

**RELAZIONE TECNICA SUL RISPETTO DELLE PRESCRIZIONI PER IL
CONTENIMENTO DI CONSUMO DI ENERGIA NEGLI EDIFICI**

*MODELLO secondo ALLEGATO A TIPOLOGIA a, art. 1 DM 13-12-93:
opere relative ad edifici di nuova costruzione o a ristrutturazione di edifici
(con riferimento all'intero sistema edificio-impianto termico).*

*In ottemperanza a quanto disposto da:
legge n. 10 del 9 gennaio 1991-D.P.R. n. 412 del 26 agosto 1993
D.M. del 13 dicembre 1993 - D.M. del 6 agosto 1994
D.P.R. n. 551 del 21 dicembre 1999*

*Calcolo del fabbisogno energetico convenzionale METODO A - UNI10379
Procedure di calcolo recepite dalla UNI-10344 (UNI-EN 832) e da tutte quelle collegate*

Opere relative a:	nuova costruzione
Località :	MILANO
	Via P.zza Corso Viale
Tipo di edificio :	Palazzina di civile abitazione (6 Appartamenti)
Categoria :	vedere tabella pag. 2
Committente :	Watts Italia srl
Progettisti :	vedi pag. 2

La presente Relazione Tecnica ai sensi dell'Art. 28 Legge 10, 9-1-1991, viene consegnata in duplice copia prima o insieme, alla denuncia dell'inizio lavori relativi alle opere in oggetto.

La seconda copia viene restituita con l'attestazione dell'avvenuto deposito.

a) INFORMAZIONI GENERALIa1 - Comune di *MILANO*a2 - Progetto per la realizzazione di
*Palazzina di civile abitazione (6 Appartamenti), nuova costruzione*a3 - sito in *MILANO*
Via P.zza Corso Viale

a4 - Concessione edilizia n. _____ del _____

a5 - Classificazione dell'edificio: *vedere tabella seguente*a6 - Numero delle unita' abitative: *6*

Impianto	Classificazione	Descrizione
11	E.1.(1)	Esempio Gruppo di impianti - Appartamento A1 Piano Terra
12	E.1.(1)	Esempio Gruppo di impianti - Appartamento B1 Piano Terra
13	E.1.(1)	Esempio Gruppo di impianti - Appartamento C1 Piano Primo
14	E.1.(1)	Esempio Gruppo di impianti - Appartamento D1 Piano Primo
15	E.1.(1)	Esempio Gruppo di impianti - Appartamento E1 Piano Secondo
16	E.1.(1)	Esempio Gruppo di impianti - Appartamento F1 Piano Secondo

a7 - Committente: *Watts Italia srl*a8 - Progettista degli impianti termici:
*nome Ing. cognome*a9 - Progettista dell'isolamento termico dell'edificio:
*nome Ing. cognome*a10 - Direttore dei lavori degli impianti termici: *nome Ing. cognome*a11 - Direttore dei lavori dell'isolamento termico dell'edificio: *nome Ing. cognome*

a12 - L'edificio rientra tra quelli di proprietà pubblica o adibiti a uso pubblico ai fini dell'utilizzo delle fonti rinnovabili di energia previste dall'art.5 comma 15 del regolamento:

 Si No

a13 - L'edificio rientra nella disciplina di cui all'art. 4 comma 1 della legge (edilizia sovvenzionata e convenzionata, edilizia pubblica e privata):

 Si No

a14 - L'edificio rientra nella disciplina di cui all'art. 4 comma 2 della legge (autorizzazioni, concessioni e contributi per la realizzazione di opere pubbliche):

 Si Noa15 - Consistenza demografica del comune (numero di abitanti): *> 300000*

b) FATTORI TIPOLOGICI DI EDIFICIO

I seguenti elementi tipologici (contrassegnati) sono forniti in allegato:

- b1 - piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali
- b2 - prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione di eventuali sistemi di protezione solare
- b3 - elaborati grafici relativi ad eventuali sistemi solari passivi specificatamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari

c) PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITA'

c1 - Gradi-giorno [$^{\circ}\text{C}$ 24 h] :	2404
c2 - Temperatura minima di progetto dell'aria esterna [$^{\circ}\text{C}$] :	-5

d) DATI TECNICO-COSTRUTTIVI DELL'EDIFICIO E DELLE RELATIVE STRUTTURE

I seguenti valori da d1 a d7 sono elencati nella tabella d8:

d1 - Volume degli ambienti al lordo delle strutture che li delimitano [m^3] :	<i>V</i>
d2 - Superficie esterna che delimita il volume [m^2] :	<i>S</i>
d3 - Rapporto S/V [m^{-1}] :	<i>S/V</i>
d4 - Massa efficace dell'involucro edilizio [Kg/m^2] :	<i>M</i>
d5 - Classe di permeabilità all'aria dei serramenti esterni (secondo norma UNI 7979) :	<i>A2</i>
d6 - Valori di progetto della temperatura interna [$^{\circ}\text{C}$] :	<i>Ti</i>
d7 - Valori di progetto dell'umidità interna [%] :	<i>Uri</i>

d8 - Riepilogo dati tecnico costruttivi degli appartamenti:

Impianto	S	V	S/V	M	Ti	Uri
11	332.53	320.07	1.04	72.1	20.0	50.0
12	343.03	337.39	1.02	72.8	20.0	50.0
13	343.03	337.39	1.02	59.7	20.0	50.0
14	343.03	337.39	1.02	59.7	20.0	50.0
15	334.63	317.69	1.05	55.1	20.0	50.0
16	334.63	317.69	1.05	55.1	20.0	50.0

e) DATI RELATIVI ALL'IMPIANTO TERMICO**e1 - Descrizione generale dell'impianto termico contenente i seguenti elementi:****e1.1 - Tipologia:**

Impianto termico centralizzato destinato al riscaldamento ed alla produzione di acqua calda sanitaria di sei unità immobiliari.

I circuiti di alimentazione dei collettori, uno per ogni zona termica, saranno dotati di regolazione climatica automatica con valvola modulare a tre vie miscelatrice.

La distribuzione prevista nelle singole unità immobiliari è del tipo Modul, con la formazione di una rete orizzontale che si dirama da una cassetta di ispezione facilmente accessibile.

e1.2 - Sistemi di generazione:

Si prevede l'installazione di una caldaia a basamento posta nel cantinato, ad alto rendimento, a camera stagna, alimentato a gas metano di rete.

e1.3 - Sistemi di termoregolazione:

Gruppo di termoregolazione in centrale termica, pilotato dalla temperatura esterna ed operante sulla temperatura dell'acqua in uscita del generatore di calore; la programmazione consente la regolazione della temperatura ambiente su due livelli nell'arco delle 24 h.

Regolatore della temperatura ambiente, uno per ogni zona termica, con orologio programmatore settimanale e giornaliero del tipo on/off.

Valvola termostatiche con elemento ad olio, poste sui singoli corpi scaldanti, costruita ed omologata secondo la Norma Europea EN215.

e1.4 - Sistemi di contabilizzazione dell'energia termica:

Non previsti.

e1.5 - Sistemi di distribuzione del vettore termico:

Distribuzione generale di centrale e colonne montanti in tubazione di acciaio con gli isolamenti previsti dal DPR 412/93.

Collettore complanare in rame tipo Modul, uno per ogni zona termica, che consente la formazione di reti orizzontali a ragno che alimentano con coppie di tubi (rame), di andata e ritorno, le singole unità terminali circostanti.

e1.6 - Sistemi di ventilazione forzata (tipologie):

Ventilazione forzata non prevista.

e1.7 - Sistemi di accumulo termico (tipologie):

Non previsti.

e1.8 - Sistemi di produzione e di distribuzione dell'acqua calda sanitaria:

La produzione di acqua calda sanitaria è incorporata nel generatore di calore; rete di distribuzione priva di ricircolo. Realizzazione dell'impianto idrosanitario conforme alla UNI 9182.

e1.9 - Durezza dell'acqua di alimentazione dei generatori di calore (per potenza installata uguale o maggiore a 350 kW): *Dato non richiesto.*

2 - Schemi funzionali dell'impianto: (forniti in allegato)

e2.1 - Schemi con dimensionamento delle reti di distribuzione dei fluidi termovettori per riscaldamento ed acqua calda sanitaria

e2.2 - Schemi funzionali con dimensionamento delle apparecchiature

e2.3 - Sono evidenziati i dispositivi di regolazione e di contabilizzazione.

e2.4 - Le caratteristiche funzionali delle apparecchiature dell'impianto e di tutti i componenti rilevanti ai fini energetici, con i loro dati descrittivi e prestazionali, sono di seguito riportati.

e3 - Specifiche dei generatori di energia**e3.1 - Generatore numero**

6 generatori : Tipologia secondo DPR 660 15 novembre 96; CALDAIA STANDARD

e3.2 - Fluido termovettore:

Acqua

e3.3 - Potenza termica utile nominale (Pn) kW (vedi tabella e3.7)**e3.4 - Rendimento termico utile (o di combustione per generatori ad aria calda) al 100% di Pn:**

e3.4.1 - valore di progetto [%]

n_{100}

e3.4.2 - valore minimo prescritto [%]

$84 + 2 \cdot \log P_n = n_{100L}$

e3.5 - Rendimento termico utile (o di combustione per generatori ad aria calda) al 30% di Pn:

e3.5.1 - valore di progetto [%]

n_{30}

e3.5.2 - valore minimo prescritto [%]

$80 + 3 \cdot \log P_n = n_{30L}$

e3.6 - Combustibile utilizzato:

Metano

e3.7 - Riepilogo specifiche dei generatori per i vari impianti (A NORMA DI LEGGE):

Impianto	Pn	n100	n100L	n30	n30L
11	24.0	92.4	86.8	91.5	84.1
12	24.0	92.4	86.8	91.5	84.1
13	24.0	92.4	86.8	91.5	84.1
14	24.0	92.4	86.8	91.5	84.1
15	24.0	92.4	86.8	91.5	84.1
16	24.0	92.4	86.8	91.5	84.1

e3.7 - Per gli impianti termici con o senza produzione di acqua calda sanitaria, che utilizzano, in tutto o in parte, macchine diverse dai generatori di calore convenzionali, quali ad esempio: macchine frigorifere, pompe di calore, gruppi di cogenerazione di energia termica ed elettrica, collettori solari, le prestazioni delle macchine diverse dai generatori di calore sono fornite indicando le caratteristiche normalmente utilizzate per le specifiche apparecchiature, applicando, ove possibile, le vigenti norme tecniche.

Vedi progetto esecutivo impianto termico.

e4 - Specifiche relative ai sistemi di regolazione dell'impianto

e4.1 - Tipo di conduzione previsto in sede di progetto:

continuo con attenuazione notturna: intermittente:

e4.2 - Sistema di telegestione dell'impianto termico:

*Non previsto.***e4.3 - Sistema di regolazione climatica in centrale termica:**e4.3.1 - centralina climatica: *Regolatore climatico a microprocessore con programmatore settimanale digitale. Curve di regolazione adatte ad impianti con radiatori. Comando pompa con funzione risparmio ed antigelo.*

e4.3.2 - numero dei livelli di programmazione temperatura nelle 24 ore:

*due*e4.3.3 - organi di attuazione: *Valvola di regolazione motorizzata a globo a tre vie.**Sonda di temperatura ambiente, sonda esterna, sonda ad immersione.***e4.4 - Regolatori climatici delle singole zone o unita' immobiliari:***Cronotermostato ambiente elettronico settimanale e giornaliero, con almeno due livelli di temperatura e orologio programmatore in grado di attivare o disattivare il generatore in base alla temperatura richiesta nel locale pilota.*

e4.4.1 - numero di apparecchi:

uno

e4.4.2 - numero dei livelli di programmazione temperatura nelle 24 ore:

*due***e4.5 - Dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali (o nelle singole zone, ciascuna avente caratteristiche di uso ed esposizione uniformi) (descrizione sintetica dei dispositivi):***Valvole termostatiche con elemento sensibile ad olio, la cui installazione è prescritta se il rapporto tra apporto solare mensile calcolato nel mese di maggiore insolazione e gli apporti gratuiti interni convenzionali sia >20% del fabbisogno energetico complessivo nello stesso mese Art. 7 DPR 412.*e4.5.1 - numero di apparecchi: *Vedi rapporto di calcolo ambiente.***e5 - Dispositivi per la contabilizzazione del calore****nelle singole unita' immobiliari servite da impianto termico centralizzato:***Non previsti.*

e5.1 - numero di apparecchi:

e6 - Terminali di erogazione dell'energia termica

Per ciascun gruppo di terminali dello stesso modello e della stessa potenza viene indicato:

e6.1 - numero di apparecchi: *Vedi progetto esecutivo impianto termico.*

e6.2 - tipo: *RADIATORI*

e6.3 - potenza termica nominale: *Vedi progetto esecutivo impianto termico.*

e7 - Condotti di evacuazione dei prodotti di combustione - descrizione e caratteristiche principali (dimensionamento secondo norma tecnica UNI 9615):

CANALE DA FUMO in acciaio-C CAMINO singolo in muratura a tenuta.

e8 - Sistemi di trattamento dell'acqua

Non richiesti.

e9 - Altre apparecchiature e sistemi di rilevante importanza funzionale**e9.1 - Bruciatori:**

Incorporati nel generatore.

e9.2 - Ventilatori:

Non previsti.

e9.3 - Pompe di circolazione:

Elettropompe del tipo gemellare a più velocità.

f) PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

f1 - Caratteristiche termiche e igrometriche dei componenti opachi dell'involucro edilizio
(vedere tabelle allegate).

f2 - Caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio
(vedere tabelle allegate).

f3 - Trasmittanza termica (K) negli elementi divisorii tra alloggio o unità immobiliari confinanti

f3.1 - valore massimo risultante dal progetto:

f3.2 - elemento di riferimento: *vedere nel dettaglio del*

CALCOLO DISPERSIONI DI CALORE PER SINGOLO AMBIENTE

alla riga con esposizione TF (contenuto nell'APPENDICE A).

f4 - Coefficiente volumico di dispersione termica per trasmissione Cd [W/m³K] (vedi tabella f12):

f4.1 - valore massimo risultante dal progetto: *Cd*

f4.2 - valore massimo consentito dalle norme: *CdL*

f4.3 - riduzione percentuale del Cd rispetto al CdL: *r%*

f5 - Numero di volumi d'aria ricambiati in un'ora (valore medio nelle 24 ore [h⁻¹]):

f5.1 - zona: *unica*

f5.2 - valore di progetto: *0.5*

f5.3 - valore minimo da norme: *0.5*

f6 - Portata aria ricambio (solo nei casi di ventilazione meccanica controllata) [m³/h]: *Non prevista.*

f7 - Portata aria attraverso apparecchiature di recupero [m³/h]: *Non prevista.*

f8 - Rendimento termico delle apparecchiature di recupero (se previste): *Non richiesto.*

f9 - Rendimenti medi stagionali di progetto [%] (vedi tabella f12):

f9.1 - Rendimento di produzione: *np*

f9.2 - Rendimento di regolazione: *nc*

f9.3 - Rendimento di distribuzione: *nd*

f9.4 - Rendimento di emissione: *ne*

f10 - Rendimento globale medio stagionale [%] (vedi tabella f12):

f10.1 - Valore di progetto: *ng*

f10.2 - Valore minimo imposto dal regolamento: *ngL*

f11 - Fabbisogno energetico normalizzato per la climatizzazione invernale (FEN) [kJ/m³GG] (vedi tabella f12):

f11.1 - Valore di progetto (metodo A UNI10379): *FEN*

f11.2 - Valore limite FENlim (art. 8 c. 7 regolamento): *FENL*

f12 - Riepilogo principali risultati A NORMA DI LEGGE per i vari edifici-impianti:

Imp.	Cdl	Cd	r%	np	nc	nd	ne	ngL	ng	FENL	FEN
11	0.763	0.594	22.2	87.6	98.0	95.0	96.0	69.1	78.3	97.23	34.94
12	0.763	0.581	23.9	88.0	98.0	95.0	96.0	69.1	78.7	97.23	36.17
13	0.763	0.512	33.0	87.0	98.0	95.0	96.0	69.1	77.8	97.23	25.60
14	0.763	0.516	32.4	86.9	98.0	95.0	96.0	69.1	77.7	97.23	28.07
15	0.763	0.619	18.9	87.8	98.0	95.0	96.0	69.1	78.4	97.23	36.18
16	0.763	0.623	18.3	87.9	98.0	95.0	96.0	69.1	78.6	97.23	37.97

g) SPECIFICI ELEMENTI CHE MOTIVANO EVENTUALI DEROGHE A NORME FISSATE DAL REGOLAMENTO

Nessuna deroga

h) VALUTAZIONI SPECIFICHE PER L'UTILIZZO DELLE FONTI RINNOVABILI DI ENERGIA

(da fornire solo nei casi di edifici proprietà pubblica o adibiti a uso pubblico)

i) DOCUMENTAZIONE ALLEGATA (per quanto applicabile)

- N. 1 piante di ciascun piano degli edifici con orientamento e indicazione d'uso prevalente dei singoli locali;
- N. prospetti e sezioni degli edifici con evidenziazione di eventuali sistemi di protezione solare;
- N. elaborati grafici relativi a eventuali sistemi solari passivi specificamente progettati per favorire lo sfruttamento degli apporti solari;
- N. schemi funzionali dell'impianto termico contenenti gli elementi di cui all'analogica voce del punto e);
- N. 6 tabelle con indicazione caratteristiche termiche e igrometriche dei componenti opachi dell'involucro edilizio;
- N. 3 tabelle con indicazione delle caratteristiche termiche dei componenti finestrati dell'involucro edilizio;

Altri eventuali allegati:

APPENDICE A: relazione contenente il calcolo dettagliato delle dispersioni di picco, del calcolo convenzionale del FEN e del rendimento globale.

D) DICHIARAZIONE DI RISPONDEZZA

Il sottoscritto "nomecognome" iscritto all'Albo (Collegio) degli Ingegneri (Periti Industriali) di MILANO nr. xxxxx

a conoscenza delle sanzioni previste dall'art. 34, comma 3 della legge 9 gennaio 1991, n.10,

dichiara/no

sotto la propria personale responsabilità che:

a) il progetto relativo alle opere di cui sopra è rispondente alle prescrizioni contenute nella legge 9 gennaio 1991, n. 10 e nei suoi regolamenti attuativi, in particolare risultano applicabili i seguenti regolamenti (contrassegnati):

- a1) decreto del Presidente della Repubblica, attuativo dell'art.4 comma 1, relativo ai criteri generali tecnico-costruttivi e alle tipologie per l'edilizia sovvenzionata e convenzionata nonché per l'edilizia pubblica o privata (qualora vigente);
- a2) decreto del Ministro dei lavori pubblici, di concerto con il Ministro dell'industria del commercio e dell'artigianato, attuativo dell'art.4 comma 2, relativo al rilascio dell'autorizzazione, alla concessione e all'erogazione dei finanziamenti e contributi per la realizzazione di opere pubbliche (qualora vigenti);
- a3) decreto del Presidente della Repubblica 23 agosto 1993, n.412 relativo alla progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici e successive modifiche contenute nel DPR 21 dicembre 1999 n° 551;

b) i dati e le informazioni contenuti nella relazione tecnica sono conformi a quanto contenuto o desumibile dagli elaborati progettuali.

Data 26/06/2006

I progettisti
(timbro e firma)

**RELAZIONE TECNICA SUL RISPETTO DELLE PRESCRIZIONI PER IL
CONTENIMENTO DI CONSUMO DI ENERGIA NEGLI EDIFICI**

APPENDICE A

Dati generali di progetto

Riepilogo calcoli Fabbisogno energetico normalizzato

Riepilogo potenze di picco in regime stazionario

Calcolo trasmittanza delle strutture

Verifiche igrometriche

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

RIEPILOGO STRUTTURE UTILIZZATE

nr	CODICE	TRASMITTANZA W/m ² K	RESISTENZA m ² K/W	RES.VAPORE sm ² Pa/kg	S m	PERMEANZA kg/sm ² Pa	MASSA kg/m ²	CAPACITA' kJ/m ² K	TTCI ore	TTCE ore
001	100 P.E	0.496	2.016	45.774	0.400	0.022	406.45	341.85	65.2	126.2
Muratura in doppio Uni con isolante in polistirene 3 cm e controparete in forati da 8. S=40 cm , Rw = 50 dB, REI >= 180.										
002	204 S.E	2.684	0.373	1.06E11	0.020	9.40E-12	20.00	16.80	0.6	1.1
Serramento vetrato 0.80 x 2.20, in vetro camera 4-12-4, telaio in legno. Classe di permeabilità A2.										
003	205 S.E	2.684	0.373	1.06E11	0.020	9.40E-12	20.00	16.80	0.6	1.1
Serramento vetrato 1.30 x 1.40, in vetro camera 4-12-4, telaio in legno. Classe di permeabilità A2.										
004	216 S.E	3.056	0.327	9.04E10	0.017	1.11E-11	20.40	17.14	0.5	1.0
Portone di ingresso piano terra in elemento vetrato 4-9-4. Telaio in alluminio.										
005	301 P.I	2.047	0.489	3.216	0.100	0.311	90.40	75.94	5.2	5.2
Muro interno divisorio in forati da 8 cm										
006	303 P.I	0.710	1.409	8.385	0.270	0.119	258.00	216.72	42.4	42.4
Muro interno su vano scale costituito da blocchi in laterizio portante da 25 cm senza isolamento.										
007	304 P.I	0.647	1.545	16.050	0.290	0.062	244.75	205.90	44.2	44.2
Muratura in doppio laterizio divisoria tra abitazioni, con isolamento in polistirene da 3 cm.										
008	400 S.I	1.340	0.746	63848.960	0.066	1.57E-05	75.00	96.90	10.0	10.0
Porta blindata leggera.										
009	502 PAV	0.641	1.559	57.179	0.360	0.017	486.20	411.10	50.0	128.1
Pavimento tra ambienti abitati, isolato con pannelli in polistirene, finitura in ceramica										
010	510 PAV	0.593	1.686	51.350	0.505	0.019	756.25	637.96	111.8	187.0
Pavimento su terreno, isolato con lastre di polistirene spess. cm 3 Finitura in ceramica.										
011	602 SOF	0.760	1.316	44.735	0.360	0.022	532.25	449.00	106.7	57.4
Soffitto tra ambienti abitati, isolato con pannelli in polistirene. Finitura in ceramica.										
012	604 SOF	0.624	1.602	61.532	0.365	0.016	443.23	374.25	104.3	62.3
Soffitto su sottotetto praticabile, isolato con polistirene.										

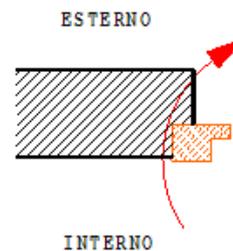
Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

RIEPILOGO PONTI TERMICI UTILIZZATI

702 PTE 0.14 W/m·K

Ponte termico dovuto al giunto tra parete esterna ($U = 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$) e infisso posto all'interno ; l'isolamento non copre lo stipite.



Nelle pagine successive sono riportate le tabelle relative alle:

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI TRASPARENTI

I valori riportati sono quelli relativi al *calcolo delle dispersioni di picco*
(In particolar modo i valori delle conduttanze unitarie superficiali).

Per il calcolo del fabbisogno energetico normalizzato e del rendimento globale dell'impianto sono stati utilizzati i valori di conduttanza unitaria superficiale prescritti dalla UNI10344:

- per i componenti opachi:
 - he [W/m²K] = 25 per superfici rivolte verso l'esterno
 - hi [W/m²K] = 7.7 per superfici rivolte verso l'ambiente interno o altri
- per i componenti trasparenti (con vetro normale):
 - he [W/m²K] = 25 per superfici rivolte verso l'esterno
 - hi [W/m²K] = 8 per superfici rivolte verso l'ambiente interno o altri

Per il dettaglio di calcolo si rimanda alla relazione riportata in **APPENDICE A).**

LEGENDA

s	[m]	Spessore dello strato
λ	[W/mK]	Conduttività termica del materiale
C	[W/m ² K]	Conduttanza unitaria
ρ	[kg/m ³]	Massa volumica
δ_a 10 ¹²	[kg/msPa]	Permeabilità di vapore nell'intervallo di umidità relativa 0-50 %
δ_u 10 ¹²	[kg/msPa]	Permeabilità di vapore nell'intervallo di umidità relativa 50-95 %
R	[m ² K/W]	Resistenza termica dei singoli strati
Ag	[m ²]	Area del vetro
Af	[m ²]	Area del telaio
Lg	[m]	Lunghezza perimetrale della superficie vetrata
Kg	[W/m ² K]	Trasmittanza termica dell'elemento vetrato
Kf	[W/m ² K]	Trasmittanza termica del telaio
Kl	[W/mK]	Trasmittanza lineica (nulla in caso di singolo vetro)
Kw	[W/m ² K]	Trasmittanza termica totale del serramento
c	[J/(kg·K)]	Capacità termica specifica
δ	[m]	Profondità di penetrazione periodica di un'onda termica
ξ	[-]	Rapporto tra lo spessore dello strato e la profondità di penetrazione
χ	[J/(m ² K)]	Capacità termica areica
Ymn	[W/(m ² K)]	Ammetenza termica dinamica
Zmn		Elemento della matrice di trasmissione del calore
Z11	[-]	
Z12	[m ² ·K/W]	
Z21	[W/(m ² K)]	
Z22	[-]	
T	[s]	Periodo delle variazioni
Δt	[s]	Variazione di tempo: anticipo (se positiva) o ritardo (se negativa)

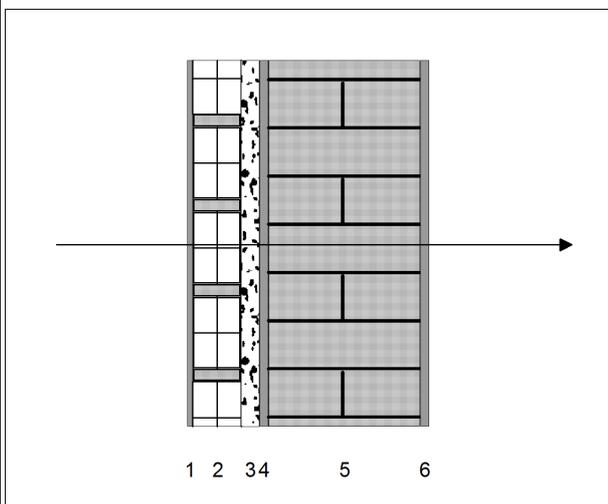
Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

CARATTERISTICHE TERMICHE/IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

TIPO DI STRUTTURA Muratura in doppio Uni con isolante in polistirene 3 cm e controparete in forati da 8. S=40 cm , cod 100 P.E $R_w = 50 \text{ dB}$, $REI \geq 180$.

Massa [kg/m ²]	406.5	Capacità [kJ/m ² K]	341.8	Type Ashrae	18			
N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	C (W/m ² K)	ρ (kg/m ³)	$\delta a 10^{12}$ (kg/msPa)	$\delta u 10^{12}$ (kg/msPa)	R (m ² K/W)
1	Intonaco di calce e gesso	0.0100	0.700	70.00	1400	18.0000	18.0000	0.014
2	Laterizi in mattoni forati da 8 cm, foratura orizzontale, 63% (da UNI 10355)	0.0800		5.000	780	38.0000	38.0000	0.200
3	Polistirene espanso estruso da 35 Kg/mc con pelle (impermeabile alta durabilità)	0.0300	0.035	1.17	35	0.9400	0.9400	0.857
4	Intonaco di cemento, sabbia e calce 1800 per esterno	0.0150	0.900	60.00	1800	9.3800	9.3800	0.017
5	Blocchi in laterizio da 25 cm. ad elevata resistenza per murature portanti (12x25x12).	0.2500		1.350	1100	31.2500	31.2500	0.741
6	Intonaco di cemento, sabbia e calce 1800 per esterno	0.0150	0.900	60.00	1800	9.3800	9.3800	0.017
SPESSORE TOTALE [m]		0.4000						



Conduzzanza unitaria superficie interna	8	Resistenza unitaria superficie interna	0.130
---	---	--	-------

Conduzzanza unitaria superficie esterna	25	Resistenza unitaria superficie esterna	0.040
---	----	--	-------

TRASMITTANZA TOTALE[W/m ² K]	0.496	RESISTENZA TERMICA TOTALE[m ² K/W]	2.016
---	-------	---	-------

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

UNI 13786 - CARATTERISTICHE DINAMICHE DELLE STRUTTURE

TIPO DI STRUTTURA Muratura in doppio Uni con isolante in polistirene 3 cm e controparete in forati da 8. S=40 cm ,
cod 100 P.E Rw = 50 dB, REI >= 180.

N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	c (J/kg·K)	ρ (kg/m ³)	δ_{24} (m)	ξ_{24} (-)	R (m ² K/W)
1	Strato liminare della superficie verticale interna UNI 6946							0.130
2	Intonaco di calce e gesso	0.0100	0.700	840	1400	0.128	0.078	0.014
3	Laterizi in mattoni forati da 8 cm, foratura orizzontale, 63% (da UNI 10355)	0.0800		840	780	0.130	0.617	0.200
4	Polistirene espanso estruso da 35 Kg/mc con pelle (impermeabile alta durabilità)	0.0300	0.035	1250	35	0.148	0.202	0.857
5	Intonaco di cemento, sabbia e calce 1800 per esterno	0.0150	0.900	840	1800	0.128	0.117	0.017
6	Blocchi in laterizio da 25 cm. ad elevata resistenza per murature portanti (12x25x12).	0.2500		840	1100	0.100	2.495	0.741
7	Intonaco di cemento, sabbia e calce 1800 per esterno	0.0150	0.900	840	1800	0.128	0.117	0.017
8	Strato liminare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946							0.040
SPESSORE TOTALE [m]		0.4000						

ELEMENTI DELLA MATRICE DI TRASMISSIONE

	T = 24 h				T = 3 h			
	Re()	Im()	Modulo	Δt [h]	Re()	Im()	Modulo	Δt [h]
Z11	-20.74	-37.38	42.75	-7.93	-24132.80	-59427.60	64140.72	-0.93
Z12	10.19	-0.91	10.23	-0.34	3823.72	1030.84	3960.24	0.13
Z21	-98.41	222.91	243.67	7.59	-796552.71	1099483.11	1357703.70	1.05
Z22	-39.24	-43.14	58.32	-8.82	-24352.73	-80213.38	83828.64	-0.89

CARATTERISTICHE DELLA MATRICE TERMICA DINAMICA

	T = 24 h		T = 3 h	
	Modulo	Δt [h]	Modulo	Δt [h]
Ammettenze termiche				
Y11 (lato interno)	4.23	-7.67	16.20	-1.06
Y22 (lato interno)	5.77	-8.53	21.17	-1.02
Capacità termiche areiche				
C1 (lato interno)	64	35	[kJ/(m ² K)] [kJ/(m ² K)]	
C2 (lato esterno)	100	43		
f: fattore decremento	0.20	0.34	0.00	1.01

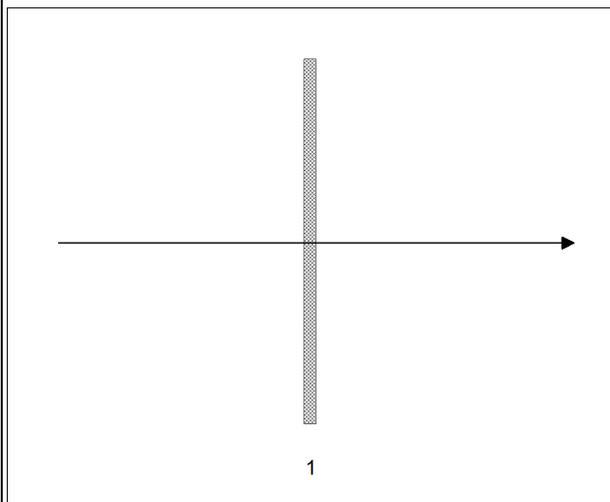
Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI TRASPARENTI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

TIPO DI STRUTTURA Serramento vetrato 0.80 x 2.20, in vetro camera 4-12-4, telaio in legno. Classe di permeabilità cod 204 S.E A2.

Massa [kg/m²]	20.0	Capacità [kJ/m²K]	16.8					
N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	C (W/m ² K)	ρ (kg/m ³)	δa 10¹² (kg/msPa)	δu 10¹² (kg/msPa)	R (m ² K/W)
1	Superfici vetrate con vetro camera 4-12-4 (U=2,874) e telaio (s = 16%) in legno	0.0200		5.192	1000	0.0000	0.0000	0.193
SPESSORE TOTALE [m]		0.0200						



Conduttanza unitaria superficie interna	7	Resistenza unitaria superficie interna	0.140
Conduttanza unitaria superficie esterna	25	Resistenza unitaria superficie esterna	0.040
TRASMITTANZA TOTALE[W/m ² K]	2.684	RESISTENZA TERMICA TOTALE[m ² K/W]	0.373

Descrizione	Ag (m ²)	Af (m ²)	Lg (m)	Ug (W/m ² K)	Uf (W/m ² K)	Kl (W/mK)	Uw (W/m ² K)
Serramento singolo	1.32	0.44	6.00	2.874	1.650	0.030	2.670
Doppio serramento e/o combinato							

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

UNI 13786 - CARATTERISTICHE DINAMICHE DELLE STRUTTURE

TIPO DI STRUTTURA Serramento vetrato 0.80 x 2.20, in vetro camera 4-12-4, telaio in legno. Classe di permeabilità cod 204 S.E A2.

N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	c (J/kg·K)	ρ (kg/m ³)	δ_{24} (m)	ξ_{24} (-)	R (m ² K/W)
1	Strato liminare della superficie verticale interna trasparente, vetro doppio emissività 0,65 ; UNI EN ISO 10211-1							0.140
2	Superfici vetrate con vetro camera 4-12-4 (U=2,874) e telaio (s = 16%) in legno	0.0200		840	1000	0.058	0.343	0.193
3	Strato liminare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946							0.040
SPESSORE TOTALE [m]		0.0200						

ELEMENTI DELLA MATRICE DI TRASMISSIONE

	T = 24 h				T = 3 h			
	Re()	Im()	Modulo	Δt [h]	Re()	Im()	Modulo	Δt [h]
Z11	1.00	0.12	1.00	0.45	0.85	0.93	1.26	0.40
Z12	-0.19	-0.01	0.19	-11.85	-0.19	-0.06	0.20	-1.35
Z21	0.05	-1.22	1.22	-5.85	3.05	-9.49	9.96	-0.60
Z22	1.00	0.12	1.00	0.45	0.85	0.93	1.26	0.40

CARATTERISTICHE DELLA MATRICE TERMICA DINAMICA

Ammettenze termiche	T = 24 h		T = 3 h	
	Modulo	Δt [h]	Modulo	Δt [h]
Y11 (lato interno)	0.61	-6.07	4.81	-0.82
Y22 (lato interno)	0.61	-6.07	4.81	-0.82

Capacità termiche areiche	T = 24 h	T = 3 h
C1 (lato interno)	8	8
C2 (lato esterno)	8	8

[kJ/(m²K)]
[kJ/(m²K)]

f: fattore decremento	Modulo	Δt [h]	Modulo	Δt [h]
	1.93	11.85	1.90	10.81

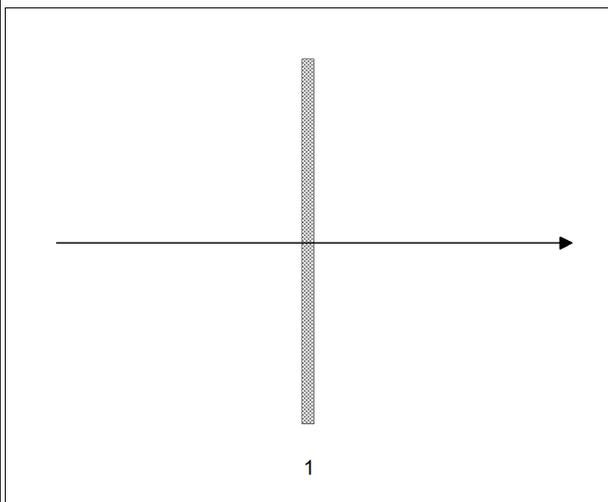
Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI TRASPARENTI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

TIPO DI STRUTTURA Serramento vetrato 1.30 x 1.40, in vetro camera 4-12-4, telaio in legno. Classe di permeabilità cod 205 S.E A2.

Massa [kg/m²]	20.0	Capacità [kJ/m²K]	16.8					
N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	C (W/m ² K)	ρ (kg/m ³)	δa 10¹² (kg/msPa)	δu 10¹² (kg/msPa)	R (m ² K/W)
1	Superfici vetrate con vetro camera 4-12-4 (U=2,874) e telaio (s = 16%) in legno	0.0200		5.192	1000	0.0000	0.0000	0.193
SPESSORE TOTALE [m]		0.0200						



Conduzzanza unitaria superficie interna	7	Resistenza unitaria superficie interna	0.140
Conduzzanza unitaria superficie esterna	25	Resistenza unitaria superficie esterna	0.040
TRASMITTANZA TOTALE[W/m ² K]	2.684	RESISTENZA TERMICA TOTALE[m ² K/W]	0.373

Descrizione	Ag (m ²)	Af (m ²)	Lg (m)	Ug (W/m ² K)	Uf (W/m ² K)	KI (W/mK)	Uw (W/m ² K)
Serramento singolo	1.36	0.46	5.40	2.874	1.650	0.030	2.654
Doppio serramento e/o combinato							

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

UNI 13786 - CARATTERISTICHE DINAMICHE DELLE STRUTTURE

TIPO DI STRUTTURA Serramento vetrato 1.30 x 1.40, in vetro camera 4-12-4, telaio in legno. Classe di permeabilità cod 205 S.E A2.

N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	c (J/kg·K)	ρ (kg/m ³)	δ_{24} (m)	ξ_{24} (-)	R (m ² K/W)
1	Strato liminare della superficie verticale interna trasparente, vetro doppio emissività 0,65 ; UNI EN ISO 10211-1							0.140
2	Superfici vetrate con vetro camera 4-12-4 (U=2,874) e telaio (s = 16%) in legno	0.0200		840	1000	0.058	0.343	0.193
3	Strato liminare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946							0.040
SPESSORE TOTALE [m]		0.0200						

ELEMENTI DELLA MATRICE DI TRASMISSIONE

	T = 24 h				T = 3 h			
	Re()	Im()	Modulo	Δt [h]	Re()	Im()	Modulo	Δt [h]
Z11	1.00	0.12	1.00	0.45	0.85	0.93	1.26	0.40
Z12	-0.19	-0.01	0.19	-11.85	-0.19	-0.06	0.20	-1.35
Z21	0.05	-1.22	1.22	-5.85	3.05	-9.49	9.96	-0.60
Z22	1.00	0.12	1.00	0.45	0.85	0.93	1.26	0.40

CARATTERISTICHE DELLA MATRICE TERMICA DINAMICA

AmmetENZE termiche	T = 24 h		T = 3 h	
	Modulo	Δt [h]	Modulo	Δt [h]
Y11 (lato interno)	0.61	-6.07	4.81	-0.82
Y22 (lato interno)	0.61	-6.07	4.81	-0.82

Capacità termiche areiche	T = 24 h	T = 3 h
C1 (lato interno)	8	8
C2 (lato esterno)	8	8

[kJ/(m²K)]
[kJ/(m²K)]

f: fattore decremento	Modulo	Δt [h]	Modulo	Δt [h]
	1.93	11.85	1.90	10.81

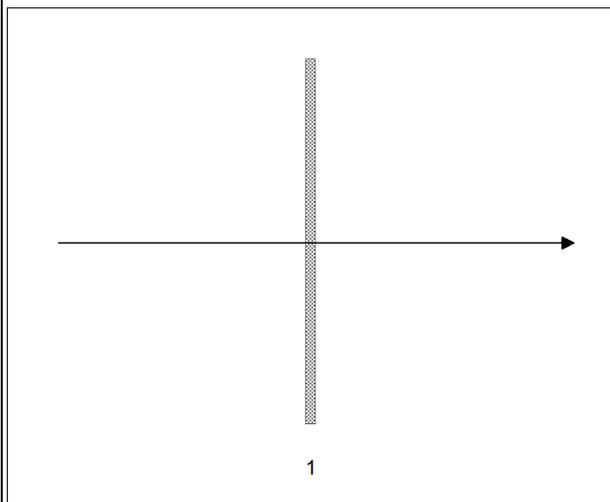
Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI TRASPARENTI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

TIPO DI STRUTTURA Portone di ingresso piano terra in elemento vetrato 4-9-4. Telaio in alluminio.
cod 216 S.E

Massa [kg/m²]	20.4	Capacità [kJ/m²K]	17.1						
N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	C (W/m ² K)	ρ (kg/m ³)	δa 10 ¹² (kg/msPa)	δu 10 ¹² (kg/msPa)	R (m ² K/W)	
1	Superfici vetrate con vetro camera 4-9-4 (U=3,049) e telaio (s = 16%) in alluminio con taglio termico da 12mm	0.0170		6.793	1200	0.0000	0.0000	0.147	
SPESSORE TOTALE [m]		0.0170							



Conduttanza unitaria superficie interna	7	Resistenza unitaria superficie interna	0.140
Conduttanza unitaria superficie esterna	25	Resistenza unitaria superficie esterna	0.040
TRASMITTANZA TOTALE[W/m ² K]	3.056	RESISTENZA TERMICA TOTALE[m ² K/W]	0.327

Descrizione	Ag (m ²)	Af (m ²)	Lg (m)	Ug (W/m ² K)	Uf (W/m ² K)	Kl (W/mK)	Uw (W/m ² K)
Serramento singolo	2.58	1.10	7.80	3.490	3.000	0.050	3.450
Doppio serramento e/o combinato							

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

UNI 13786 - CARATTERISTICHE DINAMICHE DELLE STRUTTURE

TIPO DI STRUTTURA Portone di ingresso piano terra in elemento vetrato 4-9-4. Telaio in alluminio.
cod 216 S.E

N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	c (J/kg·K)	ρ (kg/m ³)	δ_{24} (m)	ξ_{24} (-)	R (m ² K/W)
1	Strato liminare della superficie verticale interna trasparente, vetro doppio emissività 0,65 ; UNI EN ISO 10211-1							0.140
2	Superfici vetrate con vetro camera 4-9-4 (U=3,049) e telaio (s = 16%) in alluminio con taglio termico da 12mm	0.0170		840	1200	0.056	0.303	0.147
3	Strato liminare della superficie verticale esterna (vento < 4 m/s) UNI 6946							0.040
SPESSORE TOTALE [m]		0.0170						

ELEMENTI DELLA MATRICE DI TRASMISSIONE

	T = 24 h				T = 3 h			
	Re()	Im()	Modulo	Δt [h]	Re()	Im()	Modulo	Δt [h]
Z11	1.00	0.09	1.00	0.35	0.91	0.73	1.17	0.32
Z12	-0.15	-0.00	0.15	-11.88	-0.14	-0.04	0.15	-1.38
Z21	0.04	-1.25	1.25	-5.88	2.43	-9.79	10.09	-0.63
Z22	1.00	0.09	1.00	0.35	0.91	0.73	1.17	0.32

CARATTERISTICHE DELLA MATRICE TERMICA DINAMICA

AmmetENZE termiche	T = 24 h		T = 3 h	
	Modulo	Δt [h]	Modulo	Δt [h]
Y11 (lato interno)	0.62	-6.06	4.93	-0.81
Y22 (lato interno)	0.62	-6.06	4.93	-0.81

Capacità termiche areiche	T = 24 h	T = 3 h
C1 (lato interno)	9	9
C2 (lato esterno)	9	9

[kJ/(m²K)]
[kJ/(m²K)]

	Modulo	Δt [h]	Modulo	Δt [h]
f: fattore decremento	2.22	11.88	2.20	11.07

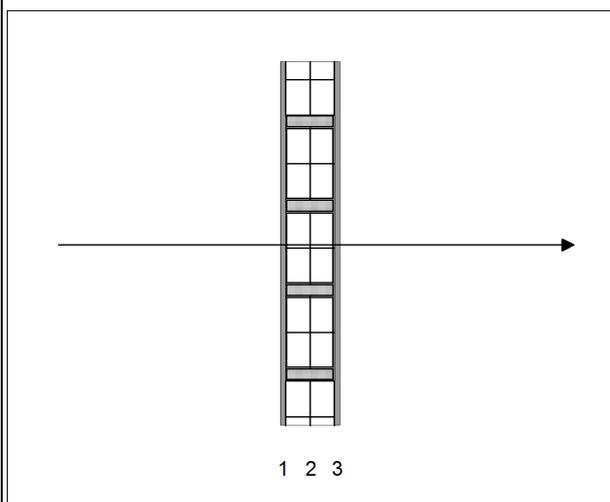
Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

CARATTERISTICHE TERMICHE/IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

TIPO DI STRUTTURA *Muro interno divisorio in forati da 8 cm*
cod 301 P.I

Massa [kg/m²]	90.4	Capacità [kJ/m²K]	75.9	Type Ashrae		1		
N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	C (W/m ² K)	ρ (kg/m ³)	δa 10 ¹² (kg/msPa)	δu 10 ¹² (kg/msPa)	R (m ² K/W)
1	Intonaco di calce e gesso	0.0100	0.700	70.00	1400	18.0000	18.0000	0.014
2	Laterizi in mattoni forati da 8 cm, foratura orizzontale, 63% (da UNI 10355)	0.0800		5.000	780	38.0000	38.0000	0.200
3	Intonaco di calce e gesso	0.0100	0.700	70.00	1400	18.0000	18.0000	0.014
SPESSORE TOTALE [m]		0.1000						



Conduzzanza unitaria superficie interna	8	Resistenza unitaria superficie interna	0.130
---	---	--	-------

Conduzzanza unitaria superficie esterna	8	Resistenza unitaria superficie esterna	0.130
---	---	--	-------

TRASMITTANZA TOTALE[W/m ² K]	2.047	RESISTENZA TERMICA TOTALE[m ² K/W]	0.489
---	-------	---	-------

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

UNI 13786 - CARATTERISTICHE DINAMICHE DELLE STRUTTURE

TIPO DI STRUTTURA Muro interno divisorio in forati da 8 cm
cod 301 P.I

N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	c (J/kg·K)	ρ (kg/m ³)	δ_{24} (m)	ξ_{24} (-)	R (m ² K/W)
1	Strato liminare della superficie verticale interna UNI 6946							0.130
2	Intonaco di calce e gesso	0.0100	0.700	840	1400	0.128	0.078	0.014
3	Laterizi in mattoni forati da 8 cm, foratura orizzontale, 63% (da UNI 10355)	0.0800		840	780	0.130	0.617	0.200
4	Intonaco di calce e gesso	0.0100	0.700	840	1400	0.128	0.078	0.014
5	Strato liminare della superficie verticale interna UNI 6946							0.130
SPESSORE TOTALE [m]		0.1000						

ELEMENTI DELLA MATRICE DI TRASMISSIONE

	T = 24 h				T = 3 h			
	Re()	Im()	Modulo	Δt [h]	Re()	Im()	Modulo	Δt [h]
Z11	0.94	0.63	1.13	2.26	-2.88	3.75	4.73	1.06
Z12	-0.23	-0.04	0.23	-11.34	-0.09	-0.29	0.30	-0.90
Z21	1.34	-5.43	5.59	-5.08	74.74	0.59	74.74	0.00
Z22	0.94	0.63	1.13	2.26	-2.88	3.75	4.73	1.06

CARATTERISTICHE DELLA MATRICE TERMICA DINAMICA

AmmetENZE termiche	T = 24 h		T = 3 h	
	Modulo	Δt [h]	Modulo	Δt [h]
Y11 (lato interno)	2.75	-6.28	17.80	-0.97
Y22 (lato interno)	2.75	-6.28	17.80	-0.97

Capacità termiche areiche	T = 24 h	T = 3 h
C1 (lato interno)	38	34
C2 (lato esterno)	38	34

[kJ/(m²K)]
[kJ/(m²K)]

	Modulo	Δt [h]	Modulo	Δt [h]
f: fattore decremento	2.13	11.34	1.61	7.20

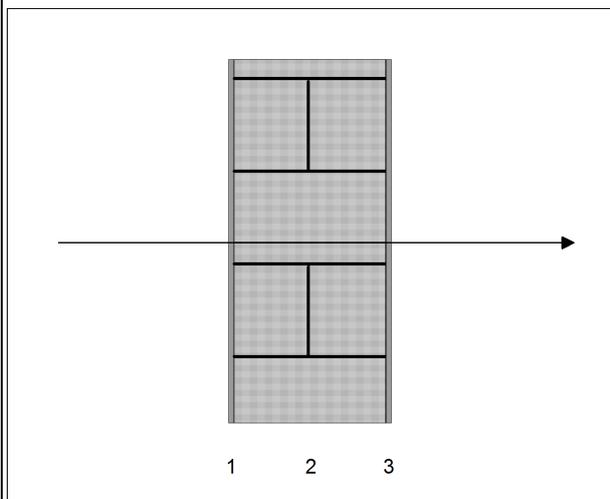
Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

CARATTERISTICHE TERMICHE/IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

TIPO DI STRUTTURA Muro interno su vano scale costituito da blocchi in laterizio portante da 25 cm senza isolamento.

Massa [kg/m²]	258.0	Capacità [kJ/m²K]	216.7	Type Ashrae	7			
N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	C (W/m ² K)	ρ (kg/m ³)	δa 10¹² (kg/msPa)	δu 10¹² (kg/msPa)	R (m ² K/W)
1	Intonaco di calce e gesso	0.0100	0.700	70.00	1400	18.0000	18.0000	0.014
2	Blocchi di grande formato in laterizio alleggerito tipo Alveolater per murature isolanti e portanti (Isoter 25 cm senza intonaco).	0.2500		0.893	920	34.3700	34.3700	1.120
3	Intonaco di calce e gesso	0.0100	0.700	70.00	1400	18.0000	18.0000	0.014
SPESSORE TOTALE [m]		0.2700						



Conduttanza unitaria superficie interna	8	Resistenza unitaria superficie interna	0.130
---	---	--	-------

Conduttanza unitaria superficie esterna	8	Resistenza unitaria superficie esterna	0.130
---	---	--	-------

TRASMITTANZA TOTALE[W/m ² K]	0.710	RESISTENZA TERMICA TOTALE[m ² K/W]	1.409
---	-------	---	-------

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

UNI 13786 - CARATTERISTICHE DINAMICHE DELLE STRUTTURE

TIPO DI STRUTTURA Muro interno su vano scale costituito da blocchi in laterizio portante da 25 cm senza isolamento.

N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	c (J/kg·K)	ρ (kg/m ³)	δ_{24} (m)	ξ_{24} (-)	R (m ² K/W)
1	Strato liminare della superficie verticale interna UNI 6946							0.130
2	Intonaco di calce e gesso	0.0100	0.700	840	1400	0.128	0.078	0.014
3	Blocchi di grande formato in laterizio alleggerito tipo Alveolater per murature isolanti e portanti (Isoter 25 cm senza intonaco).	0.2500		840	920	0.089	2.805	1.120
4	Intonaco di calce e gesso	0.0100	0.700	840	1400	0.128	0.078	0.014
5	Strato liminare della superficie verticale interna UNI 6946							0.130
SPESSORE TOTALE [m]		0.2700						

ELEMENTI DELLA MATRICE DI TRASMISSIONE

	T = 24 h				T = 3 h			
	Re()	Im()	Modulo	Δt [h]	Re()	Im()	Modulo	Δt [h]
Z11	-10.06	1.47	10.16	11.45	-1306.67	2049.08	2430.25	1.02
Z12	1.26	-2.16	2.50	-3.98	-71.67	-155.72	171.42	-0.96
Z21	29.97	27.88	40.93	2.86	34453.81	-140.57	34454.10	-0.00
Z22	-10.06	1.47	10.16	11.45	-1306.67	2049.08	2430.25	1.02

CARATTERISTICHE DELLA MATRICE TERMICA DINAMICA

AmmetENZE termiche	T = 24 h		T = 3 h	
	Modulo	Δt [h]	Modulo	Δt [h]
Y11 (lato interno)	4.46	-8.52	14.18	-1.02
Y22 (lato interno)	4.46	-8.52	14.18	-1.02

Capacità termiche areiche	T = 24 h	T = 3 h
C1 (lato interno)	78	29
C2 (lato esterno)	78	29

[kJ/(m²K)]
[kJ/(m²K)]

f: fattore decremento	Modulo	Δt [h]	Modulo	Δt [h]
	0.56	3.98	0.01	7.65

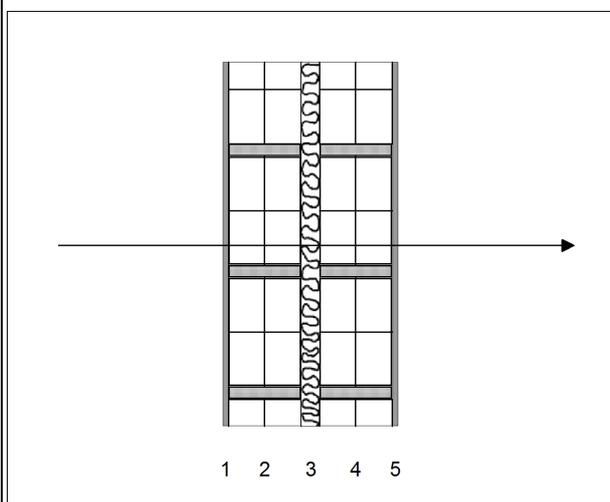
Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

CARATTERISTICHE TERMICHE/IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

TIPO DI STRUTTURA Muratura in doppio laterizio divisoria tra abitazioni, con isolamento in polistirene da 3 cm. cod 304 P.I

Massa [kg/m²]	244.8	Capacità [kJ/m²K]	205.9	Type Ashrae			7		
N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	C (W/m ² K)	ρ (kg/m ³)	δa 10 ¹² (kg/msPa)	δu 10 ¹² (kg/msPa)	R (m ² K/W)	
1	Intonaco di calce e gesso	0.0100	0.700	70.00	1400	18.7500	18.7500	0.014	
2	Blocchi in laterizio forato di tamponamento 12/30 per interni	0.1200		3.846	900	34.3700	34.3700	0.260	
3	Polistirene espanso sinterizzato da 25 Kg/mc in lastre, conforme UNI 7891	0.0300	0.040	1.33	25	3.7500	3.7500	0.750	
4	Blocchi in laterizio forato di tamponamento 12/30 per interni	0.1200		3.846	900	34.3700	34.3700	0.260	
5	Intonaco di calce e gesso	0.0100	0.700	70.00	1400	18.7500	18.7500	0.014	
SPESSORE TOTALE [m]		0.2900							



Conduzzanza unitaria superficie interna	8	Resistenza unitaria superficie interna	0.123
Conduzzanza unitaria superficie esterna	8	Resistenza unitaria superficie esterna	0.123
TRASMITTANZA TOTALE[W/m ² K]	0.647	RESISTENZA TERMICA TOTALE[m ² K/W]	1.545

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

UNI 13786 - CARATTERISTICHE DINAMICHE DELLE STRUTTURE

TIPO DI STRUTTURA Muratura in doppio laterizio divisoria tra abitazioni, con isolamento in polistirene da 3 cm. cod 304 P.I

N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	c (J/kg·K)	ρ (kg/m ³)	δ_{24} (m)	ξ_{24} (-)	R (m ² K/W)
1	Strato liminare della superficie verticale interna							0.123
2	Intonaco di calce e gesso	0.0100	0.700	840	1400	0.128	0.078	0.014
3	Blocchi in laterizio forato di tamponamento 12/30 per interni	0.1200		840	900	0.130	0.926	0.260
4	Polistirene espanso sinterizzato da 25 Kg/mc in lastre, conforme UNI 7891	0.0300	0.040	1250	25	0.188	0.160	0.750
5	Blocchi in laterizio forato di tamponamento 12/30 per interni	0.1200		840	900	0.130	0.926	0.260
6	Intonaco di calce e gesso	0.0100	0.700	840	1400	0.128	0.078	0.014
7	Strato liminare della superficie verticale interna							0.123
SPESSORE TOTALE [m]		0.2900						

ELEMENTI DELLA MATRICE DI TRASMISSIONE

	T = 24 h				T = 3 h			
	Re()	Im()	Modulo	Δt [h]	Re()	Im()	Modulo	Δt [h]
Z11	-8.58	5.92	10.42	9.69	927.87	157.52	941.14	0.08
Z12	-0.11	-1.86	1.87	-6.23	-41.11	36.90	55.24	1.15
Z21	53.03	23.39	57.96	1.59	-7729.35	-14049.54	16035.35	-0.99
Z22	-8.58	5.92	10.42	9.69	927.87	157.52	941.14	0.08

CARATTERISTICHE DELLA MATRICE TERMICA DINAMICA

	T = 24 h		T = 3 h	
	Modulo	Δt [h]	Modulo	Δt [h]
Ammettenze termiche				
Y11 (lato interno)	6.03	-7.88	17.02	-1.07
Y22 (lato interno)	6.03	-7.88	17.02	-1.07
Capacità termiche areiche				
C1 (lato interno)	94	37	[kJ/(m ² K)] [kJ/(m ² K)]	
C2 (lato esterno)	94	37		
f: fattore decremento	0.83	6.23	0.03	9.21

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

CARATTERISTICHE TERMICHE/IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

TIPO DI STRUTTURA Porta blindata leggera.
cod 400 S.I

Massa [kg/m²]	75.0	Capacità [kJ/m²K]	96.9	Type Ashrae		1		
N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	C (W/m ² K)	ρ (kg/m ³)	δa 10¹² (kg/msPa)	δu 10¹² (kg/msPa)	R (m ² K/W)
1	Lamiera	0.0030	17.000	5666.67	8000	0.0001	0.0001	0.000
2	Legno di abete con flusso termico perpendicolare alle fibre	0.0600	0.120	2.00	450	3.1300	3.1300	0.500
3	Lamiera	0.0030	17.000	5666.67	8000	0.0001	0.0001	0.000
SPESSORE TOTALE [m]		0.0660						



Conduttanza unitaria superficie interna	8	Resistenza unitaria superficie interna	0.123
---	---	--	-------

Conduttanza unitaria superficie esterna	8	Resistenza unitaria superficie esterna	0.123
---	---	--	-------

TRASMITTANZA TOTALE[W/m ² K]	1.340	RESISTENZA TERMICA TOTALE[m ² K/W]	0.746
---	-------	---	-------

PRESTAZIONI IGROTERMICHE: vedi dettaglio di calcolo ESEGUITO A NORMA EN ISO 13788 (UNI10350)

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

UNI 13786 - CARATTERISTICHE DINAMICHE DELLE STRUTTURE

TIPO DI STRUTTURA Porta blindata leggera.
cod 400 S.I

N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	c (J/kg·K)	ρ (kg/m ³)	δ_{24} (m)	ξ_{24} (-)	R (m ² K/W)
1	Strato liminare della superficie verticale interna							0.123
2	Lamiera	0.0030	17.000	500	8000	0.342	0.009	0.000
3	Legno di abete con flusso termico perpendicolare alle fibre	0.0600	0.120	2700	450	0.052	1.151	0.500
4	Lamiera	0.0030	17.000	500	8000	0.342	0.009	0.000
5	Strato liminare della superficie verticale interna							0.123
SPESSORE TOTALE [m]		0.0660						

ELEMENTI DELLA MATRICE DI TRASMISSIONE

	T = 24 h				T = 3 h			
	Re()	Im()	Modulo	Δt [h]	Re()	Im()	Modulo	Δt [h]
Z11	0.52	1.71	1.79	4.88	-19.01	-9.23	21.14	-1.28
Z12	-0.47	-0.22	0.52	-10.33	1.11	-0.87	1.41	-0.32
Z21	4.95	-6.06	7.83	-3.38	-0.55	316.41	316.41	0.75
Z22	0.52	1.71	1.79	4.88	-19.01	-9.23	21.14	-1.28

CARATTERISTICHE DELLA MATRICE TERMICA DINAMICA

Ammettenze termiche	T = 24 h		T = 3 h	
	Modulo	Δt [h]	Modulo	Δt [h]
Y11 (lato interno)	3.42	-6.61	15.63	-0.98
Y22 (lato interno)	3.42	-6.61	15.63	-0.98

Capacità termiche areiche	T = 24 h	T = 3 h
C1 (lato interno)	48	30
C2 (lato esterno)	48	30

[kJ/(m²K)]
[kJ/(m²K)]

	Modulo	Δt [h]	Modulo	Δt [h]
f: fattore decremento	1.44	10.33	0.53	2.55

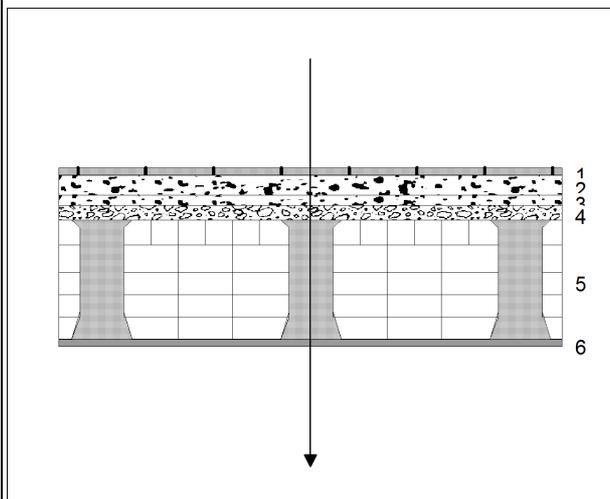
Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

CARATTERISTICHE TERMICHE/IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

TIPO DI STRUTTURA Pavimento tra ambienti abitati, isolato con pannelli in polistirene, finitura in ceramica
cod 502 PAV

Massa [kg/m ²]	486.2	Capacità [kJ/m ² K]	411.1	Type Ashrae	14			
N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	C (W/m ² K)	ρ (kg/m ³)	δa 10 ¹² (kg/msPa)	δu 10 ¹² (kg/msPa)	R (m ² K/W)
1	Piastrelle di ceramica	0.0150	1.000	66.67	2300	0.9380	0.9380	0.015
2	Calcestruzzo di perlite e di vermiculite 250 di sottofondo	0.0400	0.130	3.25	250	38.0000	38.0000	0.308
3	Polistirene espanso estruso da 35 Kg/mc con pelle (impermeabile alta durabilità)	0.0200	0.035	1.75	35	0.9400	0.9400	0.571
4	Calcestruzzo di sabbia e ghiaia 2000 per pareti esterne non protette	0.0300	1.260	42.00	2000	2.9000	3.7500	0.024
5	Solaio di tipo predalles, senza soletta cls, laterizio 12 cm, sp tot 24 cm; da 1500, flusso ascendente (da UNI 10355)	0.2400		3.571	1500	31.2500	31.2500	0.280
6	Intonaco di calce e gesso	0.0150	0.700	46.67	1400	18.0000	18.0000	0.021
SPESSORE TOTALE [m]		0.3600						



Conduzzanza unitaria superficie interna	6	Resistenza unitaria superficie interna	0.170
---	---	--	-------

Conduzzanza unitaria superficie esterna	6	Resistenza unitaria superficie esterna	0.170
---	---	--	-------

TRASMITTANZA TOTALE[W/m ² K]	0.641	RESISTENZA TERMICA TOTALE[m ² K/W]	1.559
---	-------	---	-------

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

UNI 13786 - CARATTERISTICHE DINAMICHE DELLE STRUTTURE

TIPO DI STRUTTURA Pavimento tra ambienti abitati, isolato con pannelli in polistirene, finitura in ceramica cod 502 PAV

N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	c (J/kg·K)	ρ (kg/m ³)	δ_{24} (m)	ξ_{24} (-)	R (m ² K/W)
1	Strato liminare della superficie orizzontale interna, calore discendente UNI 6946							0.170
2	Piastrelle di ceramica	0.0150	1.000	840	2300	0.119	0.126	0.015
3	Calcestruzzo di perlite e di vermiculite 250 di sottofondo	0.0400	0.130	840	250	0.130	0.307	0.308
4	Polistirene espanso estruso da 35 Kg/mc con pelle (impermeabile alta durabilità)	0.0200	0.035	1250	35	0.148	0.135	0.571
5	Calcestruzzo di sabbia e ghiaia 2000 per pareti esterne non protette	0.0300	1.260	880	2000	0.140	0.214	0.024
6	Solaio di tipo predalles, senza soletta cls, laterizio 12 cm, sp tot 24 cm; da 1500, flusso ascendente (da UNI 10355)	0.2400		840	1500	0.137	1.755	0.280
7	Intonaco di calce e gesso	0.0150	0.700	840	1400	0.128	0.117	0.021
8	Strato liminare della superficie orizzontale interna, calore discendente UNI 6946							0.170
SPESSORE TOTALE [m]		0.3600						

ELEMENTI DELLA MATRICE DI TRASMISSIONE

	T = 24 h				T = 3 h			
	Re()	Im()	Modulo	Δt [h]	Re()	Im()	Modulo	Δt [h]
Z11	-11.79	-2.55	12.06	-11.19	-1119.80	4464.47	4602.76	0.87
Z12	2.49	-3.49	4.28	-3.63	-212.62	-106.64	237.86	-1.28
Z21	60.32	85.18	104.38	3.65	88863.91	-58559.70	106423.84	-0.28
Z22	-36.35	7.70	37.16	11.20	1955.51	5140.41	5499.81	0.58

CARATTERISTICHE DELLA MATRICE TERMICA DINAMICA

AmmetENZE termiche	T = 24 h		T = 3 h	
	Modulo	Δt [h]	Modulo	Δt [h]
Y11 (lato interno)	3.04	-7.62	19.35	-0.85
Y22 (lato interno)	8.90	-9.15	23.12	-1.15

Capacità termiche areiche	T = 24 h	T = 3 h
C1 (lato interno)	46	34
C2 (lato esterno)	180	59

[kJ/(m²K)]
[kJ/(m²K)]

f: fattore decremento	Modulo	Δt [h]	Modulo	Δt [h]
	0.36	3.63	0.01	10.22

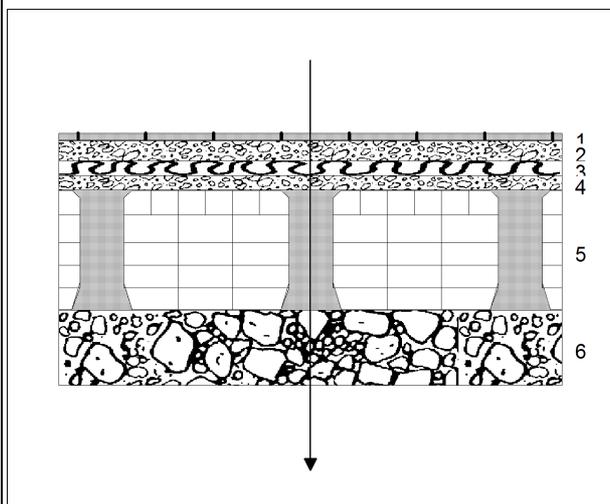
Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

CARATTERISTICHE TERMICHE/IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

TIPO DI STRUTTURA Pavimento su terreno, isolato con lastre di polistirene spess. cm 3 Finitura in ceramica. cod 510 PAV

Massa [kg/m ²]	756.3	Capacità [kJ/m ² K]	638.0	Type Ashrae	21			
N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	C (W/m ² K)	ρ (kg/m ³)	δa 10 ¹² (kg/msPa)	δu 10 ¹² (kg/msPa)	R (m ² K/W)
1	Piastrelle di ceramica	0.0150	1.000	66.67	2300	0.9380	0.9380	0.015
2	Sottofondo sabbia e cemento	0.0400	1.200	30.00	1900	7.5000	7.5000	0.033
3	Polistirene espanso sinterizzato da 25 Kg/mc in lastre, conforme UNI 7891	0.0300	0.040	1.33	25	3.7500	3.7500	0.750
4	Calcestruzzo di sabbia e ghiaia 2000 per pareti esterne non protette	0.0300	1.260	42.00	2000	2.9000	3.7500	0.024
5	Solaio di tipo predalles, senza soletta cls, laterizio 12 cm, sp tot 24 cm; da 1500, flusso ascendente (da UNI 10355)	0.2400		3.571	1500	31.2500	31.2500	0.280
6	Ciottoli e pietre frantumate sfuse ad alta densità	0.1500	0.700	4.67	1500	37.5000	37.5000	0.214
SPESSORE TOTALE [m]		0.5050						



Conducibilità unitaria superficie interna	6	Resistenza unitaria superficie interna	0.170
---	---	--	-------

Conducibilità unitaria superficie esterna	5	Resistenza unitaria superficie esterna	0.200
---	---	--	-------

TRASMITTANZA TOTALE[W/m ² K]	0.593	RESISTENZA TERMICA TOTALE[m ² K/W]	1.686
---	-------	---	-------

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

UNI 13786 - CARATTERISTICHE DINAMICHE DELLE STRUTTURE

TIPO DI STRUTTURA *Pavimento su terreno, isolato con lastre di polistirene spess. cm 3 Finitura in ceramica. cod 510 PAV*

N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	c (J/kg·K)	ρ (kg/m ³)	δ_{24} (m)	ξ_{24} (-)	R (m ² K/W)
1	Strato liminare della superficie orizzontale interna, calore discendente UNI 6946							0.170
2	Piastrelle di ceramica	0.0150	1.000	840	2300	0.119	0.126	0.015
3	Sottofondo sabbia e cemento	0.0400	1.200	840	1900	0.144	0.278	0.033
4	Polistirene espanso sinterizzato da 25 Kg/mc in lastre, conforme UNI 7891	0.0300	0.040	1250	25	0.188	0.160	0.750
5	Calcestruzzo di sabbia e ghiaia 2000 per pareti esterne non protette	0.0300	1.260	880	2000	0.140	0.214	0.024
6	Solaio di tipo predalles, senza soletta cls, laterizio 12 cm, sp tot 24 cm; da 1500, flusso ascendente (da UNI 10355)	0.2400		840	1500	0.137	1.755	0.280
7	Ciottoli e pietre frantumate sfuse ad alta densità	0.1500	0.700	840	1500	0.124	1.214	0.214
8	Resistenza del terreno sabbia o ghiaia (40 cm con condutt. 2, liminare fittizio)							0.200
SPESSORE TOTALE [m]		0.5050						

ELEMENTI DELLA MATRICE DI TRASMISSIONE

	T = 24 h				T = 3 h			
	Re()	Im()	Modulo	Δt [h]	Re()	Im()	Modulo	Δt [h]
Z11	-8.27	-80.45	80.87	-6.39	16644.22	-225649.64	226262.65	-0.71
Z12	11.93	2.13	12.12	0.67	4567.43	3906.48	6010.16	0.34
Z21	-402.33	500.18	641.91	8.59	-3881113.41	3348285.09	5125822.31	1.16
Z22	-55.47	-78.58	96.19	-8.35	-10595.75	-135743.07	136155.98	-0.79

CARATTERISTICHE DELLA MATRICE TERMICA DINAMICA

Ammettenze termiche	T = 24 h		T = 3 h	
	Modulo	Δt [h]	Modulo	Δt [h]
Y11 (lato interno)	6.68	-7.11	37.65	-1.05
Y22 (lato interno)	7.98	-9.05	22.65	-1.13

Capacità termiche areiche	T = 24 h	T = 3 h
C1 (lato interno)	96	80
C2 (lato esterno)	158	55

	Modulo	Δt [h]	Modulo	Δt [h]
f: fattore decremento	0.14	0.67	0.00	2.70

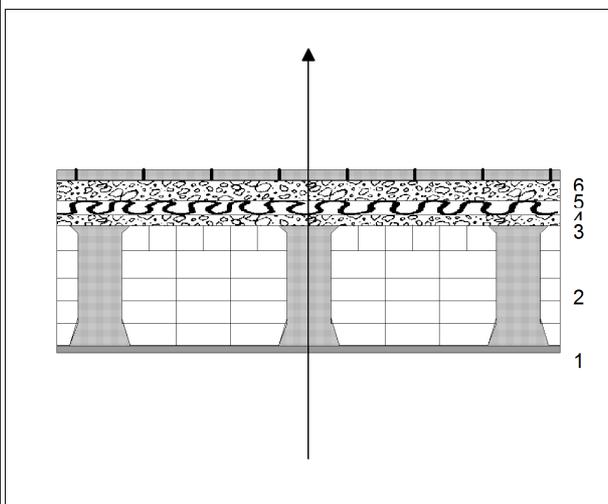
Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

CARATTERISTICHE TERMICHE/IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

TIPO DI STRUTTURA *Soffitto tra ambienti abitati, isolato con pannelli in polistirene. Finitura in ceramica.*
cod 602 SOF

Massa [kg/m ²]	532.3	Capacità [kJ/m ² K]	449.0	Type Ashrae	24			
N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	C (W/m ² K)	ρ (kg/m ³)	δa 10 ¹² (kg/msPa)	δu 10 ¹² (kg/msPa)	R (m ² K/W)
1	Intonaco di calce e gesso	0.0150	0.700	46.67	1400	18.0000	18.0000	0.021
2	Solaio di tipo predalles, senza soletta cls, laterizio 12 cm, sp tot 24 cm; da 1500, flusso ascendente (da UNI 10355)	0.2400		3.571	1500	31.2500	31.2500	0.280
3	Calcestruzzo di sabbia e ghiaia 2000 per pareti esterne non protette	0.0200	1.260	63.00	2000	2.9000	3.7500	0.016
4	Polistirene espanso sinterizzato da 25 Kg/mc in lastre, conforme UNI 7891	0.0300	0.040	1.33	25	3.7500	3.7500	0.750
5	Sottofondo sabbia e cemento	0.0400	1.200	30.00	1900	7.5000	7.5000	0.033
6	Piastrelle di ceramica	0.0150	1.000	66.67	2300	0.9380	0.9380	0.015
SPESSORE TOTALE [m]		0.3600						



Conducibilità unitaria superficie interna	10	Resistenza unitaria superficie interna	0.100
---	----	--	-------

Conducibilità unitaria superficie esterna	10	Resistenza unitaria superficie esterna	0.100
---	----	--	-------

TRASMITTANZA TOTALE[W/m ² K]	0.760	RESISTENZA TERMICA TOTALE[m ² K/W]	1.316
---	-------	---	-------

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

UNI 13786 - CARATTERISTICHE DINAMICHE DELLE STRUTTURE

TIPO DI STRUTTURA *Soffitto tra ambienti abitati, isolato con pannelli in polistirene. Finitura in ceramica. cod 602 SOF*

N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	c (J/kg·K)	ρ (kg/m ³)	δ_{24} (m)	ξ_{24} (-)	R (m ² K/W)
1	Strato liminare della superficie orizzontale interna, calore ascendente UNI 6946							0.100
2	Intonaco di calce e gesso	0.0150	0.700	840	1400	0.128	0.117	0.021
3	Solaio di tipo predalles, senza soletta cls, laterizio 12 cm, sp tot 24 cm; da 1500, flusso ascendente (da UNI 10355)	0.2400		840	1500	0.137	1.755	0.280
4	Calcestruzzo di sabbia e ghiaia 2000 per pareti esterne non protette	0.0200	1.260	880	2000	0.140	0.143	0.016
5	Polistirene espanso sinterizzato da 25 Kg/mc in lastre, conforme UNI 7891	0.0300	0.040	1250	25	0.188	0.160	0.750
6	Sottofondo sabbia e cemento	0.0400	1.200	840	1900	0.144	0.278	0.033
7	Piastrelle di ceramica	0.0150	1.000	840	2300	0.119	0.126	0.015
8	Strato liminare della superficie orizzontale interna, calore ascendente UNI 6946							0.100
SPESSORE TOTALE [m]		0.3600						

ELEMENTI DELLA MATRICE DI TRASMISSIONE

	T = 24 h				T = 3 h			
	Re()	Im()	Modulo	Δt [h]	Re()	Im()	Modulo	Δt [h]
Z11	-29.85	7.36	30.75	11.08	1218.01	4736.12	4890.24	0.63
Z12	1.95	-2.93	3.52	-3.76	-177.29	-115.32	211.50	-1.22
Z21	101.84	178.05	205.12	4.02	116493.99	-142561.63	184105.05	-0.42
Z22	-22.39	-7.16	23.51	-10.82	455.65	7949.36	7962.41	0.72

CARATTERISTICHE DELLA MATRICE TERMICA DINAMICA

	T = 24 h		T = 3 h	
	Modulo	Δt [h]	Modulo	Δt [h]
Ammettenze termiche				
Y11 (lato interno)	9.01	-9.14	23.12	-1.15
Y22 (lato interno)	6.95	-7.11	37.65	-1.05
Capacità termiche areiche				
C1 (lato interno)	182	59	[kJ/(m ² K)]	
C2 (lato esterno)	100	80	[kJ/(m ² K)]	
f: fattore decremento	0.37	3.76	0.01	9.80

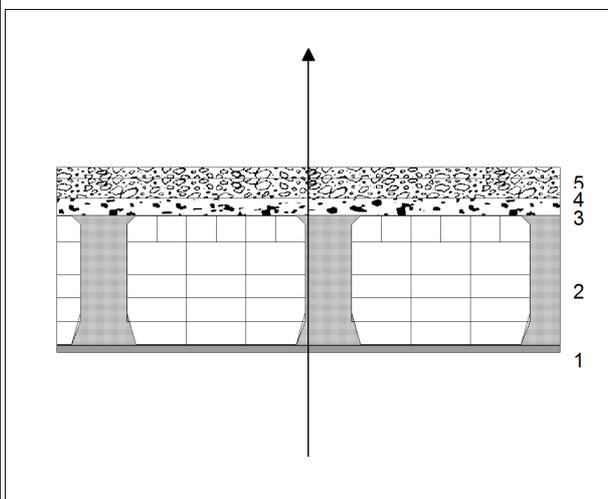
Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoa autonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

CARATTERISTICHE TERMICHE/IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACI DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

TIPO DI STRUTTURA *Soffitto su sottotetto praticabile, isolato con polistirene.*
cod 604 SOF

Massa [kg/m ²]	443.2	Capacità [kJ/m ² K]	374.3	Type Ashrae		14		
N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	C (W/m ² K)	ρ (kg/m ³)	δa 10 ¹² (kg/msPa)	δu 10 ¹² (kg/msPa)	R (m ² K/W)
1	Intonaco di cemento, sabbia e calce 1800 per esterno	0.0150	0.900	60.00	1800	9.3800	9.3800	0.017
2	Soletta mista da 20 cm. in laterizio +6, nervature in cemento armato; 1150 (da UNI 10355)	0.2600		2.857	1150	31.2500	31.2500	0.350
3	Polistirene espanso estruso da 35 Kg/mc con pelle (impermeabile alta durabilità)	0.0350	0.035	1.00	35	0.9400	0.9400	1.000
4	Malta cementizia magra di sottofondo	0.0400	1.400	35.00	2000	6.2500	6.2500	0.029
5	Calcestruzzo di sabbia e ghiaia 2400 per pareti esterne non protette	0.0150	2.080	138.67	2400	1.8800	1.8800	0.007
SPESSORE TOTALE [m]		0.3650						



Conduttanza unitaria superficie interna	10	Resistenza unitaria superficie interna	0.100
Conduttanza unitaria superficie esterna	10	Resistenza unitaria superficie esterna	0.100
TRASMITTANZA TOTALE[W/m ² K]	0.624	RESISTENZA TERMICA TOTALE[m ² K/W]	1.602

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

UNI 13786 - CARATTERISTICHE DINAMICHE DELLE STRUTTURE

TIPO DI STRUTTURA *Soffitto su sottotetto praticabile, isolato con polistirene.*
cod 604 SOF

N	Descrizione strato (dall'interno verso l'esterno)	s (m)	λ (W/mK)	c (J/kg·K)	ρ (kg/m ³)	δ_{24} (m)	ξ_{24} (-)	R (m ² K/W)
1	Strato liminare della superficie orizzontale interna, calore ascendente UNI 6946							0.100
2	Intonaco di cemento, sabbia e calce 1800 per esterno	0.0150	0.900	840	1800	0.128	0.117	0.017
3	Soletta mista da 20 cm. in laterizio +6, nervature in cemento armato; 1150 (da UNI 10355)	0.2600		840	1150	0.145	1.788	0.350
4	Polistirene espanso estruso da 35 Kg/mc con pelle (impermeabile alta durabilità)	0.0350	0.035	1250	35	0.148	0.236	1.000
5	Malta cementizia magra di sottofondo	0.0400	1.400	840	2000	0.151	0.264	0.029
6	Calcestruzzo di sabbia e ghiaia 2400 per pareti esterne non protette	0.0150	2.080	880	2400	0.165	0.091	0.007
7	Strato liminare della superficie orizzontale interna, calore ascendente UNI 6946							0.100
SPESSORE TOTALE [m]		0.3650						

ELEMENTI DELLA MATRICE DI TRASMISSIONE

	T = 24 h				T = 3 h			
	Re()	Im()	Modulo	Δt [h]	Re()	Im()	Modulo	Δt [h]
Z11	-27.37	10.89	29.46	10.55	2137.28	2558.11	3333.45	0.42
Z12	1.31	-3.42	3.67	-4.61	-134.73	1.55	134.74	1.49
Z21	114.26	178.36	211.82	3.82	62526.69	-144646.57	157582.41	-0.56
Z22	-25.99	-4.56	26.39	-11.34	2931.72	5654.65	6369.46	0.52

CARATTERISTICHE DELLA MATRICE TERMICA DINAMICA

Ammettenze termiche	T = 24 h		T = 3 h	
	Modulo	Δt [h]	Modulo	Δt [h]
Y11 (lato interno)	8.29	-8.79	24.74	-1.08
Y22 (lato interno)	7.47	-6.75	47.27	-0.97

Capacità termiche areiche	T = 24 h	T = 3 h
C1 (lato interno)	153	55
C2 (lato esterno)	105	91

[kJ/(m²K)]
 [kJ/(m²K)]

	Modulo	Δt [h]	Modulo	Δt [h]
f: fattore decremento	0.44	4.61	0.01	11.96

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

EN ISO-13788 (UNI-10350) : PRESTAZIONI IGROTHERMICHE - UMIDITA' SUPERFICIALE

CALCOLO DEL FATTORE DI TEMPERATURA IN CORRISPONDENZA ALLA SUPERFICIE INTERNA PER EVITARE VALORI CRITICI DI UMIDITA' SUPERFICIALE

C.1 Calcolo di f_{Rsi}^{max} con le classi di concentrazione del vapore all'interno.

- θ_e [°C] temperatura media mensile esterna
- ϕ_e [%] umidità relativa media mensile esterna
- p_e [Pa] pressione di vapore esterna
- Δp [Pa] incremento di pressione di vapore $\Delta p = 765 \text{ Pa}$; $\Delta v = 0.0057 \text{ kg/m}^3$ per $\theta_e \leq 0$ [H.4]
- p_i [Pa] pressione di vapore interna
- $p_s(\theta_{si})$ [Pa] pressione di saturazione minima accettabile
- θ_{si}^{min} [°C] temperatura superficiale minima accettabile
- θ_i [°C] temperatura interna
- f_{Rsi} -- fattore di temperatura in corrispondenza alla superficie interna
- R_t [m²·K/W] Resistenza termica totale
- R_{si} [m²·K/W] Resistenza superficiale interna
- ϕ_s [%] umidità relativa superficiale

Mese	θ_e °C	ϕ_e %	p_e Pa	Δp Pa	p_i Pa	$p_s(\theta_{si})$ Pa	θ_{si}^{min} °C	θ_i °C	f_{Rsi} (A)	f_{Rsi} (B)	f_{Rsi} (C)
Ottobre	14.0	88.3	1412	230	1699	2124	18.5	20.0	0.742	0.157	1.521
Novembre	7.9	89.9	958	463	1537	1921	16.9	20.0	0.740	0.454	1.122
Dicembre	3.1	87.9	671	646	1479	1849	16.3	20.0	0.779	0.574	1.050
Gennaio	1.7	85.4	590	700	1465	1831	16.1	20.0	0.787	0.599	1.038
Febbraio	4.2	78.2	645	604	1400	1751	15.4	20.0	0.709	0.492	0.998
Marzo	9.2	81.0	943	413	1459	1824	16.0	20.0	0.634	0.315	1.059
Aprile	14.0	72.7	1163	230	1450	1812	15.9	20.0	0.325	-0.249	1.088

Nel prospetto seguente sono elencati tre criteri per la determinazione della θ_{si}^{min} minima accettabile

- A) $\phi_s \leq 80\%$ in base al rischio di crescita di muffe
- B) $\phi_s \leq 100\%$ per evitare la condensazione in corrispondenza dei telai dei serramenti
- C) $\phi_s \leq 60\%$ per evitare fenomeni di corrosione
- D) come (A) ma con condizioni al contorno riparametrate

	A) $\phi_s \leq 80\%$	B) $\phi_s \leq 100\%$	C) $\phi_s \leq 60\%$
Mese critico =	Gennaio	Gennaio	--
$f_{Rsi}^{max} =$	0.787	0.599	> 1
$\theta_{si}^{min} =$	16.11	12.66	> 20.0

Segue verifica delle strutture utilizzate, con indicazione del criterio scelto.

NOTA: le strutture per cui la resistenza totale $R > R_{si}(1-f_{Rsi}^{max})$ risultano idonee, in quanto hanno una temperatura superficiale interna tale da evitare umidità critica superficiale (5.3.f)

Co-Stru	Descrizione struttura	Criterio	R_{si}	$R_{si}(1-f_{Rsi}^{max})$	R_t	θ_{si}	Verifica
100 P.E esterno	Parete piana	A	0.25	1.176	2.14	17.86	Ok
100 P.E esterno	Ponte termico	A	0.35	1.646	2.24	17.14	Ok
100 P.E esterno	Parete con schermature	A	0.45	2.117	2.34	16.47	Ok
204 S.E esterno	Telaio	B	0.13	0.324	0.61	16.07	Ok
205 S.E esterno	Telaio	B	0.13	0.324	0.61	16.07	Ok
303 P.I U1	Parete piana	A	0.25	1.176	2.14+1.53	18.75	Ok
303 P.I U1	Ponte termico	A	0.35	1.646	2.28+1.63	18.36	Ok
303 P.I U1	Parete con schermature	A	0.45	2.117	2.42+1.73	18.02	Ok
304 P.I TF	Parete piana	D	0.25	--	1.67	19.25	Ok
304 P.I TF	Ponte termico	D	0.35	--	1.77	19.01	Ok
304 P.I TF	Parete con schermature	D	0.45	--	1.87	18.80	Ok
502 PAV TF	Parete piana	D	0.25	--	1.64	19.24	Ok
502 PAV TF	Ponte termico	D	0.35	--	1.74	18.99	Ok
510 PAV TF	Parete piana	D	0.25	--	1.77	19.29	Ok
510 PAV TF	Ponte termico	D	0.35	--	1.87	19.06	Ok

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

Co-Stru	Descrizione struttura	Criterio	R_{si}	$R_{si}(1-f_{R_{si}}^{max})$	R_t	θ_{si}	Verifica
510 PAV U3	Parete piana	A	0.25	1.176	1.05+1.77	18.38	Ok
510 PAV U3	Ponte termico	A	0.35	1.646	1.11+1.87	17.85	Ok
604 SOF U3	Parete piana	A	0.25	1.176	1.04+1.75	18.36	Ok
604 SOF U3	Ponte termico	A	0.35	1.646	1.10+1.85	17.83	Ok

EN ISO-13788 (UNI-10350) : PRESTAZIONI IGROTERMICHE - CONDENZA INTERSTIZIALE**STRUTTURA 100 P.E verso esterno**

D.2 Condizioni termoigrometriche interne ed esterne utilizzate nel calcolo

Mese	θ_e °C	p_e Pa	φ_e %	Δp Pa	p_i Pa	φ_i %	θ_i °C
Gennaio	1.7	590	85.4	700	1290	55.2	20.0
Febbraio	4.2	645	78.2	604	1249	53.4	20.0
Marzo	9.2	943	81.0	413	1356	58.0	20.0
Aprile	14.0	1163	72.7	230	1393	59.5	20.0
Aprile	14.0	1163	72.7	230	1393	67.5	18.0
Maggio	17.9	1326	64.6	80	1406	68.1	18.0
Giugno	22.5	1840	67.5	0	1840	67.5	22.5
Luglio	25.1	1736	54.5	0	1736	54.5	25.1
Agosto	24.1	2012	67.0	0	2012	67.0	24.1
Settembre	20.4	1921	80.1	0	1921	80.1	20.4
Ottobre	14.0	1412	88.3	230	1642	79.5	18.0
Ottobre	14.0	1412	88.3	230	1642	70.2	20.0
Novembre	7.9	958	89.9	463	1421	60.8	20.0
Dicembre	3.1	671	87.9	646	1317	56.3	20.0

θ_e : temperatura media mensile esterna
 p_e : pressione di vapore esterna
 φ_e : umidità relativa media mensile esterna
 Δp : incremento di pressione di vapore
 p_i : pressione di vapore interna
 φ_i : umidità relativa interna
 θ_i : temperatura interna

D.3 Flusso di vapore condensato mensilmente (g_c) e quantità di condensa accumulata (M_a)

NOTA: La struttura è IDONEA in quanto non è soggetta a condensa interstiziale.

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

EN ISO-13788 (UNI-10350) : PRESTAZIONI IGROTERMICHE - CONDENZA INTERSTIZIALE

STRUTTURA 303 P.I verso U1

D.2 Condizioni termoigrometriche interne ed esterne utilizzate nel calcolo

Mese	θ_e °C	p_e Pa	φ_e %	Δp Pa	p_i Pa	φ_i %	θ_i °C
Gennaio	12.4	1228	85.4	700	1290	55.2	20.0
Febbraio	13.4	1204	78.2	604	1249	53.4	20.0
Marzo	15.5	1427	81.0	413	1356	58.0	20.0
Aprile	17.5	1455	72.7	230	1393	59.5	20.0
Aprile	16.5	1369	72.7	230	1393	67.5	18.0
Maggio	18.0	1331	64.6	80	1406	68.1	18.0
Giugno	22.5	1840	67.5	0	1840	67.5	22.5
Luglio	25.1	1736	54.5	0	1736	54.5	25.1
Agosto	24.1	2012	67.0	0	2012	67.0	24.1
Settembre	20.4	1921	80.1	0	1921	80.1	20.4
Ottobre	16.5	1662	88.3	230	1642	79.5	18.0
Ottobre	17.5	1767	88.3	230	1642	70.2	20.0
Novembre	15.0	1529	89.9	463	1421	60.8	20.0
Dicembre	13.0	1313	87.9	646	1317	56.3	20.0

θ_e : temperatura media mensile esterna
 p_e : pressione di vapore esterna
 φ_e : umidità relativa media mensile esterna
 Δp : incremento di pressione di vapore
 p_i : pressione di vapore interna
 φ_i : umidità relativa interna
 θ_i : temperatura interna

D.3 Flusso di vapore condensato mensilmente (g_c) e quantità di condensa accumulata (M_a)

NOTA: La struttura è IDONEA in quanto non è soggetta a condensa interstiziale.

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

EN ISO-13788 (UNI-10350) : PRESTAZIONI IGROTERMICHE - CONDENZA INTERSTIZIALE

STRUTTURA 510 PAV verso terreno

D.2 Condizioni termoigrometriche interne ed esterne utilizzate nel calcolo

Mese	θ_e °C	p_e Pa	φ_e %	Δp Pa	p_i Pa	φ_i %	θ_i °C
Gennaio	5.9	928	100.0	700	1290	55.2	20.0
Febbraio	5.9	928	100.0	604	1249	53.4	20.0
Marzo	5.9	928	100.0	413	1356	58.0	20.0
Aprile	5.9	928	100.0	230	1393	59.5	20.0
Aprile	18.0	1032	50.0	230	1393	67.5	18.0
Maggio	18.0	1032	50.0	80	1406	68.1	18.0
Giugno	18.0	1032	50.0	0	1840	89.1	18.0
Luglio	18.0	1032	50.0	0	1736	84.1	18.0
Agosto	18.0	1032	50.0	0	2012	97.5	18.0
Settembre	18.0	1032	50.0	0	1921	93.1	18.0
Ottobre	18.0	1032	50.0	230	1642	79.5	18.0
Ottobre	5.9	928	100.0	230	1642	70.2	20.0
Novembre	5.9	928	100.0	463	1421	60.8	20.0
Dicembre	5.9	928	100.0	646	1317	56.3	20.0

θ_e : temperatura media mensile esterna
 p_e : pressione di vapore esterna
 φ_e : umidità relativa media mensile esterna
 Δp : incremento di pressione di vapore
 p_i : pressione di vapore interna
 φ_i : umidità relativa interna
 θ_i : temperatura interna

D.3 Flusso di vapore condensato mensilmente (g_c) e quantità di condensa accumulata (M_a)

NOTA: La struttura è IDONEA in quanto non è soggetta a condensa interstiziale.

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

EN ISO-13788 (UNI-10350) : PRESTAZIONI IGROTERMICHE - CONDENZA INTERSTIZIALE

STRUTTURA 510 PAV verso U2

D.2 Condizioni termoigrometriche interne ed esterne utilizzate nel calcolo

Mese	θ_e °C	p_e Pa	ϕ_e %	Δp Pa	p_i Pa	ϕ_i %	θ_i °C
Gennaio	10.4	1074	85.4	700	1290	55.2	20.0
Febbraio	11.7	1073	78.2	604	1249	53.4	20.0
Marzo	14.3	1321	81.0	413	1356	58.0	20.0
Aprile	16.8	1395	72.7	230	1393	59.5	20.0
Aprile	16.1	1328	72.7	230	1393	67.5	18.0
Maggio	18.0	1330	64.6	80	1406	68.1	18.0
Giugno	22.5	1840	67.5	0	1840	67.5	22.5
Luglio	25.1	1736	54.5	0	1736	54.5	25.1
Agosto	24.1	2012	67.0	0	2012	67.0	24.1
Settembre	20.4	1921	80.1	0	1921	80.1	20.4
Ottobre	16.1	1612	88.3	230	1642	79.5	18.0
Ottobre	16.8	1694	88.3	230	1642	70.2	20.0
Novembre	13.6	1402	89.9	463	1421	60.8	20.0
Dicembre	11.1	1161	87.9	646	1317	56.3	20.0

θ_e : temperatura media mensile esterna
 p_e : pressione di vapore esterna
 ϕ_e : umidità relativa media mensile esterna
 Δp : incremento di pressione di vapore
 p_i : pressione di vapore interna
 ϕ_i : umidità relativa interna
 θ_i : temperatura interna

D.3 Flusso di vapore condensato mensilmente (g_c) e quantità di condensa accumulata (M_a)

NOTA: La struttura è IDONEA in quanto non è soggetta a condensa interstiziale.

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

EN ISO-13788 (UNI-10350) : PRESTAZIONI IGROTERMICHE - CONDENZA INTERSTIZIALE

STRUTTURA 602 SOF verso U3

D.2 Condizioni termoigrometriche interne ed esterne utilizzate nel calcolo

Mese	θ_e °C	p_e Pa	φ_e %	Δp Pa	p_i Pa	φ_i %	θ_i °C
Gennaio	8.5	949	85.4	700	1290	55.2	20.0
Febbraio	10.1	966	78.2	604	1249	53.4	20.0
Marzo	13.2	1232	81.0	413	1356	58.0	20.0
Aprile	16.2	1343	72.7	230	1393	59.5	20.0
Aprile	15.6	1291	72.7	230	1393	67.5	18.0
Maggio	17.9	1329	64.6	80	1406	68.1	18.0
Giugno	22.5	1840	67.5	0	1840	67.5	22.5
Luglio	25.1	1736	54.5	0	1736	54.5	25.1
Agosto	24.1	2012	67.0	0	2012	67.0	24.1
Settembre	20.4	1921	80.1	0	1921	80.1	20.4
Ottobre	15.6	1568	88.3	230	1642	79.5	18.0
Ottobre	16.2	1631	88.3	230	1642	70.2	20.0
Novembre	12.4	1296	89.9	463	1421	60.8	20.0
Dicembre	9.4	1037	87.9	646	1317	56.3	20.0

θ_e : temperatura media mensile esterna
 p_e : pressione di vapore esterna
 φ_e : umidità relativa media mensile esterna
 Δp : incremento di pressione di vapore
 p_i : pressione di vapore interna
 φ_i : umidità relativa interna
 θ_i : temperatura interna

D.3 Flusso di vapore condensato mensilmente (g_c) e quantità di condensa accumulata (M_a)

NOTA: La struttura è IDONEA in quanto non è soggetta a condensa interstiziale.

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

EN ISO-13788 (UNI-10350) : PRESTAZIONI IGROTERMICHE - CONDENZA INTERSTIZIALE

STRUTTURA 604 SOF verso U3

D.2 Condizioni termoigrometriche interne ed esterne utilizzate nel calcolo

Mese	θ_e °C	p_e Pa	φ_e %	Δp Pa	p_i Pa	φ_i %	θ_i °C
Gennaio	8.5	949	85.4	700	1290	55.2	20.0
Febbraio	10.1	966	78.2	604	1249	53.4	20.0
Marzo	13.2	1232	81.0	413	1356	58.0	20.0
Aprile	16.2	1343	72.7	230	1393	59.5	20.0
Aprile	15.6	1291	72.7	230	1393	67.5	18.0
Maggio	17.9	1329	64.6	80	1406	68.1	18.0
Giugno	22.5	1840	67.5	0	1840	67.5	22.5
Luglio	25.1	1736	54.5	0	1736	54.5	25.1
Agosto	24.1	2012	67.0	0	2012	67.0	24.1
Settembre	20.4	1921	80.1	0	1921	80.1	20.4
Ottobre	15.6	1568	88.3	230	1642	79.5	18.0
Ottobre	16.2	1631	88.3	230	1642	70.2	20.0
Novembre	12.4	1296	89.9	463	1421	60.8	20.0
Dicembre	9.4	1037	87.9	646	1317	56.3	20.0

θ_e : temperatura media mensile esterna
 p_e : pressione di vapore esterna
 φ_e : umidità relativa media mensile esterna
 Δp : incremento di pressione di vapore
 p_i : pressione di vapore interna
 φ_i : umidità relativa interna
 θ_i : temperatura interna

D.3 Flusso di vapore condensato mensilmente (g_c) e quantità di condensa accumulata (M_a)

NOTA: La struttura è IDONEA in quanto non è soggetta a condensa interstiziale.

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

DATI di PROGETTO

Altitudine	[m]	122
Latitudine		45°27'
Longitudine		09°11'
Temperatura esterna	Te	[°C] -5
Località di riferimento per temperatura esterna		MILANO
Gradi giorno	[°C·24h]	2404
Località di riferimento per gradi giorno		MILANO
Zona climatica		E
Velocità del vento media giornaliera [media annuale]	[m/s]	1.1
Direzione prevalente del vento		SW
Località di riferimento del vento		
Zona vento		1
Località rif. irradiazione		;

Irradiazione globale su superficie verticale (MJ/m²)

mese	N	NNE NNW	NE NW	ENE WNW	E W	ESE WSW	SE SW	SSE SSW	S	oriz	Te
ottobre	2.8	2.9	3.6	4.9	6.4	7.7	8.9	9.8	10.3	8.4	14.0
novembre	1.7	1.7	1.9	2.5	3.4	4.4	5.4	6.4	6.7	4.4	7.9
dicembre	1.3	1.3	1.4	1.8	2.6	3.5	4.5	5.4	5.7	3.3	3.1
gennaio	1.5	1.5	1.6	2.1	2.9	3.8	4.8	5.6	6.0	3.8	1.7
febbraio	2.4	2.4	2.9	3.9	5.1	6.3	7.3	8.2	8.7	6.7	4.2
marzo	3.7	4.1	5.3	6.9	8.5	9.7	10.6	11.0	11.2	11.6	9.2
aprile	5.4	6.4	8.2	10.0	11.4	12.1	12.1	11.5	10.9	16.5	14.0

Inizio riscaldamento	15-10
Fine riscaldamento	15-04
Durata periodo di riscaldamento	p [giorno] 183
Ore giornaliere di riscaldamento	[ore] 14
Situazione esterna :	in complesso urbano
Temperatura aria ambiente	Ta [°C] 20.0
Umidità interna	Ui [%] 50.0
Classe di permeabilità all'aria dei serramenti esterni: (si veda singola struttura finestrata)	

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

VERIFICHE DI LEGGE 10/91

EDIFICIO-IMPIANTO: 001-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento A1 Piano Terra

Massa efficace dell'involucro edilizio	M [kg/m ²]	72.15
Superficie	S [m ²]	332.53
Volume	V [m ³]	320.07
Fattore di forma	S/V [m ⁻¹]	1.039
Cd1, Cd2	[W/m ³ °C]	0.327 0.763

		LEGGE	REALE
Art. 8.6 Coeff. vol. dispersione per trasmissione	Cd [W/m³°C]	0.763	0.594
Coeff. volumico di ventilazione	Cv [W/m ³ °C]	0.186	0.186
Coeff. volumico globale	Cg [W/m ³ °C]	0.949	0.780
Potenza termica dispersa per trasmissione	Φd [W]	6106	4751
Potenza termica riscaldamento aria di rinnovo	Φv [W]	1486	1486
Potenza termica totale	Φg [W]	7592	6237

Regime di funzionamento **INTERMITTENTE**
 Rendimento di distribuzione nd **0.95**

Fabbisogno mensile di energia primaria: Q (valori relativi al calcolo di ngs)

	ott	nov	dic	gen	feb	mar	apr	Totali
Durata	238	420	434	434	392	434	0	2352
Qp	1052	3308	5304	5733	3836	2106	0	21338
Qe	145	196	236	246	210	177	0	1210
FC	0.530	0.371	0.416	0.429	0.414	0.325	0.000	
CP	0.524	0.364	0.410	0.422	0.407	0.318	0.000	
ntu	0.914	0.907	0.910	0.910	0.910	0.904	0.000	
Qc	1107	3591	5767	6232	4160	2279	0	23135
np	0.841	0.873	0.884	0.885	0.878	0.857	0.000	
Q	1252	3787	6003	6477	4369	2457	0	24345

Energia termica stagionale fornita dal sistema di produzione	Qps	[MJ]	21338
Fabbisogno stagionale complessivo di energia primaria	Qs	[MJ]	24345
Rendimento di produzione medio stagionale	nps		0.876
Rendimento globale medio stagionale	ngs		0.783
Potenza nominale utile del generatore	Pn	[kW]	24

Art. 5.1 RENDIMENTO GLOBALE MEDIO STAGIONALE LIMITE

$$ngL = (65 + 3 \cdot \log Pn)\% = 0.691 \leq ng = 0.783$$

Art. 8.7 FABBISOGNO ENERGETICO NORMALIZZATO LIMITE [kJ/m³GG]

n = numero dei volumi d'aria ricambiati in un'ora	[1/h]	0.5
ap = apporti gratuiti interni	[W/m ²]	4.0
h = altezza di piano dell'edificio	[m]	3.0
l = irradianza media solare	[W/m ²]	85.5
dtm = (ta-te medio stagionale)	[K]	14.113

$$FENL = 97.2 \geq FEN = 34.9$$

Art. 11.14 RENDIMENTO TERMICO UTILE DA RILEVARE NEL CORSO DELLA VERIFICA

$$n(100) = (84 + 2 \cdot \log Pn)\% = 0.868 \leq n \text{ rilevato}$$

$$n(30) = (80 + 3 \cdot \log Pn)\% = 0.841 \leq n \text{ rilevato}$$

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

FABBISOGNO ENERGETICO MENSILE DI ACQUA CALDA SANITARIA

EDIFICIO-IMPIANTO: 001-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento A1 Piano Terra

Tipo di utenza: **ABITAZIONE DI TIPO MEDIO**

Numero alloggi	=	6	f1 =	0.56
Numero vani	=	36	f2 =	1.50
Tenore di vita	=	BUONO	f3 =	1.10

Fabbisogno idrico giornaliero per persona	[l/pers·g]	q =	69
Numero di persone	[pers]	p =	24
Temperatura di utilizzo dell'acqua calda sanitaria	[°C]	tacs =	40.0
Temperatura dell'acquedotto	[°C]	ta =	10.0
calore specifico	[kJ/kg·K]	c =	4.187
fattore di correzione		f =	1.000
Rendimento di distribuzione globale acs		ng =	0.700

FABBISOGNO ENERGETICO [MJ] $Q_{acs} = q \cdot p \cdot c \cdot (tacs - ta) \cdot 30 \cdot f / ng =$ **8925**

Generatore **COMBINATO**

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

CONSUMO CONVENZIONALE

EDIFICIO-IMPIANTO: 001-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento A1 Piano Terra

Tipo combustibile : **Metano**

Potere calorifico	[MJ/m ³]	Hi =	36
Energia primaria richiesta dal generatore	[MJ]	Qc =	23135
Fattore di correzione		f =	1.00

Consumo convenzionale annuo di combustibile per riscaldamento

$G = Qc \cdot f / Hi$	[m ³ /anno]	646
$G/V =$	[m ³ /anno·V]	2.019

Fattore di correzione acs	fac =	1.00
---------------------------	-------	-------------

Consumo convenzionale per produzione acs:

$Gacs = \Sigma(Qacs/ntu) \cdot facs / Hi =$	[m ³ /anno]	3300
---	------------------------	-------------

Consumo totale annuo di combustibile

$G+Gacs =$	[m ³ /anno]	3946
------------	------------------------	-------------

Consumo elettrico

$E = Qe \cdot 0.35/3.6$	[kWh]	118
-------------------------	-------	------------

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

CALCOLO DISPERSIONI DI CALORE PER SINGOLO AMBIENTE

EDIFICIO-IMPIANTO: 001-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento A1 Piano Terra

AMBIENTE : 010101 Soggiorno

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	0.5	6.25	5.00	3.30	103.1	316

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	dispra
01	100 P.E	1	SW	0.50	25	6.25	3.30	13.59	168.45	1.05	177
02	204 S.E	4	SW	2.68	25	0.80	2.20	7.04	472.38	1.05	496
03	702 PTE	4	SW	0.14	25	6.00	1.00	0.00	84.00	1.05	88
04	301 P.I	1		2.05	0	11.00	3.30	36.30	0.00	1.00	0
05	303 P.I	1	U1	0.71	10	5.00	3.30	14.52	107.33	1.00	107
06	400 S.I	1	U1	1.34	10	0.90	2.20	1.98	27.62	1.00	28
07	510 PAV	1	T1	0.59	11	5.00	6.25	31.25	204.30	1.00	204
08	602 SOF	1	TF	0.76	5	5.00	6.25	31.25	118.75	1.00	119
TOTALI:	dispvol	+	(dispra•au%)	=	superf	volume	S/V				
	316		1219 15%		1718	99.63	103.1	0.97			

AMBIENTE : 010102 Bagno di servizio

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	2.0	1.20	2.70	3.30	10.7	131

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	dispra
01	301 P.I	1		2.05	0	6.20	3.30	20.46	0.00	1.00	0
02	303 P.I	1	U1	0.71	10	1.20	3.30	3.96	29.27	1.00	29
03	510 PAV	1	T1	0.59	5	2.70	1.20	3.24	9.71	1.00	10
04	602 SOF	1	TF	0.76	5	2.70	1.20	3.24	12.31	1.00	12
TOTALI:	dispvol	+	(dispra•au%)	=	superf	volume	S/V				
	131		51 0%		182	10.44	10.7	0.98			

AMBIENTE : 010103 Camera

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	0.5	4.10	4.20	3.30	56.8	174
1	0.5	0.30	3.10	3.30	3.1	9

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	dispra
01	100 P.E	1	NE	0.50	25	5.40	3.30	14.30	177.32	1.20	213
02	204 S.E	2	NE	2.68	25	0.80	2.20	3.52	236.19	1.20	283
03	702 PTE	2	NE	0.14	25	5.40	1.00	0.00	37.80	1.20	45
04	301 P.I	1		2.05	0	8.00	3.30	26.40	0.00	1.00	0
05	303 P.I	1	U1	0.71	10	1.70	3.30	5.61	41.47	1.00	41
06	304 P.I	1	TF	0.65	5	4.00	3.30	13.20	42.70	1.00	43
07	510 PAV	1	T1	0.59	13	18.15	1.00	18.15	142.52	1.00	143
08	602 SOF	1	TF	0.76	5	18.15	1.00	18.15	68.97	1.00	69
TOTALI:	dispvol	+	(dispra•au%)	=	superf	volume	S/V				
	183		837 15%		1146	72.93	59.9	1.22			

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

CALCOLO DISPERSIONI DI CALORE PER SINGOLO AMBIENTE

EDIFICIO-IMPIANTO: 001-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento A1 Piano Terra

AMBIENTE : 010104 Camera matrimoniale

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	0.5	5.00	3.40	3.30	56.1	172
1	0.5	1.10	0.75	3.30	2.7	8

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	disptra
01	100 P.E	1	NE	0.50	25	5.00	3.30	14.74	182.78	1.20	219
02	204 S.E	1	NE	2.68	25	0.80	2.20	1.76	118.10	1.20	142
03	702 PTE	1	NE	0.14	25	5.40	1.00	0.00	18.90	1.20	23
04	100 P.E	1	SE	0.50	25	3.40	3.30	11.22	139.13	1.10	153
05	301 P.I	1		2.05	0	9.00	3.30	29.70	0.00	1.00	0
06	510 PAV	1	T1	0.59	16	17.80	1.00	17.80	164.32	1.00	164
07	602 SOF	1	TF	0.76	5	17.80	1.00	17.80	67.64	1.00	68
TOTALI:	dispvol	+	(disptra•au%)	=	superf	volume	S/V				
	180		769 15%		1064	63.32	58.8	1.08			

AMBIENTE : 010105 Bagno padronale

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	2.0	2.25	3.90	3.30	29.0	355

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	disptra
01	100 P.E	1	SE	0.50	25	2.25	3.30	5.66	70.25	1.10	77
02	204 S.E	1	SE	2.68	25	0.80	2.20	1.76	118.10	1.10	130
03	702 PTE	1	SE	0.14	25	5.40	1.00	0.00	18.90	1.10	21
04	301 P.I	1		2.05	0	9.10	3.30	30.03	0.00	1.00	0
05	510 PAV	1	T1	0.59	12	3.90	2.25	8.78	64.61	1.00	65
06	602 SOF	1	TF	0.76	5	3.90	2.25	8.78	33.35	1.00	33
TOTALI:	dispvol	+	(disptra•au%)	=	superf	volume	S/V				
	355		326 15%		730	24.98	29.0	0.86			

AMBIENTE : 010106 Cucina

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	1.0	2.80	5.00	3.30	46.2	283

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	disptra
01	100 P.E	1	SW	0.50	25	2.80	3.30	5.72	70.93	1.05	74
02	204 S.E	2	SW	2.68	25	0.80	2.20	3.52	236.19	1.05	248
03	702 PTE	2	SW	0.14	25	6.00	1.00	0.00	42.00	1.05	44
04	100 P.E	1	SE	0.50	25	5.00	3.30	14.68	182.03	1.10	200
05	205 S.E	1	SE	2.68	25	1.30	1.40	1.82	122.12	1.10	134
06	702 PTE	1	SE	0.14	25	5.40	1.00	0.00	18.90	1.10	21
07	301 P.I	1		2.05	0	6.90	3.30	22.77	0.00	1.00	0
08	510 PAV	1	T1	0.59	16	5.00	2.80	14.00	134.84	1.00	135
09	602 SOF	1	TF	0.76	5	5.00	2.80	14.00	53.20	1.00	53
TOTALI:	dispvol	+	(disptra•au%)	=	superf	volume	S/V				
	283		910 15%		1329	53.74	46.2	1.16			

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

CALCOLO DISPERSIONI DI CALORE PER SINGOLO AMBIENTE

EDIFICIO-IMPIANTO: 001-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento A1 Piano Terra

AMBIENTE : 010107 Disimpegno

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	0.5	2.50	1.50	3.30	12.4	38

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	disptra
01	301 P.I	1		2.05	0	8.00	3.30	26.40	0.00	1.00	0
02	510 PAV	1	T1	0.59	5	1.50	2.50	3.75	11.82	1.00	12
03	602 SOF	1	TF	0.76	5	1.50	2.50	3.75	14.25	1.00	14
TOTALI:	dispvol	+	(disptra•au%)	=	superf	volume	S/V				
	38		26 15%	68	7.50	12.4	0.61				

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

FABBISOGNO ENERGETICO UTILE REALE Qhr [MJ]
EDIFICIO-IMPIANTO: 001-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento A1 Piano Terra

GLOBALE

	ottobre	novembre	dicembre	gennaio	febbraio	marzo	aprile	Totale	%	
ta [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0			
te [°C]	14.0	7.9	3.1	1.7	4.2	9.2	14.0			
QT [MJ]	1458	2845	4105	4445	3467	2624	1411	20354	52.1	
QG [MJ]	1107	1071	1107	1107	1000	1107	1071	7570	19.4	
QV [MJ]	437	854	1232	1334	1040	787	423	6108	15.6	
QU [MJ]	256	500	721	781	609	461	248	3576	9.2	
QA [MJ]	212	205	212	212	191	212	205	1446	3.7	
QL [MJ]	3470	5474	7377	7879	6307	5190	3358	39055	---	
QI [MJ]	1097	1097	1097	1097	1097	1097	1097	7681	- 19.7	
QSI [MJ]	1447	832	697	756	1073	1795	2135	8735	- 22.4	
QSE [MJ]	178	102	85	93	132	223	269	1083	- 2.8	
g	0.773	0.359	0.246	0.238	0.352	0.582	1.046			
C [MJ/K]	27.731									
Hk [W/K]	215.895	174.533	162.977	160.749	165.005	179.430				
tc [ore]	36	44	47	48	47	43				
nu	0.851	0.986	0.997	0.998	0.989	0.938				
Qh [MJ]	1126	3469	5503	5938	4028	2254	0	22317		
Regime	INTERMITTENTE									
Terminale	RADIATORI									
nag [ore]	8									
ndg [ore]	2									
gac [giorni]	0									
tsb [°C]	16.00									
k	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000				
t' [ore]	10.20									
t'' [ore]	9.20									
fil	0.830	0.847	0.857	0.860	0.855	0.844				
fig	0.822	0.869	0.907	0.919	0.899	0.858				
Fil	0.856	0.870	0.878	0.881	0.876	0.867				
Fig	0.866	0.901	0.931	0.939	0.924	0.894				
Qhvs [MJ]	940	2956	4741	5124	3428	1882	0	19071		
ne	0.960	0.960	0.960	0.960	0.960	0.960				
Regolazione	SOLO PER SINGOLO AMBIENTE									
Tipologia	REGOLATORE MODULANTE (BANDA PROP. 1°C)									
Ottimizzatore	non richiesto									
nc	0.980	0.980	0.980	0.980	0.980	0.980				
Qhr [MJ]	1000	3142	5039	5446	3644	2000	0	20271		

 Rapporto $(QS+QI)/(Qhr-Q)/\sum Qhr$ art. 7, comma 7 **MARZO= 1.268**

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

VERIFICHE DI LEGGE 10/91

EDIFICIO-IMPIANTO: 002-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento B1 Piano Terra

Massa efficace dell'involucro edilizio	M [kg/m ²]	72.81
Superficie	S [m ²]	343.03
Volume	V [m ³]	337.39
Fattore di forma	S/V [m ⁻¹]	1.017
Cd1, Cd2	[W/m ³ °C]	0.327 0.763

		LEGGE	REALE
Art. 8.6 Coeff. vol. dispersione per trasmissione	Cd [W/m³°C]	0.763	0.581
Coeff. volumico di ventilazione	Cv [W/m ³ °C]	0.182	0.182
Coeff. volumico globale	Cg [W/m ³ °C]	0.946	0.763
Potenza termica dispersa per trasmissione	Φd [W]	6437	4897
Potenza termica riscaldamento aria di rinnovo	Φv [W]	1539	1539
Potenza termica totale	Φg [W]	7976	6436

Regime di funzionamento **INTERMITTENTE**
 Rendimento di distribuzione nd **0.95**

Fabbisogno mensile di energia primaria: Q (valori relativi al calcolo di ngs)

	ott	nov	dic	gen	feb	mar	apr	Totali
Durata	238	420	434	434	392	434	0	2352
Qp	799	3534	5963	6527	4404	2278	0	23504
Qe	137	194	239	250	212	175	0	1207
FC	0.517	0.378	0.435	0.452	0.432	0.330	0.000	
CP	0.511	0.371	0.429	0.445	0.425	0.323	0.000	
ntu	0.914	0.908	0.911	0.911	0.910	0.905	0.000	
Qc	832	3840	6484	7096	4780	2469	0	25500
np	0.824	0.876	0.887	0.889	0.882	0.861	0.000	
Q	969	4034	6722	7346	4992	2644	0	26707

Energia termica stagionale fornita dal sistema di produzione	Qps	[MJ]	23504
Fabbisogno stagionale complessivo di energia primaria	Qs	[MJ]	26707
Rendimento di produzione medio stagionale	nps		0.880
Rendimento globale medio stagionale	ngs		0.787
Potenza nominale utile del generatore	Pn	[kW]	24

Art. 5.1 RENDIMENTO GLOBALE MEDIO STAGIONALE LIMITE

$$ngL = (65 + 3 \cdot \log Pn)\% = 0.691 \leq ng = 0.787$$

Art. 8.7 FABBISOGNO ENERGETICO NORMALIZZATO LIMITE [kJ/m³GG]

n = numero dei volumi d'aria ricambiati in un'ora	[1/h]	0.5
ap = apporti gratuiti interni	[W/m ²]	4.0
h = altezza di piano dell'edificio	[m]	3.0
l = irradianza media solare	[W/m ²]	85.5
dtm = (ta-te medio stagionale)	[K]	14.113

$$FENL = 97.2 \geq FEN = 36.2$$

Art. 11.14 RENDIMENTO TERMICO UTILE DA RILEVARE NEL CORSO DELLA VERIFICA

$$n(100) = (84 + 2 \cdot \log Pn)\% = 0.868 \leq n \text{ rilevato}$$

$$n(30) = (80 + 3 \cdot \log Pn)\% = 0.841 \leq n \text{ rilevato}$$

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

FABBISOGNO ENERGETICO MENSILE DI ACQUA CALDA SANITARIA

EDIFICIO-IMPIANTO: 002-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento B1 Piano Terra

Tipo di utenza: **ABITAZIONE DI TIPO MEDIO**

Numero alloggi	=	6	f1 =	0.56
Numero vani	=	36	f2 =	1.50
Tenore di vita	=	BUONO	f3 =	1.10

Fabbisogno idrico giornaliero per persona	[l/pers·g]	q =	69
Numero di persone	[pers]	p =	24
Temperatura di utilizzo dell'acqua calda sanitaria	[°C]	tacs =	40.0
Temperatura dell'acquedotto	[°C]	ta =	10.0
calore specifico	[kJ/kg·K]	c =	4.187
fattore di correzione		f =	1.000
Rendimento di distribuzione globale acs		ng =	0.700

FABBISOGNO ENERGETICO [MJ] $Q_{acs} = q \cdot p \cdot c \cdot (tacs - ta) \cdot 30 \cdot f / ng =$ **8925**

Generatore **COMBINATO**

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

CONSUMO CONVENZIONALE

EDIFICIO-IMPIANTO: 002-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento B1 Piano Terra

Tipo combustibile : **Metano**

Potere calorifico	[MJ/m ³]	Hi =	36
Energia primaria richiesta dal generatore	[MJ]	Qc =	25500
Fattore di correzione		f =	1.00

Consumo convenzionale annuo di combustibile per riscaldamento

$G = Qc \cdot f / Hi$	[m ³ /anno]	712
$G/V =$	[m ³ /anno·V]	2.111

Fattore di correzione acs	fac =	1.00
---------------------------	-------	-------------

Consumo convenzionale per produzione acs:

$Gacs = \Sigma(Qacs/ntu) \cdot facs / Hi =$	[m ³ /anno]	3299
---	------------------------	-------------

Consumo totale annuo di combustibile

$G+Gacs =$	[m ³ /anno]	4011
------------	------------------------	-------------

Consumo elettrico

$E = Qe \cdot 0.35/3.6$	[kWh]	117
-------------------------	-------	------------

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

CALCOLO DISPERSIONI DI CALORE PER SINGOLO AMBIENTE

EDIFICIO-IMPIANTO: 002-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento B1 Piano Terra

AMBIENTE : 010101 Soggiorno

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	0.5	6.25	5.00	3.30	103.1	316

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	dispra
01	100 P.E	1	SW	0.50	25	6.25	3.30	13.59	168.45	1.05	177
02	204 S.E	4	SW	2.68	25	0.80	2.20	7.04	472.38	1.05	496
03	702 PTE	4	SW	0.14	25	6.00	1.00	0.00	84.00	1.05	88
04	301 P.I	1		2.05	0	11.00	3.30	36.30	0.00	1.00	0
05	303 P.I	1	U1	0.71	10	5.00	3.30	14.52	107.33	1.00	107
06	400 S.I	1	U1	1.34	10	0.90	2.20	1.98	27.62	1.00	28
07	510 PAV	1	U2	0.59	13	5.00	6.25	31.25	244.26	1.00	244
08	602 SOF	1	TF	0.76	5	5.00	6.25	31.25	118.75	1.00	119
TOTALI:	dispvol	+	(dispra•au%)	=	superf	volume	S/V				
	316		1259 15%		1764	99.63	103.1	0.97			

AMBIENTE : 010102 Bagno di servizio

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	2.0	1.20	2.70	3.30	10.7	131

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	dispra
01	301 P.I	1		2.05	0	6.20	3.30	20.46	0.00	1.00	0
02	303 P.I	1	U1	0.71	10	1.20	3.30	3.96	29.27	1.00	29
03	510 PAV	1	U2	0.59	13	2.70	1.20	3.24	25.32	1.00	25
04	602 SOF	1	TF	0.76	5	2.70	1.20	3.24	12.31	1.00	12
TOTALI:	dispvol	+	(dispra•au%)	=	superf	volume	S/V				
	131		67 15%		208	10.44	10.7	0.98			

AMBIENTE : 010103 Camera

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	0.5	4.10	5.40	3.30	73.1	224
1	0.5	0.30	4.20	3.30	4.2	13

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	dispra
01	100 P.E	1	NE	0.50	25	5.40	3.30	14.30	177.32	1.20	213
02	204 S.E	2	NE	2.68	25	0.80	2.20	3.52	236.19	1.20	283
03	702 PTE	2	NE	0.14	25	5.40	1.00	0.00	37.80	1.20	45
04	301 P.I	1		2.05	0	8.00	3.30	26.40	0.00	1.00	0
05	303 P.I	1	U1	0.71	10	1.70	3.30	5.61	41.47	1.00	41
06	304 P.I	1	TF	0.65	5	4.00	3.30	13.20	42.70	1.00	43
07	510 PAV	1	U2	0.59	13	23.40	1.00	23.40	182.90	1.00	183
08	602 SOF	1	TF	0.76	5	23.40	1.00	23.40	88.92	1.00	89
TOTALI:	dispvol	+	(dispra•au%)	=	superf	volume	S/V				
	236		898 15%		1269	83.43	77.2	1.08			

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

CALCOLO DISPERSIONI DI CALORE PER SINGOLO AMBIENTE

EDIFICIO-IMPIANTO: 002-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento B1 Piano Terra

AMBIENTE : 010104 Camera matrimoniale

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	0.5	5.00	3.40	3.30	56.1	172
1	0.5	1.10	0.75	3.30	2.7	8

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	disptra
01	100 P.E	1	NE	0.50	25	5.00	3.30	14.74	182.78	1.20	219
02	204 S.E	1	NE	2.68	25	0.80	2.20	1.76	118.10	1.20	142
03	702 PTE	1	NE	0.14	25	5.40	1.00	0.00	18.90	1.20	23
04	100 P.E	1	NW	0.50	25	3.40	3.30	11.22	139.13	1.15	160
05	301 P.I	1		2.05	0	9.00	3.30	29.70	0.00	1.00	0
06	510 PAV	1	U2	0.59	13	17.80	1.00	17.80	139.13	1.00	139
07	602 SOF	1	TF	0.76	5	17.80	1.00	17.80	67.64	1.00	68
TOTALI:	dispvol	+	(disptra•au%)	=	superf	volume	S/V				
	180		750 15%		1043	63.32	58.8	1.08			

AMBIENTE : 010105 Bagno padronale

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	2.0	2.25	3.90	3.30	29.0	355

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	disptra
01	100 P.E	1	NW	0.50	25	2.25	3.30	5.66	70.25	1.15	81
02	204 S.E	1	NW	2.68	25	0.80	2.20	1.76	118.10	1.15	136
03	702 PTE	1	NW	0.14	25	5.40	1.00	0.00	18.90	1.15	22
04	301 P.I	1		2.05	0	9.10	3.30	30.03	0.00	1.00	0
05	510 PAV	1	U2	0.59	13	3.90	2.25	8.78	68.59	1.00	69
06	602 SOF	1	TF	0.76	5	3.90	2.25	8.78	33.35	1.00	33
TOTALI:	dispvol	+	(disptra•au%)	=	superf	volume	S/V				
	355		340 15%		746	24.98	29.0	0.86			

AMBIENTE : 010106 Cucina

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	1.0	2.80	5.00	3.30	46.2	283

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	disptra
01	100 P.E	1	SW	0.50	25	2.80	3.30	5.72	70.93	1.05	74
02	204 S.E	2	SW	2.68	25	0.80	2.20	3.52	236.19	1.05	248
03	702 PTE	2	SW	0.14	25	6.00	1.00	0.00	42.00	1.05	44
04	100 P.E	1	NW	0.50	25	5.00	3.30	14.68	182.03	1.15	209
05	205 S.E	1	NW	2.68	25	1.30	1.40	1.82	122.12	1.15	140
06	702 PTE	1	NW	0.14	25	5.40	1.00	0.00	18.90	1.15	22
07	301 P.I	1		2.05	0	6.90	3.30	22.77	0.00	1.00	0
08	510 PAV	1	U2	0.59	13	5.00	2.80	14.00	109.43	1.00	109
09	602 SOF	1	TF	0.76	5	5.00	2.80	14.00	53.20	1.00	53
TOTALI:	dispvol	+	(disptra•au%)	=	superf	volume	S/V				
	283		901 15%		1319	53.74	46.2	1.16			

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

CALCOLO DISPERSIONI DI CALORE PER SINGOLO AMBIENTE

EDIFICIO-IMPIANTO: 002-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento B1 Piano Terra

AMBIENTE : 010107 Disimpegno

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	0.5	2.50	1.50	3.30	12.4	38

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	dispra
01	301 P.I	1		2.05	0	8.00	3.30	26.40	0.00	1.00	0
02	510 PAV	1	U2	0.59	13	1.50	2.50	3.75	29.31	1.00	29
03	602 SOF	1	TF	0.76	5	1.50	2.50	3.75	14.25	1.00	14
TOTALI:		dispvol	+	(dispra•au%)		=	superf	volume	S/V		
		38		44	15%	88	7.50	12.4	0.61		

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

FABBISOGNO ENERGETICO UTILE REALE Qhr [MJ]

EDIFICIO-IMPIANTO: 002-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento B1 Piano Terra

GLOBALE

	ottobre	novembre	dicembre	gennaio	febbraio	marzo	aprile	Totale	%
ta [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0		
te [°C]	14.0	7.9	3.1	1.7	4.2	9.2	14.0		
QT [MJ]	1458	2845	4105	4445	3467	2624	1411	20354	51.6
QG [MJ]	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
QV [MJ]	457	892	1287	1393	1087	822	442	6380	16.2
QU [MJ]	800	1562	2254	2441	1903	1440	774	11175	28.3
QA [MJ]	222	215	222	222	200	222	215	1516	3.8
QL [MJ]	2936	5513	7868	8501	6657	5108	2842	39425	---
QI [MJ]	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	7775	- 19.7
QSI [MJ]	1185	661	545	600	875	1533	1950	7349	- 18.6
QSE [MJ]	117	62	49	56	86	161	225	756	- 1.9
g	0.814	0.325	0.212	0.203	0.302	0.534	1.170		
C [MJ/K]	28.656								
Hk [W/K]	182.721	175.765	173.822	173.448	174.163	176.589			
tc [ore]	44	45	46	46	46	45			
nu	0.861	0.991	0.998	0.998	0.993	0.955			
Qh [MJ]	843	3695	6167	6737	4599	2422	0	24464	
Regime	INTERMITTENTE								
Terminale	RADIATORI								
nag [ore]	8								
ndg [ore]	2								
gac [giorni]	0								
tsb [°C]	16.00								
k	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000			
t' [ore]	10.20								
t'' [ore]	9.20								
fil	0.834	0.847	0.857	0.860	0.854	0.844			
fig	0.819	0.868	0.908	0.919	0.899	0.858			
Fil	0.859	0.870	0.878	0.881	0.876	0.867			
Fig	0.864	0.901	0.931	0.939	0.924	0.893			
Qhvs [MJ]	714	3159	5329	5834	3936	2036	0	21007	
ne	0.960	0.960	0.960	0.960	0.960	0.960			
Regolazione	SOLO PER SINGOLO AMBIENTE								
Tipologia	REGOLATORE MODULANTE (BANDA PROP. 1°C)								
Ottimizzatore	non richiesto								
nc	0.980	0.980	0.980	0.980	0.980	0.980			
Qhr [MJ]	759	3358	5664	6201	4184	2164	0	22329	

Rapporto (QS+QI)/(Qhr-Q)Σ Qhr art. 7, comma 7 **MARZO= 1.061**

VERIFICHE DI LEGGE 10/91**EDIFICIO-IMPIANTO: 003-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento C1 Piano Primo**

Massa efficace dell'involucro edilizio	M [kg/m ²]	59.72
Superficie	S [m ²]	343.03
Volume	V [m ³]	337.39
Fattore di forma	S/V [m ⁻¹]	1.017
Cd1, Cd2	[W/m ³ °C]	0.327 0.763

		LEGGE	REALE
Art. 8.6 Coeff. vol. dispersione per trasmissione	Cd [W/m³°C]	0.763	0.512
Coeff. volumico di ventilazione	Cv [W/m ³ °C]	0.182	0.182
Coeff. volumico globale	Cg [W/m ³ °C]	0.946	0.694
Potenza termica dispersa per trasmissione	Φd [W]	6437	4316
Potenza termica riscaldamento aria di rinnovo	Φv [W]	1539	1539
Potenza termica totale	Φg [W]	7976	5855

Regime di funzionamento	INTERMITTENTE
Rendimento di distribuzione	nd 0.95

Fabbisogno mensile di energia primaria: Q (valori relativi al calcolo di ngs)

	ott	nov	dic	gen	feb	mar	apr	Totali
Durata	238	420	434	434	392	434	0	2352
Qp	0	2495	4451	4880	3079	1363	0	16268
Qe	0	195	236	246	210	176	0	1064
FC	0.000	0.347	0.392	0.404	0.389	0.303	0.000	
CP	0.000	0.340	0.385	0.398	0.383	0.296	0.000	
ntu	0.000	0.906	0.908	0.909	0.908	0.902	0.000	
Qc	0	2700	4836	5302	3332	1461	0	17631
np	0.000	0.862	0.878	0.880	0.869	0.832	0.000	
Q	0	2895	5072	5549	3542	1638	0	18695

Energia termica stagionale fornita dal sistema di produzione	Qps	[MJ]	16268
Fabbisogno stagionale complessivo di energia primaria	Qs	[MJ]	18695
Rendimento di produzione medio stagionale	nps		0.870
Rendimento globale medio stagionale	ngs		0.778
Potenza nominale utile del generatore	Pn	[kW]	24

Art. 5.1 RENDIMENTO GLOBALE MEDIO STAGIONALE LIMITE

$$ngL = (65 + 3 \cdot \log Pn)\% = 0.691 \leq ng = 0.778$$

Art. 8.7 FABBISOGNO ENERGETICO NORMALIZZATO LIMITE [kJ/m³GG]

n = numero dei volumi d'aria ricambiati in un'ora	[1/h]	0.5
ap = apporti gratuiti interni	[W/m ²]	4.0
h = altezza di piano dell'edificio	[m]	3.0
l = irradianza media solare	[W/m ²]	85.5
dtm = (ta-te medio stagionale)	[K]	14.113

$$FENL = 97.2 \geq FEN = 25.6$$

Art. 11.14 RENDIMENTO TERMICO UTILE DA RILEVARE NEL CORSO DELLA VERIFICA

$$n(100) = (84 + 2 \cdot \log Pn)\% = 0.868 \leq n \text{ rilevato}$$

$$n(30) = (80 + 3 \cdot \log Pn)\% = 0.841 \leq n \text{ rilevato}$$

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

FABBISOGNO ENERGETICO MENSILE DI ACQUA CALDA SANITARIA

EDIFICIO-IMPIANTO: 003-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento C1 Piano Primo

Tipo di utenza: **ABITAZIONE DI TIPO MEDIO**

Numero alloggi	=	6	f1 =	0.56
Numero vani	=	36	f2 =	1.50
Tenore di vita	=	BUONO	f3 =	1.10

Fabbisogno idrico giornaliero per persona	[l/pers·g]	q =	69
Numero di persone	[pers]	p =	24
Temperatura di utilizzo dell'acqua calda sanitaria	[°C]	tacs =	40.0
Temperatura dell'acquedotto	[°C]	ta =	10.0
calore specifico	[kJ/kg·K]	c =	4.187
fattore di correzione		f =	1.000
Rendimento di distribuzione globale acs		ng =	0.700

FABBISOGNO ENERGETICO [MJ] $Q_{acs} = q \cdot p \cdot c \cdot (t_{acs} - t_a) \cdot 30 \cdot f / n_g =$ **8925**

Generatore **COMBINATO**

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

CONSUMO CONVENZIONALE

EDIFICIO-IMPIANTO: 003-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento C1 Piano Primo

Tipo combustibile : **Metano**

Potere calorifico	[MJ/m ³]	Hi =	36
Energia primaria richiesta dal generatore	[MJ]	Qc =	17631
Fattore di correzione		f =	1.00

Consumo convenzionale annuo di combustibile per riscaldamento

$G = Qc \cdot f / Hi$	[m ³ /anno]	493
$G/V =$	[m ³ /anno·V]	1.460

Fattore di correzione acs	fac _s =	1.00
---------------------------	--------------------	-------------

Consumo convenzionale per produzione acs:

$G_{acs} = \Sigma(Q_{acs}/ntu) \cdot fac_s / Hi =$	[m ³ /anno]	3309
--	------------------------	-------------

Consumo totale annuo di combustibile

$G + G_{acs} =$	[m ³ /anno]	3802
-----------------	------------------------	-------------

Consumo elettrico

$E = Q_e \cdot 0.35/3.6$	[kWh]	103
--------------------------	-------	------------

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

CALCOLO DISPERSIONI DI CALORE PER SINGOLO AMBIENTE

EDIFICIO-IMPIANTO: 003-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento C1 Piano Primo

AMBIENTE : 010101 Soggiorno

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	0.5	6.25	5.00	3.30	103.1	316

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	dispra
01	100 P.E	1	SW	0.50	25	6.25	3.30	13.59	168.45	1.05	177
02	204 S.E	4	SW	2.68	25	0.80	2.20	7.04	472.38	1.05	496
03	702 PTE	4	SW	0.14	25	6.00	1.00	0.00	84.00	1.05	88
04	301 P.I	1		2.05	0	11.00	3.30	36.30	0.00	1.00	0
05	303 P.I	1	U1	0.71	10	5.00	3.30	14.52	107.33	1.00	107
06	400 S.I	1	U1	1.34	10	0.90	2.20	1.98	27.62	1.00	28
07	502 PAV	1	TF	0.64	5	5.00	6.25	31.25	100.16	1.00	100
08	602 SOF	1	TF	0.76	5	5.00	6.25	31.25	118.75	1.00	119
TOTALI:	dispvol	+	(dispra•au%)	=	superf	volume	S/V				
	316		1115 15%		1598	99.63	103.1	0.97			

AMBIENTE : 010102 Bagno di servizio

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	2.0	1.20	2.70	3.30	10.7	131

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	dispra
01	301 P.I	1		2.05	0	6.20	3.30	20.46	0.00	1.00	0
02	303 P.I	1	U1	0.71	10	1.20	3.30	3.96	29.27	1.00	29
03	502 PAV	1	TF	0.64	5	2.70	1.20	3.24	9.53	1.00	10
04	602 SOF	1	TF	0.76	5	2.70	1.20	3.24	12.31	1.00	12
TOTALI:	dispvol	+	(dispra•au%)	=	superf	volume	S/V				
	131		51 15%		190	10.44	10.7	0.98			

AMBIENTE : 010103 Camera

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	0.5	4.10	5.40	3.30	73.1	224
1	0.5	0.30	4.20	3.30	4.2	13

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	dispra
01	100 P.E	1	NE	0.50	25	5.40	3.30	14.30	177.32	1.20	213
02	204 S.E	2	NE	2.68	25	0.80	2.20	3.52	236.19	1.20	283
03	702 PTE	2	NE	0.14	25	5.40	1.00	0.00	37.80	1.20	45
04	301 P.I	1		2.05	0	8.00	3.30	26.40	0.00	1.00	0
05	303 P.I	1	U1	0.71	10	1.70	3.30	5.61	41.47	1.00	41
06	304 P.I	1	TF	0.65	5	4.00	3.30	13.20	42.70	1.00	43
07	502 PAV	1	TF	0.64	5	23.40	1.00	23.40	75.00	1.00	75
08	602 SOF	1	TF	0.76	5	23.40	1.00	23.40	88.92	1.00	89
TOTALI:	dispvol	+	(dispra•au%)	=	superf	volume	S/V				
	236		790 15%		1145	83.43	77.2	1.08			

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

CALCOLO DISPERSIONI DI CALORE PER SINGOLO AMBIENTE

EDIFICIO-IMPIANTO: 003-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento C1 Piano Primo

AMBIENTE : 010104 Camera matrimoniale

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	0.5	5.00	3.40	3.30	56.1	172
1	0.5	1.10	0.75	3.30	2.7	8

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	disptra
01	100 P.E	1	NE	0.50	25	5.00	3.30	14.74	182.78	1.20	219
02	204 S.E	1	NE	2.68	25	0.80	2.20	1.76	118.10	1.20	142
03	702 PTE	1	NE	0.14	25	5.40	1.00	0.00	18.90	1.20	23
04	100 P.E	1	SE	0.50	25	3.40	3.30	11.22	139.13	1.10	153
05	301 P.I	1		2.05	0	9.00	3.30	29.70	0.00	1.00	0
06	502 PAV	1	TF	0.64	5	17.80	1.00	17.80	57.05	1.00	57
07	602 SOF	1	TF	0.76	5	17.80	1.00	17.80	67.64	1.00	68
TOTALI:	dispvol	+	(disptra•au%)	=	superf	volume	S/V				
	180		661 15%		941	63.32	58.8	1.08			

AMBIENTE : 010105 Bagno padronale

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	2.0	2.25	3.90	3.30	29.0	355

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	disptra
01	100 P.E	1	SE	0.50	25	2.25	3.30	5.66	70.25	1.10	77
02	204 S.E	1	SE	2.68	25	0.80	2.20	1.76	118.10	1.10	130
03	702 PTE	1	SE	0.14	25	5.40	1.00	0.00	18.90	1.10	21
04	301 P.I	1		2.05	0	9.10	3.30	30.03	0.00	1.00	0
05	502 PAV	1	TF	0.64	5	3.90	2.25	8.78	28.12	1.00	28
06	602 SOF	1	TF	0.76	5	3.90	2.25	8.78	33.35	1.00	33
TOTALI:	dispvol	+	(disptra•au%)	=	superf	volume	S/V				
	355		289 15%		688	24.98	29.0	0.86			

AMBIENTE : 010106 Cucina

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	1.0	2.80	5.00	3.30	46.2	283

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	disptra
01	100 P.E	1	SW	0.50	25	2.80	3.30	5.72	70.93	1.05	74
02	204 S.E	2	SW	2.68	25	0.80	2.20	3.52	236.19	1.05	248
03	702 PTE	2	SW	0.14	25	6.00	1.00	0.00	42.00	1.05	44
04	100 P.E	1	SE	0.50	25	5.00	3.30	14.68	182.03	1.10	200
05	205 S.E	1	SE	2.68	25	1.30	1.40	1.82	122.12	1.10	134
06	702 PTE	1	SE	0.14	25	5.40	1.00	0.00	18.90	1.10	21
07	301 P.I	1		2.05	0	6.90	3.30	22.77	0.00	1.00	0
08	502 PAV	1	TF	0.64	5	5.00	2.80	14.00	44.87	1.00	45
09	602 SOF	1	TF	0.76	5	5.00	2.80	14.00	53.20	1.00	53
TOTALI:	dispvol	+	(disptra•au%)	=	superf	volume	S/V				
	283		820 15%		1226	53.74	46.2	1.16			

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

CALCOLO DISPERSIONI DI CALORE PER SINGOLO AMBIENTE

EDIFICIO-IMPIANTO: 003-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento C1 Piano Primo

AMBIENTE : 010107 Disimpegno

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	0.5	2.50	1.50	3.30	12.4	38

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	disptra
01	301 P.I	1		2.05	0	8.00	3.30	26.40	0.00	1.00	0
02	502 PAV	1	TF	0.64	5	1.50	2.50	3.75	12.02	1.00	12
03	602 SOF	1	TF	0.76	5	1.50	2.50	3.75	14.25	1.00	14
TOTALI:	dispvol	+	(disptra•au%)	=	superf	volume	S/V				
	38		26 15%	68	7.50	12.4	0.61				

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

FABBISOGNO ENERGETICO UTILE REALE Qhr [MJ]

EDIFICIO-IMPIANTO: 003-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento C1 Piano Primo

GALEALE

	ottobre	novembre	dicembre	gennaio	febbraio	marzo	aprile	Totale	%
ta [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0		
te [°C]	14.0	7.9	3.1	1.7	4.2	9.2	14.0		
QT [MJ]	1458	2845	4105	4445	3467	2624	1411	20354	61.5
QG [MJ]	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
QV [MJ]	457	892	1287	1393	1087	822	442	6380	19.3
QU [MJ]	257	501	723	783	610	462	248	3584	10.8
QA [MJ]	406	393	406	406	367	406	393	2779	8.4
QL [MJ]	2577	4630	6521	7028	5531	4314	2494	33096	---
QI [MJ]	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	7775	- 23.5
QSI [MJ]	1447	832	697	756	1073	1795	2135	8735	- 26.4
QSE [MJ]	178	102	85	93	132	223	269	1083	- 3.3
g	1.066	0.429	0.281	0.269	0.405	0.710	1.458		
C [MJ/K]	22.985								
Hk [W/K]		147.633	144.072	143.385	144.697	149.142			
tc [ore]		43	44	45	44	43			
nu		0.975	0.994	0.995	0.980	0.897			
Qh [MJ]	0	2635	4639	5078	3258	1485	0	17096	
Regime	INTERMITTENTE								
Terminale	RADIATORI								
nag [ore]	8								
ndg [ore]	2								
gac [giorni]	0								
tsb [°C]	16.00								
k		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000			
t' [ore]	0.00								
t'' [ore]	0.00								
fil		0.846	0.856	0.859	0.854	0.844			
fig		0.869	0.908	0.919	0.899	0.858			
Fil		0.869	0.878	0.881	0.876	0.867			
Fig		0.902	0.931	0.940	0.924	0.894			
Qhvs [MJ]	0	2230	3978	4362	2751	1218	0	14540	
ne		0.960	0.960	0.960	0.960	0.960			
Regolazione	SOLO PER SINGOLO AMBIENTE								
Tipologia	REGOLATORE MODULANTE (BANDA PROP. 1°C)								
Ottimizzatore	non richiesto								
nc		0.980	0.980	0.980	0.980	0.980			
Qhr [MJ]	0	2370	4229	4636	2925	1295	0	15455	

Rapporto (QS+QI)/(Qhr-Q)Σ Qhr art. 7, comma 7 **MARZO= 1.911**

VERIFICHE DI LEGGE 10/91**EDIFICIO-IMPIANTO: 004-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento D1 Piano Primo**

Massa efficace dell'involucro edilizio	M [kg/m ²]	59.72
Superficie	S [m ²]	343.03
Volume	V [m ³]	337.39
Fattore di forma	S/V [m ⁻¹]	1.017
Cd1, Cd2	[W/m ³ °C]	0.327 0.763

		LEGGE	REALE
Art. 8.6 Coeff. vol. dispersione per trasmissione	Cd [W/m³°C]	0.763	0.516
Coeff. volumico di ventilazione	Cv [W/m ³ °C]	0.182	0.182
Coeff. volumico globale	Cg [W/m ³ °C]	0.946	0.699
Potenza termica dispersa per trasmissione	Φd [W]	6437	4354
Potenza termica riscaldamento aria di rinnovo	Φv [W]	1539	1539
Potenza termica totale	Φg [W]	7976	5893

Regime di funzionamento	INTERMITTENTE
Rendimento di distribuzione	nd 0.95

Fabbisogno mensile di energia primaria: Q (valori relativi al calcolo di ngs)

	ott	nov	dic	gen	feb	mar	apr	Totali
Durata	238	420	434	434	392	434	0	2352
Qp	577	2690	4641	5077	3313	1593	0	17892
Qe	146	197	238	248	212	179	0	1220
FC	0.505	0.353	0.397	0.410	0.397	0.310	0.000	
CP	0.499	0.346	0.391	0.403	0.390	0.303	0.000	
ntu	0.913	0.906	0.909	0.909	0.909	0.903	0.000	
Qc	587	2914	5043	5516	3588	1715	0	19362
np	0.787	0.865	0.879	0.881	0.872	0.842	0.000	
Q	733	3110	5281	5764	3800	1893	0	20581

Energia termica stagionale fornita dal sistema di produzione	Qps	[MJ]	17892
Fabbisogno stagionale complessivo di energia primaria	Qs	[MJ]	20581
Rendimento di produzione medio stagionale	nps		0.869
Rendimento globale medio stagionale	ngs		0.777
Potenza nominale utile del generatore	Pn	[kW]	24

Art. 5.1 RENDIMENTO GLOBALE MEDIO STAGIONALE LIMITE

$$ngL = (65 + 3 \cdot \log Pn)\% = 0.691 \leq ng = 0.777$$

Art. 8.7 FABBISOGNO ENERGETICO NORMALIZZATO LIMITE [kJ/m³GG]

n = numero dei volumi d'aria ricambiati in un'ora	[1/h]	0.5
ap = apporti gratuiti interni	[W/m ²]	4.0
h = altezza di piano dell'edificio	[m]	3.0
l = irradianza media solare	[W/m ²]	85.5
dtm = (ta-te medio stagionale)	[K]	14.113

$$FENL = 97.2 \geq FEN = 28.1$$

Art. 11.14 RENDIMENTO TERMICO UTILE DA RILEVARE NEL CORSO DELLA VERIFICA

$$n(100) = (84 + 2 \cdot \log Pn)\% = 0.868 \leq n \text{ rilevato}$$

$$n(30) = (80 + 3 \cdot \log Pn)\% = 0.841 \leq n \text{ rilevato}$$

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

FABBISOGNO ENERGETICO MENSILE DI ACQUA CALDA SANITARIA

EDIFICIO-IMPIANTO: 004-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento D1 Piano Primo

Tipo di utenza: **ABITAZIONE DI TIPO MEDIO**

Numero alloggi	=	6	f1 =	0.56
Numero vani	=	36	f2 =	1.50
Tenore di vita	=	BUONO	f3 =	1.10

Fabbisogno idrico giornaliero per persona	[l/pers·g]	q =	69
Numero di persone	[pers]	p =	24
Temperatura di utilizzo dell'acqua calda sanitaria	[°C]	tacs =	40.0
Temperatura dell'acquedotto	[°C]	ta =	10.0
calore specifico	[kJ/kg·K]	c =	4.187
fattore di correzione		f =	1.000
Rendimento di distribuzione globale acs		ng =	0.700

FABBISOGNO ENERGETICO [MJ] $Q_{acs} = q \cdot p \cdot c \cdot (t_{acs} - t_a) \cdot 30 \cdot f / n_g =$ **8925**

Generatore **COMBINATO**

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

CONSUMO CONVENZIONALE

EDIFICIO-IMPIANTO: 004-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento D1 Piano Primo

Tipo combustibile : **Metano**

Potere calorifico	[MJ/m ³]	Hi =	36
Energia primaria richiesta dal generatore	[MJ]	Qc =	19362
Fattore di correzione		f =	1.00

Consumo convenzionale annuo di combustibile per riscaldamento

$G = Qc \cdot f / Hi$	[m ³ /anno]	541
$G/V =$	[m ³ /anno·V]	1.603

Fattore di correzione acs	fac _s =	1.00
---------------------------	--------------------	-------------

Consumo convenzionale per produzione acs:

$G_{acs} = \sum(Q_{acs}/ntu) \cdot fac_s / Hi =$	[m ³ /anno]	3304
--	------------------------	-------------

Consumo totale annuo di combustibile

$G + G_{acs} =$	[m ³ /anno]	3845
-----------------	------------------------	-------------

Consumo elettrico

$E = Q_e \cdot 0.35/3.6$	[kWh]	119
--------------------------	-------	------------

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

CALCOLO DISPERSIONI DI CALORE PER SINGOLO AMBIENTE

EDIFICIO-IMPIANTO: 004-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento D1 Piano Primo

AMBIENTE : 010101 Soggiorno

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	0.5	6.25	5.00	3.30	103.1	316

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	dispra
01	100 P.E	1	SW	0.50	25	6.25	3.30	13.59	168.45	1.05	177
02	204 S.E	4	SW	2.68	25	0.80	2.20	7.04	472.38	1.05	496
03	702 PTE	4	SW	0.14	25	6.00	1.00	0.00	84.00	1.05	88
04	301 P.I	1		2.05	0	11.00	3.30	36.30	0.00	1.00	0
05	303 P.I	1	U1	0.71	10	5.00	3.30	14.52	107.33	1.00	107
06	400 S.I	1	U1	1.34	10	0.90	2.20	1.98	27.62	1.00	28
07	502 PAV	1	TF	0.64	5	5.00	6.25	31.25	100.16	1.00	100
08	602 SOF	1	TF	0.76	5	5.00	6.25	31.25	118.75	1.00	119
TOTALI:		dispvol	+ (dispra•au%)		=		superf	volume	S/V		
		316	1115 15%		1598		99.63	103.1	0.97		

AMBIENTE : 010102 Bagno di servizio

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	2.0	1.20	2.70	3.30	10.7	131

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	dispra
01	301 P.I	1		2.05	0	6.20	3.30	20.46	0.00	1.00	0
02	303 P.I	1	U1	0.71	10	1.20	3.30	3.96	29.27	1.00	29
03	502 PAV	1	TF	0.64	5	2.70	1.20	3.24	9.53	1.00	10
04	602 SOF	1	TF	0.76	5	2.70	1.20	3.24	12.31	1.00	12
TOTALI:		dispvol	+ (dispra•au%)		=		superf	volume	S/V		
		131	51 15%		190		10.44	10.7	0.98		

AMBIENTE : 010103 Camera

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	0.5	4.10	5.40	3.30	73.1	224
1	0.5	0.30	4.20	3.30	4.2	13

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	dispra
01	100 P.E	1	NE	0.50	25	5.40	3.30	14.30	177.32	1.20	213
02	204 S.E	2	NE	2.68	25	0.80	2.20	3.52	236.19	1.20	283
03	702 PTE	2	NE	0.14	25	5.40	1.00	0.00	37.80	1.20	45
04	301 P.I	1		2.05	0	8.00	3.30	26.40	0.00	1.00	0
05	303 P.I	1	U1	0.71	10	1.70	3.30	5.61	41.47	1.00	41
06	304 P.I	1	TF	0.65	5	4.00	3.30	13.20	42.70	1.00	43
07	502 PAV	1	TF	0.64	5	23.40	1.00	23.40	75.00	1.00	75
08	602 SOF	1	TF	0.76	5	23.40	1.00	23.40	88.92	1.00	89
TOTALI:		dispvol	+ (dispra•au%)		=		superf	volume	S/V		
		236	790 15%		1145		83.43	77.2	1.08		

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

CALCOLO DISPERSIONI DI CALORE PER SINGOLO AMBIENTE

EDIFICIO-IMPIANTO: 004-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento D1 Piano Primo

AMBIENTE : 010104 Camera matrimoniale

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	0.5	5.00	3.40	3.30	56.1	172
1	0.5	1.10	0.75	3.30	2.7	8

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	disptra
01	100 P.E	1	NE	0.50	25	5.00	3.30	14.74	182.78	1.20	219
02	204 S.E	1	NE	2.68	25	0.80	2.20	1.76	118.10	1.20	142
03	702 PTE	1	NE	0.14	25	5.40	1.00	0.00	18.90	1.20	23
04	100 P.E	1	NW	0.50	25	3.40	3.30	11.22	139.13	1.15	160
05	301 P.I	1		2.05	0	9.00	3.30	29.70	0.00	1.00	0
06	502 PAV	1	TF	0.64	5	17.80	1.00	17.80	57.05	1.00	57
07	602 SOF	1	TF	0.76	5	17.80	1.00	17.80	67.64	1.00	68
TOTALI:	dispvol	+	(disptra•au%)	=	superf	volume	S/V				
	180		668 15%		949	63.32	58.8	1.08			

AMBIENTE : 010105 Bagno padronale

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	2.0	2.25	3.90	3.30	29.0	355

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	disptra
01	100 P.E	1	NW	0.50	25	2.25	3.30	5.66	70.25	1.15	81
02	204 S.E	1	NW	2.68	25	0.80	2.20	1.76	118.10	1.15	136
03	702 PTE	1	NW	0.14	25	5.40	1.00	0.00	18.90	1.15	22
04	301 P.I	1		2.05	0	9.10	3.30	30.03	0.00	1.00	0
05	502 PAV	1	TF	0.64	5	3.90	2.25	8.78	28.12	1.00	28
06	602 SOF	1	TF	0.76	5	3.90	2.25	8.78	33.35	1.00	33
TOTALI:	dispvol	+	(disptra•au%)	=	superf	volume	S/V				
	355		300 15%		699	24.98	29.0	0.86			

AMBIENTE : 010106 Cucina

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	1.0	2.80	5.00	3.30	46.2	283

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	disptra
01	100 P.E	1	SW	0.50	25	2.80	3.30	5.72	70.93	1.05	74
02	204 S.E	2	SW	2.68	25	0.80	2.20	3.52	236.19	1.05	248
03	702 PTE	2	SW	0.14	25	6.00	1.00	0.00	42.00	1.05	44
04	100 P.E	1	NW	0.50	25	5.00	3.30	14.68	182.03	1.15	209
05	205 S.E	1	NW	2.68	25	1.30	1.40	1.82	122.12	1.15	140
06	702 PTE	1	NW	0.14	25	5.40	1.00	0.00	18.90	1.15	22
07	301 P.I	1		2.05	0	6.90	3.30	22.77	0.00	1.00	0
08	502 PAV	1	TF	0.64	5	5.00	2.80	14.00	44.87	1.00	45
09	602 SOF	1	TF	0.76	5	5.00	2.80	14.00	53.20	1.00	53
TOTALI:	dispvol	+	(disptra•au%)	=	superf	volume	S/V				
	283		836 15%		1245	53.74	46.2	1.16			

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

CALCOLO DISPERSIONI DI CALORE PER SINGOLO AMBIENTE

EDIFICIO-IMPIANTO: 004-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento D1 Piano Primo

AMBIENTE : 010107 Disimpegno

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	0.5	2.50	1.50	3.30	12.4	38

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	disptra	
01	301 P.I	1		2.05	0	8.00	3.30	26.40	0.00	1.00	0	
02	502 PAV	1	TF	0.64	5	1.50	2.50	3.75	12.02	1.00	12	
03	602 SOF	1	TF	0.76	5	1.50	2.50	3.75	14.25	1.00	14	
TOTALI:		dispvol	+	(disptra•au%)			=	superf	volume	S/V		
		38		26	15%	68	7.50	12.4	0.61			

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

FABBISOGNO ENERGETICO UTILE REALE Qhr [MJ]

EDIFICIO-IMPIANTO: 004-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento D1 Piano Primo

GLOBALE

	ottobre	novembre	dicembre	gennaio	febbraio	marzo	aprile	Totale	%
ta [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0		
te [°C]	14.0	7.9	3.1	1.7	4.2	9.2	14.0		
QT [MJ]	1458	2845	4105	4445	3467	2624	1411	20354	61.5
QG [MJ]	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
QV [MJ]	457	892	1287	1393	1087	822	442	6380	19.3
QU [MJ]	257	501	723	783	610	462	248	3584	10.8
QA [MJ]	406	393	406	406	367	406	393	2779	8.4
QL [MJ]	2577	4630	6521	7028	5531	4314	2494	33096	---
QI [MJ]	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	7775	- 23.5
QSI [MJ]	1185	661	545	600	875	1533	1950	7349	- 22.2
QSE [MJ]	117	62	49	56	86	161	225	756	- 2.3
g	0.933	0.388	0.256	0.245	0.365	0.637	1.349		
C [MJ/K]	22.985								
Hk [W/K]	160.379	147.633	144.072	143.385	144.697	149.142			
tc [ore]	40	43	44	45	44	43			
nu	0.803	0.981	0.996	0.996	0.986	0.921			
Qh [MJ]	616	2830	4824	5267	3488	1717	0	18742	
Regime	INTERMITTENTE								
Terminale	RADIATORI								
nag [ore]	8								
ndg [ore]	2								
gac [giorni]	0								
tsb [°C]	16.00								
k	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000			
t' [ore]	10.20								
t'' [ore]	9.20								
fil	0.833	0.846	0.856	0.859	0.854	0.844			
fig	0.820	0.869	0.908	0.919	0.899	0.858			
Fil	0.858	0.869	0.878	0.881	0.876	0.867			
Fig	0.865	0.902	0.931	0.940	0.924	0.894			
Qhvs [MJ]	516	2404	4148	4537	2961	1424	0	15991	
ne	0.960	0.960	0.960	0.960	0.960	0.960			
Regolazione	SOLO PER SINGOLO AMBIENTE								
Tipologia	REGOLATORE MODULANTE (BANDA PROP. 1°C)								
Ottimizzatore	non richiesto								
nc	0.980	0.980	0.980	0.980	0.980	0.980			
Qhr [MJ]	548	2556	4409	4823	3148	1514	0	16997	

Rapporto $(QS+QI)/(Qhr-Q)/\sum Qhr$ art. 7, comma 7 **MARZO= 1.481**

VERIFICHE DI LEGGE 10/91**EDIFICIO-IMPIANTO: 005-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento E1 Piano Secondo**

Massa efficace dell'involucro edilizio	M [kg/m ²]	55.07
Superficie	S [m ²]	334.63
Volume	V [m ³]	317.69
Fattore di forma	S/V [m ⁻¹]	1.053
Cd1, Cd2	[W/m ³ °C]	0.327 0.763

		LEGGE	REALE
Art. 8.6 Coeff. vol. dispersione per trasmissione	Cd [W/m³°C]	0.763	0.619
Coeff. volumico di ventilazione	Cv [W/m ³ °C]	0.182	0.182
Coeff. volumico globale	Cg [W/m ³ °C]	0.945	0.801
Potenza termica dispersa per trasmissione	Φd [W]	6061	4914
Potenza termica riscaldamento aria di rinnovo	Φv [W]	1448	1448
Potenza termica totale	Φg [W]	7509	6362

Regime di funzionamento	INTERMITTENTE
Rendimento di distribuzione	nd 0.95

Fabbisogno mensile di energia primaria: Q (valori relativi al calcolo di ngs)

	ott	nov	dic	gen	feb	mar	apr	Totali
Durata	238	420	434	434	392	434	0	2352
Qp	673	3239	5608	6153	4048	2009	0	21729
Qe	137	192	236	247	209	173	0	1195
FC	0.510	0.369	0.425	0.441	0.420	0.322	0.000	
CP	0.504	0.362	0.419	0.434	0.414	0.315	0.000	
ntu	0.913	0.907	0.910	0.911	0.910	0.904	0.000	
Qc	695	3516	6098	6689	4392	2174	0	23564
np	0.809	0.873	0.885	0.887	0.880	0.856	0.000	
Q	832	3708	6334	6937	4601	2347	0	24759

Energia termica stagionale fornita dal sistema di produzione	Qps	[MJ]	21729
Fabbisogno stagionale complessivo di energia primaria	Qs	[MJ]	24759
Rendimento di produzione medio stagionale	nps		0.878
Rendimento globale medio stagionale	ngs		0.784
Potenza nominale utile del generatore	Pn	[kW]	24

Art. 5.1 RENDIMENTO GLOBALE MEDIO STAGIONALE LIMITE

$$ngL = (65 + 3 \cdot \log Pn)\% = 0.691 \leq ng = 0.784$$

Art. 8.7 FABBISOGNO ENERGETICO NORMALIZZATO LIMITE [kJ/m³GG]

n = numero dei volumi d'aria ricambiati in un'ora	[1/h]	0.5
ap = apporti gratuiti interni	[W/m ²]	4.0
h = altezza di piano dell'edificio	[m]	3.0
l = irradianza media solare	[W/m ²]	85.5
dtm = (ta-te medio stagionale)	[K]	14.113

$$FENL = 97.2 \geq FEN = 36.2$$

Art. 11.14 RENDIMENTO TERMICO UTILE DA RILEVARE NEL CORSO DELLA VERIFICA

$$n(100) = (84 + 2 \cdot \log Pn)\% = 0.868 \leq n \text{ rilevato}$$

$$n(30) = (80 + 3 \cdot \log Pn)\% = 0.841 \leq n \text{ rilevato}$$

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

FABBISOGNO ENERGETICO MENSILE DI ACQUA CALDA SANITARIA

EDIFICIO-IMPIANTO: 005-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento E1 Piano Secondo

Tipo di utenza: **ABITAZIONE DI TIPO MEDIO**

Numero alloggi	=	6	f1 =	0.56
Numero vani	=	36	f2 =	1.50
Tenore di vita	=	BUONO	f3 =	1.10

Fabbisogno idrico giornaliero per persona	[l/pers•g]	q =	69
Numero di persone	[pers]	p =	24
Temperatura di utilizzo dell'acqua calda sanitaria	[°C]	tacs =	40.0
Temperatura dell'acquedotto	[°C]	ta =	10.0
calore specifico	[kJ/kg•K]	c =	4.187
fattore di correzione		f =	1.000
Rendimento di distribuzione globale acs		ng =	0.700

FABBISOGNO ENERGETICO [MJ] $Q_{acs} = q \cdot p \cdot c \cdot (t_{acs} - t_a) \cdot 30 \cdot f / n_g =$ **8925**

Generatore **COMBINATO**

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

CONSUMO CONVENZIONALE

EDIFICIO-IMPIANTO: 005-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento E1 Piano Secondo

Tipo combustibile : **Metano**

Potere calorifico	[MJ/m ³]	Hi =	36
Energia primaria richiesta dal generatore	[MJ]	Qc =	23564
Fattore di correzione		f =	1.00

Consumo convenzionale annuo di combustibile per riscaldamento

$G = Qc \cdot f / Hi$	[m ³ /anno]	658
$G/V =$	[m ³ /anno·V]	2.072

Fattore di correzione acs	fac _s =	1.00
---------------------------	--------------------	-------------

Consumo convenzionale per produzione acs:

$G_{acs} = \sum(Q_{acs}/ntu) \cdot fac_s / Hi =$	[m ³ /anno]	3300
--	------------------------	-------------

Consumo totale annuo di combustibile

$G + G_{acs} =$	[m ³ /anno]	3959
-----------------	------------------------	-------------

Consumo elettrico

$E = Q_e \cdot 0.35/3.6$	[kWh]	116
--------------------------	-------	------------

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

CALCOLO DISPERSIONI DI CALORE PER SINGOLO AMBIENTE

EDIFICIO-IMPIANTO: 005-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento E1 Piano Secondo

AMBIENTE : 010101 Soggiorno

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	0.5	6.25	5.00	3.10	96.9	297

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	dispra
01	100 P.E	1	SW	0.50	25	6.25	3.10	12.34	152.95	1.05	161
02	204 S.E	4	SW	2.68	25	0.80	2.20	7.04	472.38	1.05	496
03	702 PTE	4	SW	0.14	25	6.00	1.00	0.00	84.00	1.05	88
04	301 P.I	1		2.05	0	11.00	3.10	34.10	0.00	1.00	0
05	303 P.I	1	U1	0.71	10	5.00	3.10	13.52	99.94	1.00	100
06	400 S.I	1	U1	1.34	10	0.90	2.20	1.98	27.62	1.00	28
07	502 PAV	1	TF	0.64	5	5.00	6.25	31.25	100.16	1.00	100
08	604 SOF	1	U3	0.62	16	5.00	6.25	31.25	305.64	1.00	306
TOTALI:	dispvol	+	(dispra•au%)	=	superf	volume	S/V				
	297		1278 15%		1767	97.38	96.9	1.01			

AMBIENTE : 010102 Bagno di servizio

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	2.0	1.20	2.70	3.10	10.0	123

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	dispra
01	301 P.I	1		2.05	0	6.20	3.10	19.22	0.00	1.00	0
02	303 P.I	1	U1	0.71	10	1.20	3.10	3.72	27.50	1.00	27
03	502 PAV	1	TF	0.64	5	2.70	1.20	3.24	9.53	1.00	10
04	602 SOF	1	U3	0.76	16	2.70	1.20	3.24	38.60	1.00	39
TOTALI:	dispvol	+	(dispra•au%)	=	superf	volume	S/V				
	123		76 15%		210	10.20	10.0	1.02			

AMBIENTE : 010103 Camera

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	0.5	4.10	5.40	3.10	68.6	210
1	0.5	0.30	4.20	3.10	3.9	12

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	dispra
01	100 P.E	1	NE	0.50	25	5.40	3.10	13.22	163.93	1.20	197
02	204 S.E	2	NE	2.68	25	0.80	2.20	3.52	236.19	1.20	283
03	702 PTE	2	NE	0.14	25	5.40	1.00	0.00	37.80	1.20	45
04	301 P.I	1		2.05	0	8.00	3.10	24.80	0.00	1.00	0
05	303 P.I	1	U1	0.71	10	1.70	3.10	5.27	38.96	1.00	39
06	304 P.I	1	TF	0.65	5	4.00	3.10	12.40	40.11	1.00	40
07	502 PAV	1	TF	0.64	5	23.40	1.00	23.40	75.00	1.00	75
08	604 SOF	1	U3	0.62	16	23.40	1.00	23.40	228.86	1.00	229
TOTALI:	dispvol	+	(dispra•au%)	=	superf	volume	S/V				
	222		908 15%		1267	81.21	72.5	1.12			

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

CALCOLO DISPERSIONI DI CALORE PER SINGOLO AMBIENTE

EDIFICIO-IMPIANTO: 005-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento E1 Piano Secondo

AMBIENTE : 010104 Camera matrimoniale

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	0.5	5.00	3.40	3.10	52.7	161
1	0.5	1.10	0.75	3.10	2.6	8

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	disptra
01	100 P.E	1	NE	0.50	25	5.00	3.10	13.74	170.38	1.20	204
02	204 S.E	1	NE	2.68	25	0.80	2.20	1.76	118.10	1.20	142
03	702 PTE	1	NE	0.14	25	5.40	1.00	0.00	18.90	1.20	23
04	100 P.E	1	SE	0.50	25	3.40	3.10	10.54	130.70	1.10	144
05	301 P.I	1		2.05	0	9.00	3.10	27.90	0.00	1.00	0
06	502 PAV	1	TF	0.64	5	17.80	1.00	17.80	57.05	1.00	57
07	604 SOF	1	U3	0.62	16	17.80	1.00	17.80	174.09	1.00	174
TOTALI:	dispvol	+	(disptra•au%)	=	superf	volume	S/V				
	169		744 15%		1025	61.64	55.3	1.12			

AMBIENTE : 010105 Bagno padronale

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	2.0	2.25	3.90	3.10	27.2	333

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	disptra
01	100 P.E	1	SE	0.50	25	2.25	3.10	5.22	64.67	1.10	71
02	204 S.E	1	SE	2.68	25	0.80	2.20	1.76	118.10	1.10	130
03	702 PTE	1	SE	0.14	25	5.40	1.00	0.00	18.90	1.10	21
04	301 P.I	1		2.05	0	9.10	3.10	28.21	0.00	1.00	0
05	502 PAV	1	TF	0.64	5	3.90	2.25	8.78	28.12	1.00	28
06	604 SOF	1	U3	0.62	16	3.90	2.25	8.78	85.82	1.00	86
TOTALI:	dispvol	+	(disptra•au%)	=	superf	volume	S/V				
	333		336 15%		719	24.52	27.2	0.90			

AMBIENTE : 010106 Cucina

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	1.0	2.80	5.00	3.10	43.4	266

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	disptra
01	100 P.E	1	SW	0.50	25	2.80	3.10	5.16	63.98	1.05	67
02	204 S.E	2	SW	2.68	25	0.80	2.20	3.52	236.19	1.05	248
03	702 PTE	2	SW	0.14	25	6.00	1.00	0.00	42.00	1.05	44
04	100 P.E	1	SE	0.50	25	5.00	3.10	13.68	169.63	1.10	187
05	205 S.E	1	SE	2.68	25	1.30	1.40	1.82	122.12	1.10	134
06	702 PTE	1	SE	0.14	25	5.40	1.00	0.00	18.90	1.10	21
07	301 P.I	1		2.05	0	6.90	3.10	21.39	0.00	1.00	0
08	502 PAV	1	TF	0.64	5	5.00	2.80	14.00	44.87	1.00	45
09	604 SOF	1	U3	0.62	16	5.00	2.80	14.00	136.93	1.00	137
TOTALI:	dispvol	+	(disptra•au%)	=	superf	volume	S/V				
	266		883 15%		1281	52.18	43.4	1.20			

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

CALCOLO DISPERSIONI DI CALORE PER SINGOLO AMBIENTE

EDIFICIO-IMPIANTO: 005-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento E1 Piano Secondo

AMBIENTE : 010107 Disimpegno

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	0.5	2.50	1.50	3.30	12.4	38

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	dispra
01	301 P.I	1		2.05	0	8.00	3.30	26.40	0.00	1.00	0
02	502 PAV	1	TF	0.64	5	1.50	2.50	3.75	12.02	1.00	12
03	604 SOF	1	U3	0.62	16	1.50	2.50	3.75	36.68	1.00	37
TOTALI:	dispvol	+	(dispra•au%)	=	superf	volume	S/V				
	38		49	15%	94	7.50	12.4	0.61			

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

FABBISOGNO ENERGETICO UTILE REALE Qhr [MJ]

EDIFICIO-IMPIANTO: 005-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento E1 Piano Secondo

GLOBALE

	ottobre	novembre	dicembre	gennaio	febbraio	marzo	aprile	Totale	%
ta [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0		
te [°C]	14.0	7.9	3.1	1.7	4.2	9.2	14.0		
QT [MJ]	1410	2751	3970	4299	3353	2537	1364	19683	50.8
QG [MJ]	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0
QV [MJ]	430	839	1211	1312	1023	774	416	6005	15.5
QU [MJ]	836	1632	2355	2550	1989	1505	809	11677	30.1
QA [MJ]	206	199	206	206	186	206	199	1408	3.6
QL [MJ]	2882	5421	7743	8367	6550	5022	2789	38774	---
QI [MJ]	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	7775	- 20.1
QSI [MJ]	1447	832	697	756	1073	1795	2135	8735	- 22.5
QSE [MJ]	165	95	79	86	123	207	249	1003	- 2.6
g	0.941	0.365	0.236	0.225	0.340	0.603	1.278		
C [MJ/K]	20.333								
Hk [W/K]	179.316	172.857	171.052	170.704	171.369	173.622			
tc [ore]	31	33	33	33	33	33			
nu	0.770	0.970	0.991	0.992	0.975	0.901			
Qh [MJ]	747	3443	5873	6430	4297	2196	0	22985	
Regime	INTERMITTENTE								
Terminale	RADIATORI								
nag [ore]	8								
ndg [ore]	2								
gac [giorni]	0								
tsb [°C]	16.00								
k	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000			
t' [ore]	10.20								
t'' [ore]	9.20								
fil	0.826	0.840	0.850	0.853	0.848	0.837			
fig	0.826	0.874	0.913	0.925	0.905	0.864			
Fil	0.852	0.864	0.873	0.875	0.871	0.861			
Fig	0.869	0.906	0.935	0.944	0.928	0.898			
Qhvs [MJ]	601	2894	5012	5499	3618	1796	0	19421	
ne	0.960	0.960	0.960	0.960	0.960	0.960			
Regolazione	SOLO PER SINGOLO AMBIENTE								
Tipologia	REGOLATORE MODULANTE (BANDA PROP. 1°C)								
Ottimizzatore	non richiesto								
nc	0.980	0.980	0.980	0.980	0.980	0.980			
Qhr [MJ]	639	3077	5328	5845	3846	1909	0	20643	

Rapporto $(QS+QI)/(Qhr-Q)/\sum Qhr$ art. 7, comma 7 **MARZO= 1.326**

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

VERIFICHE DI LEGGE 10/91

EDIFICIO-IMPIANTO: 006-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento F1 Piano Secondo

Massa efficace dell'involucro edilizio	M [kg/m ²]	55.07
Superficie	S [m ²]	334.63
Volume	V [m ³]	317.69
Fattore di forma	S/V [m ⁻¹]	1.053
Cd1, Cd2	[W/m ³ °C]	0.327 0.763

		LEGGE	REALE
Art. 8.6 Coeff. vol. dispersione per trasmissione	Cd [W/m³°C]	0.763	0.623
Coeff. volumico di ventilazione	Cv [W/m ³ °C]	0.182	0.182
Coeff. volumico globale	Cg [W/m ³ °C]	0.945	0.806
Potenza termica dispersa per trasmissione	Φd [W]	6061	4951
Potenza termica riscaldamento aria di rinnovo	Φv [W]	1448	1448
Potenza termica totale	Φg [W]	7509	6399

Regime di funzionamento	INTERMITTENTE
Rendimento di distribuzione	nd 0.95

Fabbisogno mensile di energia primaria: Q (valori relativi al calcolo di ngs)

	ott	nov	dic	gen	feb	mar	apr	Totali
Durata	238	420	434	434	392	434	0	2352
Qp	826	3431	5795	6346	4279	2248	0	22925
Qe	138	194	238	249	211	175	0	1205
FC	0.518	0.375	0.431	0.446	0.428	0.329	0.000	
CP	0.512	0.368	0.424	0.440	0.421	0.322	0.000	
ntu	0.914	0.908	0.910	0.911	0.910	0.904	0.000	
Qc	861	3726	6301	6899	4644	2437	0	24869
np	0.826	0.875	0.886	0.888	0.881	0.861	0.000	
Q	1000	3920	6539	7148	4855	2612	0	26074

Energia termica stagionale fornita dal sistema di produzione	Qps	[MJ]	22925
Fabbisogno stagionale complessivo di energia primaria	Qs	[MJ]	26074
Rendimento di produzione medio stagionale	nps		0.879
Rendimento globale medio stagionale	ngs		0.786
Potenza nominale utile del generatore	Pn	[kW]	24

Art. 5.1 RENDIMENTO GLOBALE MEDIO STAGIONALE LIMITE

$$ngL = (65 + 3 \cdot \log Pn)\% = 0.691 \leq ng = 0.786$$

Art. 8.7 FABBISOGNO ENERGETICO NORMALIZZATO LIMITE [kJ/m³GG]

n = numero dei volumi d'aria ricambiati in un'ora	[1/h]	0.5
ap = apporti gratuiti interni	[W/m ²]	4.0
h = altezza di piano dell'edificio	[m]	3.0
l = irradianza media solare	[W/m ²]	85.5
dtm = (ta-te medio stagionale)	[K]	14.113

$$FENL = 97.2 \geq FEN = 38.0$$

Art. 11.14 RENDIMENTO TERMICO UTILE DA RILEVARE NEL CORSO DELLA VERIFICA

$$n(100) = (84 + 2 \cdot \log Pn)\% = 0.868 \leq n \text{ rilevato}$$

$$n(30) = (80 + 3 \cdot \log Pn)\% = 0.841 \leq n \text{ rilevato}$$

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

FABBISOGNO ENERGETICO MENSILE DI ACQUA CALDA SANITARIA

EDIFICIO-IMPIANTO: 006-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento F1 Piano Secondo

Tipo di utenza: **ABITAZIONE DI TIPO MEDIO**

Numero alloggi	=	6	f1 =	0.56
Numero vani	=	36	f2 =	1.50
Tenore di vita	=	BUONO	f3 =	1.10

Fabbisogno idrico giornaliero per persona	[l/pers·g]	q =	69
Numero di persone	[pers]	p =	24
Temperatura di utilizzo dell'acqua calda sanitaria	[°C]	tacs =	40.0
Temperatura dell'acquedotto	[°C]	ta =	10.0
calore specifico	[kJ/kg·K]	c =	4.187
fattore di correzione		f =	1.000
Rendimento di distribuzione globale acs		ng =	0.700

FABBISOGNO ENERGETICO [MJ] $Q_{acs} = q \cdot p \cdot c \cdot (t_{acs} - t_a) \cdot 30 \cdot f / n_g =$ **8925**

Generatore **COMBINATO**

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

CONSUMO CONVENZIONALE

EDIFICIO-IMPIANTO: 006-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento F1 Piano Secondo

Tipo combustibile : **Metano**

Potere calorifico	[MJ/m ³]	Hi =	36
Energia primaria richiesta dal generatore	[MJ]	Qc =	24869
Fattore di correzione		f =	1.00

Consumo convenzionale annuo di combustibile per riscaldamento

$G = Qc \cdot f / Hi$	[m ³ /anno]	695
$G/V =$	[m ³ /anno·V]	2.187

Fattore di correzione acs	fac =	1.00
---------------------------	-------	-------------

Consumo convenzionale per produzione acs:

$Gacs = \Sigma(Qacs/ntu) \cdot facs / Hi =$	[m ³ /anno]	3299
---	------------------------	-------------

Consumo totale annuo di combustibile

$G+Gacs =$	[m ³ /anno]	3994
------------	------------------------	-------------

Consumo elettrico

$E = Qe \cdot 0.35/3.6$	[kWh]	117
-------------------------	-------	------------

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

CALCOLO DISPERSIONI DI CALORE PER SINGOLO AMBIENTE

EDIFICIO-IMPIANTO: 006-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento F1 Piano Secondo

AMBIENTE : 010101 Soggiorno

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	0.5	6.25	5.00	3.10	96.9	297

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	dispra
01	100 P.E	1	SW	0.50	25	6.25	3.10	12.34	152.95	1.05	161
02	204 S.E	4	SW	2.68	25	0.80	2.20	7.04	472.38	1.05	496
03	702 PTE	4	SW	0.14	25	6.00	1.00	0.00	84.00	1.05	88
04	301 P.I	1		2.05	0	11.00	3.10	34.10	0.00	1.00	0
05	303 P.I	1	U1	0.71	10	5.00	3.10	13.52	99.94	1.00	100
06	400 S.I	1	U1	1.34	10	0.90	2.20	1.98	27.62	1.00	28
07	502 PAV	1	TF	0.64	5	5.00	6.25	31.25	100.16	1.00	100
08	604 SOF	1	U3	0.62	16	5.00	6.25	31.25	305.64	1.00	306
TOTALI:		dispvol	+		(dispra•au%)		=	superf	volume	S/V	
		297			1278	15%	1767	97.38	96.9	1.01	

AMBIENTE : 010102 Bagno di servizio

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	2.0	1.20	2.70	3.10	10.0	123

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	dispra
01	301 P.I	1		2.05	0	6.20	3.10	19.22	0.00	1.00	0
02	303 P.I	1	U1	0.71	10	1.20	3.10	3.72	27.50	1.00	27
03	502 PAV	1	TF	0.64	5	2.70	1.20	3.24	9.53	1.00	10
04	602 SOF	1	U3	0.76	16	2.70	1.20	3.24	38.60	1.00	39
TOTALI:		dispvol	+		(dispra•au%)		=	superf	volume	S/V	
		123			76	15%	210	10.20	10.0	1.02	

AMBIENTE : 010103 Camera

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	0.5	4.10	5.40	3.10	68.6	210
1	0.5	0.30	4.20	3.10	3.9	12

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	dispra
01	100 P.E	1	NE	0.50	25	5.40	3.10	13.22	163.93	1.20	197
02	204 S.E	2	NE	2.68	25	0.80	2.20	3.52	236.19	1.20	283
03	702 PTE	2	NE	0.14	25	5.40	1.00	0.00	37.80	1.20	45
04	301 P.I	1		2.05	0	8.00	3.10	24.80	0.00	1.00	0
05	303 P.I	1	U1	0.71	10	1.70	3.10	5.27	38.96	1.00	39
06	304 P.I	1	TF	0.65	5	4.00	3.10	12.40	40.11	1.00	40
07	502 PAV	1	TF	0.64	5	23.40	1.00	23.40	75.00	1.00	75
08	604 SOF	1	U3	0.62	16	23.40	1.00	23.40	228.86	1.00	229
TOTALI:		dispvol	+		(dispra•au%)		=	superf	volume	S/V	
		222			908	15%	1267	81.21	72.5	1.12	

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

CALCOLO DISPERSIONI DI CALORE PER SINGOLO AMBIENTE

EDIFICIO-IMPIANTO: 006-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento F1 Piano Secondo

AMBIENTE : 010104 Camera matrimoniale

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	0.5	5.00	3.40	3.10	52.7	161
1	0.5	1.10	0.75	3.10	2.6	8

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	disptra
01	100 P.E	1	NE	0.50	25	5.00	3.10	13.74	170.38	1.20	204
02	204 S.E	1	NE	2.68	25	0.80	2.20	1.76	118.10	1.20	142
03	702 PTE	1	NE	0.14	25	5.40	1.00	0.00	18.90	1.20	23
04	100 P.E	1	NW	0.50	25	3.40	3.10	10.54	130.70	1.15	150
05	301 P.I	1		2.05	0	9.00	3.10	27.90	0.00	1.00	0
06	502 PAV	1	TF	0.64	5	17.80	1.00	17.80	57.05	1.00	57
07	604 SOF	1	U3	0.62	16	17.80	1.00	17.80	174.09	1.00	174
TOTALI:	dispvol	+	(disptra•au%)	=	superf	volume	S/V				
	169		750 15%		1032	61.64	55.3	1.12			

AMBIENTE : 010105 Bagno padronale

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	2.0	2.25	3.90	3.10	27.2	333

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	disptra
01	100 P.E	1	NW	0.50	25	2.25	3.10	5.22	64.67	1.15	74
02	204 S.E	1	NW	2.68	25	0.80	2.20	1.76	118.10	1.15	136
03	702 PTE	1	NW	0.14	25	5.40	1.00	0.00	18.90	1.15	22
04	301 P.I	1		2.05	0	9.10	3.10	28.21	0.00	1.00	0
05	502 PAV	1	TF	0.64	5	3.90	2.25	8.78	28.12	1.00	28
06	604 SOF	1	U3	0.62	16	3.90	2.25	8.78	85.82	1.00	86
TOTALI:	dispvol	+	(disptra•au%)	=	superf	volume	S/V				
	333		346 15%		731	24.52	27.2	0.90			

AMBIENTE : 010106 Cucina

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	1.0	2.80	5.00	3.10	43.4	266

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	disptra
01	100 P.E	1	SW	0.50	25	2.80	3.10	5.16	63.98	1.05	67
02	204 S.E	2	SW	2.68	25	0.80	2.20	3.52	236.19	1.05	248
03	702 PTE	2	SW	0.14	25	6.00	1.00	0.00	42.00	1.05	44
04	100 P.E	1	NW	0.50	25	5.00	3.10	13.68	169.63	1.15	195
05	205 S.E	1	NW	2.68	25	1.30	1.40	1.82	122.12	1.15	140
06	702 PTE	1	NW	0.14	25	5.40	1.00	0.00	18.90	1.15	22
07	301 P.I	1		2.05	0	6.90	3.10	21.39	0.00	1.00	0
08	502 PAV	1	TF	0.64	5	5.00	2.80	14.00	44.87	1.00	45
09	604 SOF	1	U3	0.62	16	5.00	2.80	14.00	136.93	1.00	137
TOTALI:	dispvol	+	(disptra•au%)	=	superf	volume	S/V				
	266		898 15%		1299	52.18	43.4	1.20			

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

CALCOLO DISPERSIONI DI CALORE PER SINGOLO AMBIENTE

EDIFICIO-IMPIANTO: 006-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento F1 Piano Secondo

AMBIENTE : 010107 Disimpegno

Te = -5
Ta = 20

q	ric	largh	lung	altez	volume	dispvol
1	0.5	2.50	1.50	3.30	12.4	38

nr	Co-str	q	es	k	dt	lung	al/la	superf	s•k•dt	a.es	dispra
01	301 P.I	1		2.05	0	8.00	3.30	26.40	0.00	1.00	0
02	502 PAV	1	TF	0.64	5	1.50	2.50	3.75	12.02	1.00	12
03	604 SOF	1	U3	0.62	16	1.50	2.50	3.75	36.68	1.00	37
TOTALI:	dispvol	+	(dispra•au%)	=	superf	volume	S/V				
	38		49	15%	94	7.50	12.4	0.61			

Progetto:

Esempio - Gruppo di 6 Impianti termoautonomi - Calcolo convenzionale del fabbisogno termico ed energetico con verifica del sistema edificio-impianto secondo le procedure Legge 10/91 e Norme UNI. Palazzina di civile abitazione.

FABBISOGNO ENERGETICO UTILE REALE Qhr [MJ]

EDIFICIO-IMPIANTO: 006-Esempio Gruppo di impianti - Appartamento F1 Piano Secondo

Globale

	ottobre	novembre	dicembre	gennaio	febbraio	marzo	aprile	Totale	%	
ta [°C]	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0			
te [°C]	14.0	7.9	3.1	1.7	4.2	9.2	14.0			
QT [MJ]	1410	2751	3970	4299	3353	2537	1364	19683	50.8	
QG [MJ]	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0	
QV [MJ]	430	839	1211	1312	1023	774	416	6005	15.5	
QU [MJ]	836	1632	2355	2550	1989	1505	809	11677	30.1	
QA [MJ]	206	199	206	206	186	206	199	1408	3.6	
QL [MJ]	2882	5421	7743	8367	6550	5022	2789	38774	---	
QI [MJ]	1111	1111	1111	1111	1111	1111	1111	7775	- 20.1	
QSI [MJ]	1185	661	545	600	875	1533	1950	7349	- 19.0	
QSE [MJ]	108	57	45	52	79	149	208	698	- 1.8	
g	0.828	0.330	0.215	0.206	0.307	0.542	1.186			
C [MJ/K]	20.333									
Hk [W/K]	179.316	172.857	171.052	170.704	171.369	173.622				
tc [ore]	31	33	33	33	33	33				
nu	0.814	0.977	0.993	0.994	0.981	0.922				
Qh [MJ]	905	3634	6054	6615	4523	2437	0	24167		
Regime	INTERMITTENTE									
Terminale	RADIATORI									
nag [ore]	8									
ndg [ore]	2									
gac [giorni]	0									
tsb [°C]	16.00									
k	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000				
t' [ore]	10.20									
t'' [ore]	9.20									
fil	0.826	0.840	0.850	0.853	0.848	0.837				
fig	0.826	0.874	0.913	0.925	0.905	0.864				
Fil	0.852	0.864	0.873	0.875	0.871	0.861				
Fig	0.869	0.906	0.935	0.944	0.928	0.898				
Qhvs [MJ]	738	3066	5179	5672	3825	2010	0	20490		
ne	0.960	0.960	0.960	0.960	0.960	0.960				
Regolazione	SOLO PER SINGOLO AMBIENTE									
Tipologia	REGOLATORE MODULANTE (BANDA PROP. 1°C)									
Ottimizzatore	non richiesto									
nc	0.980	0.980	0.980	0.980	0.980	0.980				
Qhr [MJ]	785	3259	5505	6029	4065	2136	0	21779		

Rapporto (QS+QI)/(Qhr-Q)Σ Qhr art. 7, comma 7 **MARZO= 1.069**