



Il bilancio energetico dei serramenti

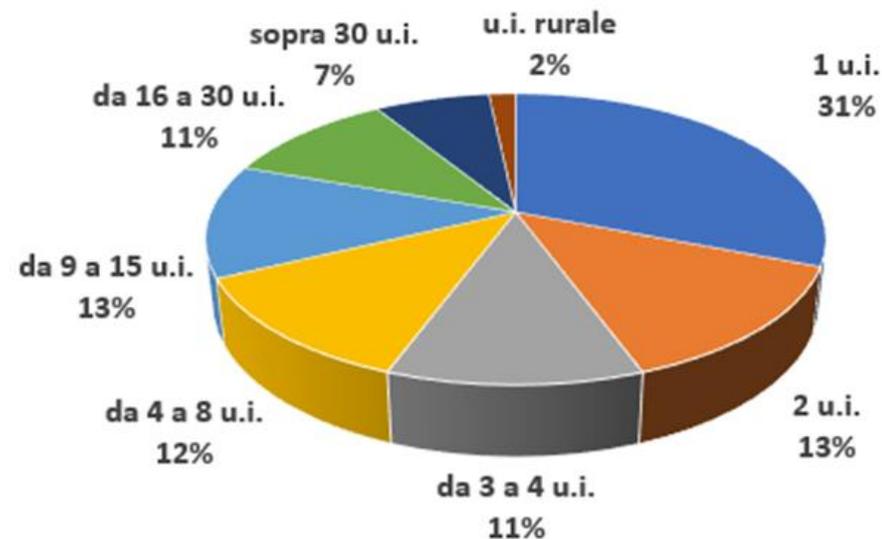
Ottimizzazione energetica nella scelta dei serramenti.

Scelta e descrizione dei casi studio

IL TERRITORIO NAZIONALE

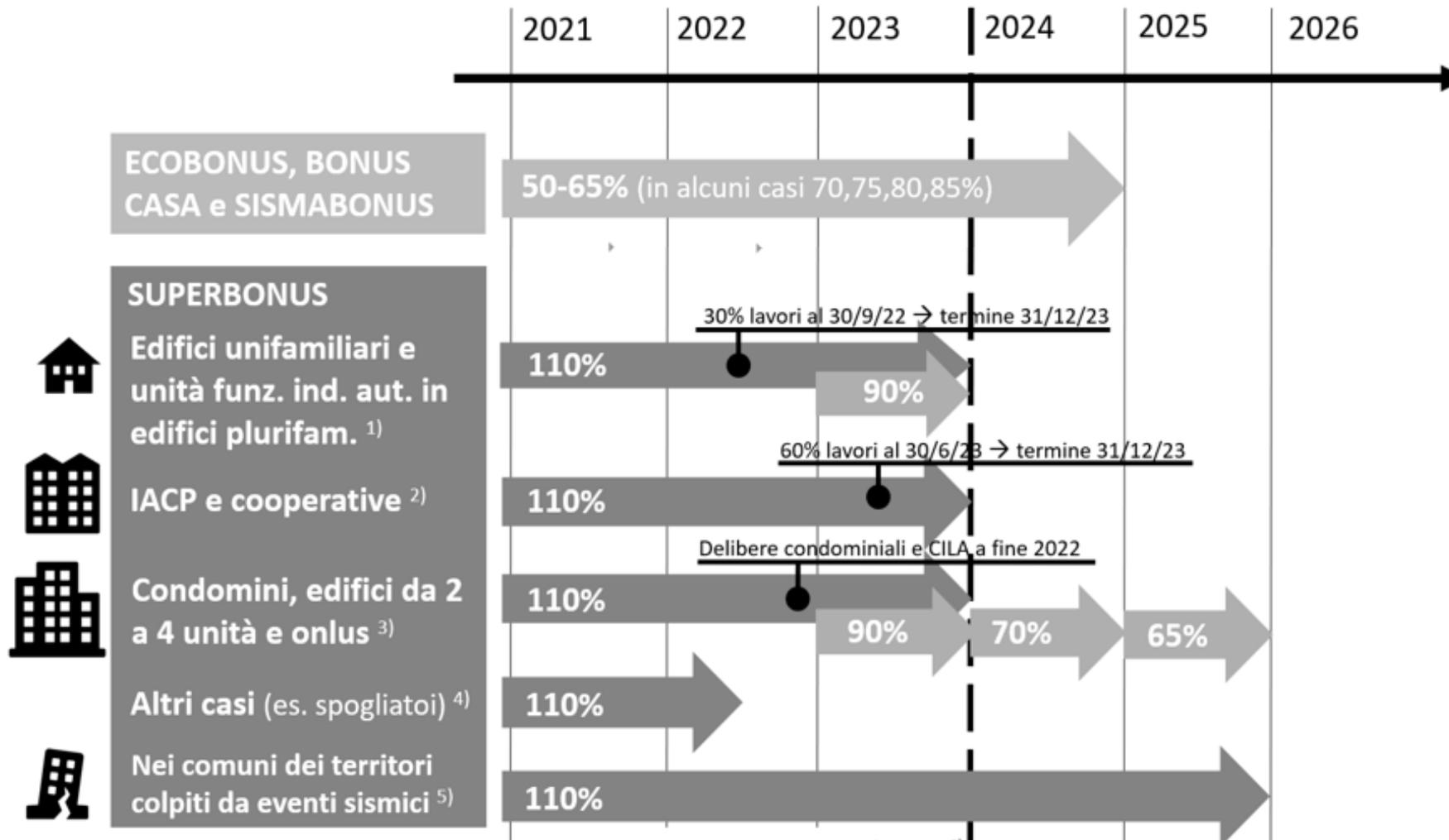
Nr. unità edificio	totale	prima del 1919	1919-1945	1946-1960	1961-1971	1972-1981	1982-1991	dopo 1991
1 u.i.	8.459.233	2.123.130	1.603.833	1.078.215	1.316.985	1.362.696	637.166	337.208
2 u.i.	3.694.936	729.357	386.189	560.726	841.128	696.907	251.005	229.624
da 3 a 4 u.i.	3.070.618	698.638	306.984	453.344	625.611	561.516	234.240	190.285
da 4 a 8 u.i.	3.336.281	477.915	250.830	571.028	717.483	659.571	403.185	256.269
da 9 a 15 u.i.	3.437.836	274.569	239.987	568.144	927.693	712.127	419.540	295.776
da 16 a 30 u.i.	2.948.294	158.282	188.233	510.863	960.760	522.087	316.723	291.346
sopra 30 u.i.	1.957.305	92.246	127.945	288.842	651.245	375.527	236.980	184.520
u.i. rurale	457.500	196.133	72.966	64.631	49.295	50.196	24.279	0
totale	27.362.003	4.750.270	3.176.967	4.095.793	6.090.200	4.940.627	2.523.118	1.785.028

Nr. unità edificio	
1 o 2	44%
da 3 a 8	23%



Fonte: Rapporto CRESME SAIE ENERGIA 2009

OPPORTUNITA'



OPPORTUNITA' - DATI

Ecobonus

Intervento	2014 - 2021 [n]	2014 - 2021 [%]	2022 [n]	2022 [%]	TOTALE [n]	TOTALE [%]
Condomini	1.821	0,05%	210	0,02%	2.031	0,04%
Comma 344 - Riqualificazione globale	24.522	0,66%	2.011	0,21%	26.533	0,57%
Comma 345a - Coibentazione involucro	168.675	4,56%	12.230	1,30%	180.905	3,90%
Comma 345b - Sostituzione serramenti	1.418.223	38,33%	193.639	20,58%	1.611.862	34,74%
Comma 345c - Schermature solari	568.464	15,37%	111.650	11,87%	680.114	14,66%
Comma 346 - Pannelli solari per ACS	69.172	1,87%	10.064	1,07%	79.236	1,71%
Comma 347 - Climatizzazione invernale	1.435.709	38,81%	608.518	64,69%	2.044.227	44,05%
Building automation	13.073	0,35%	2.364	0,25%	15.437	0,33%
Totale	3.699.659	100%	940.686	100,00%	4.640.345	100,00%

Superbonus

Intervento	Numero Interventi	Superficie [m ²]	%	R.E. [GWh/anno]	%	Totale Costi (€)	Costi specifici €/m ²	%	Costo del R.E. (€/KWh/anno)
Pareti Verticali (PV)	222.889	54.288.422	56%	2.897	52%	15.860.641.705	292	41%	5
Soffitti e tetti disperdenti (PO)	159.727	20.061.112	21%	1.107	20%	5.178.536.889	258	14%	5
Pareti orizzontali (PS) (Pavimenti)	70.356	7.110.114	7%	351	6%	1.765.875.024	248	5%	5
Sostituzione infissi	458.705	8.142.043	8%	1.139	20%	12.503.647.822	1.536	33%	11
Pareti orizzontali (Tetti non disperdenti) (POND)	28.298	4.437.494	5%			1.301.567.472	293	3%	
Schermature solari - chiusure oscuranti	98.021	1.614.431	2%	90	2%	1.084.272.548	672	3%	12

Fonte: Rapporto annuale detrazioni fiscali 2023 - ENEA

REQUISITI

Edificio di riferimento –
DM 26/06/2015

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 ² K]	
	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 gli ambienti non riscaldati

Zona climatica	U _{rif} [W/m ² K]	
	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, gli ambienti non riscaldati o contro terra

Zona climatica	U _{rif} [W/m ² K]	
	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 delle chiusure tecniche trasparenti e opache e dei cassonetti, comprensivi degli infissi, verso l'esterno e ambienti non riscaldati

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

TABELLA 6 (Appendice A)
Valore del 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

REQUISITI

Valori limite –
DM 26/06/2015

TABELLA 1 (Appendice B)
Trasmittanza termica U massima delle strutture opache verticali, verso l'esterno soggette a riqualificazione

Zona climatica	U _{limite} [W/m ² K]	
	Dal 1° ottobre 2015	Dal 1° gennaio 2021
A-B	0,45	0,40
C	0,40	0,36
D	0,36	0,32
E	0,30	0,28
F	0,28	0,26

TABELLA 3 (Appendice B)
Trasmittanza termica U massima delle strutture opache orizzontali di pavimento, verso l'esterno soggette a riqualificazione

Zona climatica	U _{limite} [W/m ² K]	
	Dal 1° ottobre 2015	Dal 1° gennaio 2021
A-B	0,48	0,42
C	0,42	0,38
D	0,36	0,32
E	0,31	0,29
F	0,30	0,28

TABELLA 5 (Appendice B)
Valore del fattore di trasmissione solare totale g_{gl+sh} per componenti finestrati con orientamento da Est a Ovest passando per Sud, in presenza di una schermatura mobile

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

TABELLA 2 (Appendice B)
Trasmittanza termica U massima delle strutture opache orizzontali o inclinate di copertura, verso l'esterno soggette a riqualificazione

Zona climatica	U _{limite} [W/m ² K]	
	Dal 1° ottobre 2015	Dal 1° gennaio 2021
A-B	0,34	0,32
C	0,34	0,32
D	0,28	0,26
E	0,26	0,24
F	0,24	0,22

TABELLA 4 (Appendice B)
Trasmittanza termica U massima delle chiusure tecniche trasparenti e opache e dei cassonetti (*), comprensivi degli infissi, verso l'esterno e verso ambienti non climatiz. soggette a riqualificazione

Zona climatica	U _{limite} [W/m ² K]	
	Dal 1° ottobre 2015	Dal 1° gennaio 2021
A-B	3,20	3,00
C	2,40	2,00
D	2,10	1,80
E	1,90	1,40
F	1,70	1,00

(*) i cassonetti sono valutati solo nel caso si intervenga sul cassonetto e comunque separatamente rispetto alle strutture trasparenti (FAQ 2.53)

REQUISITI

Ecobonus – DM 06/08/2020

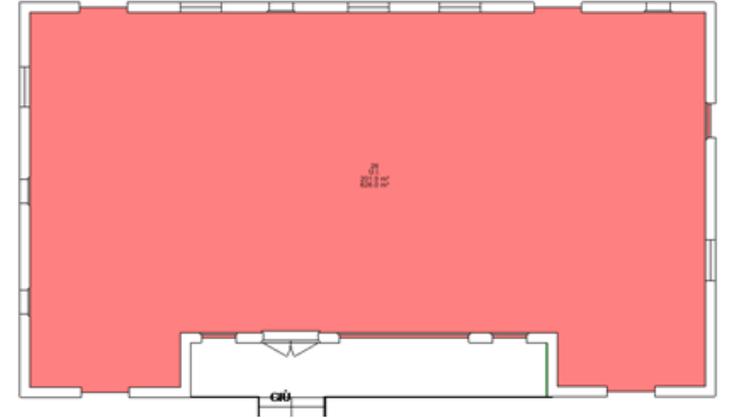
Interventi iniziati dal 6 ottobre 2020

DM 06/08/2020	Valori di trasmittanza U da verificare dal 06/10/2020 (in W/m ² K)			
Zona climatica	Strutture opache verticali	Strutture opache orizzontali o inclinate		Finestre comprensive di infissi **
		Coperture	Pavimenti *	
A	0,38	0,27	0,40	2,60
B	0,38	0,27	0,40	2,60
C	0,30	0,27	0,30	1,75
D	0,26	0,22	0,28	1,67
E	0,23	0,20	0,25	1,30
F	0,22	0,19	0,23	1,00

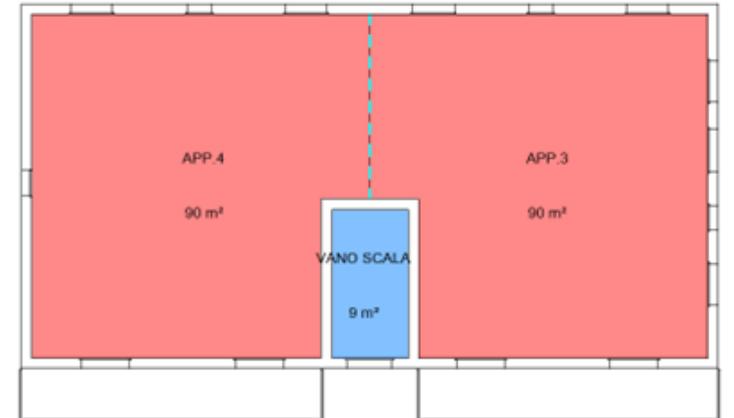
Da Decreto 06/08/2020: Il calcolo della trasmittanza termica si esegue secondo la norma UNI EN ISO 6946. Ai sensi della norma UNI EN ISO 6946, il calcolo della trasmittanza delle strutture opache non include il contributo dei ponti termici.

CASI STUDIO

- villa monofamiliare di estensione pari a una o due unità immobiliari



- condominio di 6 unità immobiliari con analisi di un'unità immobiliare

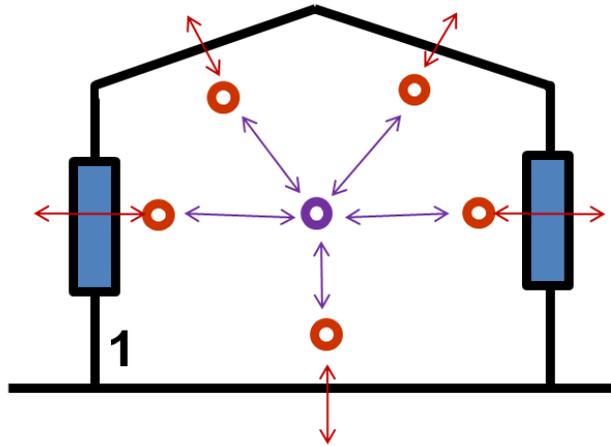


Descrizione dei criteri di valutazione

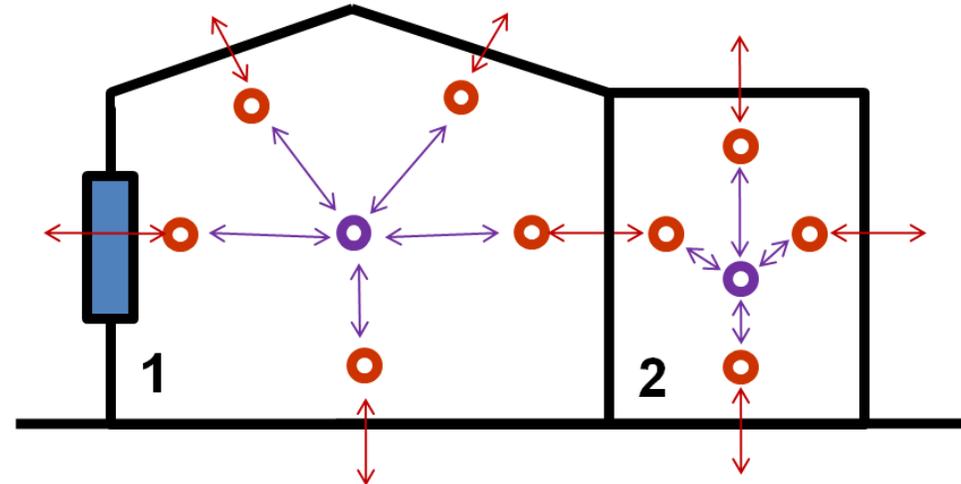
CALCOLO ORARIO IN REGIME DINAMICO

Norma UNI EN ISO 52016

Ogni struttura è un nodo di calcolo che si rapporta con passo temporale orario agli altri nodi in termini conduttivi, convettivi e radiativi



Modellazione di singola zona termica a contatto con l'esterno



Modellazione di due zone termiche: a destra unità immobiliare, a sinistra garage

SERRAMENTI IN ICARO

Valutazione della trasmittanza

Dato noto Valutazione semplificata Serramento precalcolato (software APOLLO) 

Descrizione

Area m² Trasmittanza W/m²K Fattore telaio [-]

Numero di vetri Emissività [-] Trasmittanza di energia solare per incidenza normale $g_{gl,n}$ [-]

Chiusure oscuranti

Permeabilità all'aria Resistenza termica aggiuntiva m²K/W

Ushut W/m²K Ucorr W/m²K

Schemature mobili

Trasmissione Tenda interna Fattore di riduzione

Tenda esterna

Rivestimento del vetro

Coefficiente q

Dati che descrivono il serramento:

- Area del vano A_w
- Trasmittanza U_w
- Fattore telaio $(1-F_f)$
- Fattore di trasmissione solare totale del vetro $g_{gl,n}$
- Eventuale chiusura oscurante
- Eventuale schermatura mobile – fattore di riduzione del g_{gl}
- Eventuale rivestimento del vetro

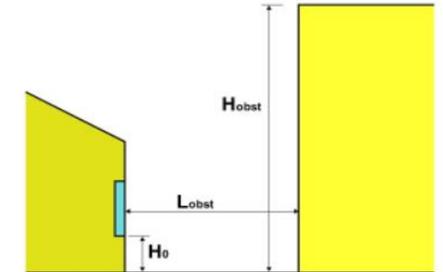
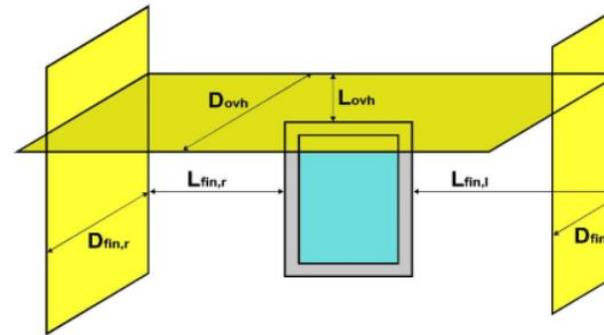
$$g_w = \frac{A_g \cdot g_{gl}}{A_w}$$

SERRAMENTI IN ICARO

Aree suddivise per orientamento

	nr serramer	Area [m ²]		Angoli ombreggiature [°]				Fattori di ombreggiatura f_sh,dir															
				ostruzioni esterne	aggetti orizzonta	aggetti verticali destri	aggetti verticali sinistri	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	annu			
Orizz.	0	0																					
Sud	0	0	Modifica	0	0	0	0	1,0															
SE	0	0	Modifica	0	0	0	0	1,0															
Est	2	4,4	Modifica	0	0	0	0	1,0															
NE	0	0	Modifica	0	0	0	0	1,0															
Nord	1	2,2	Modifica	0	0	0	0	1,0															
NO	0	0	Modifica	0	0	0	0	1,0															
Ovest	0	0	Modifica	0	0	0	0	1,0															
SO	0	0	Modifica	0	0	0	0	1,0															
AreaTot.	3	6,6																					

Ombreggiamenti



Aggetto orizzontale

Aggetto verticale destro (guardando da dentro a fuori)

Aggetto verticale sinistro (guardando da dentro a fuori)

Ostruzioni esterne

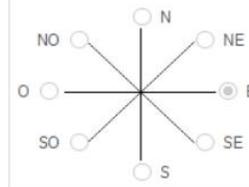
Dimensioni del serramento

Larghezza 1 m

Altezza 2,2 m

Area 2,20 m²

Orientamento



OK

Annulla

Valori medi mensili

	Giorno	Declinazior	f_sh	f_ovh	f_fin	f_obst
Gennaio	17	-20,82	1,00	1,00	1,00	1,00
Febbraio	15	-13,01	1,00	1,00	1,00	1,00
Marzo	16	-2,03	1,00	1,00	1,00	1,00
Aprile	15	9,56	1,00	1,00	1,00	1,00
Maggio	15	18,70	1,00	1,00	1,00	1,00
Giugno	11	23,05	1,00	1,00	1,00	1,00
Luglio	17	21,26	1,00	1,00	1,00	1,00
Agosto	16	13,84	1,00	1,00	1,00	1,00
Settembre	16	3,11	1,00	1,00	1,00	1,00
Ottobre	16	-8,51	1,00	1,00	1,00	1,00
Novembre	15	-18,23	1,00	1,00	1,00	1,00
Dicembre	11	-22,96	1,00	1,00	1,00	1,00

Esposizione e condizioni di ombreggiamento fisso

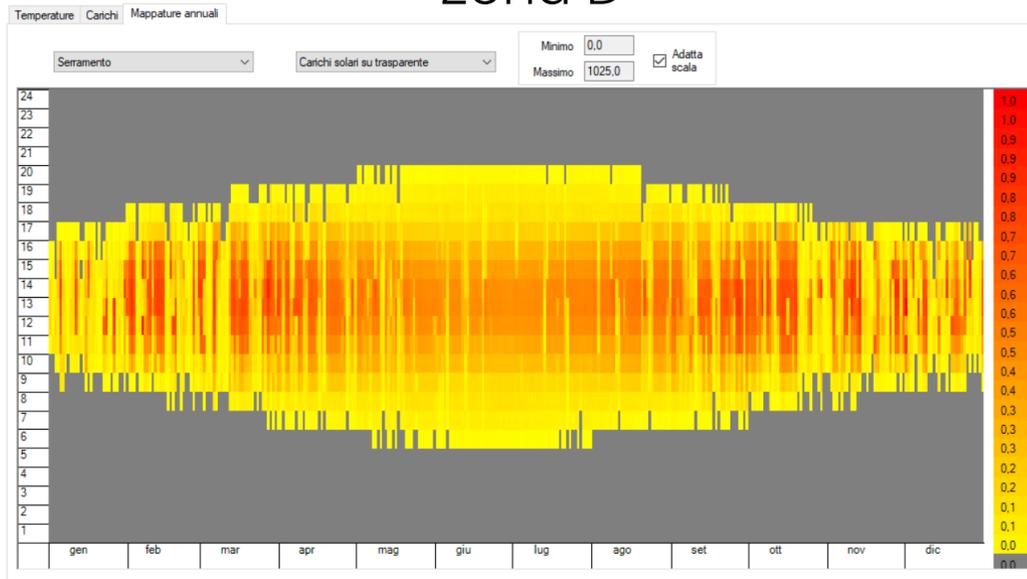
RISULTATI DI CARICO



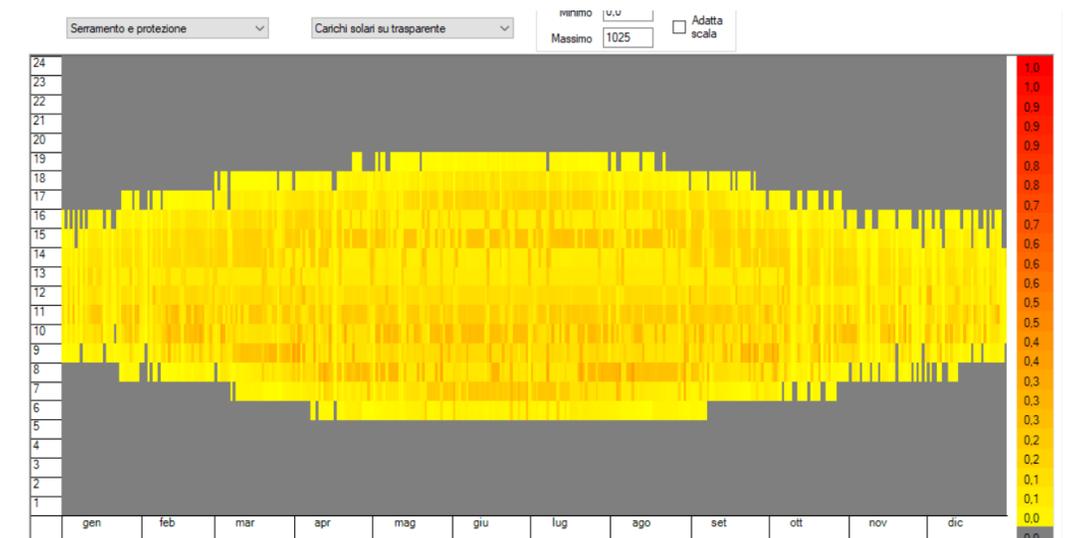
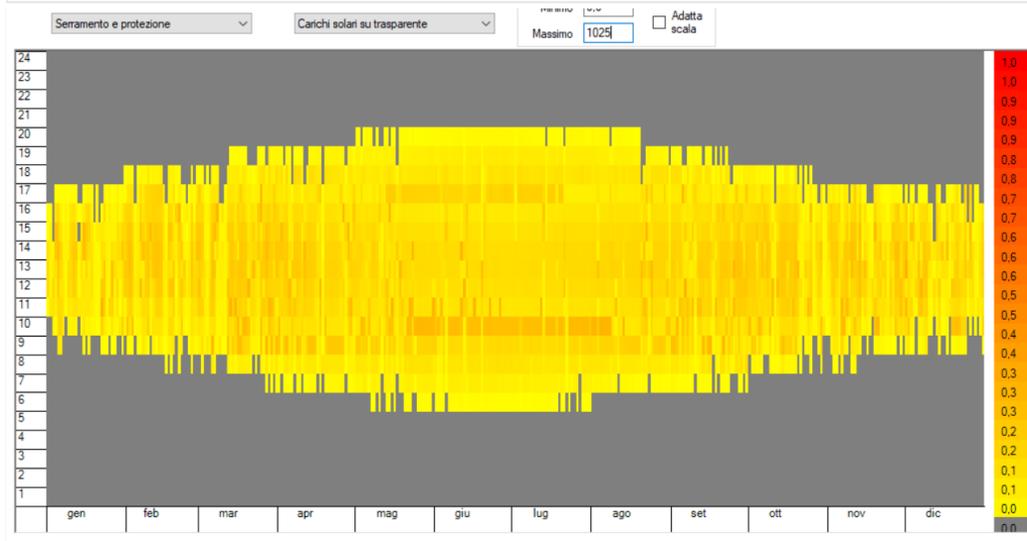
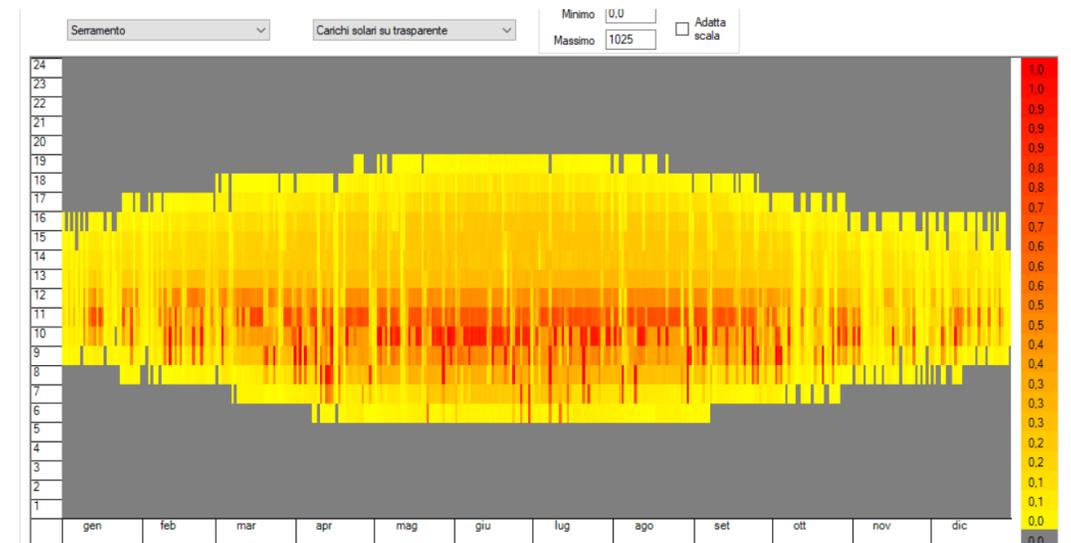
È possibile valutare il carico medio orario (in kW) attraverso le superfici trasparenti

RISULTATI DI CARICO

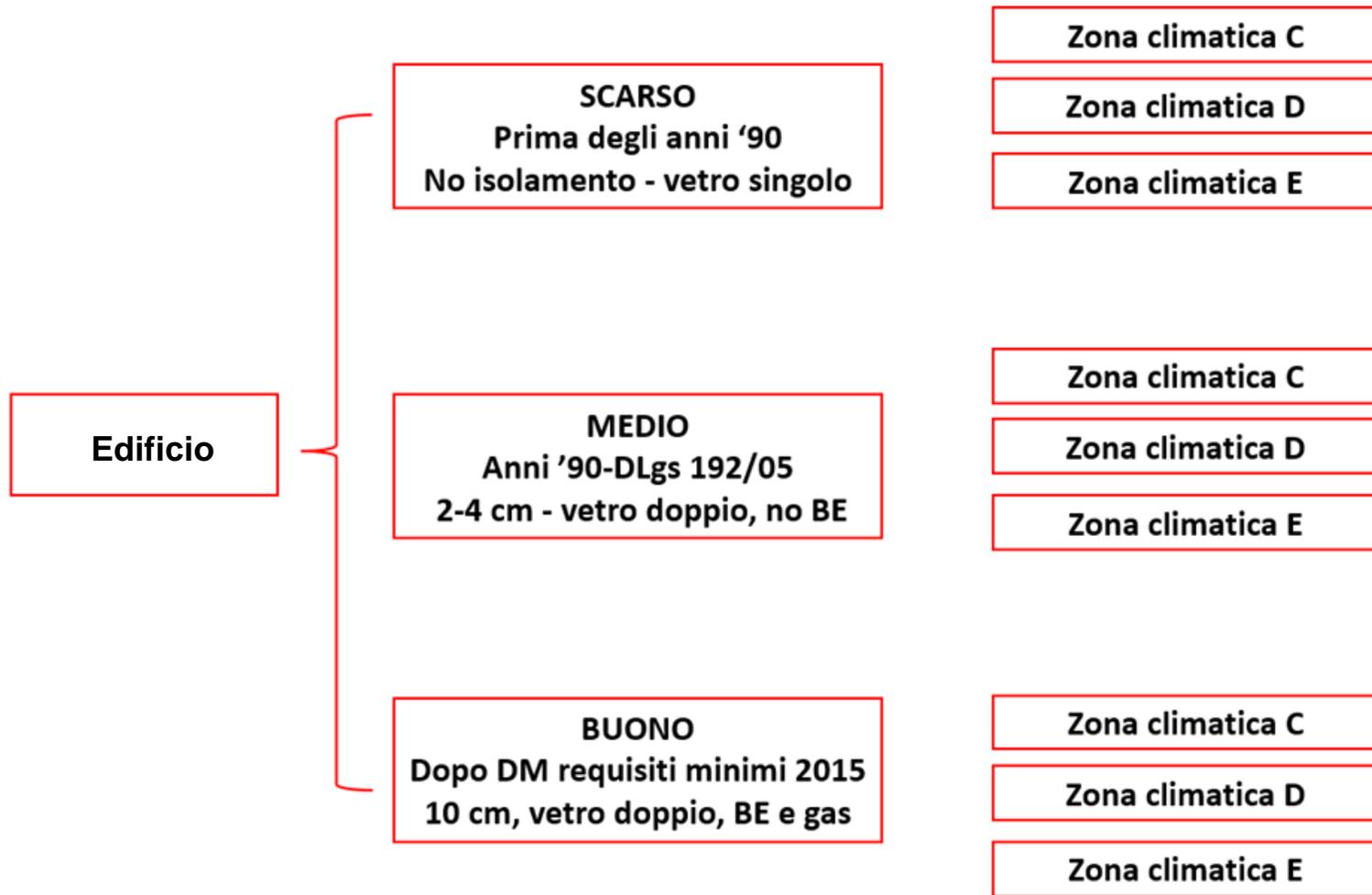
Zona D



Zona C



SCENARI



	U _w			
g _w	1,0	1,3	1,5	1,8
0,2				
0,3				
0,4				
0,5				

PARAMETRI

Zona E –
Edificio medio

QHnd [kWh]

gw	Uw			
	1,0	1,3	1,5	1,8
0,2	24.831	25.717	26.307	27.194
0,3	23.866	24.748	25.336	26.217
0,4	23.009	23.889	24.476	25.354
0,5	22.116	22.992	23.576	24.452

QCnd [kWh]

gw	Uw			
	1,0	1,3	1,5	1,8
0,2	1.654	1.596	1.560	1.508
0,3	2.479	2.402	2.352	2.280
0,4	3.341	3.242	3.179	3.089
0,5	4.407	4.277	4.195	4.079

Differenza con caso base

Δ QHnd [kWh]

gw	Uw			
	1,0	1,3	1,5	1,8
0,2	29.689	28.803	28.212	27.326
0,3	30.654	29.771	29.184	28.302
0,4	31.511	30.630	30.044	29.165
0,5	32.404	31.528	30.943	30.067

Δ QCnd [kWh]

gw	Uw			
	1,0	1,3	1,5	1,8
0,2	2.054	2.112	2.148	2.200
0,3	1.228	1.306	1.355	1.427
0,4	367	466	528	618
0,5	-699	-570	-488	-371

PH [kW]

gw	Uw			
	1,0	1,3	1,5	1,8
0,2	9,6	9,9	10,1	10,4
0,3	9,6	9,9	10,1	10,4
0,4	9,5	9,9	10,1	10,4
0,5	9,5	9,9	10,1	10,4

PC [kW]

gw	Uw			
	1,0	1,3	1,5	1,8
0,2	3,4	3,5	3,5	3,6
0,3	4,3	4,4	4,4	4,5
0,4	5,3	5,3	5,3	5,4
0,5	6,4	6,4	6,4	6,4

Differenza con caso base

Δ PH [kW]

gw	Uw			
	1,0	1,3	1,5	1,8
0,2	11,4	11,1	10,9	10,5
0,3	11,4	11,1	10,9	10,6
0,4	11,4	11,1	10,9	10,6
0,5	11,4	11,1	10,9	10,6

Δ PC [kW]

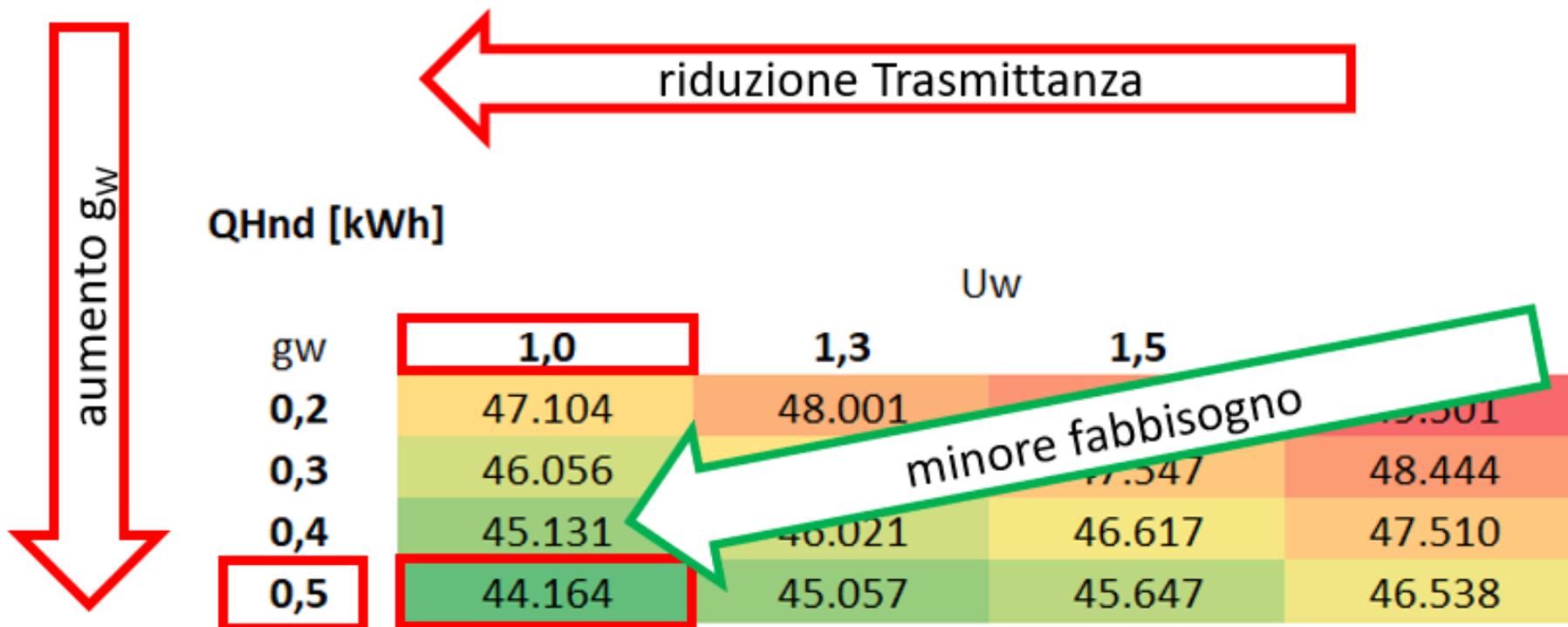
gw	Uw			
	1,0	1,3	1,5	1,8
0,2	5,2	5,1	5,1	5,0
0,3	4,3	4,2	4,2	4,1
0,4	3,3	3,3	3,3	3,2
0,5	2,2	2,2	2,2	2,2

Risultati e considerazioni

RISULTATI - H

Cosa si evince dai risultati per il servizio di riscaldamento?

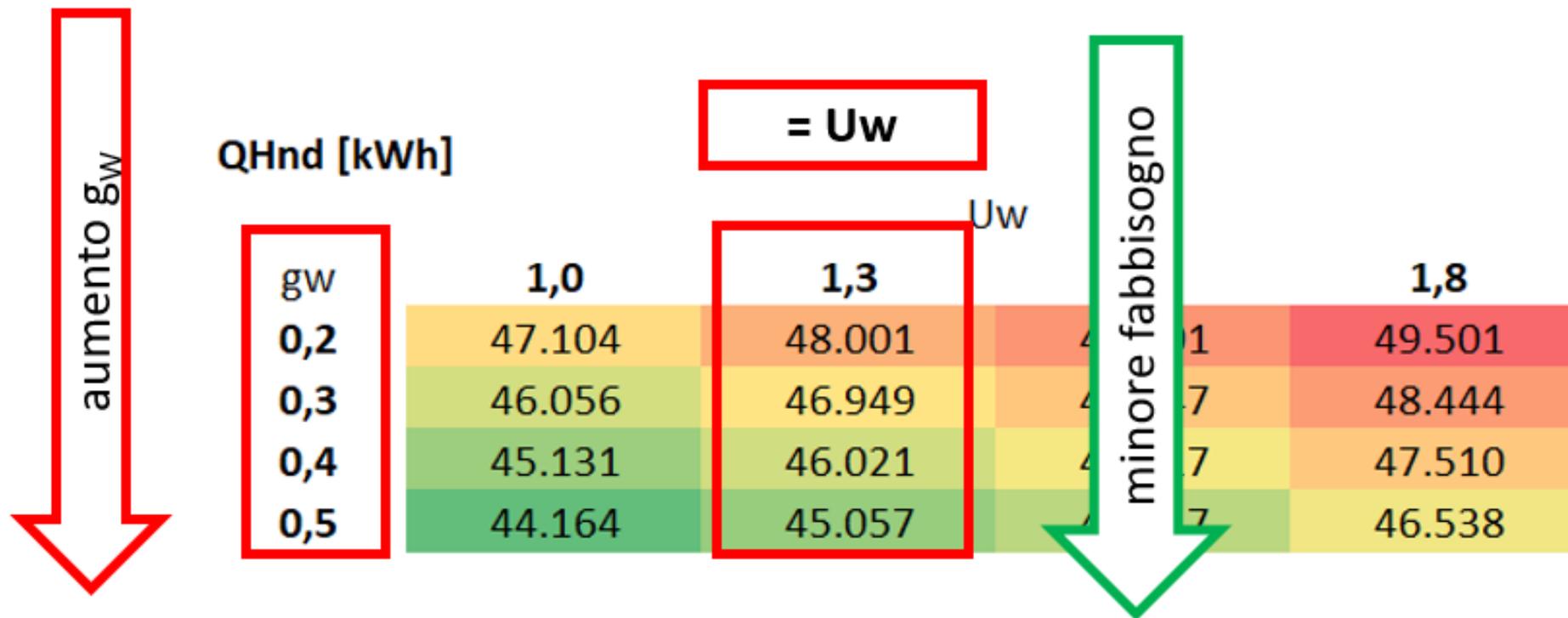
1)



RISULTATI - H

Cosa si evince dai risultati per il servizio di riscaldamento?

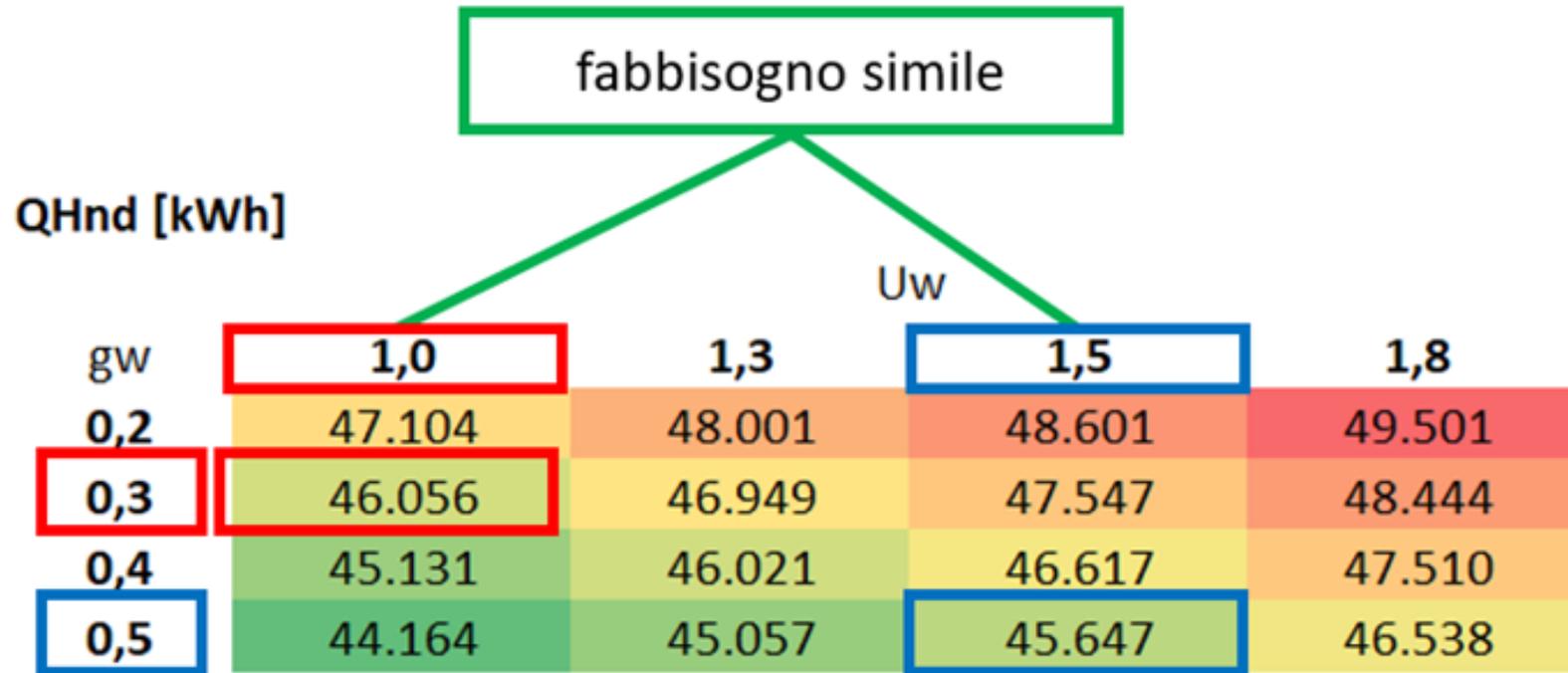
2)



RISULTATI - H

Cosa si evince dai risultati per il servizio di riscaldamento?

3)



RISULTATI - H

Cosa si evince dai risultati per il servizio di riscaldamento?

4)

← riduzione trasmittanza

PH [kW]

	Uw			
gw	1,0	1,3	1,5	1,8
0,2	16,8	17,2	17,4	17,8
0,3	16,8	17,2	17,4	17,7
0,4	16,8	17,1	17,3	17,7
0,5	16,8	17,1	17,3	17,7

Differenza con caso base

Δ PH [kW]

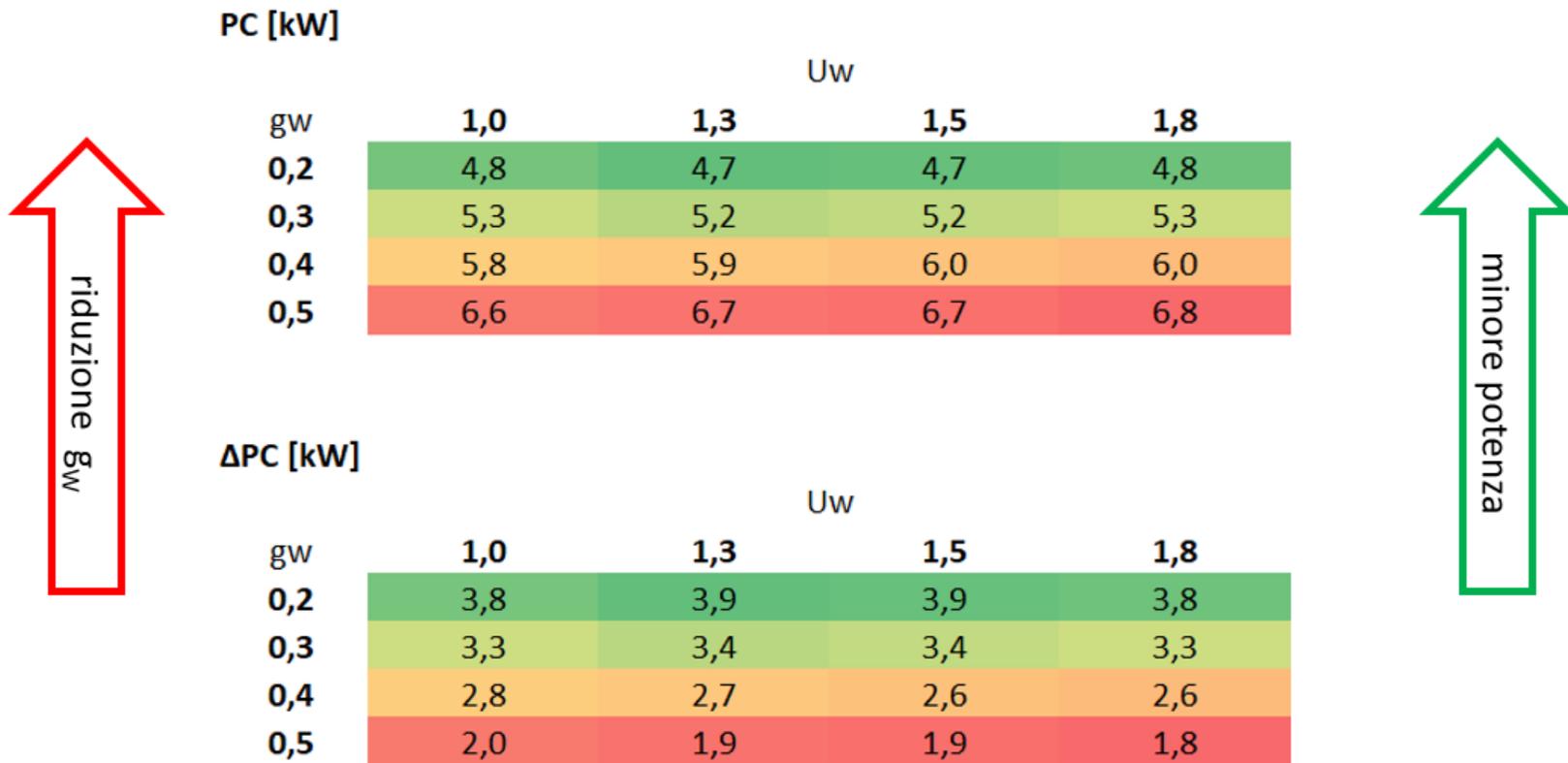
	Uw			
gw	1,0	1,3	1,5	1,8
0,2	4,1	3,7	3,5	3,2
0,3	4,1	3,8	3,6	3,3
0,4	4,1	3,8	3,6	3,3
0,5	4,2	3,8	3,6	3,3

← minore potenza

RISULTATI - C

Cosa si evince dai risultati per il servizio di raffrescamento?

1)



CONCLUSIONI

Alla luce dei risultati ottenuti si evidenzia come opportuno l'approfondimento progettuale derivante dal conoscere i seguenti parametri dei serramenti:

- trasmittanza termica U_w
- trasmittanza solare della parte vetrata g_{gl}
- trasmittanza solare del vano serramento g_w con l'influenza dell'ingombro del telaio e del numero e tipologia di ante
- trasmittanza solare della parte vetrata in combinazione con la schermatura solare g_{gl+sh} e sua possibile automazione grazie alla domotica
- fattori di ombreggiamento fissi esterni





Grazie per l'attenzione