

sviluppato da **TEP** TECNOLOGIA
E PROGETTO

apollo 1

MANUALE DEL SOFTWARE

**Analisi dell'involucro trasparente
e controllo delle schermature**

MANUALE DI UTILIZZO DEL SOFTWARE APOLLO 1

Milano, 18 aprile 2024

Documento basato sulla versione APOLLO 1.0.4



TECNOLOGIA E PROGETTO

Via Lanzone 31, 20123 Milano (MI)
P. IVA e C. F. 10429290157

INDICE

INDICE	2
INTRODUZIONE	3
Modelli di calcolo e database	3
Attivazione del software	3
La suite dei software	4
1. MENÙ GENERALE	5
(A) Progetto.....	5
(B) Archivio	5
(C) Manuale e informazioni	5
2. DATI DEL PROGETTO	6
3. DATI CLIMATICI ESTERNI	7
(A) Selezione della località	8
(B) Informazioni generali	8
(C) Normativa di riferimento per i dati climatici	8
(D) Dati climatici.....	9
4. DATI DELL'EDIFICIO	10
(A) Tipologia di intervento e destinazione d'uso	10
(B) Valori limite e di riferimento della trasmittanza termica	10
5. ELENCO SERRAMENTI	11
(A) Aggiungi nuovo.....	11
(B) Aggiungi da archivio	12
(C) Pannello di controllo delle strutture.....	12
6. DATI GEOMETRICI	13
7. TELAIO	14
8. SUPERFICIE VETRATA	15
9. GIUNZIONI	16
10. CHIUSURE OSCURANTI	17
11. SCHERMATURE MOBILI	18
12. RISULTATI	19
13. RELAZIONE E RELAZIONE PROGETTO	20
14. PANNELLO OPACO	22

Tutti i diritti sono riservati

Questo documento è realizzato da Tep srl ed è aggiornato alla data riportata in copertina.

Nessuna parte del presente manuale può essere riprodotta o divulgata senza l'autorizzazione scritta di Tep srl.

INTRODUZIONE

APOLLO 1 è il software sviluppato da TEP srl per l'analisi dell'involucro trasparente e per il controllo delle schermature. Il software si basa su modelli di calcolo conformi alle norme vigenti ed è allineato alle modalità di verifica definite a livello nazionale dal DM 26/6/2015.

Modelli di calcolo e database

APOLLO implementa i modelli di calcolo e gli archivi forniti dalle seguenti norme:

UNI EN ISO 10077-1:2007	Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti - Calcolo della trasmittanza termica - Parte 1: Generalità
UNI/TS 11300-1:2014	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale
UNI EN 13363-1:2008	Dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate - Calcolo della trasmittanza solare e luminosa - Parte 1: Metodo semplificato
UNI EN 410:2011	Vetro per edilizia - Determinazione delle caratteristiche luminose e solari delle vetrate
UNI EN 673:2011	Vetro per edilizia - Determinazione della trasmittanza termica (valore U) - Metodo di calcolo
UNI EN ISO 6946:2008	Componenti ed elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo

Attivazione del software

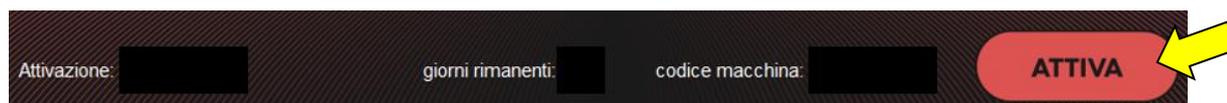
Alla prima installazione del software le opzioni sono:

- Versione DEMO (30 giorni), attiva una versione completa e gratuita per provare il software prima dell'acquisto.
- Socio ANIT Individuale, attiva le funzioni previste nella SUITE ANIT riservata ai Soci Individuali, l'attivazione sblocca l'uso di tutti i software della Suite.
- Soci ANIT Azienda, attiva la versione completa riservata allo staff tecnico delle aziende associate ad ANIT.
- Studenti, attiva la versione completa riservata agli studenti di percorsi formativi (scuole, università) con contratto di collaborazione attivo.
- Sito TEP srl, attiva la versione riservata agli utenti che acquistano il software tramite il portale e-commerce di TEP.

Le modalità di attivazione di ogni opzione sono descritte nelle relative schermate.

Una volta attivato il software il numero di giorni rimanenti e la tipologia di attivazione sono riportate sulla copertina del software al momento dell'avvio.

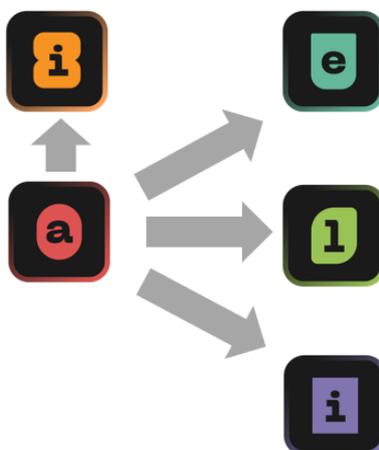
È possibile aggiornare l'attivazione cliccando su ATTIVA dalla copertina del software.



La suite dei software

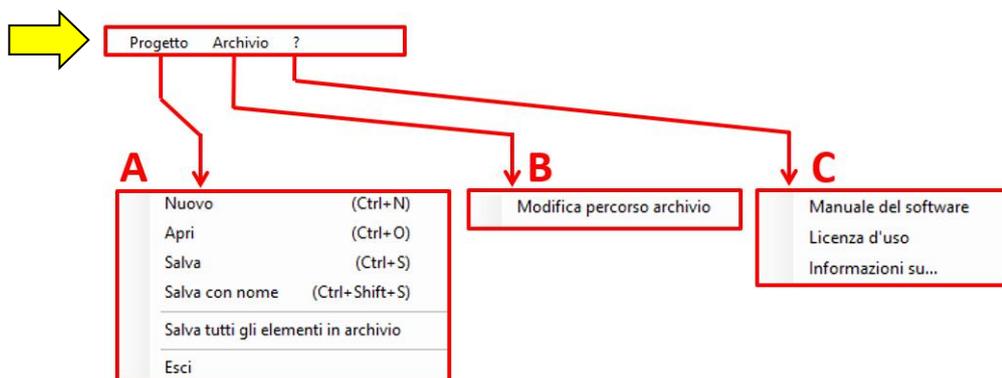
Il software APOLLO può essere utilizzato in coordinamento con gli altri software della suite TEP srl. Le strutture create con APOLLO possono essere salvate nel database condiviso dei software (si veda il capitolo 5 (C) "ELENCO SERRAMENTI") per essere richiamate da:

- IRIS: per il calcolo dei ponti termici agli elementi finiti;
- LETO: per l'analisi del fabbisogno energetico degli edifici per la predisposizione della relazione tecnica (ex Legge 10), dell'APE e dell'AQE;
- EUREKA: per il calcolo della trasmittanza media U_m , del coefficiente H'_T e della trasmittanza per le detrazioni U_{bonus} ;
- ICARO: per la simulazione dinamica oraria delle zone termiche di un edificio.



1. MENÙ GENERALE

Dal menu generale si può accedere ai comandi di gestione del progetto (A), alle funzioni di archivio e gestione del database del software (B) e si possono richiamare il manuale e altre informazioni utili (C).



(A) Progetto

Dalla voce "Progetto" si accede ai comandi standard (nuovo, apri, salva, ecc.) per la gestione del file .apollo contenente il progetto delle strutture analizzate.

Il file .apollo può essere archiviato in cartelle locali o in cloud e può essere aperto dai software PAN, IRIS e LETO della suite TEP srl.

Il comando "Salva tutti gli elementi in archivio" invece consente di salvare nel database dei software TEP srl (APOLLO, PAN, IRIS, LETO ed ECHO) tutte le strutture presenti nel progetto aperto.

Il database del software si chiama anitU.db e si trova nella cartella "Documenti/Software ANIT" del disco fisso.

(B) Archivio

Il file anitU.db si trova nella cartella "Documenti/Software ANIT" del disco fisso.

Questo percorso è modificabile dall'utente a piacere.

La modifica del percorso effettuata con APOLLO vale anche per gli altri software della suite.

(C) Manuale e informazioni

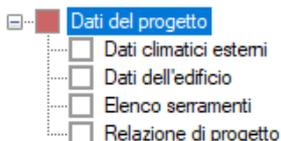
Da questa voce si può richiamare il manuale del software, la pagina con la descrizione della licenza d'uso e le informazioni generali sulla versione installata, sulla data dell'aggiornamento e sugli autori.

2. DATI DEL PROGETTO

La schermata “Dati del progetto” è visualizzata al lancio del software ed è richiamabile cliccando sulla prima voce del menu ad albero.

Lo scopo della schermata è quello di raccogliere le informazioni generali del progetto da riportare nella relazione finale.

La compilazione delle informazioni non è obbligatoria e non incide sui risultati del calcolo.

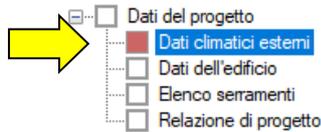


Dati del progetto

Nome del progetto	<input type="text"/>		
Committente	<input type="text"/>		
Indirizzo	<input type="text"/>		
Telefono	<input type="text"/>	E-mail	<input type="text"/>
Calcolo eseguito da	<input type="text"/>		
Commento	<input type="text"/>		

3. DATI CLIMATICI ESTERNI

La schermata “Dati climatici esterni” presenta le informazioni climatiche della località selezionata (A). I dati visualizzati riportano alcune informazioni generali, come la temperatura di progetto, la zona climatica e i gradi giorno (B), i riferimenti normativi selezionabili per la scelta dei dati (C) e i valori climatici mensili e orari sottoforma tabellare o grafica (D).



Dati climatici esterni

A

Provincia di appartenenza
AL - ALESSANDRIA

Comune di ALESSANDRIA
Alessandria

Provincia di riferimento per il calcolo dei dati climatici
AL - ALESSANDRIA

B

Lattitudine: 44° 54' Temperatura di progetto: -8,0 °C Gradi giorno: 2559 Durata della stagione di riscaldamento: 183 giorni

Longitudine: 8° 37' Temperatura media annuale: 12,4 °C Zona climatica: E Irradianza media del mese di massima insolazione: 279,5 W/m²

Altitudine s.l.m.: 95 m Temperatura media stagione di riscaldamento: 5,7 °C Densità dell'aria: 1,193 kg/m³ Velocità del vento media annuale: 2,0 m/s

C

Fonte dei dati climatici
 UNI 10349:2016
 UNI 10349:1994

Fonte dei gradi giorno
 DPR 412/93
 UNI 10349:2016

D

	Irradianza mensile [kWh/m²]											
	Be [°C]	Pe [Pa]	URe [%]	Orz.	S	SE	E	NE	N	NO	O	SO
Gennaio	1,5	616	90,5	37,3	63,1	49,9	29,6	15,1	13,9	15,1	29,6	49,9
Febbraio	4,1	704	85,7	61,9	84,7	71,0	47,9	25,2	19,9	25,2	47,9	71,0
Marzo	8,4	827	75,2	110,0	104,9	99,6	80,0	49,7	34,2	49,7	80,0	99,6
Aprile	11,8	1051	75,8	136,4	88,7	98,4	93,3	68,2	45,9	68,2	93,3	98,4
Maggio	17,4	1480	74,3	181,0	89,2	110,6	119,5	95,7	68,2	95,7	119,5	110,6
Giugno	21,6	1695	65,8	193,2	86,4	108,7	124,1	106,4	83,3	106,4	124,1	108,7
Luglio	23,4	2078	72,1	207,9	94,9	120,4	135,4	112,3	83,4	112,3	135,4	120,4
Agosto	22,3	1806	66,9	166,3	94,4	111,1	112,0	85,1	57,7	85,1	112,0	111,1
Settembre	17,5	1597	79,8	127,7	102,8	105,7	91,2	59,3	37,3	59,3	91,2	105,7
Ottobre	12,4	1238	85,9	64,2	69,8	62,1	46,8	29,1	23,1	29,1	46,8	62,1
Novembre	6,6	934	95,7	33,4	46,8	38,3	25,2	14,7	13,3	14,7	25,2	38,3
Dicembre	1,1	641	96,8	29,2	52,3	40,9	23,3	11,8	11,1	11,8	23,3	40,9

Visualizza dati climatici

Legenda
Be = temperatura dell'aria esterna [°C]
Pe = pressione di vapore dell'aria esterna [Pa]
URe = umidità relativa dell'aria esterna [%]

(A) Selezione della località

La provincia di appartenenza è l'informazione da inserire per richiamare i dati climatici provinciali in accordo con la norma UNI 10349. I dati riguardano i valori medi mensili di temperatura dell'aria esterna, pressione di vapore, irradiazione solare globale giornaliera sul piano orizzontale e velocità del vento per le stazioni di rilevazione dei dati climatici di riferimento. Le coordinate geografiche della stazione di riferimento sono riportate tra le informazioni generali (B).

La selezione del comune modifica il valore di altitudine sul livello del mare e conseguentemente:

- i valori medi mensili di temperatura e pressione di vapore;
- i valori orari di temperatura e irradianza;
- il valore di gradi giorno per la località.

La selezione della seconda provincia di riferimento serve per modificare i dati climatici della località. Questa modifica avviene secondo due criteri differenti in base alla norma utilizzata:

- secondo UNI 10349:2016, la selezione di una seconda provincia diversa dalla prima serve per sostituire i dati climatici della località per quanto riguarda tutti i valori medi mensili e i valori di temperatura oraria del giorno tipico estivo;
- secondo UNI 10349:1994, la selezione di una seconda provincia diversa dalla prima serve per mediare geograficamente il valore dell'irradianza del mese di massima insolazione in base alle latitudini delle due province selezionate e del comune di riferimento.

(B) Informazioni generali

Le coordinate geografiche sono riferite ai dati climatici in accordo con UNI 10349 per la provincia e in accordo con dati di letteratura per il comune di riferimento.

L'altitudine sul livello del mare è un dato editabile dall'utente per tener conto della differenza tra il valore della località considerata e quella della posizione dell'edificio oggetto d'analisi. La relazione tra l'altitudine e la temperatura dell'aria esterna è la seguente:

$$\theta_e = \theta_{e,r} - (z - z_r) \times d \quad [3.1]$$

dove:

- θ_e temperatura giornaliera media mensile della località considerata [°C]
- $\theta_{e,r}$ temperatura giornaliera media mensile nella stazione di rilevazione dei parametri climatici di riferimento [°C]
- z altitudine s.l.m. della località considerata [m]
- z_r altitudine s.l.m. della stazione di rilevazione dei parametri climatici di riferimento [m]
- d gradiente verticale di temperatura ricavabile dalla UNI 10349 [°C/m]

Il valore dei gradi giorno è preso dalla UNI 10349:2016 oppure dal DPR 412/93 in base alla selezione fatta nella sezione (C).

Gli altri valori della sezione (B) sono ricavati dai dati climatici normati.

(C) Normativa di riferimento per i dati climatici

La selezione di *default* di questa sezione è impostata:

- per la fonte dei dati climatici, in accordo con la norma UNI 10349:2016,
- per la fonte dei gradi giorno, in accordo con il DPR 412/93.

Questa distinzione è necessaria dal momento che il DPR 412/93, seppure datato, ha tuttora un peso legislativo superiore alla norma del 2016 e deve essere pertanto utilizzato per la definizione dei gradi giorno e della zona climatica.

Le condizioni di *default* possono essere modificate a piacere dall'utente.

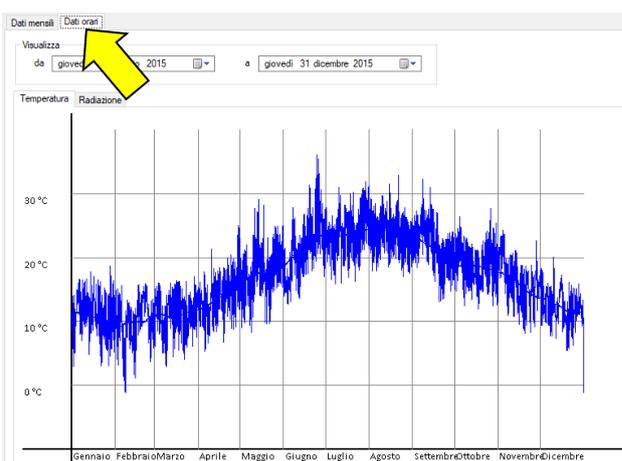
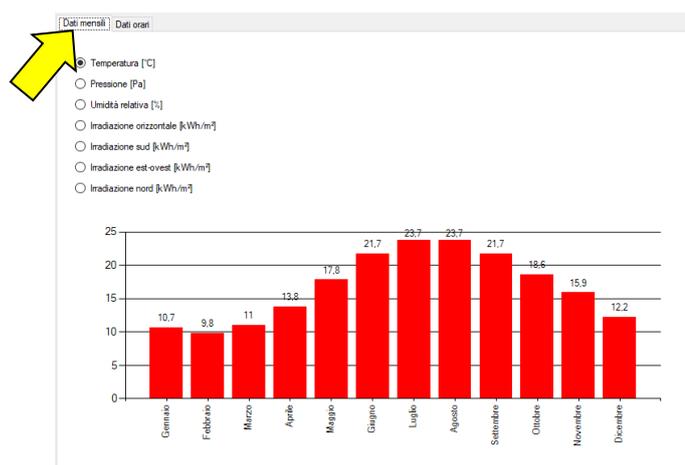
Le principali differenze tra le due versioni della norma UNI 10349 sono:

	UNI 10349:2016	UNI 10349:1994
Entrata in vigore	Giugno 2016	Aprile 1994
Dati medi mensili	Per ogni stazione di rilevazione provinciale.	Per ogni capoluogo di provincia.
Gradi giorno	Calcolati in base alla temperatura della località.	Informazione non presente nella norma. Il valore è preso dal DPR 412/93.
Seconda provincia di riferimento	L'informazione serve per attribuire i dati climatici medi mensili e i dati di temperatura oraria del giorno tipico estivo della seconda provincia selezionata alla località di riferimento. La selezione modifica anche il valore della temperatura di progetto, della temperatura media annuale, della temperatura media nella stagione di riscaldamento, dei gradi giorno e dell'irradianza media del mese di massima insolazione.	L'informazione serve per mediare geograficamente il valore dell'irradianza media del mese di massima insolazione in base alle latitudini delle due province selezionate e del comune di riferimento. La selezione modifica anche il valore mensile di irradiazione solare globale giornaliera sul piano orizzontale.
Temperatura di progetto	Per ogni stazione di rilevazione provinciale.	Informazione non presente nella norma. Il valore è preso dalla UNI 12831.

(D) Dati climatici

La tabella mostra i dati medi mensili di temperatura dell'aria esterna, pressione di vapore esterna, umidità relativa esterna e irradiazione orientata.

Dal tasto “Visualizza dati climatici” si accede alla rappresentazione grafica dei dati medi mensili oppure orari dei suddetti valori.



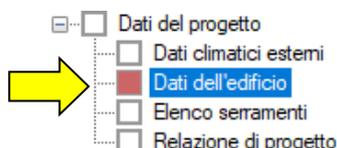
Questa rappresentazione è finalizzata a una migliore comprensione delle condizioni al contorno impostate dal calcolo.

I valori medi mensili sono la media dei valori orari come da norma UNI 10349.

Per il grafico dei dati orari è possibile modificare l'inizio e la fine del periodo rappresentato (il 2015 è l'anno tipo identificato dalla norma).

4. DATI DELL'EDIFICIO

La schermata “Dati dell’edificio” prevede la selezione della tipologia di intervento e della destinazione d’uso (A) e mostra i valori limite e di riferimento della trasmittanza termica (B).



Dati dell'edificio

A

Tipologia di intervento

Nuova costruzione
 Ristrutturazione importante di 1° livello
 Ristrutturazione importante di 2° livello o Riqualficazione energetica
 Edificio esistente senza necessità di confronto con i limiti
 Detrazioni fiscali

Destinazione d'uso

Privato
 Pubblico

Zona climatica **E**

Data di richiesta titolo abilitativo

B

	Serramenti
Trasmittanza dell'edificio di riferimento $U_{w,rif}$ [W/m ² K]	1,40
Trasmittanza massima detrazioni fiscali $U_{w,bonus}$ [W/m ² K]	1,30

(A) Tipologia di intervento e destinazione d’uso

La scelta è finalizzata all’identificazione dei valori riportati nella sezione (B).

Le opzioni disponibili sono:

- Nuova costruzione: viene mostrato il valore della trasmittanza dell’edificio di riferimento $U_{w,rif}$ (per questo ambito non sono previsti limiti obbligatori di trasmittanza);
- Ristrutturazione importante di 1° livello: viene mostrato il valore della trasmittanza dell’edificio di riferimento $U_{w,rif}$ (per questo ambito non sono previsti limiti obbligatori di trasmittanza);
- Ristrutturazione importante di 2° livello o Riqualficazione energetica: viene mostrato il valore di trasmittanza massima U_w intesa come trasmittanza del serramento;
- Detrazioni fiscali (solo per gli interventi su edifici esistenti): viene mostrato il valore $U_{w,bonus}$ per l’accesso alle detrazioni.

La Data di richiesta del titolo abilitativo e la Destinazione d’uso (privata o pubblica) servono per identificare i valori riportati nella tabella della sezione (B).

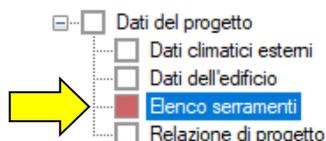
(B) Valori limite e di riferimento della trasmittanza termica

La tabella mostra i valori con i criteri indicati nella descrizione della sezione (A).

5. ELENCO SERRAMENTI

La schermata “Elenco serramenti” consente di gestire le strutture del progetto.

Da qui è possibile creare nuove strutture (A) o richiamare strutture già presenti nel database interno (B). Ogni struttura presente nell’elenco può essere poi gestita individualmente dal pannello di controllo (C).



Elenco serramenti

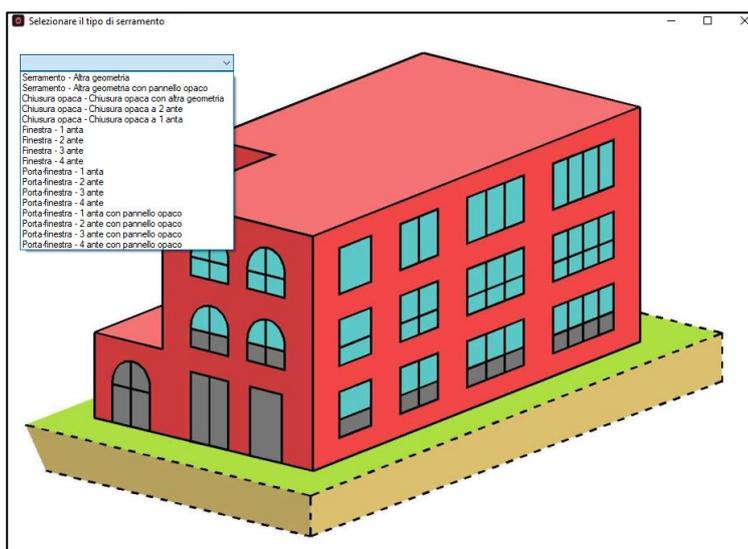
A Aggiungi nuovo Aggiungi da archivio **B**

C

	Tipo	Descrizione	Trasmittanza Uw [W/m²K]	Area Aw [m²]	Fattore di trasmissione solare g_gln [-]	Fattore di trasmissione solare g_(gl+rh) [-]				Salva in archivio
1	Finestra	A_2.36x1.50_U1.3	1,154	3,54	0,650	0,340	Analizza	Duplica	Elimina	Salva
2	Porta-finestra	B_1.55x2.40_U1.3	1,211	3,72	0,650	0,340	Analizza	Duplica	Elimina	Salva
3	Finestra	D_0.75x0.95_U1.3	1,242	0,71	0,630	0,337	Analizza	Duplica	Elimina	Salva
4	Finestra	F_1.55x1.50_U1.3	1,197	2,33	0,650	0,340	Analizza	Duplica	Elimina	Salva
5	Porta-finestra	G_0.90x2.10_U1.3	1,281	1,89	0,650	0,340	Analizza	Duplica	Elimina	Salva
6	Finestra	H_1.15x0.90_U1.3	1,274	1,04	0,650	0,340	Analizza	Duplica	Elimina	Salva
7	Finestra	L_1.10x1.65_U1.3	1,222	1,82	0,650	0,585	Analizza	Duplica	Elimina	Salva
8	Finestra	M_1.40x1.65_U1.3	1,187	2,31	0,650	0,585	Analizza	Duplica	Elimina	Salva

(A) Aggiungi nuovo

Cliccando su “Aggiungi nuovo” si apre la finestra di dialogo per l’inserimento delle nuove strutture:



Dallo schema si può selezionare uno tra gli elementi presenti in base a:

- numero di ante del serramento;
- presenza di eventuali divisori orizzontali del telaio;

- presenza di elementi opachi nella geometria dell'elemento (parziali o totali).

(B) Aggiungi da archivio

Cliccando su "Aggiungi da archivio" si apre la finestra di dialogo per l'inserimento delle strutture precedentemente salvate in archivio.

(C) Pannello di controllo delle strutture

In questa sezione sono elencate le strutture del progetto.

Ogni riga riporta informazioni sulla tipologia dell'elemento (Tipo), sul nome della struttura (Descrizione) e sui valori di trasmittanza, area e fattori di trasmissione solare.

Le operazioni di gestione delle strutture sono:

- Analizza: per procedere con l'analisi della stratigrafia
- Duplica
- Elimina
- Salva: il salvataggio nell'archivio locale consente l'apertura della struttura con altri software TEP, ovvero IRIS, LETO, EUREKA ed ICARO.

6. DATI GEOMETRICI

La schermata accoglie le informazioni sulla geometria del serramento per il calcolo di:

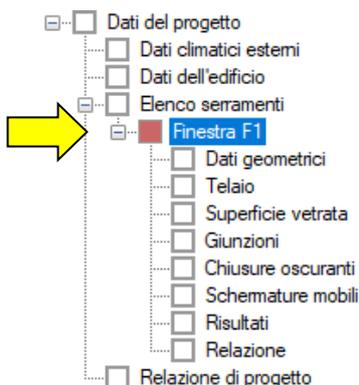
- A_w : area del serramento [m²]
- A_g : area della parte vetrata [m²]
- l_g : lunghezza del giunto vetro-telaio [m]
- A_f : area del telaio [m²]

I dati geometri sono utilizzati per la valutazione della trasmittanza dell'elemento, come segue:

$$U_w = \frac{U_g \cdot A_g + U_f \cdot A_f + \Psi_g \cdot l_g}{A_w} \tag{6.1}$$

dove:

- U_w trasmittanza termica del serramento [W/m²K]
- U_g trasmittanza termica della struttura vetrata [W/m²K]
- U_f trasmittanza termica del telaio [W/m²K]
- Ψ_g trasmittanza lineare del giunto vetro/telaio [W/mK]



Dati geometrici

Nome

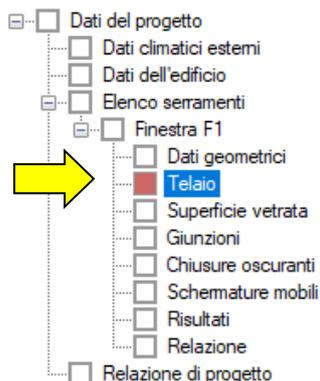
Lw	<input style="width: 50px;" type="text" value="2,36"/>	m	
Hw	<input style="width: 50px;" type="text" value="1,50"/>	m	
Lg	<input style="width: 50px;" type="text" value="1,10"/>	m	
Hg	<input style="width: 50px;" type="text" value="1,40"/>	m	
A_w	<input style="width: 50px; background-color: #f08080;" type="text" value="3,54"/>	m ²	A_f <input style="width: 50px; background-color: #f08080;" type="text" value="0,46"/> m ²
A_g	<input style="width: 50px; background-color: #f08080;" type="text" value="3,08"/>	m ²	
l_g	<input style="width: 50px; background-color: #f08080;" type="text" value="10,00"/>	m	

7. TELAIO

La schermata è deputata alla valutazione della trasmittanza termica del telaio.

Il dato può essere inserito liberamente dall'utente oppure può essere richiamato in accordo con le tabelle delle norme UNI EN ISO 10077-1 o UNI/TS 11300-1.

Il valore della trasmittanza del telaio (U_f) è utilizzato come mostrato nella formula [6.1] per il calcolo della trasmittanza del serramento.



Telaio

Nome

Trasmittanza U_f W/m²K

Calcolo secondo UNI EN ISO 10077-1

Calcolo secondo UNI TS 11300-1

Plastica

Poliuretano (con anima di metallo, spessore di PUR ≥ 5 mm)

PVC profili cavi (due camere cave)

PVC profili cavi (tre camere cave)

Materiale

Plastica

Legno

Metallo

Camera cava nel telaio di materiale plastico

I valori di trasmittanza del telaio proposti valgono per una distanza tra le superfici delle pareti di ciascuna camera cava di almeno 5mm.

I valori di altre sezioni dei profili di plastica dovrebbero essere misurati o calcolati.

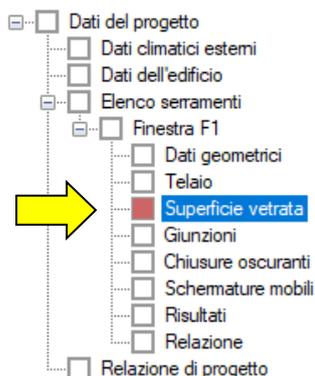
$\geq 5\text{mm}$

8. SUPERFICIE VETRATA

Dalla schermata si può ricavare per la struttura trasparente il valore della trasmittanza (U_g) e il fattore di trasmissione dell'energia solare totale (g).

Il primo parametro è utilizzato per il calcolo della trasmittanza del serramento come mostrato nella formula [6.1], il secondo per stimare gli apporti solari attraverso la parte trasparente.

È possibile creare un sistema vetrato con 1, 2 o 3 lastre trasparenti. Le caratteristiche delle singole lastre e dell'intercapedine sono definite cliccando sulle righe della tabella.



Superficie vetrata

Nome

Numero vetri

1

2

3

Inclinazione vetro

Inclinazione serramento °

(tra 0° e 90°, rispetto all'orizzontale)

Risultati

Fattore di trasmissione solare diretta τ 0.626

Fattore di scambio termico secondario verso l'interno q_i 0.093

Trasmittanza U_g W/m²K Calcola U_g

Trasmittanza di energia solare totale per incidenza normale $g_{gl,n}$ Calcola $g_{gl,n}$

	Spessore s [mm]	Resistenza R [m ² K/W]	Fattore di trasparenza τ [-]	Fattore di riflessione ρ [-]	Conduttività λ [W/mK]	Emissività lato interno ϵ_i [-]	Emissività lato esterno ϵ_e [-]
Superficie esterna		0,04					
vetro sodico-calcico	6	0,006	0,79	0,06	1,00	0,837	0,837
Intercapedine con aria	12	0,173					
vetro sodico-calcico	6	0,006	0,79	0,06	1,00	0,837	0,837
Superficie interna		0,13					

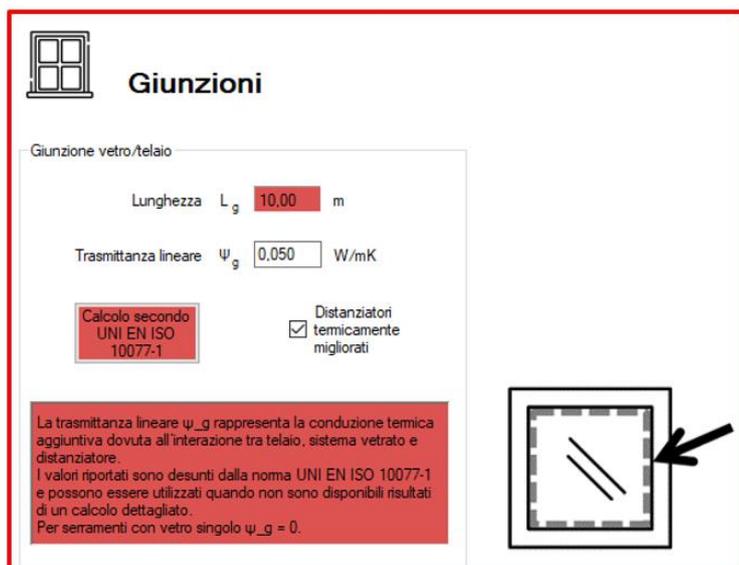
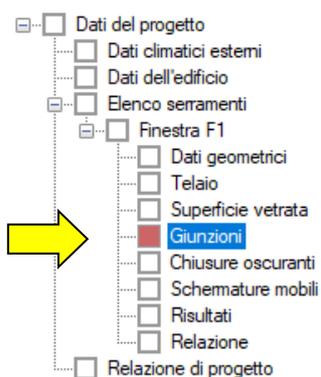
9. GIUNZIONI

L'elemento di giunzione vetro/telaio incide sul calcolo della trasmittanza del serramento U_w in accordo con la formula [6.1].

La schermata di APOLLO richiama i valori standard della trasmittanza lineare Ψ_g proposti dalla norma UNI EN ISO 10077-1. Tali valori sono utilizzabili in assenza di dati di calcolo più precisi.

Nel caso di serramento con vetro singolo il valore di Ψ_g è pari a 0.

Se presente un pannello opaco nella geometria del serramento, il giunto pannello/telaio è considerato in accordo con la formula [14.1].



10. CHIUSURE OSCURANTI

Secondo le norme UNI EN ISO 10077-1 e UNI/TS 11300-1, è possibile considerare la resistenza termica aggiuntiva (ΔR) dovuta alla presenza di una chiusura esterna per calcolare il valore della trasmittanza termica corretta del serramento (U_{corr}).

L'incremento di resistenza è legato alla presenza sia dell'intercapedine d'aria racchiusa tra l'elemento oscurante e la finestra che alla chiusura oscurante stessa.

In accordo con le norme si considera una chiusura media giornaliera dell'elemento oscurante di 12 ore (dalle 20:00 alle 8:00), ovvero si considera un fattore di chiusura (f_{shut}) pari a 0.6.

I valori di ΔR sono ricavati dalla tabella della UNI EN ISO 10077-1.

La trasmittanza del serramento con la schermatura chiusa (U_{shut}) è valutata come:

$$U_{shut} = \frac{1}{(1/U_w) + \Delta R} \quad [10.1]$$

dove:

U_w trasmittanza termica del serramento [W/m^2K]

ΔR resistenza termica aggiuntiva con chiusura chiusa [m^2K/W]

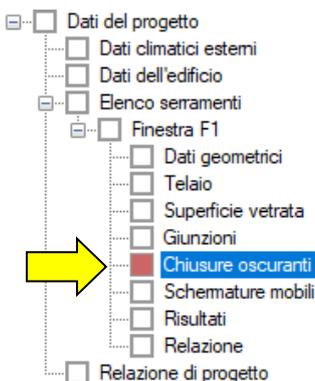
La trasmittanza corretta del serramento è valutata in accordo con UNI/TS 11300-1 come:

$$U_{corr} = [U_{shut} \cdot f_{shut}] + [U_w \cdot (1 - f_{shut})] \quad [10.2]$$

dove:

U_{corr} trasmittanza termica corretta del serramento [W/m^2K]

f_{shut} fattore di chiusura [-], APOLLO assume il valore standard pari a 0.6.



Chiusure oscuranti

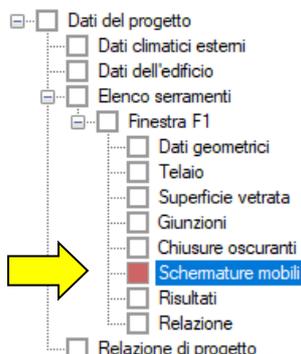
Secondo la norma UNI EN ISO 10077-1, una chiusura oscurante all'esterno di una finestra introduce una resistenza termica aggiuntiva, dovuta sia all'intercapedine d'aria racchiusa tra la chiusura oscurante e la finestra, sia alla chiusura oscurante stessa.

Tipo di chiusura oscurante

Pemeabilità all'aria	Media	Resistenza termica aggiuntiva ΔR	0.19 m^2K/W
		Trasmittanza del serramento U_w	1.154 W/m^2K
		Trasmittanza del serramento con la schermatura chiusa U_{shut}	0.947 W/m^2K
		Trasmittanza termica corretta del serramento U_{corr}	1.030 W/m^2K

11. SCHERMATURE MOBILI

L'incidenza delle schermature mobili sul calcolo dei coefficienti di trasmissione solare è ricavata sotto forma tabellare in accordo con UNI/TS 11300-1 oppure con UNI EN 13363-1. La schermata mostra il valore della trasmittanza di energia solare totale per incidenza normale ($g_{gl,n}$), per incidenza generica senza schermatura (g_{gl}) e per incidenza generica con schermatura (g_{gl+sh}). Il rapporto tra g_{gl+sh} e g_{gl} è definito come fattore di riduzione F_{shut} e dipende dalle schermature selezionate.



Schermature mobili

La quantità di energia solare che attraversa un serramento può essere valutata attraverso il parametro g_{gl} definito come "trasmittanza di energia solare". A tale scopo si definisce $g_{gl,n}$ per valutare la trasmissione solare per incidenza normale in assenza di schermature e g_{gl+sh} per valutare la trasmissione solare quando la schermatura è utilizzata.

Nessuna schermatura

Tipo di calcolo

Secondo UNI TS 11300-1
 Secondo UNI EN 13363-1

Calcolo UNI EN 13363-1

Posizione

Interna
 Esterna
 Integrata

Trasmissione

Opaca

Colore

Bianco

Fattore di trasmissione

0

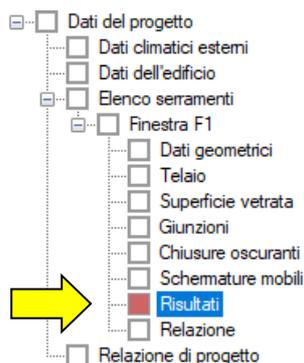
Fattore di riflessione

0,7

Trasmittanza di energia solare totale per incidenza normale	$g_{gl,n}$	0,650
Trasmittanza di energia solare totale	g_{gl}	0,585
Trasmittanza di energia solare totale con schermature attive	g_{gl+sh}	0,340
Fattore di riduzione	F_{shut}	0,581

12. RISULTATI

La schermata dei risultati riporta nel primo riquadro (A) l'indicazione della località selezionata con i gradi giorno e la zona climatica corrispondenti (oltre alla legenda dei risultati). Nel secondo e terzo riquadro (B) la schermata riporta il risultato delle verifiche della trasmittanza termica U_w (calcolata con la formula [6.1]) e della trasmittanza di energia solare totale con schermature attive g_{gl+sh} . Entrambi i parametri sono valutati con riferimento ai limiti di legge indicati dal DM 26/6/2015.



Risultati

A

Dati dell'edificio		Legenda
Località	Arese (MI)	✓ Verifica superata
Gradi giorno	2312,56	✗ Verifica non superata
Zona climatica	E	○ Verifica non richiesta

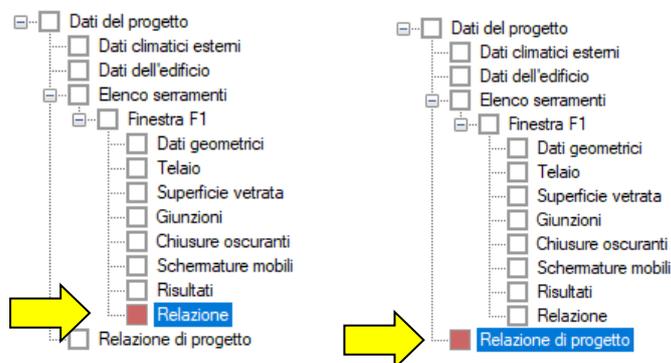
B

Trasmittanza termica U_w	
Trasmittanza U_w di progetto	1,000 W/m ² K
Trasmittanza U_w limite (requisiti minimi)	1,40 W/m ² K ✓

Trasmittanza di energia solare totale con schermature attive g_{gl+sh}	
g_{gl+sh} di progetto	0,585 ?
g_{gl+sh} limite (requisiti minimi)	0,350 ✗

13. RELAZIONE E RELAZIONE PROGETTO

APOLLO consente di visualizzare e stampare la relazione di calcolo delle singole strutture o dell'intero progetto.



Cliccando su “Relazione” nel menu della singola struttura si accede direttamente alla scheda del serramento in oggetto pronta da allegare a una relazione tecnica.

Una volta visualizzata la relazione, è possibile effettuare un salvataggio in formato editabile (.rtf) o non editabile (.pdf).

Cliccando invece su “Relazione di progetto” si accede a una schermata con l'elenco di tutte le strutture presenti nel file .apollo aperto.

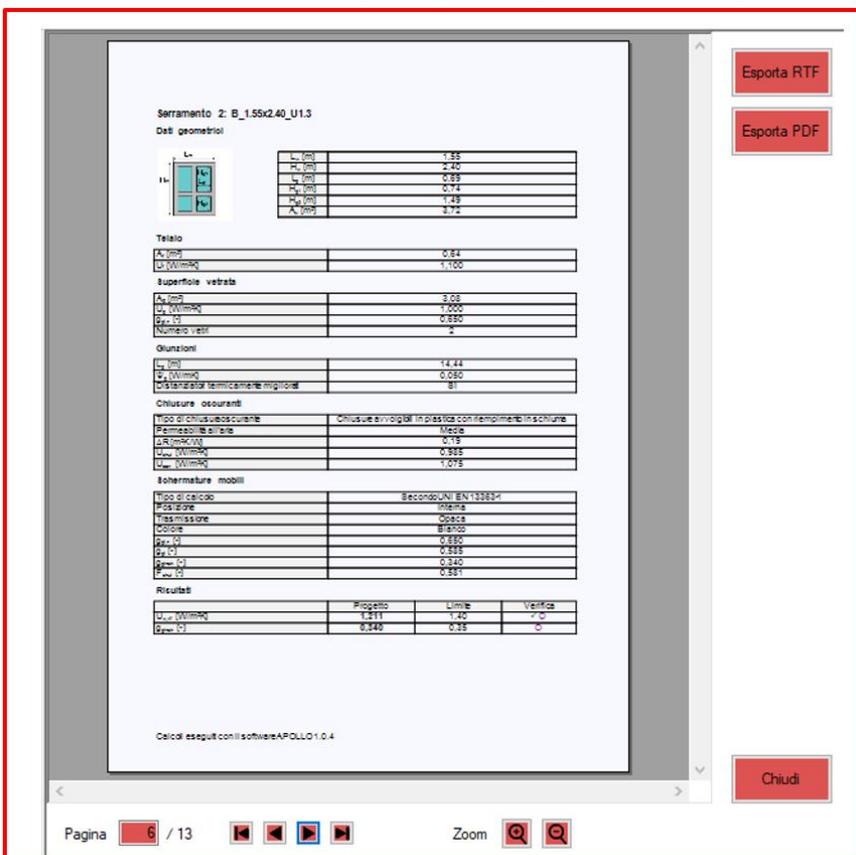
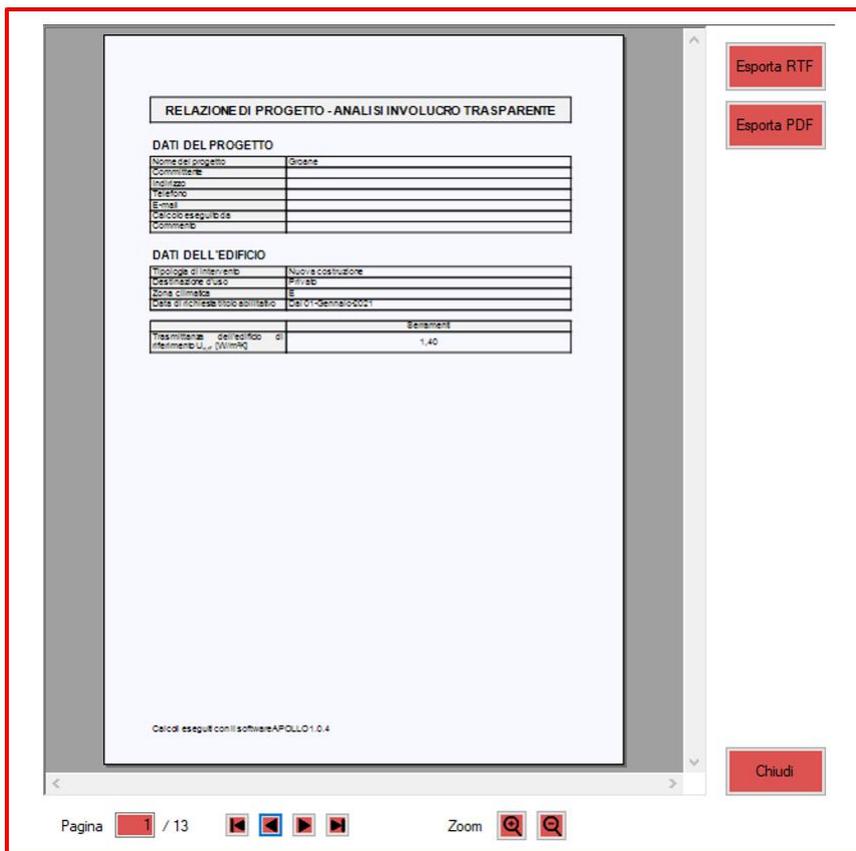
Queste strutture possono essere selezionate a piacere per creare una relazione complessiva con la descrizione di più elementi.

Anche in questo caso la relazione finale è esportabile in formato editabile (.rtf) o non editabile (.pdf).



Relazione di progetto

	Tipo	Descrizione	Trasmittanza Uw [W/m²K]	Area Aw [m²]	Fattore di trasmissione solare g _{gl,n} [-]	Fattore di trasmissione solare g _{gl+sh} [-]	<input type="checkbox"/>
1	Finestra	A_2.36x1.50_U1.3	1,154	3,54	0,650	0,340	<input type="checkbox"/>
2	Porta-finestra	B_1.55x2.40_U1.3	1,211	3,72	0,650	0,340	<input type="checkbox"/>
3	Finestra	D_0.75x0.95_U1.3	1,242	0,71	0,630	0,337	<input type="checkbox"/>
4	Finestra	F_1.55x1.50_U1.3	1,197	2,33	0,650	0,340	<input type="checkbox"/>
5	Porta-finestra	G_0.90x2.10_U1.3	1,281	1,89	0,650	0,340	<input type="checkbox"/>
6	Finestra	H_1.15x0.90_U1.3	1,274	1,04	0,650	0,340	<input type="checkbox"/>
7	Finestra	L_1.10x1.65_U1.3	1,222	1,82	0,650	0,585	<input type="checkbox"/>
8	Finestra	M_1.40x1.65_U1.3	1,187	2,31	0,650	0,585	<input type="checkbox"/>



14. PANNELLO OPACO

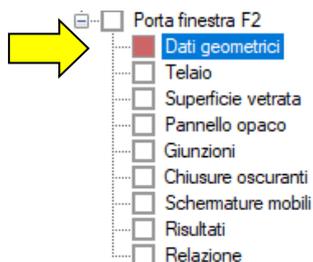
Nel caso di un elemento con un pannello opaco il calcolo delle prestazioni del serramento viene valutato considerando:

- nullo il contributo degli apporti solari attraverso la parte opaca,
- le caratteristiche geometriche (A_p e l_p) e termiche (U_p e Ψ_p) del pannello per la valutazione della trasmittanza U_w del serramento, come di seguito riportato:

$$U_w = \frac{U_g \cdot A_g + U_f \cdot A_f + U_p \cdot A_p + \Psi_g \cdot l_g + \Psi_p \cdot l_p}{A_w} \quad [14.1]$$

dove, oltre a quanto già riportato nella [6.1]:

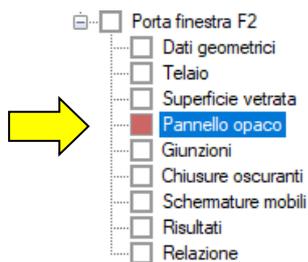
- U_p trasmittanza termica del pannello opaco [W/m^2K]
- A_p Area del pannello opaco [m^2]
- Ψ_p trasmittanza lineare del giunto pannello/telaio [W/mK]
- l_p lunghezza del giunto pannello-telaio [m]



Dati geometrici

Nome: Finestra F2

Lw	1.6	m	Aw	1.92	m ²	Af	0.62	m ²
Hw	1.2	m	Ag	0.52	m ²	Ap	0.78	m ²
Lg	1.3	m	lg	3.40	m	lp	3.80	m
Hg	0.4	m						
Hp	0.6	m						



Descrizione: Pannello porta finestra

Provenienza dei dati:

- UNI 10351 - prosp. 2
- UNI 10355
- UNI TR 11552
- Materiali cliente
- Materiali aziende ANIT

Descrizione	Spessore s [m]	Densità ρ [kg/m³]	Conduttività λ [W/mK]	Calore specifico ca [kJ/kgK]	Fattore resistenza vapore μ [1]	Resistenza inversa R [m²K/W]	Spessore equivalente area Se [m]	Diffusività D [m²/s]
19 PUR Poliuretano in lastre scivate da blocchi	0	40	0.032	0.335	160			
20 PUR Poliuretano in lastre scivate da blocchi	0	50	0.032	0.335	190			
21 PUR Poliuretano espanso in situ	0	37	0.035	0.335	70			
22 Feltro resinati in fibre di vetro	0	11	0.053	0.246	1			
23 Feltro resinati in fibre di vetro	0	14	0.048	0.246	1			
24 Feltro resinati in fibre di vetro	0	16	0.046	0.246	1			
25 Pannelli semitrigli in fibre di vetro	0	16	0.046	0.246	1			
26 Pannelli semitrigli in fibre di vetro	0	20	0.043	0.246	1			
27 Pannelli semitrigli in fibre di vetro	0	30	0.04	0.246	1			

Elementi 1-50 di 65

Spessore	0.02	m
Inserisci	1	EEG Superficie esterna
Sostituisci	2	ISO Pano flussato perpendicolare alle fibre
	3	ISO Pannelli semitrigli in fibre di vetro
	4	EEG Pano flussato perpendicolare alle fibre
Duplica		Superficie interna
Elimina		

Spessore s [m]	0.040
Massa superficiale ms [kg/m²]	11.3
Resistenza R [m²K/W]	0.75
Trasmittanza U [W/m²K]	1.338