

# Esercitazione sull'utilizzo del software CENED

## Calcolo del fabbisogno energetico di un edificio esistente

### 1 Dati contesto climatico

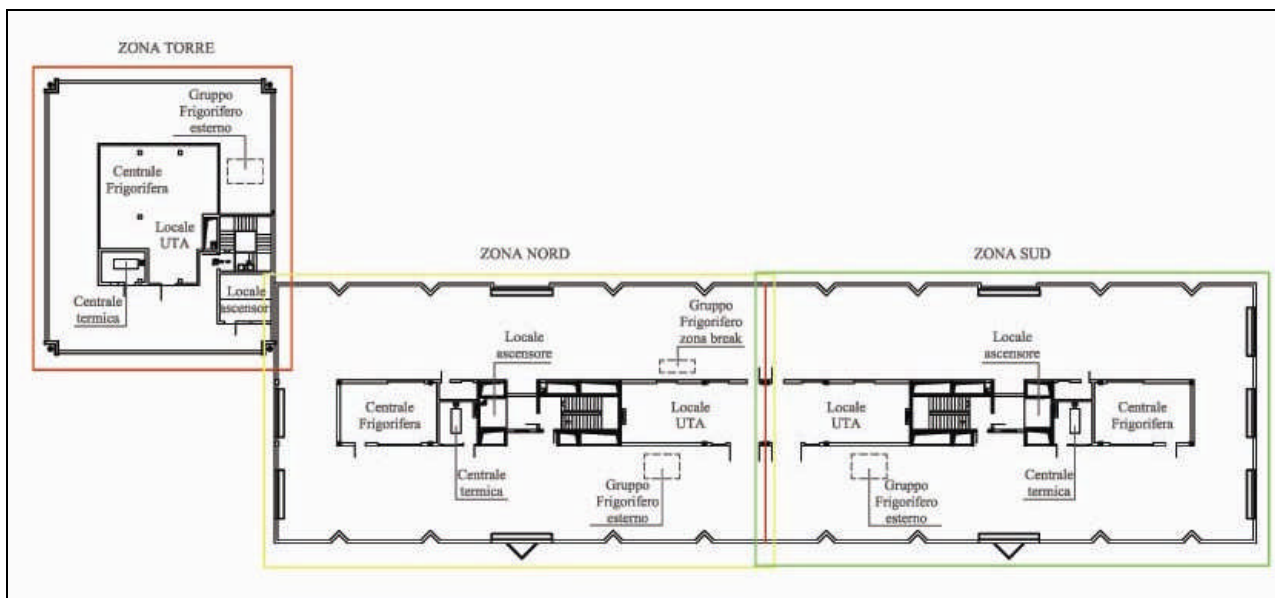
- Località: Milano.
- Contesto: l'edificio non presenta ombre riportate dagli edifici circostanti.

### 2 Dati dell'edificio

- Anno di costruzione: 1998
- Nessuna ristrutturazione eseguita negli anni precedenti.
- Tipologia di struttura: struttura mista in C.A. e muratura.
- Altezza netta dei locali: 3,25 metri.
- Destinazione d'uso: uffici.
- Vani di distribuzione verticali non climatizzati.
- Si ipotizza che il solaio di base dell'edificio sia a contatto con il terreno.

L'edificio in oggetto è asservito da 3 diversi impianti di climatizzazione descritti al punto 4.

Nella seguente immagine viene riportata l'ubicazione delle unità centrali dell'impianto, collocate in appositi vani tecnici predisposti sulla copertura dell'edificio.



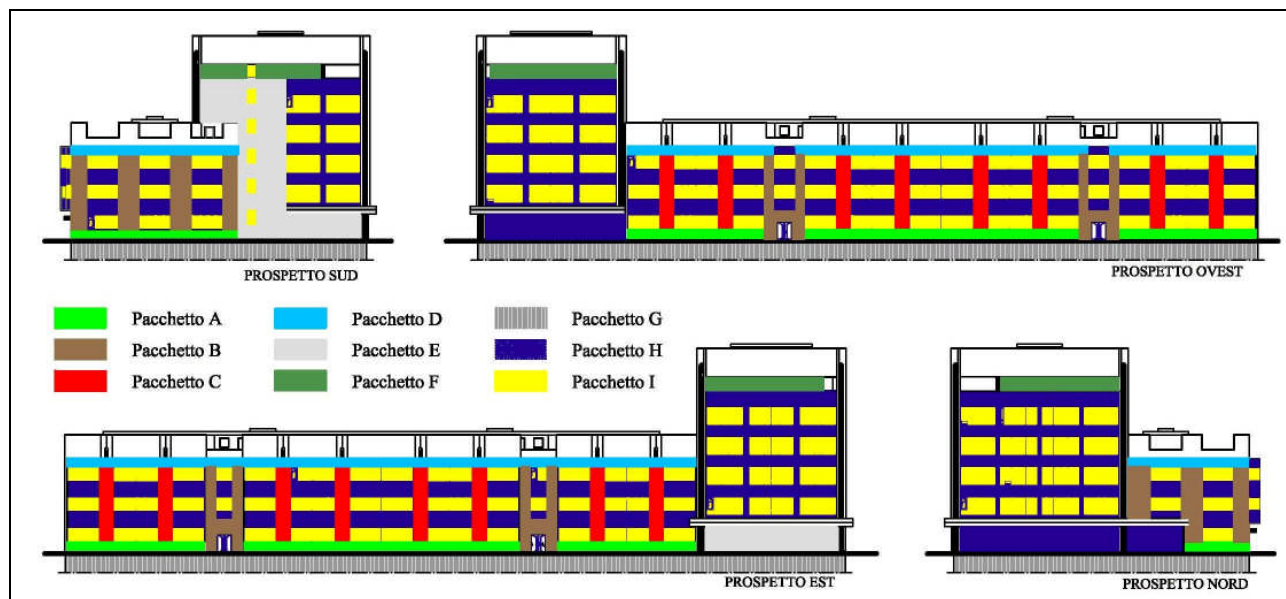
**Figura 1** Individuazione delle unità centrali dell'impianto per ogni zona

Al fine della presente esercitazione si richiede di effettuare la certificazione energetica del corpo contrassegnato come ZONA SUD.

Si trascurino gli elementi triangolari rientranti e aggettanti.

### 3 Pacchetti tecnologici d'involucro

Nell'immagine riportata di seguito viene raffigurata la posizione dei pacchetti tecnologici dell'involucro successivamente descritti.



**Figura 2** Individuazione della posizione dei pacchetti tecnologici d'involucro

Le caratteristiche termofisiche riportate sono state desunte dalla descrizione dei materiali fornita dalla committenza e dai carotaggi effettuati durante uno dei sopralluoghi in loco.

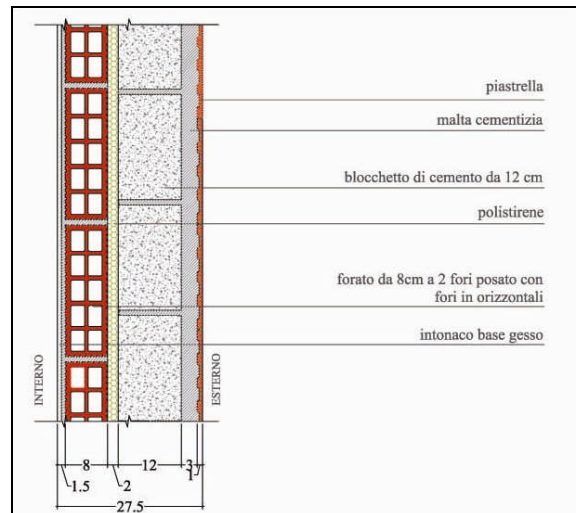
Per i valori di conduttività assunti si è fatto riferimento alle norme UNI 10351/94, UNI 10355/94 ed alla monografia: "Consiglio nazionale delle ricerche. Repertorio delle caratteristiche termofisiche dei componenti edilizi opachi e trasparenti: Appendice 2 alla 'Guida al controllo energetico della progettazione elaborata dal sottoprogetto. Risparmio di energia nel riscaldamento degli edifici (RERE)' del 'Progetto finalizzato energetica del CNR/Consiglio nazionale delle ricerche' - Roma: CNR: PEG, 1982".

I diversi pacchetti tecnologici costituenti l'involucro possono essere classificati come descritto di seguito; si tenga presente che le stratigrafie vengono illustrate partendo dal materiale più esterno verso quello più interno.

#### 1) Pacchetto tecnologico A

Strato	Spessore (m)	Conduttività, $\lambda$ (W/mK)
Piastrelle in cotto	0,01	0,2
Malta cementizia	0,03	0,7
Blocchetto di cemento	0,12	0,7
Isolante in polistirene	0,02	0,037
Forato a doppia camera con fori in orizzontale	0,08	0,36
Intonaco base gesso	0,02	0,35

**Tabella 1** Caratteristiche pacchetto tecnologico A: involucro opaco piano terra, corpo basso

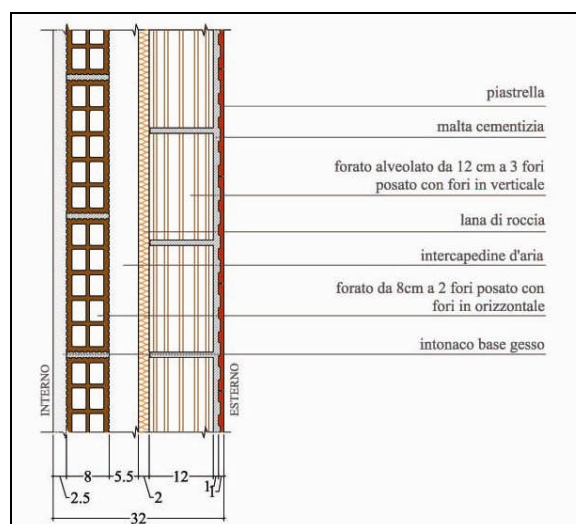


**Figura 3** Pacchetto tecnologico A: involucro opaco piano terra, corpo basso

## 2) Pacchetto tecnologico B

Strato	Spessore (m)	Conduttività, $\lambda$ (W/mK)
Piastrelle in cotto	0,01	0,2
Malta cementizia	0,01	0,7
Forato alveolato a 3 camere con fori in verticale	0,12	0,3
Isolante in lana di roccia	0,02	0,037
Intercapedine d'aria	0,055	0,35
Forato a doppia camera con fori in orizzontale	0,08	0,37
Intonaco base gesso	0,025	0,35

**Tabella 2** Caratteristiche pacchetto tecnologico B: involucro opaco, corpo basso

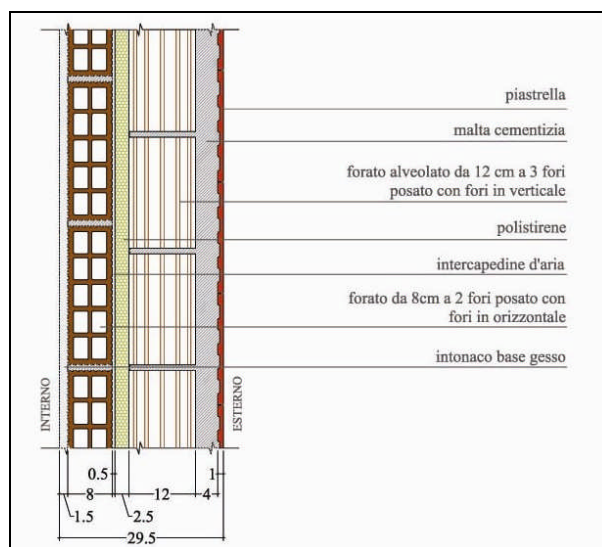


**Figura 4** Pacchetto tecnologico B: involucro opaco, corpo basso

### 3) Pacchetto tecnologico C

Strato	Spessore (m)	Conduttività, $\lambda$ (W/mK)
Piastrelle in cotto	0,01	0,2
Malta cementizia	0,04	0,7
Forato alveolato a 3 camere con fori in verticale	0,12	0,3
Isolante in polistirene	0,025	0,037
Intercapedine d'aria	0,005	0,35
Forato a doppia camera con fori in orizzontale	0,08	0,36
Intonaco base gesso	0,02	0,35

**Tabella 3** Caratteristiche pacchetto tecnologico C: incavi ricavati in facciata per l'alloggiamento dei pluviali

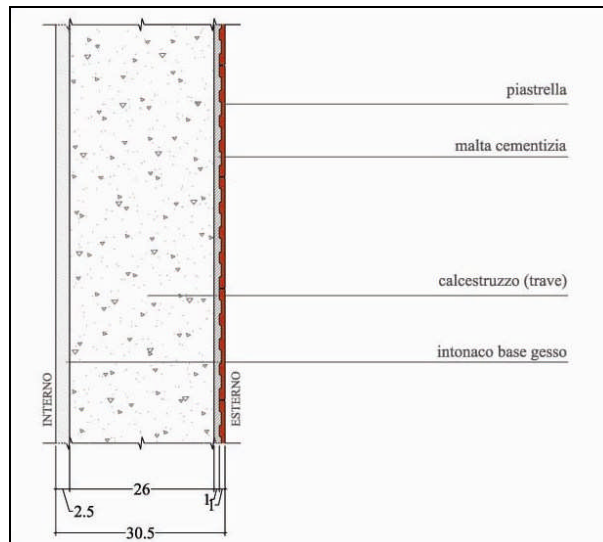


**Figura 5** Pacchetto tecnologico C: incavi ricavati in facciata per l'alloggiamento dei pluviali

### 4) Pacchetto tecnologico D

Strato	Spessore (m)	Conduttività, $\lambda$ (W/mK)
Piastrelle in cotto	0,01	0,2
Malta cementizia	0,01	0,7
Calcestruzzo armato	0,26	1,49
Intonaco base gesso	0,025	0,35

**Tabella 4** Caratteristiche pacchetto tecnologico D: involucro opaco terzo piano del corpo basso e quinto piano del corpo a torre

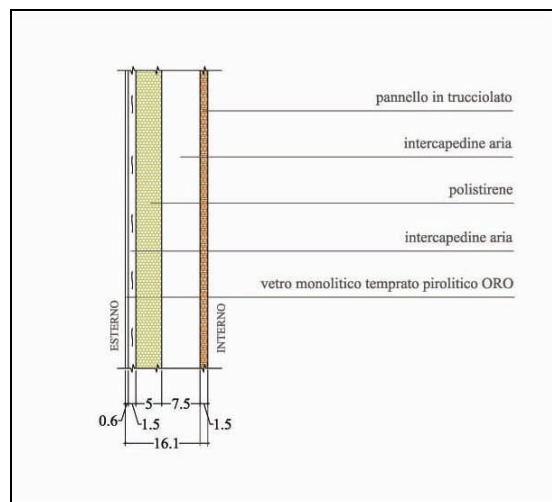


**Figura 6** Pacchetto tecnologico D: involucro opaco terzo piano del corpo basso e quinto piano del corpo a torre

#### 5) Pacchetto tecnologico H

Strato	Spessore (m)	Conduttività, $\lambda$ (W/mK)
Vetro	0,006	5,7
Intercapedine d'aria ventilata	0,015	0,18
Isolante in polistirene espanso	0,05	0,037
Intercapedine d'aria	0,075	0,35
Pannello in trucciolato	0,018	0,15

**Tabella 5** Caratteristiche pacchetto d'involucro H: elemento spandrel



**Figura 7** Pacchetto tecnologico H: elemento spandrel

#### 6) Pacchetto tecnologico I

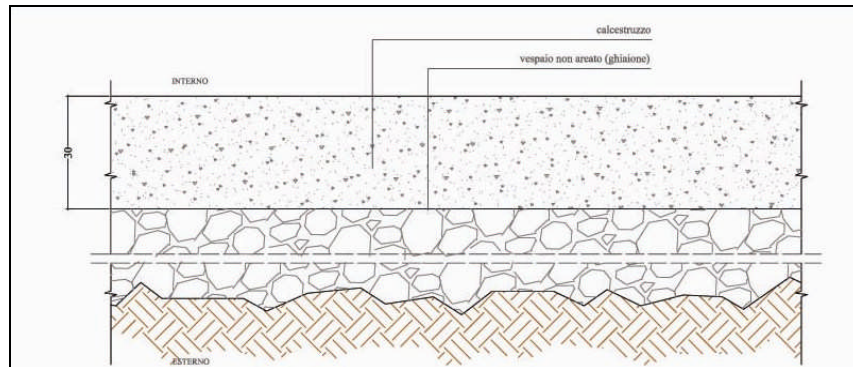
Si considerano serramenti con telaio in alluminio a taglio termico di larghezza pari a 35 mm ed elemento trasparente in doppio vetro. Il distanziatore dei vetri è in materiale metallico.

Si tenga presente che le misure riportate sui prospetti sono relative alle dimensioni lorde (vetro+telaio) dei serramenti.

## 7) Pacchetto tecnologico L

Strato	Spessore (m)	Conduttività, $\lambda$ (W/mK)
Vespaio non areato (ghiaione)	0,50	0,7
Cemento armato	0,30	1,49
Pavimentazione	0,01	0,4

**Tabella 6** Caratteristiche pacchetto tecnologico L: solaio a terra

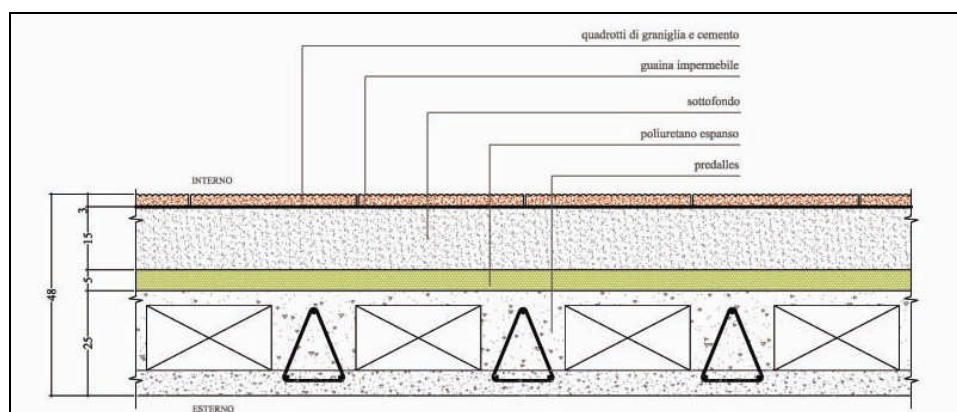


**Figura 8** Pacchetto tecnologico L: solaio a terra

## 8) Pacchetto tecnologico M

Strato	Spessore (m)	Conduttività, $\lambda$ (W/mK)
Quadrotti in graniglia di cemento	0,03	1,16
Massetto in calcestruzzo	0,15	0,9
Isolante in poliuretano espanso	0,05	0,037
Solaio in predalles	0,25	0,7

**Tabella 7** Caratteristiche pacchetto tecnologico M: copertura piana



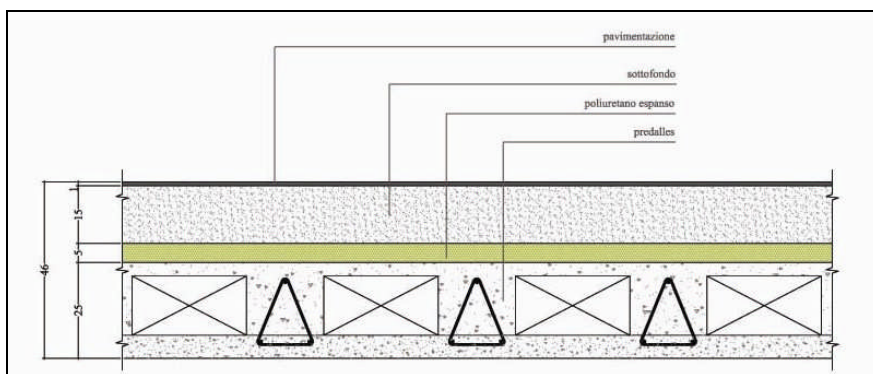
**Figura 9** Pacchetto tecnologico M: copertura piana

## 9) Pacchetto tecnologico N

Strato	Spessore (m)	Conduttività, $\lambda$ (W/mK)
Pavimentazione	0,01	0,4
Massetto in calcestruzzo	0,15	0,7
Isolante in poliuretano espanso	0,05	0,029
Solaio in predalles	0,25	0,6

**Tabella 8** Caratteristiche pacchetto tecnologico N: solaio intermedio





**Figura 10** Pacchetto tecnologico N: solaio intermedio

Si considera che le pareti che delimitano i vani scala ed ascensore abbiano uno spessore pari a 25 cm ed una trasmittanza pari a  $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ .

## 4 Dati impianti

### 4.1 Impianto di generazione

Tutte le caldaie sono ad acqua calda, con temperatura di esercizio sino a  $90^\circ\text{C}$  e di tipo gemellare, ovvero costituite da due bruciatori per ogni corpo caldaia. Per il dimensionamento dell'impianto il valore di progetto della temperatura di alimentazione in caldaia è posta pari a  $65^\circ\text{C}$ .

#### 4.1.1 Caldaia

Questa macchina è composta da due focolari sovrapposti in acciaio, dotati di bruciatori per complessivi 4 regimi di fiamma. I bruciatori sono del tipo ad aria soffiata alimentati con chiusura all'aria comburente all'arresto, a gas metano, e la loro testa di combustione lavora in miscelazione costante. Tali macchine non sono del tipo modulante, funzione che consentirebbe di operare in modo continuo tra il valore minimo ed il 100% della potenza. Non è stata riscontrata inoltre la presenza di una sonda che attesti la possibilità di funzionare secondo una logica a temperatura scorrevole, ovvero la possibilità di regolare la temperatura di mandata del fluido caldo in funzione della temperatura esterna. La circolazione di acqua in caldaia risulta quindi permanente.

#### Elenco caratteristiche

Marca: ECOFLAM

Modello: DUOMAX 420 HT 4F EL/MET

Anno di fabbricazione: 1997

Portata termica al focolare: 485 kW (max.)

Potenza: 440 kW (max.)

Potenza elettrica: 1,5 kW

Potenza elettrica delle pompe interne: 0,5 kW

Alimentazione: 230 V trifase

### 4.2 Impianto di distribuzione, regolazione ed emissione

#### 4.2.1 Fan coil

L'apparecchio è un ventilconvettore universale con modalità di funzionamento silenziosa, adatto per installazione a pavimento. Il corpo macchina è costituito da un mobile metallico di protezione con verniciatura a poliestere anticorrosione.

Ad ogni generatore di calore sono collegati 100 terminali fan-coil con le seguenti caratteristiche:

Elenco caratteristiche

Marca: AERMEC

Modello: FCX U 32

Anno di fabbricazione: np

Potenza termica: 4,975 kW(max.); 4,085 kW (med.); 3,38 kW (min.)

Numero ventilatori: 2

Potenza elettrica: 44 W

Corrente massima assorbita: 0,21 A

Il funzionamento dei terminali è di tipo indipendente dalla produzione di calore, quindi la regolazione della temperatura è effettuabile in ogni singolo locale con modalità di semplice accensione o spegnimento dei terminali.

La circolazione del fluido termovettore all'interno di ciascun circuito fan-coil è effettuata da 1 elettropompa da 2400 W.

### **4.3 Produzione acqua calda sanitaria**

L'acqua calda sanitaria viene prodotta da 6 boiler elettrici per ciascuna zona dell'edificio. Ogni apparecchio è dotato di un accumulo di acqua di 12 litri ed ha una potenza elettrica di 1200 W cadauno.

### **4.4 Impianto fotovoltaico**

L'edificio è dotato di un impianto fotovoltaico con superficie totale dei moduli di 100 m<sup>2</sup>. I pannelli utilizzati sono in silicio mono-cristallino, inclinati di 30° rispetto all'orizzontale ed orientati verso Sud.