

PROGETTO ALTERNANZA SCUOLA LAVORO 3AME ENERGIA

Titolo: riqualificazione energetica residenziale

Il progetto consiste nella riqualificazione energetica di un appartamento sia dal punto di vista dei materiali (pareti ed infissi) che degli impianti tecnici (impianto idraulico, radiatori, circolatore, caldaia a condensazione, ventilazione meccanica e produzione di ACS).

LA RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

La riqualificazione energetica comporta una serie di interventi che possono essere condotti su un immobile per raggiungere due obiettivi fondamentali.

RIDURRE I CONSUMI

È possibile migliorare l'isolamento termico della tua casa, riducendo il consumo energetico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti.

TETTO

FINESTRE

CAPPOTTO

PRODURRE ENERGIA

È possibile rendere la tua casa autonoma nella produzione di energia, sfruttando la luce del sole e ottimizzando i consumi.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO

IMPIANTO SOLARE TERMICO

POMPA DI CALORE O CALDAIA A CONDENSAZIONE



Il progetto ha come azienda **tutor** la I.V.A.R. - Sistemi di riscaldamento

Materie coinvolte nel progetto

Impianti e disegno: 35-40 ore

disegno piantina appartamento; disegno appartamento riqualificato; calcolo dispersioni; coibentazione e serramenti; caldaia a condensazione, produzione ACS; risparmio e rientro economico; disegno impianti tecnici riscaldamento e ACS;

Meccanica: 10 ore

componenti idraulici e calcolo perdite di carico; dimensionamento pompe e circolatori; verifica circolatore impianto appartamento;

Matematica: 4 ore

calcolo temperatura media stagionale ultimi 5 anni sulla base di dati annuali forniti da centraline Brescia; interpolazione lineare (dati mancanti nelle tabelle)

Sistemi e automazione: 10 ore

sistemi di controllo centralizzato e locale della temperatura (domotica IVAR); utilizzo termo camera per rilevare perdite di calore

USCITE DIDATTICHE: 2 uscite

4 ore; visita tecnica presso IVAR (Prevalle BRESCIA)

8 ore; visita tecnica presso VALSIR (Vestone BRESCIA)

SEMINARI TECNICI: 2 seminari da 2-3 ore presso la scuola da parte di IVAR

- dimensionamento radiatori e bilanciamento (periodo febbraio – marzo)

- il coefficiente di portata Kv (periodo febbraio – marzo)

TOTALE ORE PROGETTO: 80 ore

Tempistiche

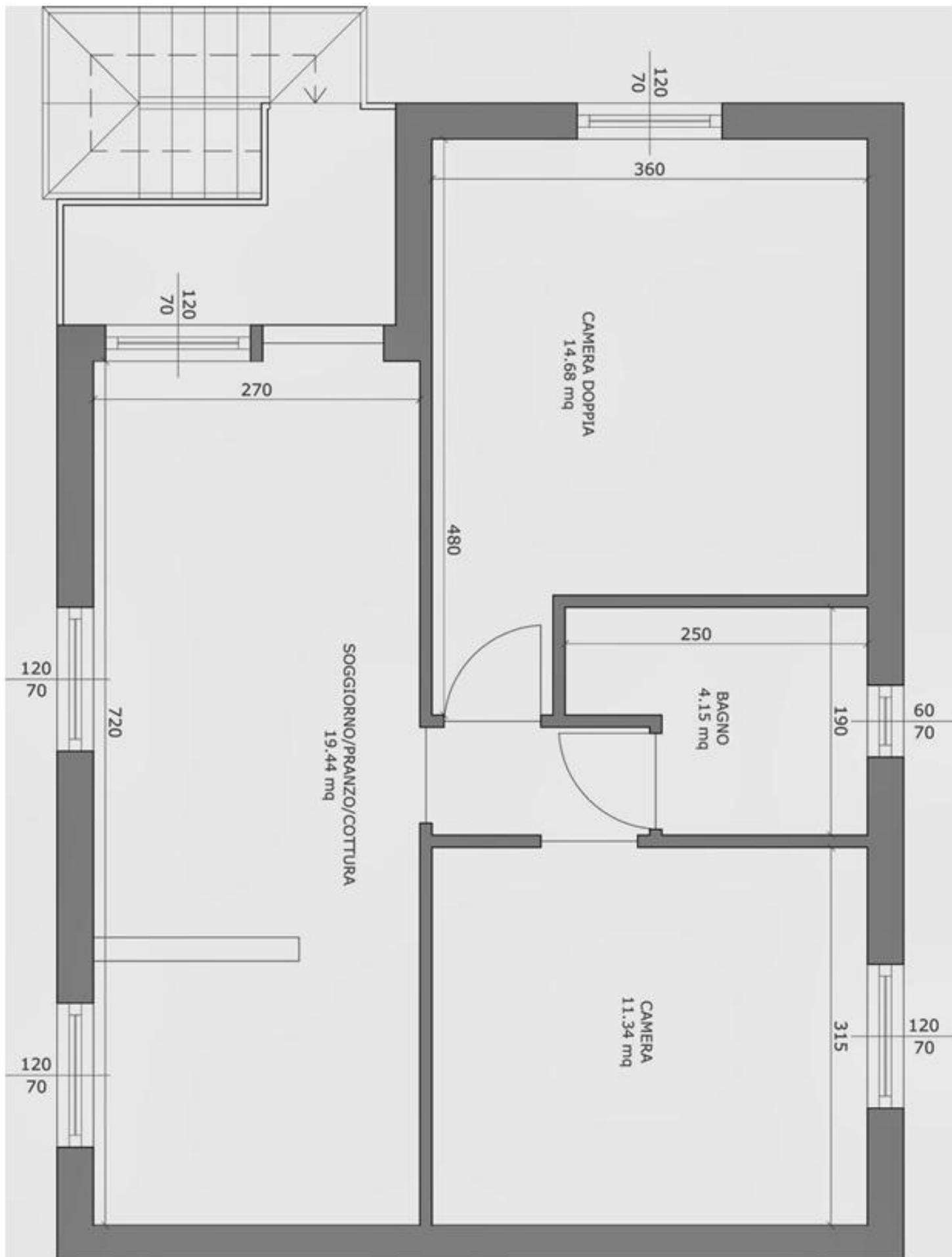
Il progetto inizierà a novembre 2018 per la parte di disegno e impianti e proseguirà fino a febbraio - aprile 2019.

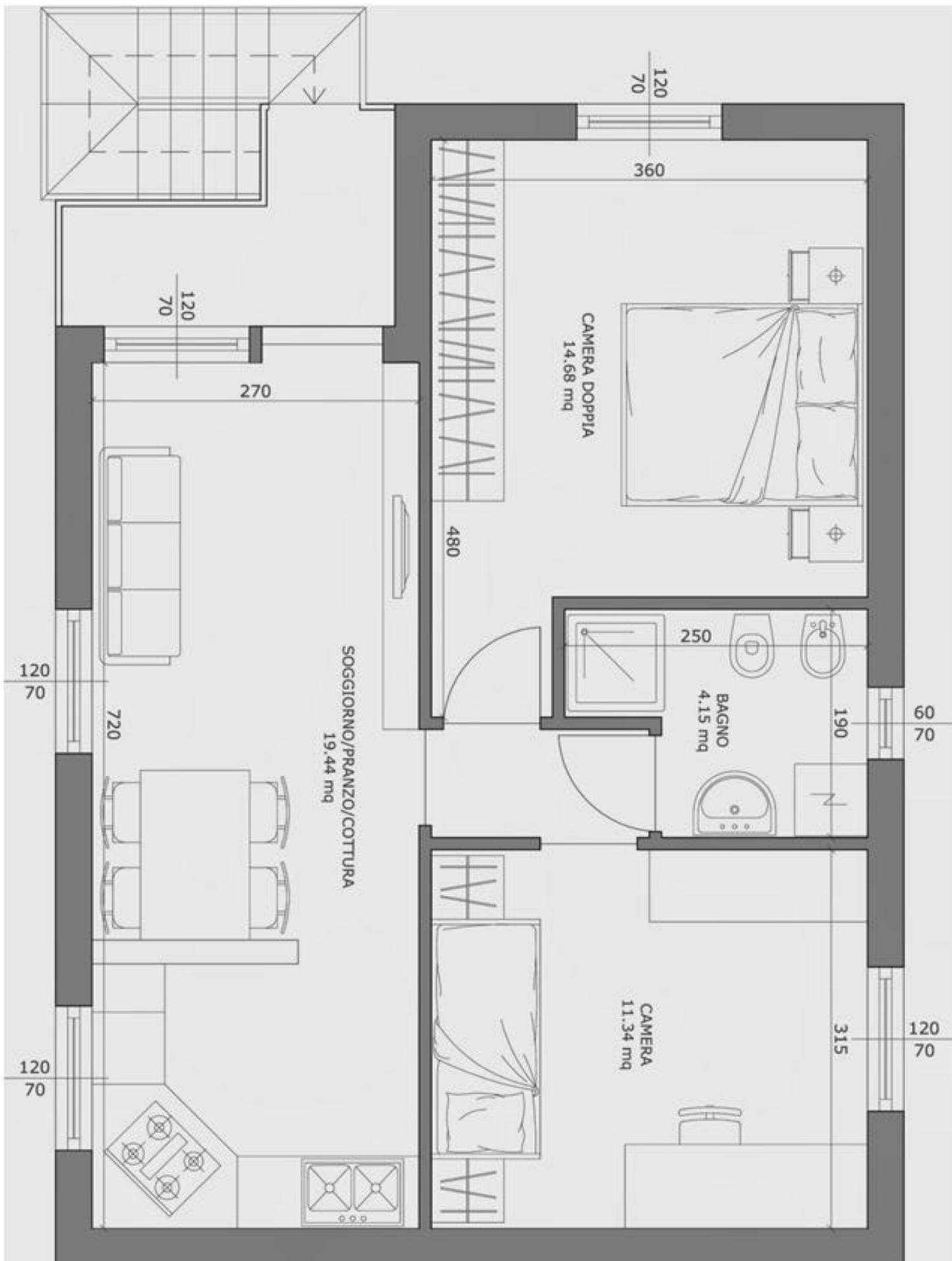
Le altre materie possono iniziare nei mesi di dicembre-gennaio e concludere entro aprile 2019.

Al termine del progetto gli studenti presenteranno una relazione tecnica corredata da disegni e foglio di calcolo.

Piantina appartamento posto ultimo piano condominio (BRESCIA zona centro)

Soggiorno esposto a sud. Altezza locali 3 m. Pareti a cassetta classiche da 40 cm. Serramenti vecchi.





Stratigrafia strutture edili

PARETI ESTERNE

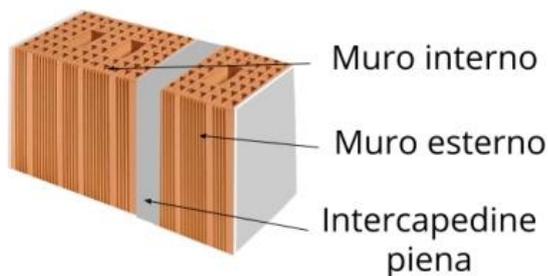
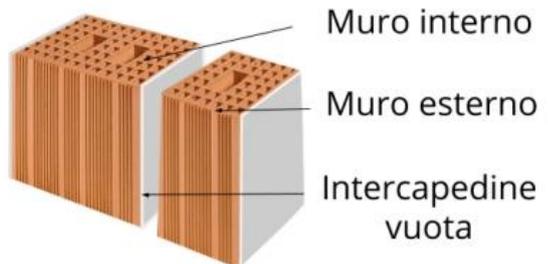
Intonaco interno 2 cm
Laterizio 12 cm
Camera aria 6 cm
Laterizio 18 cm
Intonaco 2 cm
tot. 40 cm

Muri a cassetta: cosa sono?

Sono muri costituiti da **due muri paralleli:**

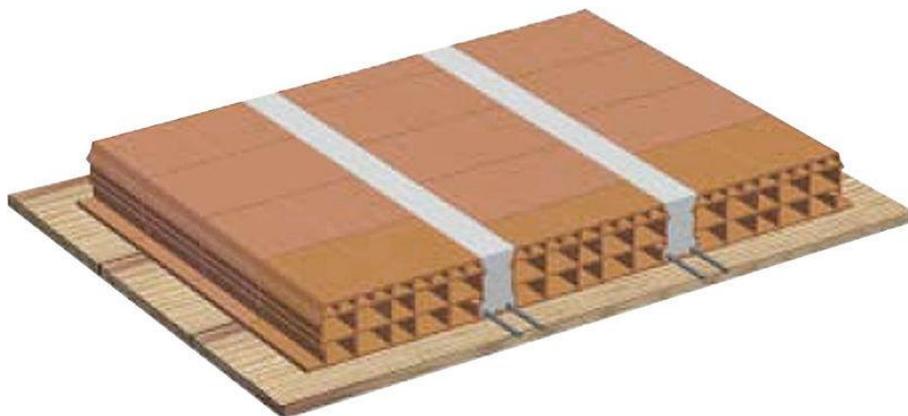
- uno **esterno** più **spesso**
- uno **interno** più **sottile**.

Le due pareti sono **separate** da una **sottile camera d'aria vuota** o **riempita con materiale isolante**.



SOLAIO CALPESTABILE

quadrotti calpestabili 3 cm
massetto (malta) 4 cm
solaio c.a. 15 cm
intonaco 2 cm
tot. 24 cm



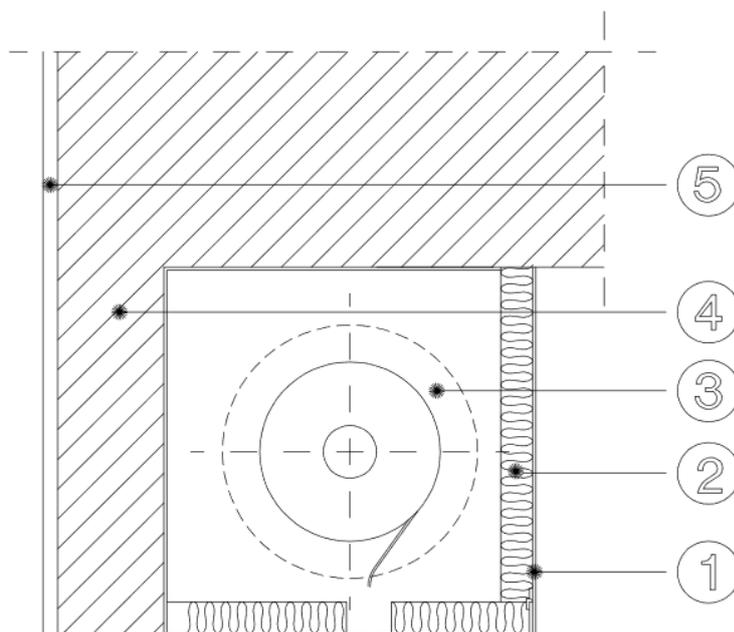
ALTRO

Serramenti in legno vetro singolo $U_w = 5$

Porta ingresso in legno duro 90x220

PARETI PERIMETRALI - Cassonetto

SCHEMA DELLA STRUTTURA



	Descrizione	spessore (m)	conducibilità λ W/mK	conduttanza C W/m ² K	resistenza termica R m ² K/W	Riferimento normativo
R_{si}	Resistenza termica superf. interna				0,13	UNI 6946
1	Pannelli di spaccato di legno	0,005	0,12		0,0416	UNI 10351
2	Poliuretano espanso in continuo in lastre	0,03	0,032		0,9375	UNI 10351
3	Intercapedine d'aria verticale	0,20		5,5	0,1818	UNI 6946
4	Muratura in laterizio pareti esterne	0,06			0,1300	UNI 10355
5	Malta di calce o di calce e cemento	0,02	0,9		0,0222	UNI 10351
R_{se}	Resistenza termica superf. esterna				0,04	UNI 6946
	Resistenza totale della struttura	$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$			1,4831	m ² K/W
	Trasmittanza termica della struttura secondo UNI 6946	$U = 1/R_T$			0,6742	W/m ² K

Limiti di legge per le agevolazioni fiscali (65% detrazione)

TABELLA 1 (Appendice A) Trasmittanza termica U di riferimento delle **strutture opache verticali**, verso l'esterno, gli ambienti non riscaldati o contro terra

Zona climatica	U_{rif} [W/m^2K]	
	Dal 1° ottobre 2015	Dal 1° gennaio 2019/2021
A-B	0,45	0,43
C	0,38	0,34
D	0,34	0,29
E	0,30	0,26
F	0,28	0,24

TABELLA 2 (Appendice A) Trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali o inclinate di **copertura**, verso l'esterno e ambienti non riscaldati

Zona climatica	U_{rif} [W/m^2K]	
	Dal 1° ottobre 2015	Dal 1° gennaio 2019/2021
A-B	0,38	0,35
C	0,36	0,33
D	0,30	0,26
E	0,25	0,22
F	0,23	0,20

TABELLA 3 (Appendice A) Trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali di **pavimento**, verso l'esterno, ambienti non riscaldati o controterra

Zona climatica	U_{rif} [W/m^2K]	
	Dal 1° ottobre 2015	Dal 1° gennaio 2019/2021
A-B	0,46	0,44
C	0,40	0,38
D	0,32	0,29
E	0,30	0,26
F	0,28	0,24

TABELLA 4 (Appendice A) Trasmittanza termica U **chiusure tecniche trasparenti** e opache e cassonetti, con gli infissi, verso l'esterno e ambienti non risc.

Zona climatica	U_{rif} [W/m^2K]	
	Dal 1° ottobre 2015	Dal 1° gennaio 2019/2021
A-B	3,20	3,00
C	2,40	2,20
D	2,00	1,80
E	1,80	1,40
F	1,50	1,10

TABELLA 5 (Appendice A) Trasmittanza termica U delle strutture opache verticali e orizzontali di **separazione tra edifici o unità** immobiliari confinanti

Zona climatica	U_{rif} [W/m^2K]	
	Dal 1° ottobre 2015	Dal 1° gennaio 2019/2021
Tutte	0,8	0,8

TABELLA 6 (Appendice A) **Fattore di trasmissione solare** totale g_{gl+sh} per componenti finestrati con orientamento da Est a Ovest passando per Sud

Zona climatica	g_{gl+sh} [-]	
	Dal 1° ottobre 2015	Dal 1° gennaio 2019/2021
Tutte	0,35	0,35

Tabella 5 - TRASMITTANZA TERMICA DEGLI INFISSI U_w

Tipo di vetratura	Spessore intercapedine (con aria) in mm	Tipo infisso	U ($W/m^2 \cdot K$)
Vetro semplice		legno	5,0
		metallo	5,8
		PVC	5,0
Doppio vetro	da 4,5 a 7	legno	3,3
		metallo	4,7
		PVC	3,3
	da 7 a 10	legno	3,0
		metallo	3,8 - 3,9
		PVC	3,0
	da 10 a 14	legno	2,4 - 2,6
		alluminio - senza taglio termico	3,8 - 4,6
		alluminio - con taglio termico	2,9 - 3,2
		materiali misti (alluminio/legno)	2,5
		PVC	2,4 - 2,6

Determinazione delle resistenze termiche superficiali (m^2K/W) (da UNI EN ISO 6946).

	Direzione del flusso termico		
	Ascendente	Orizzontale	Discendente
Resistenza termica superficiale interna (R_{si})	0,10	0,13	0,17
Resistenza termica superficiale esterna (R_{se})	0,04	0,04	0,04

Ai fini del calcolo dei consumi energetici le norme assegnano a R_{si} e R_{se} i seguenti valori di default indipendentemente dalla giacitura dell'elemento: 0,125 (1/8) e 0,043 (1/23).

Pavimentazione	Lambda (W/mK)	Densità(kg/m3)
Massetto in cemento	1,4	2000
Pannelli da costruzione	Lambda (W/mK)	Densità(kg/m3)
Cartongesso	0,21	900
Pannelli in fibre di legno porosi	0,06	200
Pannelli in fibre di legno semiduri	0,10	650
Pannelli in fibre di legno duri	0,15	1000
Pannelli in trucioli in legno con collante	0,16	700
Pannelli in trucioli in legno mineralizzati	0,26	1250
Pannelli in legno compensato	0,44	600
Pannelli in fibrocemento	0,6	2000
Pannelli in lana di legno mineralizzato	0,093	400
Pannelli in terra cruda	0,14	500
Pannelli in canna	0,055	190
Pannelli in paglia	0,09	340
Pannelli in polistirene con cemento	0,07	140
Massetto autolivellante a base anidride	1,1	2000
Massetto in asfalto	0,8	2200
Ceramica	1,2	2000
Legno duro	0,22	850
Quadretti di sughero	0,06	300

Materia prima	Lambda (W/mK)	Densità(kg/m3)
Acciaio	60	7800
Rame	380	8900
Alluminio	200	2800
Vetro	0,8	2500
Vetro acrilico (Plexiglas)	0,19	1180
Guaine di polietilene, bitume, ecc.	0,26	1700
Acciaio Ni-Cr inossidabile	13	7700
Legno di conifere – flusso di calore trasversale alla fibra	0,13	fino a 500
Legno di conifere – flusso di calore lungo la fibra	0,22	fino a 500

Materiali isolanti	Lambda (W/mK)	Densità(kg/m3)
Cotone	0,04	20 - 40
Vermiculite espansa	0,07	90
Argilla espansa	0,09	350
Polietilene espanso in lastre	0,04	30
Polistirene espanso in lastre	0,04	20
Polistirene estruso in lastre	0,035	35
Materassino in lino	0,04	30
Poliuretano espanso in lastre	0,023	30
Lana di vetro	0,04	20
Canapa	0,045	25
Trucioli di legno	0,05	100
Pannelli extraporosi in fibra di legno (130)	0,04	130
Pannelli porosi in fibra di legno (190)	0,045	190
Pannelli porosi in fibra di legno con bitume oppure lattice	0,06	270
Pannelli in lana di legno mineralizzati	0,093	400
Pannelli di calcio silicato	0,06	250
Fibra di cocco	0,045	70
Granuli di sughero	0,05	100
Pannelli di sughero espanso	0,045	110
Pannelli in fibre minerale	0,045	115
Perlite espansa	0,05	90
Poliuretano	0,03	30
Lana di pecora	0,04	25
Vetro cellulare (120)	0,041	120
Vetro cellulare (160)	0,050	160
Canneto	0,055	190
Lana di roccia	0,04	30
Paglia	0,09	340
Fiocchi di cellulosa	0,04	50
Pannelli di cellulosa	0,04	85

Legno di latifoglie	0,18	fino a 800
Intonaci e malte	Lambda (W/mK)	Densità(kg/m3)
Intonaco in cemento	1,4	2200
Intonaco in calce-cemento	1	1800
Intonaco plastico per cappotto	0,9	1200
Intonaco in calce	0,8	1600
Intonaco di gesso (calce/gesso)	0,7	1500
Intonaco termoisolante con perlite, polistirolo <250 kg/m3	0,09	fino a 250
Intonaco termoisolante con perlite, polistirolo, fino a 450 kg/m3	0,13	fino a 450
Malta di cemento	1,4	2200
Malta di calce/cemento	1	1800
Malta termoisolante < 800 kg/m3	0,28	800

Materiali isolanti sfusi	Lambda (W/mK)	Densità(kg/m3)
Perlite espansa	0,05	90
Vermiculite espansa	0,07	90
Argilla espansa	0,09	350
Sughero granulare espanso	0,042	80-100
Sughero granulare naturale	0,05	100
Fiocchi di cellulosa	0,04	35
Polistirolo espanso sfuso	0,044	10
Lana minerale sfusa	0,044	15
Segatura di legno	0,1	200
Scorie da altoforno	0,35	750
Granulato di polistirene legato + cemento	0,08	fino a 350
Granulato di polistirene legato + cemento	0,06	fino a 125
Granulato di polistirene legato + cemento	0,05	fino a 125
Granuli di perlite espansa	0,042	80-100

Materiali da Muratura	Lambda (W/mK)	Densità(kg/m3)
Blocchi con argilla espansa	0,18	800
Blocchi cavi con argilla espansa	0,22	650
Blocchi cavi con scorie da altoforno, tufo, ecc.	0,6	1500
Blocchi cavi con lana di legno mineral.	0,45	fino a 1500
Mattone facciavista Klinker	1	1800
Mattone pieno	0,7	fino a 1600
Mattone forato	0,36	1200
Tramezza in laterizio	0,36	1100
Mattone forato porizzato	0,25	800
Mattone forato porizzato leggero murato con malta isolante	0,18	650
Blocco "cassero" in laterizio	0,55	fino a 1700
Muratura in pietra	2,3	fino a 2600
Blocchi cellulari autoclavati	0,11	fino a 400
Blocchi cellulari autoclavati	0,14	fino a 500
Blocchi cellulari autoclavati	0,16	fino a 600
Blocchi cellulari autoclavati	0,24	fino a 800
Terra cruda alleggerita 600-800 kg	0,24	fino a 800
Cemento armato	2,3	2400
Calcestruzzo CLS	1,6	1800
CLS alleggerito con argilla esp.	0,45	1100
CLS alleggerito con argilla esp. > 1100 kg	0,7	fino a 1700
Solai con travetti e blocchi in lat. + caldaia	(0,8)	1200-1600
Solai con travetti e blocchi cem. + caldaia	(0,8)	1200-1600
Solai con travetti e blocchi in lat. por.	(0,67)	900-1200
Solai a pannelli cavi in c.a. 360kg/m ²	(1,33)	1800
Solai a pannelli cavi in c.a. 280kg/m ²	(1,0)	1400

Fattori esposizione per maggiorazione delle dispersioni

fattori di correzione per l'esposizione, che tengono conto di influssi climatici quali la diversa insolazione, l'assorbimento di umidità degli elementi dell'edificio, la velocità del vento e la temperatura

Fattore di esposizione $e_k = e_i$							
N	NE	E	SE	S	SO	O	NO
1,20	1,20	1,15	1,10	1,00	1,05	1,10	1,15

Coefficienti convettivi superficiali

	Direzione del flusso termico		
	Ascendente	Orizzontale	Discendente
R_{si}	0,10	0,13	0,17
R_{se}	0,04	0,04	0,04

	Direzione del flusso termico		
	Ascendente	Orizzontale	Discendente
α_i	10	7,7	5,88
α_e	25	25	25

E' considerato orizzontale anche un flusso termico inclinato fino a $\pm 30^\circ$ sul piano orizzontale.

Resistenza termica di intercapedini di aria non ventilate

Spessore [mm]	Resistenza termica intercapedine [$m^2 \cdot K/W$]		
	Direzione del flusso termico		
	Ascendente	Orizzontale	Discendente
0	0,00	0,00	0,00
5	0,11	0,11	0,11
7	0,13	0,13	0,13
10	0,15	0,15	0,15
15	0,16	0,17	0,17
25	0,16	0,18	0,19
50	0,16	0,18	0,21
100	0,16	0,18	0,22
300	0,16	0,18	0,23

Resistenza termica dei sottotetti

Caratteristiche del tetto		R_u [$m^2 \cdot K/W$]
1	Tetto a tegole senza feltro, pannelli o equivalenti	0,06
2	Tetto a lastre o tetto a tegole con feltro o pannelli o equivalenti sotto le tegole	0,2
3	Come in 2 ma con rivestimento di alluminio o altro rivestimento a bassa emissività all'intradosso della copertura	0,3
4	Tetto rivestito con pannelli e feltri	0,3

I Ponti Termici

E' possibile definire il ponte termico come quella configurazione strutturale o geometrica che produce una deviazione del flusso termico dalla condizione di flusso monodimensionale tra le superfici interna ed esterna di una parete.

Ci possiamo trovare di fronte a due tipologie di ponte termico:

a) ponte termico di forma

incontro tra due pareti esterne di eguale struttura

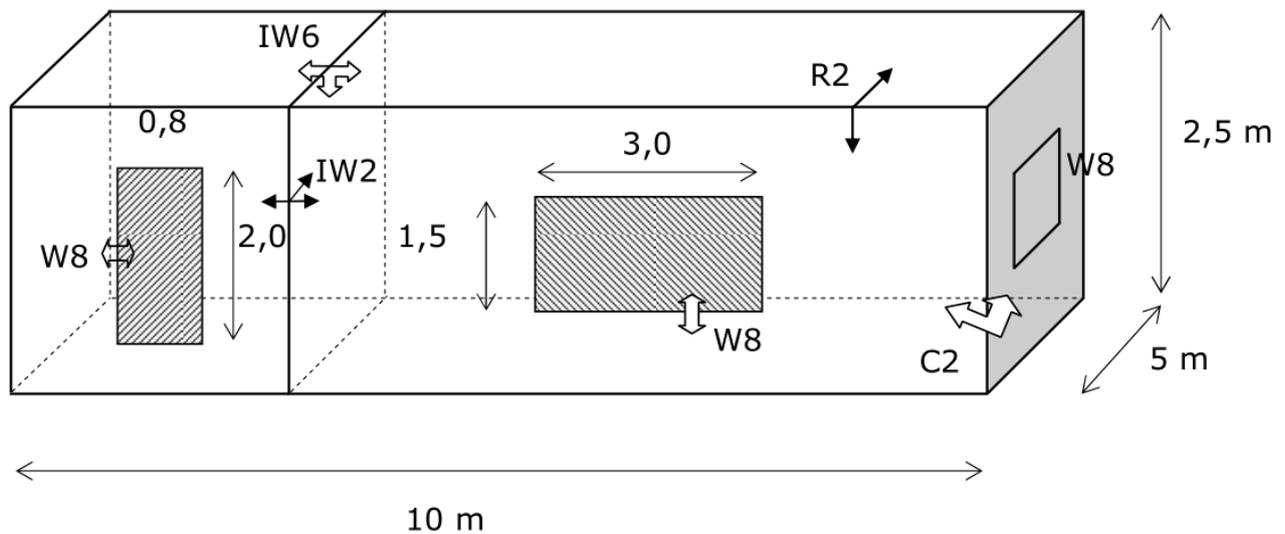
b) ponte termico di struttura

presenza in una parete piana di una nervatura di struttura diversa

Effetti

- disomogeneità di temperatura sulle superfici interne (in generale diminuzione della temperatura superficiale interna \Rightarrow pericolo di condensa)
- aumento delle dispersioni termiche (ciò è più accentuato con il maggiore isolamento delle pareti dell'edificio)

Esempio calcolo ponti termici



Ponte termico	Tipologia	Ψ_{oi} [W/(m K)]	l_{oi} [m]	$\Psi_{oi} l_{oi}$ [W/K]
Parete/tetto	R2	0,65	30,0	19,50
Parete/parete	C2	0,10	10,0	1,00
Partizione/parete	IW2	0,50	5,0	2,50
Partizione tetto	IW6	0,00	5,0	0,00
Architrave	W8	0,60	23,6	14,16
Totale				37,16

* per il valore della trasmittanza termica lineare si veda allegato ABACO PONTI TERMICI.