazione	---	---		---	---	300	31	300 X 1 = 300
Persone - lavoro sedentario	---	---	---	---	2	---	140	2 X 140 = 280
Totale								926,5

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.
Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

Tab. 2.3– Stanza da letto di appartamento situato all'ultimo piano con soffitto rivolto verso sottotetto con buon isolamento (appartamento B)

Appartamento B								
Descrizione	Struttura disperdente				Carichi termici interni		Carico termico	
	Dimensioni (m)	Superficie lorda (m^2)	Superficie finestre (m^2)	Superficie netta (m^2)	Persone presenti (numero)	Apparecchi (W)	Unitario (W)	Totale (W)
Parete nord	3 x 3	9	-1,5	7,5	---	---	12	7, 5X 12 = 90
Pavimento	4 x 3	12	---	12	---	---	12	12 X 12 = 144
Soffitto	4 x 3	12	---		---	---	41	12 X 41 = 492
Finestra Nord	1 x 1,5	---	---	1,5	---	---	129	1,5 X 29 = 43,5
Illuminazione	---	---		---	---	300	31	300 X 1 = 300
Persone - lavoro sedentario	---	---	---	---	2	---	140	2 X 140 = 280
Totale								1349,5

Tab. 2.4 – Stanza da letto di appartamento situato all'ultimo piano con soffitto rivolto verso terrazzo con scarso isolamento (appartamento C)

Appartamento C								
Descrizione	Struttura disperdente				Carichi termici interni		Carico termico	
	Dimensioni (m)	Superficie lorda (m^2)	Superficie finestre (m^2)	Superficie netta (m^2)	Persone presenti (numero)	Apparecchi (W)	Unitario (W)	Totale (W)
Parete nord	3 x 3	9	-1,5	7,5	---	---	12	7,5 X 12 = 90
Pavimento	4 x 3	12	---	12	---	---	12	12 X 12 = 144
Soffitto	4 x 3	12	---	12	---	---	93	12 X 93 = 1116
Finestra Nord	1 x 1,5	---	---	1,5	---	---	129	1,5 X 29 = 43,5
Illuminazione	---	---		---	---	300	31	300 X 1 = 300
Persone - lavoro sedentario	---	---	---	---	2	---	140	2 X 140 = 280
Totale								1973,5

Dai tre esempi emerge ovviamente l'importanza che assume la coibentazione degli edifici: il terzo caso, appartamento C, relativo al locale situato sotto il terrazzo scarsamente isolato, richiede infatti una potenza quasi doppia rispetto a quella prevista per l'appartamento situato in posizione intermedia.

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.
Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

Se rapportiamo i carichi termici al volume del locale che nel caso specifico vale 4x3x3=12 m3 si ottiene:

- Appartamento A - 926,5/36=25,7 W/m^3
- Appartamento B - 1349,5/36=37,4 W/m^3
- Appartamento C - 1973,5/36=54,8 W/m^3

Frequentemente si fornisce come carico termico medio di un locale il valore di 35 W/m3. Dal risultato degli esempi precedenti si può notare che questa stima può essere riferita con una certa approssimazione ad un locale di tipo residenziale ma che potrebbe condurre a grossolani errori di valutazione se utilizzato anche in situazioni atipiche.

Il metodo semplificato proposto deve quindi essere utilizzato con attenzione e non in modo indiscriminato anche in considerazione delle approssimazioni adottate nella valutazione di:

- Coefficiente K delle pareti;
- Coefficiente di esposizione e di colore;
- Carico termico fornito dalle persone (in particolare per quanto riguarda il tipo di attività fisica);
- Condizioni esterne.

Oltre a questo, nella scelta della macchina, occorre tener presente che le potenze nominali sono fornite a condizioni di funzionamento normali e che temperature esterne molto elevate (ad esempio su di un terrazzo esposto al sole) determino una resa notevolmente inferiore (10% e oltre). Da quanto detto si può quindi concludere che è bene scegliere la macchina con una potenza nominale superiore del 15-20% rispetto al valore calcolato.

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.
Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.

6. Principio di funzionamento di un climatizzatore

Il **funzionamento di un climatizzatore** si basa fondamentalmente sul principio di funzionamento di un **sistema frigorifero** a compressione (fig. 2.11). Nel ciclo frigorifero si sfrutta la proprietà di un fluido refrigerante (i fluidi refrigeranti di uso comune portano le sigle riconosciute internazionalmente di R22, R407C e R410A) di assorbire calore quando evapora a temperatura e pressione basse e di cedere il calore assorbito quando condensano a temperatura e pressione alte.

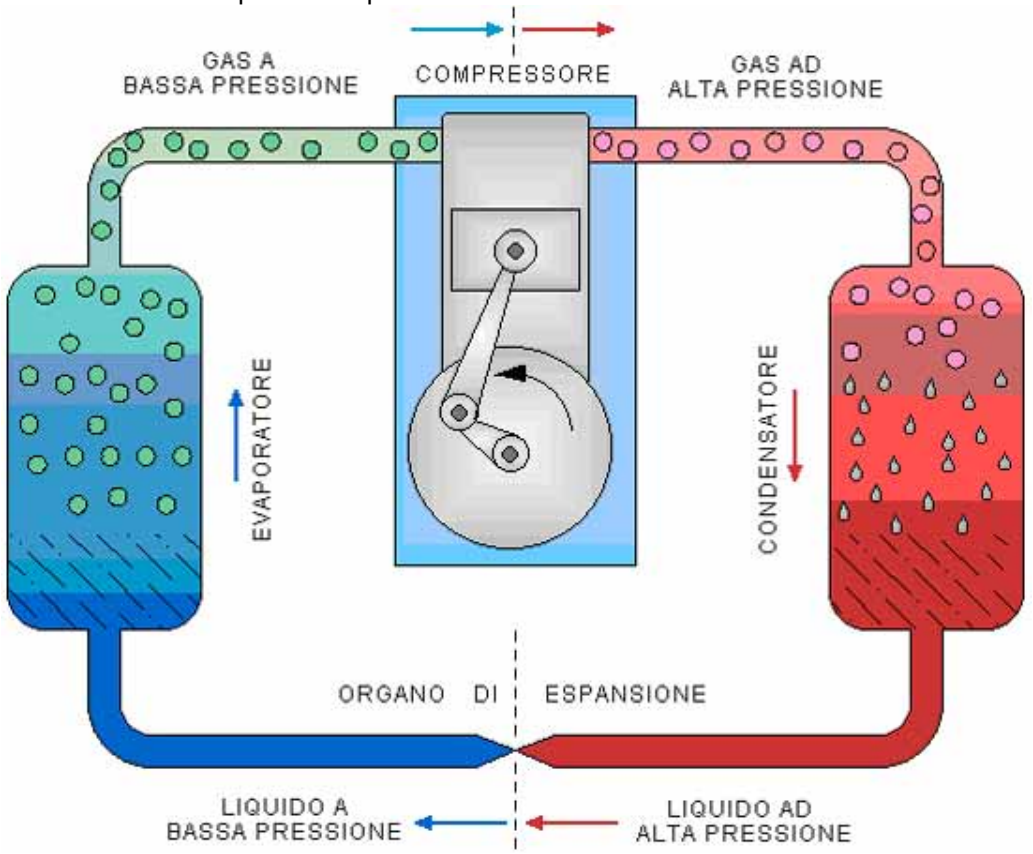


Fig. 2.11: Schema di principio del funzionamento di un climatizzatore

Il **gas refrigerante allo stato liquido** entra nell'evaporatore dove evapora assorbendo calore dall'aria presente nell'ambiente. I tipi di gas refrigerante utilizzati evaporano però, quando si trovano alla pressione atmosferica, ad una temperatura troppo bassa per i nostri scopi (circa -41°C per l'R22, -44°C per l'R407C e -51°C per l'R410A).

Per questo motivo il sistema viene fatto lavorare con il **gas ad una pressione superiore a quella atmosferica** permettendoci, secondo necessità, di elevare la temperatura di evaporazione e di ottimizzare le funzioni richieste al climatizzatore che sono quelle di sottrarre calore e umidità all'aria dell'ambiente. In pratica quando il sistema split opera in raffreddamento la temperatura di evaporazione può essere compresa tra 0°C e +10°C in funzione della temperatura esterna e del tipo di sistema. Il calore accumulato dal fluido nella fase di evaporazione deve essere portato fuori dall'ambiente dal quale è stato prelevato e ceduto all'aria esterna.

Questo può essere ottenuto solo se portiamo il fluido ad una temperatura superiore a quella dell'aria esterna. Del lavoro necessario si occupa lo stesso compressore che, riducendo il volume del gas, ne aumenta la pressione e quindi la temperatura durante la fase di condensazione. Il calore può essere a questo punto ceduto all'esterno per mezzo del condensatore dotato di ventilatore collocato nell'unità esterna. A questo punto il fluido in uscita dal condensatore incontra una strozzatura, cosiddetta capillare, che determina una forte perdita di carico riportando di nuovo il gas refrigerante a bassa pressione e permettendo in tal modo di ricominciare il ciclo.

Le informazioni contenute nel presente documento **sono tutelate dal diritto** d'autore e possono essere usate solo in conformità alle norme vigenti. In particolare Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico si riserva tutti i diritti sulla scheda e su tutti i relativi contenuti.
Il materiale e i contenuti presentati nel documento sono stati attentamente vagliati e analizzati, e sono stati elaborati con la massima cura. In ogni caso errori, inesattezze e omissioni sono possibili. Voltimum Italia s.r.l. a socio Unico declina qualsiasi responsabilità per errori ed omissioni eventualmente presenti nel sito.