

**CALCOLO DEL FABBISOGNO DI POTENZA TERMICA DELL' EDIFICIO  
PER RISCALDAMENTO INVERNALE**

**secondo UNI 7357-74**

**Verifica di rispondenza alla Legge 10/91 e DPR 412/93**

Edificio : Condominio per civile abitazione n. 40 alloggi  
Via Sylva n. 1 - 24128- Bergamo

Committente : Birolini Giuseppe Toma dei F.lli Birolini snc.  
Via Matteotti n. 17 -24021- Albino (BG)

Progettista : Ing. Rosa Rombolà  
Via B. Zenale, 13 - 24127 BERGAMO

**Dati climatici della località:**

Comune	:	BERGAMO	
Provincia	:	BG	
Altitudine	:	249	m slm
Gradi giorno	:	2533	
Zona climatica	:	E	
Velocità max del vento	:	4	m/s
Temp. esterna di progetto	:	-5,0	°C
Temp. interna di progetto	:	20	°C
Differenza di temp. di progetto	:	25,0	°C

**Dati geometrici dell' edificio:**

Superficie esterna	:	4549,10	m <sup>2</sup>
Volume lordo	:	9957,40	m <sup>3</sup>
Fattore di forma S/V	:	0,457	m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
Cd ammissibile	:	0,481	W/m <sup>3</sup> K
Valori limite Cd ammissibile	:	0,321	W/m <sup>3</sup> K (S/V < 0,2)
		0,756	W/m <sup>3</sup> K (S/V > 0,9)

**Coefficienti di esposizione:**

Nord = 1,20

Nord-Ovest = 1,15

Nord-Est = 1,20

Ovest = 1,10

Est = 1,15

Sud-Ovest = 1,05

Sud-Est = 1,10

Sud = 1,00

POTENZA PER TRASMISSIONE

**1 PROSPETTO NORD**

Temp. interna = 20 °C

Strutture disperdenti	Kl W/mK	lungh. m	U W/m²K	Sup. m²	T est. °C	esp. ce	Pd W
W2 FINESTRA 120 X 145			4,17	144,00	-5,0	N 1,20	18014
W4 PORTA FINESTRA 100 X 240			4,81	24,00	-5,0	N 1,20	3453
W6 PORTA FINESTRA 160 X 240			4,77	38,40	-5,0	N 1,20	5495
M1 PARETE ESTERNA			1,21	727,32	-5,0	N 1,20	26368
Trasmissione:			Sup. =	933,72		Pt =	53340

**2 PROSPETTO SUD**

Temp. interna = 20 °C

Strutture disperdenti	Kl W/mK	lungh. m	U W/m²K	Sup. m²	T est. °C	esp. ce	Pd W
W1 FINESTRA 100 X 145			4,13	114,00	-5,0	S 1,00	11771
W5 PORTA FINESTRA 110 X 240			4,85	33,00	-5,0	S 1,00	4001
W4 PORTA FINESTRA 100 X 240			4,81	12,00	-5,0	S 1,00	1443
M1 PARETE ESTERNA			1,21	578,55	-5,0	S 1,00	17479
Trasmissione:			Sup. =	737,55		Pt =	34694

**3 PROSPETTO EST**

Temp. interna = 20 °C

Strutture disperdenti	Kl W/mK	lungh. m	U W/m²K	Sup. m²	T est. °C	esp. ce	Pd W
W1 FINESTRA 100 X 145			4,13	36,00	-5,0	E 1,15	4275
W3 FINESTRA 160 X 145			4,11	14,40	-5,0	E 1,15	1702
W4 PORTA FINESTRA 100 X 240			4,81	24,00	-5,0	E 1,15	3319
W6 PORTA FINESTRA 160 X 240			4,77	57,60	-5,0	E 1,15	7899
M1 PARETE ESTERNA			1,21	231,00	-5,0	E 1,15	8026
W1 FINESTRA 100 X 145			4,13	30,00	-5,0	E 1,15	3562
M1 PARETE ESTERNA			1,21	151,50	-5,0	E 1,15	5264
Trasmissione:			Sup. =	544,50		Pt =	34047

**4 PROSPETTO OVEST**

Temp. interna = 20 °C

Strutture disperdenti	Kl W/mK	lungh. m	U W/m²K	Sup. m²	T est. °C	esp. ce	Pd W
W1 FINESTRA 100 X 145			4,13	66,00	-5,0	O 1,10	7496
W3 FINESTRA 160 X 145			4,11	14,40	-5,0	O 1,10	1628
W4 PORTA FINESTRA 100 X 240			4,81	24,00	-5,0	O 1,10	3175
W6 PORTA FINESTRA 160 X 240			4,77	57,60	-5,0	O 1,10	7556
M1 PARETE ESTERNA			1,21	382,50	-5,0	O 1,10	12711
Trasmissione:			Sup. =	544,50		Pt =	32566

**5 PARETI SU VANO SCALA**

Temp. interna = 20 °C

Strutture disperdenti	Kl W/mK	lungh. m	U W/m²K	Sup. m²	T est. °C	esp. ce	Pd W
M6 PORTA INGRESSO ALLOGGIO			1,29	75,60	10,0	1,00	978
M4 PARETE SU VANO SCALA			2,39	328,32	10,0	1,00	7841
M5 PARETE IN C.A. SU VANO SCALA			2,56	196,68	10,0	1,00	5036
Trasmissione:			Sup. =	600,60		Pt =	13855

**6 PAVIMENTO SU PORTICATO**

Temp. interna = 20 °C

Strutture disperdenti	Kl W/mK	lungh. m	U W/m²K	Sup. m²	T est. °C	esp. ce	Pd W
P1 PAVIMENTO SU PORTICATO			1,71	58,60	-5,0	OR 1,00	2500
Trasmissione:			Sup. =	58,60		Pt =	2500

**7 PAVIMENTO SU INTERRATO**

Temp. interna = 20 °C

Strutture disperdenti	Kl W/mK	lungh. m	U W/m²K	Sup. m²	T est. °C	esp. ce	Pd W
P2 PAVIMENTO SU LOCALE NON RISCALDATO			1,40	500,35	8,0	OR 1,00	8386
Trasmissione:			Sup. =	500,35		Pt =	8386

**8 SOLAIO SOTTOTETTO**

Temp. interna = 20 °C

Strutture disperdenti	Kl W/mK	lungh. m	U W/m²K	Sup. m²	T est. °C	esp. ce	Pd W
S1 SOFFITTO SOTTOTETTO			1,73	629,26	8,0	OR 1,00	13086
Trasmissione:			Sup. =	629,26		Pt =	13086

**Totale edificio:**

Sup. (m²) = 4549,08

Pt (W) =

192474

**POTENZA PER VENTILAZIONE**

Descrizione volume	T. int. °C	Volume m <sup>3</sup>	Ricambi Vol/h	Pv W
	20,0	9957,4	0,50	42319
<b>Totale edificio:</b>		<b>9957,4</b>		<b>42319</b>

**FABBISOGNI DI CALORE E COEFFICIENTI DELL'EDIFICIO**

FABBISOGNO per	Ammissibile	Calcolato
Dispersioni	Pta = <b>119738</b> W	Pt = <b>192559</b> W
Ventilazione	Pva = <b>42319</b> W	Pv = <b>42319</b> W
Globale	Pga = <b>162057</b> W	Pg = <b>234878</b> W
COEFFICIENTE per	Ammissibile	Calcolato
Dispersioni	Cda = <b>0,481</b> W/m <sup>3</sup> K	Cd = <b>0,774</b> W/m <sup>3</sup> K
Ventilazione	Cva = <b>0,170</b> W/m <sup>3</sup> K	Cv = <b>0,170</b> W/m <sup>3</sup> K
Globale	Cga = <b>0,651</b> W/m <sup>3</sup> K	Cg = <b>0,944</b> W/m <sup>3</sup> K

Potenza nominale del focolare:	$Q_c =$	408000	W
Potenza utile nominale:	$Q_u =$	394130	W
Potenza elettrica del bruciatore:	$P_{br} =$	6120	W
Rendimento del bruciatore:	$\eta_{br} =$	85	%
Pompe: Prevalenza			Media
Non sono installate pompe di ricircolo.			
Rendimento delle pompe:	$\eta_{po} =$	85	%
Tempo di funzionamento delle pompe:	$T_{po} =$	14	ore
Potenza elettrica delle pompe:	$P_{po} =$	816	W
Perdite al camino a bruciatore funzionante:			
Temperatura fumi:	$T_{fumi} =$	80	°C
Valori misurati o dichiarati dal costruttore per un generatore a condensazione			
Perdite per trasmissione attraverso l' involucro:			
Generatore in ottimo stato, ad alto rendimento ai sensi della legge 29.05.82 n.308 installato in centrale termica	$P_d =$	0,57	%
	$P_{dc} =$	0,40	%
Perdite al camino a bruciatore spento:			
Centrale termica esistente Generatore a combustibile liquido o a gas con bruciatore ad aria soffiata senza serranda sull'aspirazione dell'aria comburente con camino di altezza maggiore di 10 m	$P_{fbs} =$	1,00	%
Temperatura media acqua in caldaia			
Potenza nominale delle unità terminali:	$P_n =$	234878	W
Potenza totale di scambio:	$P_{tot} =$	258366	W
Regolazione caldaia a temperatura scorrevole con regolazione climatica			
Temperatura di ritorno tollerata:	$T_{rit} =$	30	°C
Salto termico di progetto:	$DT =$	50	°C
Portata di progetto:	$G_p =$	4444	kg/h

**CALCOLO DEL FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA**

secondo UNI EN 832, UNI 10348 e CTI - R 03/3

Edificio : Condominio per civile abitazione n. 40 alloggi  
Via Sylva n. 1 - 24128- Bergamo

Committente : Birolini Giuseppe Toma dei F.lli Birolini snc.  
Via Matteotti n. 17 -24021- Albino (BG)

Progettista : Ing. Rosa Rombolà  
Via B. Zenale, 13 - 24127 BERGAMO

**Modalità di calcolo : Intero edificio**

Modalità di funzionamento dell'impianto :

**Spegnimento dell'impianto per un periodo di 6 - 18 ore (giorno+notte)**

<b>Fattore di intermittenza :</b>	<b>100,0 %</b>
Ore di spegnimento durante il giorno (tra le 8:00 e le 16:00)	4,0 ore
Ore di spegnimento durante la notte (tra le 16:00 e le 8:00)	6,0 ore
Temperatura minima notturna:	18,0 °C
Tipo di terminale di erogazione:	Radiatori a colonne
Giorni di spegnimento o funzionamento attenuato settimanali	0,0 gg

**Rendimenti riscaldamento**

<b><math>\eta_r</math> = Rendimento di regolazione medio :</b>	<b>97,0 %</b>
Tipo di regolazione:	Climatica+Ambiente modulante banda p 1°C

<b><math>\eta_e</math> = Rendimento di emissione :</b>	<b>92,2 %</b>
Tipo di terminale di erogazione:	Radiatori a colonne
Tipologia di installazione:	Parete esterna non isolata e non riflettente

<b><math>\eta_d</math> = Rendimento di distribuzione :</b>	<b>96,0 %</b>
Tipo di edificio:	A
Edifici nei quali le colonne montanti ed i raccordi con i terminali di erogazione sono situati totalmente all'interno degli ambienti riscaldati, e le tubazioni orizzontali che collegano la centrale termica alle colonne montanti sono disposte nel cantinato.	
Altezza edificio:	16,5 m
Volume edificio:	9957,4 m <sup>3</sup>

<b>Fattore di riduzione per contabilizzazione (riscaldamento) :</b>	<b>1,00</b>
---	-------------

Mese giorni	Ql (MJ)	Qg (MJ)	$\eta_{uti}$ %	Qh (MJ)	fattore interm.	Qhvs (MJ)	$\eta_{ced}$ %	Qp risc. (MJ)	Qp sanit. (MJ)	Qp altri (MJ)	Qp totale (MJ)	
Gen	30,44	325559	29723	100,0	295836	1,00	295836	85,9	344570	0	0	344570
Feb	30,44	294765	41860	100,0	252905	1,00	252905	85,9	294567	0	0	294567
Mar	30,44	226335	57884	99,9	168498	1,00	168498	85,9	196255	0	0	196255
Apr	30,44	139035	68753	98,1	71334	1,00	71334	85,9	83085	0	0	83085
Mag	13,22	30074	33305	75,0	3470	1,00	3470	85,9	4042	0	0	4042
Giu	0,00	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lug	0,00	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ago	0,00	0	0	0,0	0	0	0	0	0	0	0	0
Set	1,68	2629	3324	66,9	190	1,00	190	85,9	221	0	0	221
Ott	30,44	120359	53105	98,8	67766	1,00	67766	85,9	78929	0	0	78929
Nov	30,44	231467	31423	100,0	200044	1,00	200044	85,9	232998	0	0	232998
Dic	30,44	301608	28329	100,0	273279	1,00	273279	85,9	318297	0	0	318297
					<b>1333322</b>		<b>1333322</b>		<b>1552963</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1552963</b>

## Simbologia

Ql	perdite di energia.
Qg	apporti gratuiti.
$\eta_{uti}$	fattore di utilizzazione degli apporti gratuiti (UNI 10344).
Qh	fabbisogno energetico utile mensile in funzionamento continuo per riscaldamento ambienti.
Qhvs	fabbisogno energetico utile mensile in funzionamento non continuo per riscaldamento ambienti.
interm.	fattore di intermittenza.
$\eta_{ced}$	prodotto dei rendimenti di regolazione, distribuzione ed emissione.
Qp risc.	energia termica mensile fornita dal sistema di produzione per riscaldamento.
Qp sanit.	energia termica mensile fornita dal sistema di produzione per acqua calda sanitaria.
Qp altri	energia termica mensile fornita dal sistema di produzione per altri usi.
Qp totale	= Qp risc. + Qp sanit. + Qp altri

Mese	Qs (MJ)	CP	P'f %	P'd %	P'fbs %	FC	$\eta_c$ %	$\eta_p$ %	$\eta_{gen}$ %
Gennaio	364287	0,56	0,41	0,44	1,11	0,57	97,0	94,6	98,0
Febbraio	310757	0,48	-0,15	0,39	0,99	0,49	97,0	94,8	98,3
Marzo	206350	0,32	-1,43	0,29	0,72	0,32	97,0	95,1	99,0
Aprile	88056	0,13	-3,44	0,16	0,39	0,14	97,0	94,4	99,8
Maggio	5408	0,01	-5,82	0,05	0,12	0,01	97,0	74,7	94,4
Giugno	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Luglio	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Agosto	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,0
Settembre	192	0,00	-6,24	0,03	0,08	0,00	97,0	115,1	0,2
Ottobre	83662	0,13	-3,53	0,15	0,36	0,13	97,0	94,3	100,0
Novembre	245090	0,38	-0,92	0,32	0,80	0,38	97,0	95,1	98,8
Dicembre	336083	0,52	0,12	0,41	1,04	0,52	97,0	94,7	98,1
	<b>1639885</b>								

## Simbologia

Qs	energia primaria mensile richiesta dal generatore (Qs risc. + Qs sanit. + Qs altri).
CP	fattore di carico utile.
P'f	perdite termiche percentuali al camino a bruciatore funzionante.
P'd	perdite termiche percentuali verso l'ambiente attraverso l'involucro.
P'fbs	perdite termiche percentuali al camino a bruciatore spento.
FC	fattore di carico al focolare.
$\eta_c$	rendimento di regolazione mensile.
$\eta_p$	rendimento di produzione medio mensile (compresa energia elettrica).
$\eta_{gen}$	rendimento medio mensile del generatore.

Energia primaria annuale richiesta:	Qs =	1639885 MJ/a
di cui:	per riscaldamento :	1639885 MJ/a

$\eta_p = Q_p / Q_s =$ Rendimento di produzione medio annuale :	94,7 %
---	--------

$\eta_{p,s} = Q_{p,s} / Q_s =$ Rendimento di produzione medio annuale per riscaldamento:	94,7 %
--	--------

$\eta_{g,s} = Q_{hvs,s} / Q_s =$ Rendimento globale medio annuale per il riscaldamento:	81,3 %
---	--------

Consumo annuo:	164,7 MJ/m <sup>3</sup> a
----------------	---------------------------

corrispondenti, (per il volume riscaldato di 9957,4 m<sup>3</sup>), a:

45532 m <sup>3</sup> std/a di Metano	pci = 34.00 MJ/m <sup>3</sup> st
e 9181 kWh/a di energia elettrica.	

## RIASSUNTO DELLE VERIFICHE SECONDO LEGGE 10/91

**Edificio** : Condominio per civile abitazione n. 40 alloggi  
 Via Sylva n. 1 - 24128- Bergamo  
**Committente** : Birolini Giuseppe Toma dei F.lli Birolini snc.  
 Via Matteotti n. 17 -24021- Albino (BG)  
**Progettista** : Ing. Rosa Rombolà  
 Via B. Zenale, 13 - 24127 BERGAMO

### Simbologia :

**Cd** = Coefficiente di dispersione volumica dell' involucro  
**FEN** = Fabbisogno Energetico Normalizzato per la climatizzazione invernale  
 **$\eta_g$**  = Rendimento globale medio stagionale.  
 La verifica si applica agli impianti nuovi e ristrutturati.  
 **$\eta_p$**  = Rendimento di produzione.  
 La verifica si applica alla sostituzione di generatori di calore negli impianti esistenti.  
 **$\eta_{u100} - \eta_{u30}$**  = Rendimento utile dei generatori ad acqua calda, rispettivamente, al 100% e al 30% della potenza utile nominale.  
**Qg/Qh** = Rapporto calcolato per il mese a maggiore insolazione interamente compreso nel periodo di riscaldamento.

### Edificio

Tipo di generatore : Caldaia a condensazione

Intervento di sostituzione.

	Valore ammissibile	Valore calcolato	Verifica
Cd (W/m <sup>2</sup> K)	0,481	0,774	
FEN (kJ/m <sup>2</sup> gg)	0,00	0,00	
Rendimento globale medio stagionale $\eta_g$	0,00 %	81,30 %	
Rendimento di produzione medio stagionale $\eta_p$	94,00 %	94,70 %	SI
Rendimento utile 100% Pn $\eta_{u100}$	0,00 %	0,00 %	
Rendimento utile 30% Pn $\eta_{u30}$	0,00 %	0,00 %	
Rendimento di combustione 100% Pn $\eta_{c100}$	0,00 %	0,00 %	
Rapporto Qg / Qh		0,0 %	

**Edificio****FEN limite**

Cd ammissibile di legge	Cd	= 0,481	W/m <sup>2</sup> K
Numero di ricambi orari medi	n	= 0,50	h <sup>-1</sup>
Media aritmetica dell' irradiazione solare	Ir	= 71,76	W/m <sup>2</sup>
Apporti gratuiti	a	=	W/m <sup>3</sup>
Coeff. di utilizzazione degli apporti gratuiti	Ku	= 0,918	
Differenza di temperatura media stagionale	dTm	= 12,92	K
Potenza utile nominale del generatore di calore	Pn	= 394,1	kW
Rendimento globale medio stagionale limite ( = 65 + 3 Log Pn)	ηg	= 00,0	

---

**FEN limite =**  $[(Cd + 0,34 n) - Ku (0,01 * Ir + a) / dTm] * 86,4 / \eta g$  **= 0,00** **kJ/m<sup>3</sup>gg**

---

**FEN calcolato**

Energia primaria stagionale	Qs	= 1639885	MJ
Volume lordo riscaldato	V	= 9957,4	m <sup>3</sup>
Gradi giorno della località (norme UNI)	GG	= 2569	

---

**FEN calcolato =**  $[1000 * Qs / (V * GG)] =$  **0,00** **kJ/m<sup>3</sup>gg**

---