

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI CAGLIARI



FACOLTÁ DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA



Laurea in Architettura

DICAAR

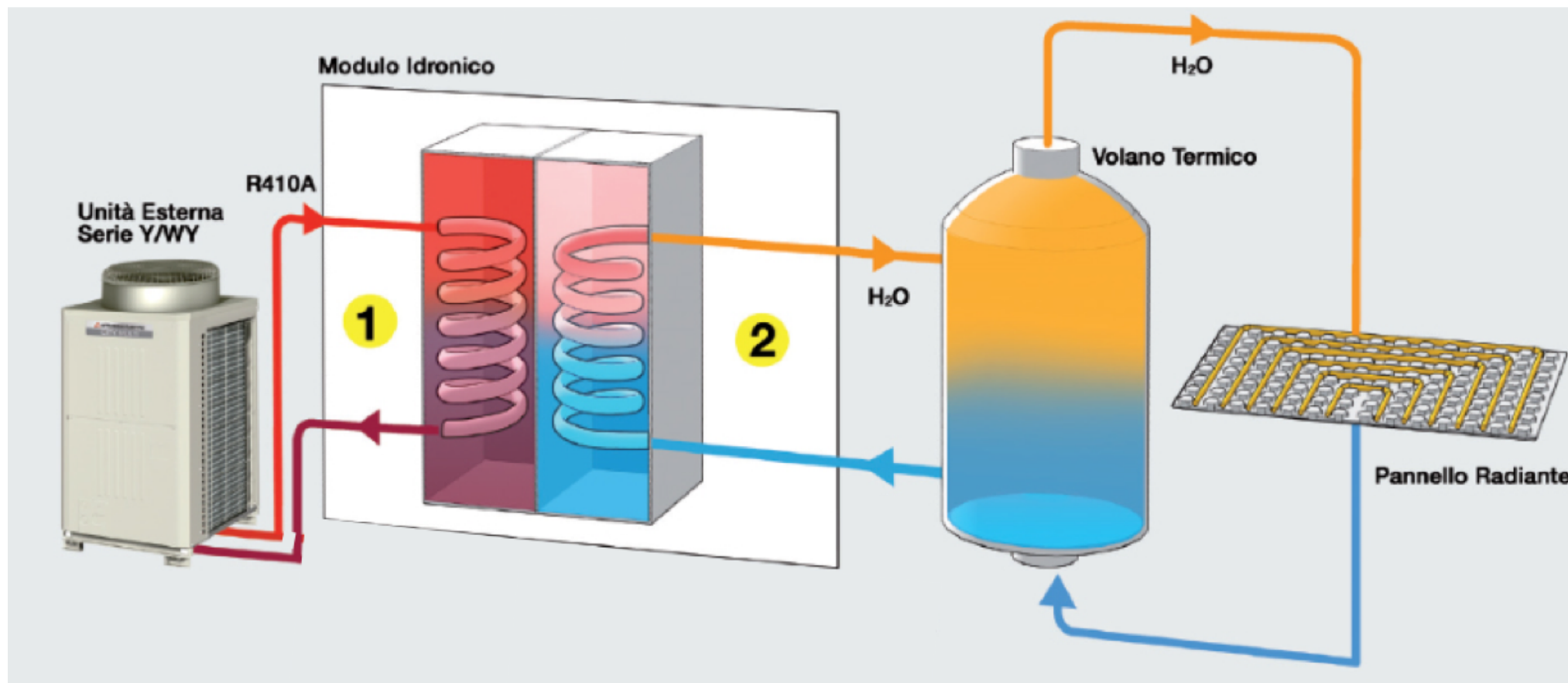
IMPIANTI PER LA SOSTENIBILITA' ENERGETICA DEGLI EDIFICI

A.A. 2018-2019

I fattori di vista secondo la UNI 7726

Docente: ROBERTO RICCIU

Un esempio: Il sistema idronico radiante:



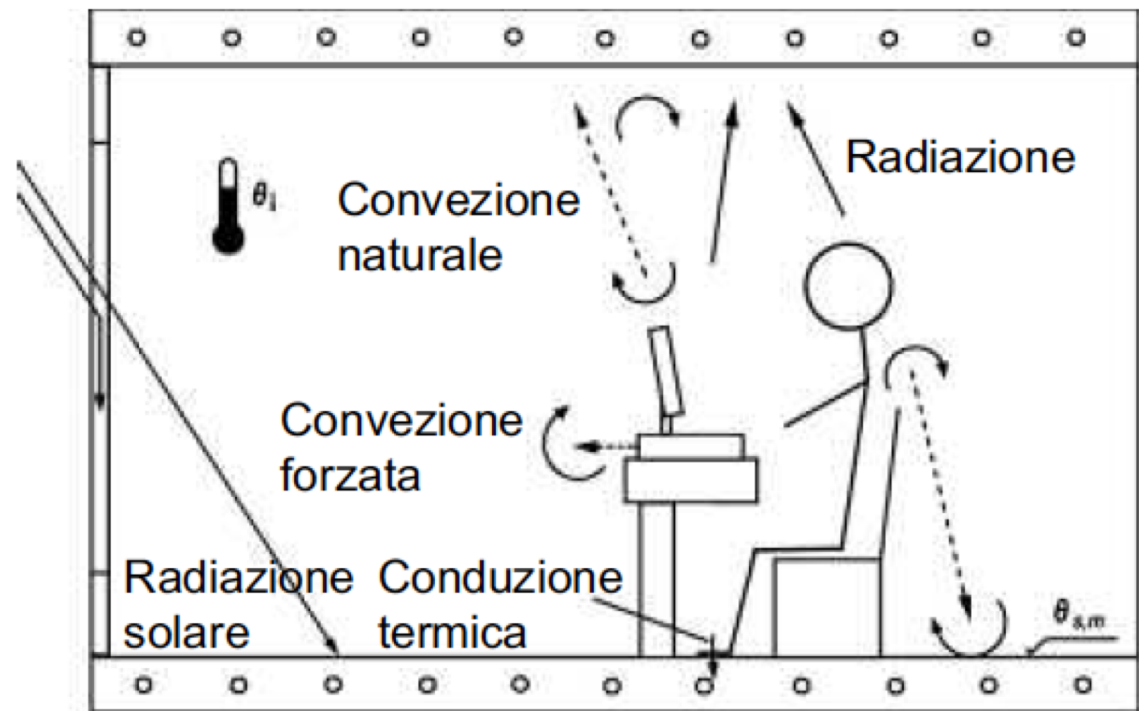
Cosa influenza la capacità di condizionamento di un sistema idronico radiante:

- il coefficiente di scambio termico tra la superficie radiante e l'ambiente circostante (coefficiente di scambio termico "totale" = convezione + irraggiamento),
- la minima e massima temperatura superficiale (basate sui requisiti di comfort),
- «il punto di rugiada dell'ambiente»,
- lo scambio termico tra la serpentina e la superficie radiante,
- l'emissività della superficie radiante e **i fattori di vista** tra le superfici, e tra le superfici e gli occupanti.

TRASMISSIONE DEL CALORE

Sono tre i meccanismi fisici che descrivono la trasmissione del calore:

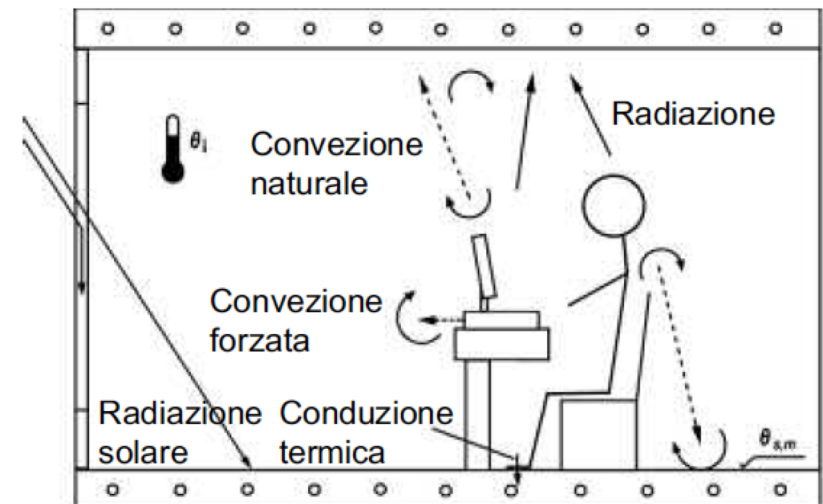
- conduzione;
- convezione;
- irraggiamento.



Modello di bilancio termico in un locale con sistema di riscaldamento /raffrescamento radiante

Il flusso di calore per **conduzione** ha luogo nei corpi solidi e la sua entità è influenzata dalle proprietà termofisiche del materiale.

I flussi di calore attraverso muri, soffitti o le scarpe di una persona rappresentano tipici esempi (in figura). La conduzione ha una influenza diretta sul flusso termico tra la superficie del pavimento e il piede della persona, mentre l'aria ambiente non ne è direttamente influenzata.



Un importante meccanismo conduttivo ha luogo tra i tubi ove fluisce l'acqua e la superficie radiante nel locale.

Questo flusso conduttivo è influenzato principalmente da tipo di tubo (diametro, spessore materiale), distanza tra i tubi e resistenza del materiale interposto tra tubo e superficie.

La **convezione** di calore ha sede tra aria e superfici. Essa può essere libera o forzata. Differenze di temperatura o di densità sono i motori della convezione naturale.

Esempi tipici sono il flusso di aria fresca nei pressi di una vetrata fredda, o il moto di aria calda ascendente dal corpo umano (pennacchio termico).

In convezione forzata l'aria lambisce a elevata velocità la superficie, come ad esempio l'aria movimentata da un ventilatore o da un condizionatore.

Il flusso termico convettivo coinvolge direttamente l'aria e quindi, direttamente, ne influenza la temperatura.

L'**irraggiamento** è il meccanismo di scambio termico che si manifesta attraverso un flusso di onde elettromagnetiche (nel range tra 0,8 - 400 μm) tra due superfici a diversa temperatura.

Le onde elettromagnetiche si propagano anche nel vuoto alla velocità della luce.

La radiazione ad elevata lunghezza d'onda riscalda le superfici circostanti come l'arredo o le altre pareti, le quali "indirettamente" riscaldano l'aria.

Lo scambio termico radiativo che ha luogo tra due superfici interne è fortemente influenzato dal **fattore di vista** tra la i-esima (superficie emettente) e la j-esima superficie (persona), nonché dalla emissività delle superfici stesse.

La forma caratteristica dello spettro di emissione dipende dalla lunghezza d'onda e quindi dalla frequenza.

La radiazione ad alta lunghezza d'onda, come l'infrarosso e la radiazione termica tra superfici interne, si manifesta nel range 0,8 - 100 μm .

La bassa lunghezza d'onda come la radiazione solare si manifesta tra 0,3 - 3,0 μm mentre la luce tra 0,4 - 0,7 μm .

La predisposizione allo scambio radiativo delle superfici varia con la lunghezza d'onda.

Dal punto di vista teorico, l'emissività di una superficie (ε) può essere espressa:

Il rapporto tra il flusso radiante totale emesso (q) rispetto a quello totale di un corpo nero (q_0).

L'emissività di una superficie varia tra 0 - 1, dove 1 corrisponde alla emissività di un corpo nero.

$$\varepsilon = \frac{q}{q_0}$$

Le superfici emettenti comuni possono raggiungere emissività di **0,95**, corrispondente alla radiazione ad alta lunghezza d'onda tra superfici interne.

Questo valore non può essere applicato a superfici metalliche che presentano valori di emissività più bassi.

Altro fattore che influenza significativamente la radiazione a bassa lunghezza d'onda è il **colore** della superficie.

Esempi:

- radiazione solare
- sorgenti luminose a bassa lunghezza d'onda:

ciò può essere utilizzato favorevolmente per azioni di isolamento passivo.

Al fine di diminuire lo scambio termico radiativo, alcuni accorgimenti sono di particolare utilità.

- Il rivestimento metallico applicato a soffitti o superfici laterali, grazie ai processi di riflessione della radiazione, può incrementare l'azione raffrescante di una superficie radiante, creando una sensazione di benessere ambientale riducendo la domanda energetica.

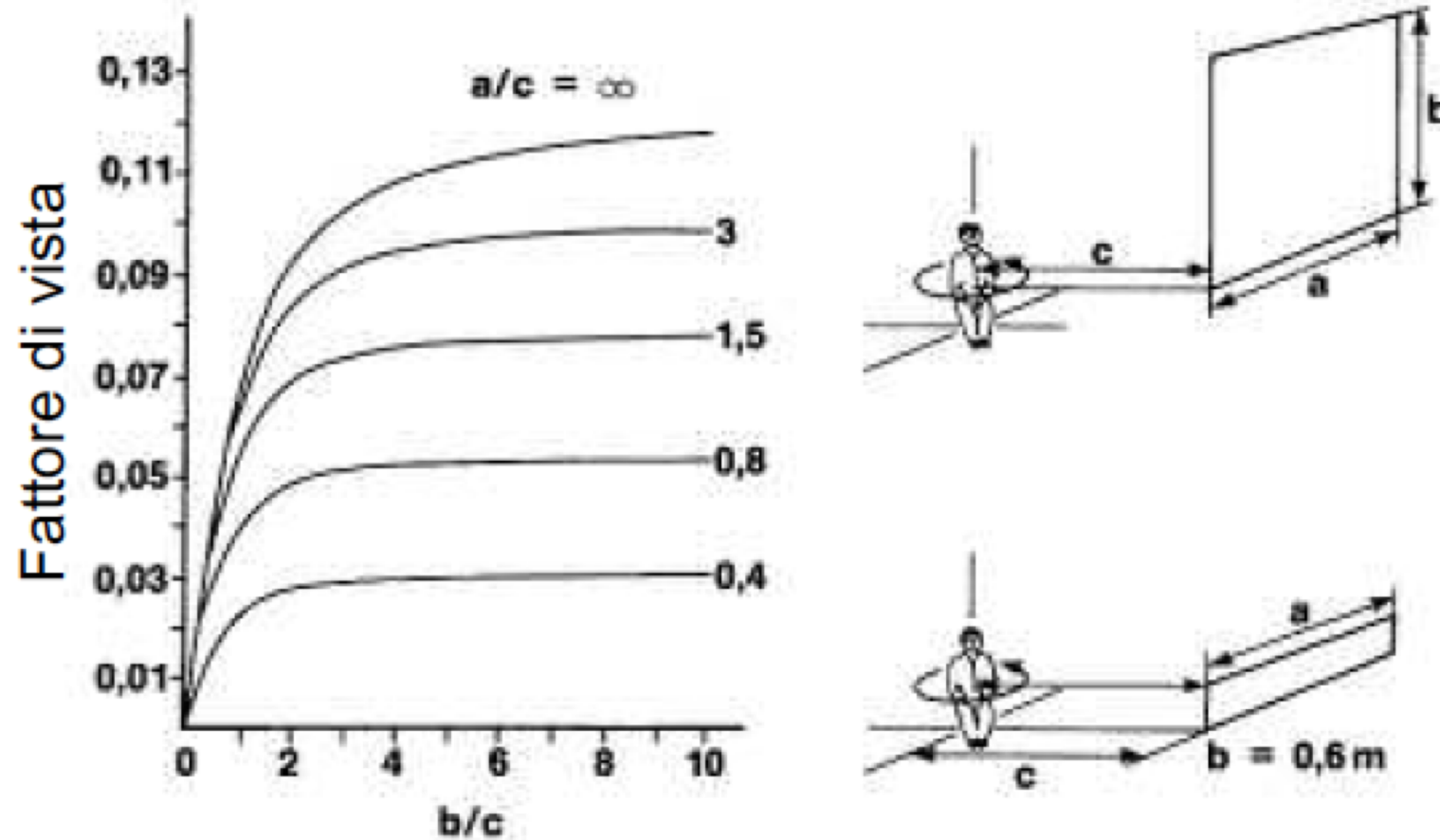
Questa applicazione è nota con il termine inglese “in ice-rinks”.

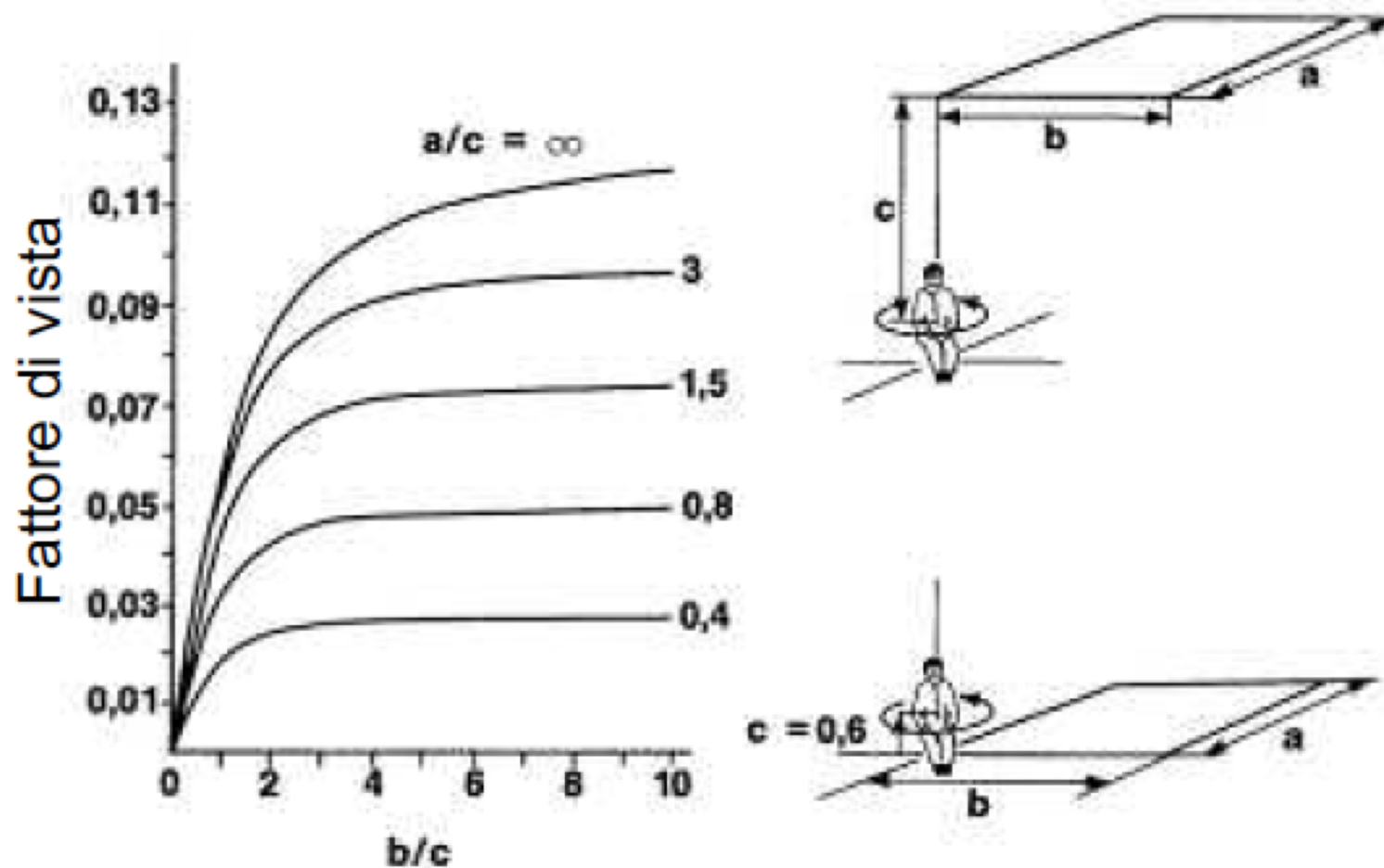
Fattori di vista (UNI 7726)

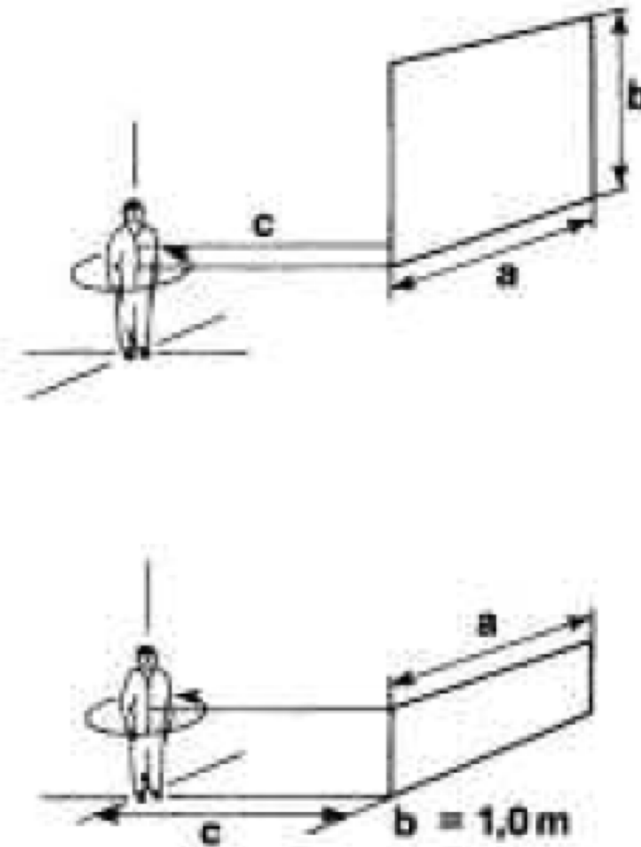
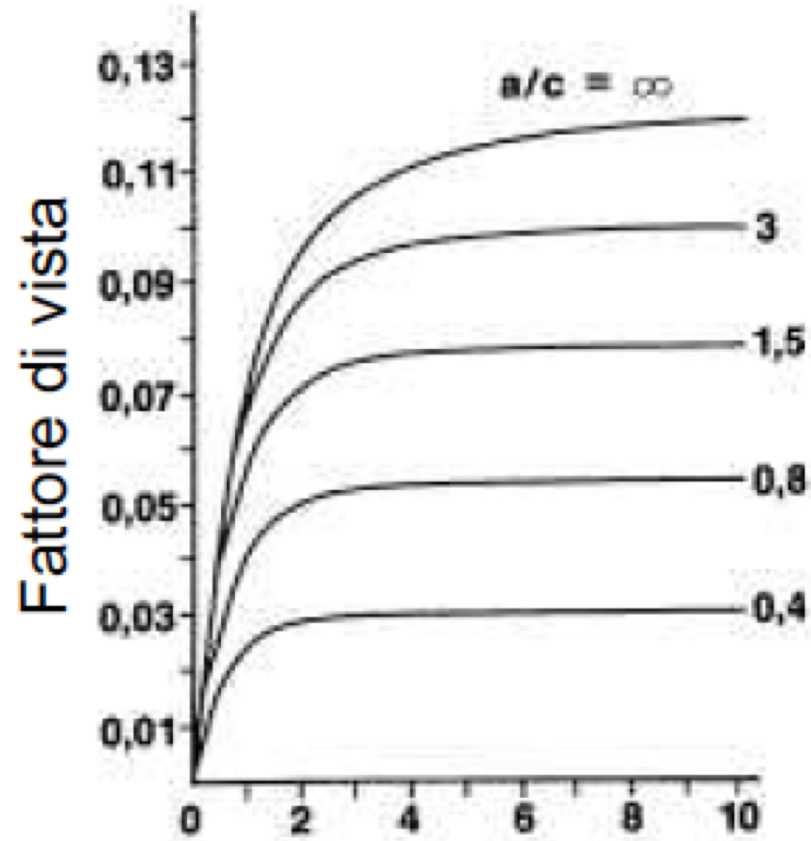
I fattori di vista stabiliscono la correlazione tra forma geometrica, dimensione (area) e distanza tra due oggetti (per esempio persona e superficie della stanza).

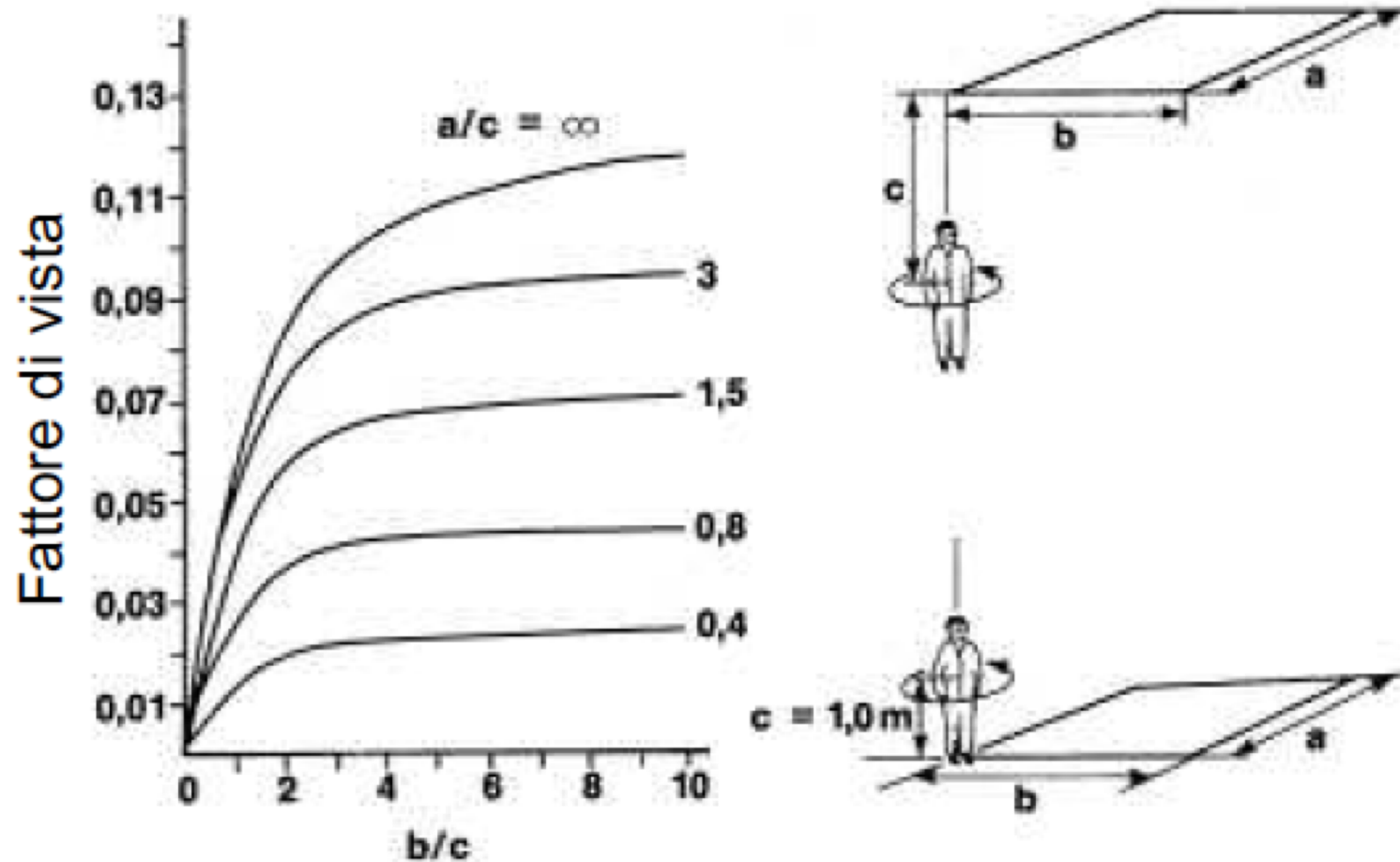
La somma tra i fattori di vista tra la persona e le superfici di una stanza è pari a 1.

Il fattore di vista tra una persona in piedi o seduta e le superfici può essere ricavato da diagrammi (figure 2.2, 2.3, EN ISO 7726 [C17]) o calcolato sulla base delle equazioni 2.2, 2.3 e 2.4.









Fattore di vista (EN ISO 7726):

$$(2.2) \quad F_{p-N} = F_{\max} \left(1 - e^{-(a/c)/\tau} \right) \left(1 - e^{-(h/c)/\gamma} \right)$$

$$(2.3) \quad \tau = A + B(a/c)$$

$$(2.4) \quad \gamma = C + D(b/c) + E(a/c)$$

Tabella 2.1. Coefficienti dell'equazione per il calcolo dei fattori di vista [C17]

	F_{max}	A	B	C	D	E
PERSONA SEDUTA , Figura 2.2a Superficie verticale: parete, finestra	0,118	1,216	0,169	0,717	0,087	0,052
PERSONA SEDUTA , Figura 2.2b Superficie orizzontale: pavimento, soffitto	0,116	1,396	0,130	0,951	0,080	0,055
PERSONA IN PIEDI , Figura 2.3a Superficie verticale: parete, finestra	0,120	1.242	0,167	0,616	0,082	0,051
PERSONA IN PIEDI , Figura 2.3b Superficie orizzontale: pavimento, soffitto	0,116	1.595	0,128	1.226	0,046	0,044

La Temperatura media radiante

t_n = temperatura della n-esima superficie radiante in Kelvin

$$t_{mr} \cong \sum_n t_n F_{p,n} = t_1 F_{p,1} + t_2 F_{p,2} + \dots + t_N F_{p,N}$$

$F_{p,n}$ = *fattore angolare tra la superficie di misura e la n-esima superficie*

N = numero di superfici radianti dell'ambiente

Non essendo nota la direzione con cui la persona “vede” la superficie,

direzione che spesso cambia, è raccomandato l’uso dei diagrammi omni-direzionali.

La posizione della persona influenza la **temperatura media radiante** e quindi quella **operativa**.

$$t_o = A \cdot t_a + (1-A) \cdot \bar{T}_r$$

con:

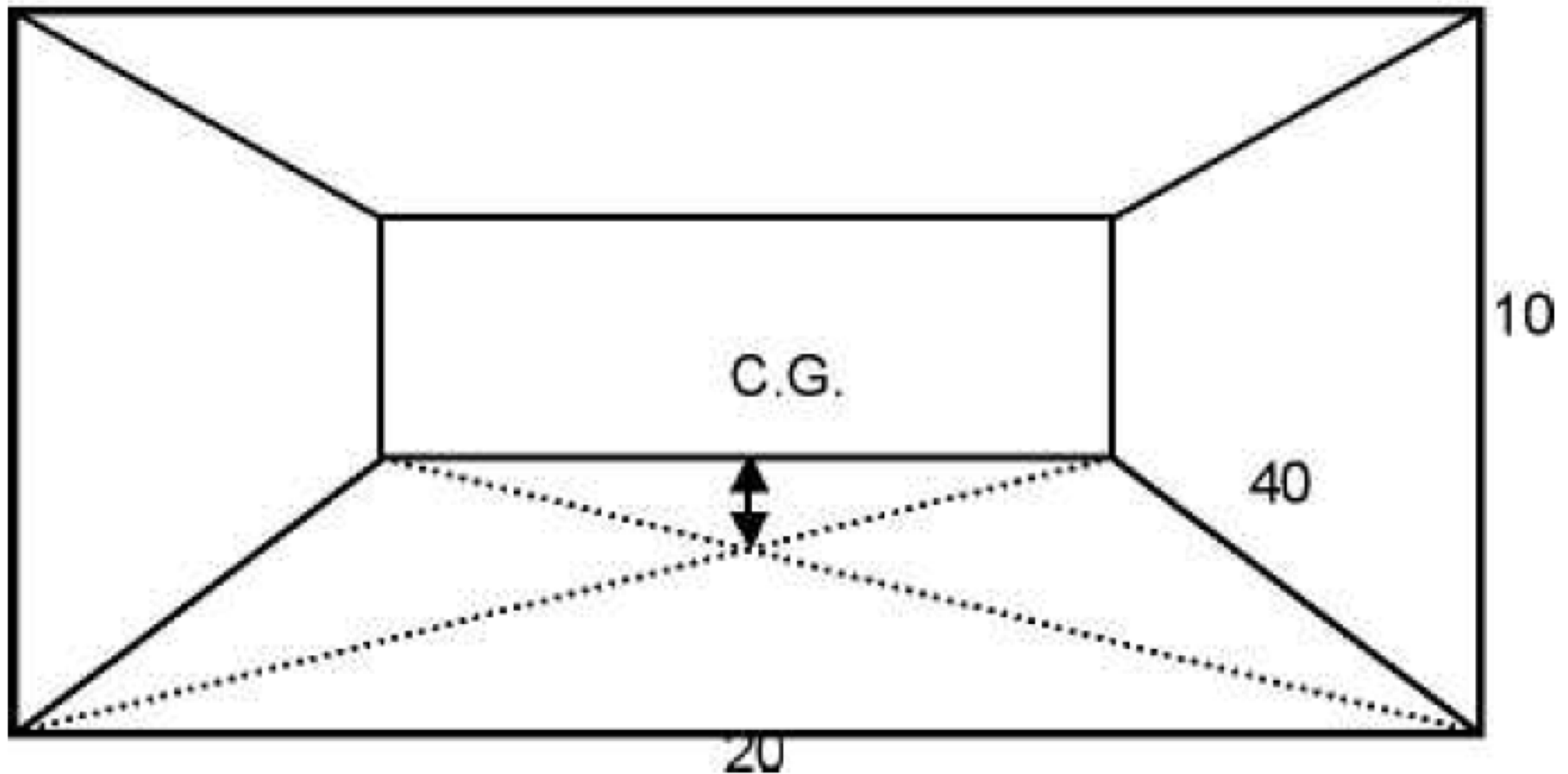
v_{ar}	<0.2	0.2 - 0.6	0.6 - 1.0
A	0.5	0.6	0.7

L’equazione è tratta dalla norma UNI-EN-ISO 7730.

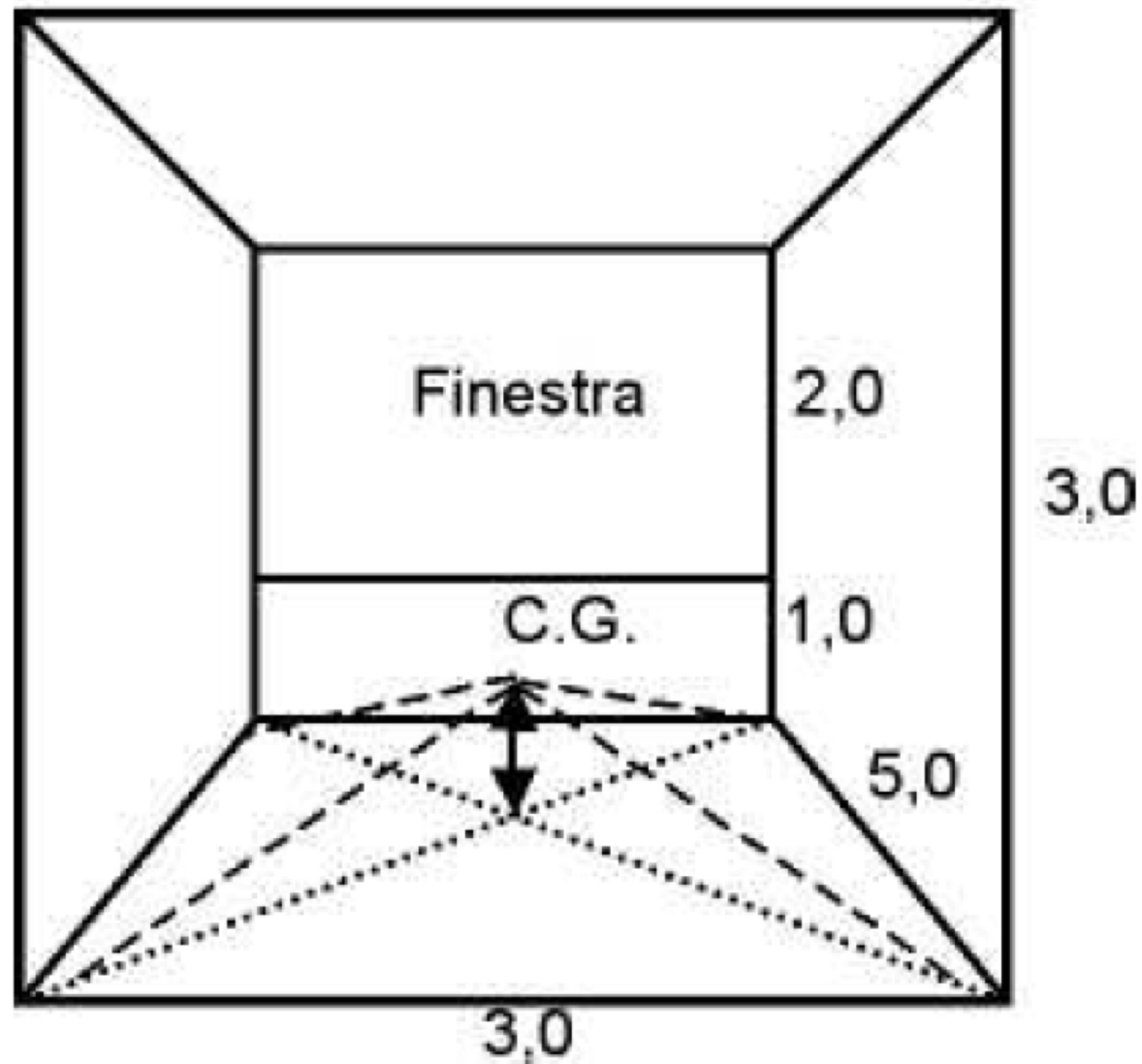
Il centro di una persona **seduta** è **0,6 m** (**1,0 m** se **in piedi**) dal pavimento, mentre ovviamente varia nel caso del soffitto (per una persona seduta 2,4 m in una stanza di 3,0 m di altezza).

Nei confronti della persona, il pavimento presenta normalmente il fattore di vista maggiore rispetto alle altre superfici (pareti, finestre, soffitto).

Locale Industriale



Locale ufficio



Risultati dei fattori di vista

Per una persona al centro di un ufficio, il fattore di vista con il pavimento è 0,32 se seduta e 0,24 se in piedi.

In un ambiente industriale è 0,48 sia seduta che in piedi in quanto la differenza di quota tra le due posizioni è trascurabile rispetto all'altezza dell'ambiente e alle sue dimensioni.

Principi di scambio termico radiativo: Fattori di vista

Superficie	Fattore di vista F_{p-N}			
	Locale ufficio		Locale industriale	
	Seduto	In piedi	Seduto	In piedi
Pavimento	0,32	0,24	0,48	0,48
Soffitto	0,12	0,12	0,22	0,22
Parete (di fronte)	0,03	0,04	0,03	0,03
Finestra	0,06	0,06	-	-
Parete (dietro)	0,09	0,10	0,03	0,03
Parete (lato destro)	0,19	0,22	0,12	0,12
Parete (lato sinistro)	0,19	0,22	0,12	0,12