

**REGIONE LIGURIA**  
**STAZIONE UNICA APPALTANTE REGIONALE**  
**SEZIONE A.R.T.E. SAVONA**



Via Aglietto 90 - 17100 Savona tel. 019-84101 fax. 019-8410210

**LAVORI DI STRAORDINARIA MANUTENZIONE**  
**IMMOBILE VIA ELVIO PERTINACE civ. 6B**  
**LOCALITA' SANT' ERMETE**  
**COMUNE DI VADO LIGURE**

**PROGETTO ESECUTIVO**

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:  
geom. Maurizio Noli

PROGETTISTA COORDINATORE:  
ing. Paola Andreoli

PROGETTISTA IMPIANTO TERMICO:  
ing. Mimoza Licaj



ELABORATO:

**PROGETTO IMPIANTO TERMICO**  
**RELAZIONE DI CALCOLO**

**ALL G5**

DATA

FILE

Giugno 2016

LAVORI DI STRAORDINARIA MANUTENZIONE  
IMMOBILE VIA ELVIO PERTINACE civ. 6B  
LOCALITA' SANT' ERMETE  
COMUNE DI VADO LIGURE

PROGETTO ESECUTIVO

ALLEGATO

DIMENSIONAMENTO DI CANNA FUMARIA  
Progettazione e verifica secondo UNI EN 13384-1

TECNICO:  
Ing. MIMOZA LICAJ



DATA  
giugno 2016

**DIMENSIONAMENTO DI CANNA FUMARIA SINGOLA  
A TIRAGGIO FORZATO  
Progettazione e verifica secondo UNI EN 13384-1**

Progettista	Ing. Mimoza Licaj
Indirizzo	Via Aglietto, 90 - 17100 SAVONA
Edificio	Edificio di civile abitazione Via Elvio Pertinace, civ. 6B - Loc. Sant' Ermete - Vado Ligure (SV)
Committente	A.R.T.E di Savona Via Aglietto, 90 - 17100 Savona
Descrizione	Impianto termico centralizzato con generatore di calore a condensazione.

## DATI GENERATORE DI CALORE

### Caratteristiche del generatore

Tipo	Generatore di calore		
Tipo potenza	Modulante		
Marca	PARADIGMA (o similare)		
Modello	Modula III 65		
Potenza al focolare massima	$Q_{F,max}$	62,000	kW
Potenza al focolare minima	$Q_{F,min}$	12,200	kW
Combustibile	Metano		
Brucciato con combustione	Forzata		
Generatore a condensazione	SI		
Diametro di attacco scarico fumi	$D_w$	80	mm

### Caratteristiche dei fumi

Funzionamento alla potenza		Max	Min	
Perdite di combustione	$P_r$	1,6	2,0	%
Eccesso d'aria	ECC	27	27	%
Percentuale di anidride carbonica	$\sigma_{CO_2}$	9,0	9,0	%
Temperatura dei fumi in uscita dal generatore	$T_w$	0,0	0,0	°C
Pressione di alimentazione positiva al generatore	$P_{wo}$	30,0	30,0	Pa
Portata in massa dei fumi	$M_P$	0,0300	0,0058	kg/s

## DATI AMBIENTE-LOCALITA', FATTORE DI SICUREZZA

### Dati ambiente-località

Località	VADO LIGURE		
Altitudine	$H_{slm}$	12	m
Temperatura dell'aria esterna massima (per verifica tiraggio)	$T_{Lmax}$	30	°C
Temperatura dell'aria esterna minima (per verifica temperatura)	$T_{Lmin}$	0	°C
Tipo di funzionamento del camino	A umido		
Percentuale di area esposta			

ambiente	canale da fumo	camino
centrale termica	100%	10%
non riscaldato	0%	70%
riscaldato	0%	0%
esterno	0%	20%

Pressione del vento	$P_{wind}$	0	Pa
Modalità di alimentazione dell'aria comburente	Apertura di ventilazione non definita (PB = 4 Pa)		

Fattori di sicurezza

Fattore correttivo per incostanza temperatura (per verifica tiraggio)	S <sub>H</sub>	0,5
Fattore di sicurezza fluido dinamico	S <sub>E</sub>	1,2

**DATI CANALE DA FUMO**

Forma		<b>Circolare</b>	
Dimensione: Diametro	D1 <sub>v</sub>	<b>110</b>	mm
Materiale		<b>Acciaio inox monoparete</b>	
Resistenza termica	1/Δ <sub>v</sub>	0,25468	(m <sup>2</sup> K)/W

Strato (int-->est)	Materiale	Spessore [mm]	Conduttività [W/m°C]
1	acciaio inossidabile	1,00	17,000

Fattore correttivo dei ponti termici	f	1,0	
Rugosità della parete interna	r <sub>v</sub>	1,00	mm
Somma dei coefficienti di resistenza concentrata	Z <sub>v</sub>	0,95	

Componente	Valore	Quantità
Curve a 90°(R/D=1)	0,30	2
Innesto T 135°	0,35	1

Coefficiente di scambio termico liminare esterno	α <sub>av</sub>	8,00	W/(m <sup>2</sup> K)
Lunghezza dello sviluppo	L <sub>v</sub>	5,00	m
Dislivello (uscita generatore – innesto nel camino)	H <sub>v</sub>	0,50	m
Pressione di progetto del canale da fumo	P <sub>Z<sub>v</sub>excess</sub>	200	Pa

**DATI CAMINO**

Forma		<b>Circolare</b>	
Dimensione: Diametro	D1 <sub>c</sub>	<b>130</b>	mm
Materiale		<b>Acciaio inox monoparete</b>	
Resistenza termica	1/Δ <sub>c</sub>	0,25468	(m <sup>2</sup> K)/W

Strato (int-->est)	Materiale	Spessore [mm]	Conduttività [W/(mK)]
1	acciaio inossidabile	1,00	17,000
2	intercapedine d'aria di 2 cm	20,00	0,410
3	blocchi di calcestruzzo alleggerito con argilla espansa	80,00	0,410
4	malta gesso, di calce, di calce e cemento	30,00	0,930

Fattore correttivo dei ponti termici	f	1,0	
Rugosità della parete interna	r <sub>c</sub>	1,00	mm
Somma dei coefficienti di resistenza concentrata	Z <sub>c</sub>	1,50	

Componente	Valore	Quantità
cappello (h/D=0,5)	1,50	1

Coefficiente di scambio termico liminare esterno	α <sub>ac</sub>	11,00	W/(m <sup>2</sup> K)
Lunghezza dello sviluppo	L <sub>c</sub>	13,00	m
Dislivello (innesto canale da fumo - sbocco all'esterno)	H <sub>c</sub>	12,50	m
Pressione di progetto del camino	P <sub>Z<sub>c</sub>excess</sub>	200	Pa

**CALCOLI EFFETTUATI SECONDO LA NORMA UNI EN 13384-1**

1. CASO A – Verifica tiraggio sufficiente a potenza massima
2. CASO B – Verifica tiraggio sufficiente a potenza minima
3. CASO C – Verifica temperatura all'uscita del camino a potenza massima
4. CASO D – Verifica temperatura all'uscita del camino a potenza minima

**CALCOLO DATI VARIABILI PER I 4 CASI (A, B, C, D)**

Caso		A	B	C	D	
Costante di elasticità dei fumi	R	289	289	289	289	J/(kg·K)
Pressione atmosferica dell'aria esterna	P <sub>L</sub>	96869	96869	96855	96855	Pa
Densità dell'aria esterna	ρ <sub>L</sub>	1,110	1,110	1,231	1,231	kg/m <sup>3</sup>
Temperatura di condensazione	T <sub>sp</sub>	53,0	53,0	53,0	53,0	°C
Resistenze dell'aria comburente	P <sub>B</sub>	4	4	4	4	Pa

**CALCOLO CANALE DA FUMO**

Caso		A	B	C	D	
Viscosità dinamica dei fumi (moltiplicato per 10 <sup>6</sup> )	η <sub>v</sub>	15,26	15,43	15,09	15,19	(N·s)/m <sup>2</sup>
Conducibilità termica dei fumi	λ <sub>v</sub>	0,023	0,023	0,022	0,023	W/(m·K)
Calore specifico dei fumi	C <sub>pv</sub>	1081	1082	1080	1081	J/(kg·K)
Numero di Prandtl	Pr <sub>v</sub>	0,728	0,729	0,727	0,728	
Densità dei fumi	ρ <sub>Lv</sub>	1,204	1,189	1,220	1,211	kg/m <sup>3</sup>
Velocità dei fumi	W <sub>mv</sub>	2,62	0,51	2,59	0,50	m/s
Numero di Reynolds	Re <sub>v</sub>	22749	4351	23009	4420	
Coefficiente d'attrito per tubo rugoso	ψ <sub>v</sub>	0,039	0,048	0,039	0,047	
Coefficiente d'attrito per tubo liscio	ψ <sub>smooth,v</sub>	0,025	0,039	0,025	0,039	
Numero di Nusselt	Nu <sub>v</sub>	81,2	16,6	82,0	16,8	
Coefficiente di scambio termico liminare interno	α <sub>iv</sub>	16,73	3,46	16,72	3,46	W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza	k <sub>v</sub>	8,10	2,83	5,35	2,40	W/(m <sup>2</sup> K)
Coefficiente di raffreddamento	K <sub>v</sub>	0,432	0,780	0,285	0,662	
Temperatura media dei fumi	T <sub>mv</sub>	5,6	9,2	1,9	4,0	°C
Temperatura media sulla parete esterna	T <sub>ma</sub>	5,3	22,6	6,3	11,7	°C
Temperatura dei fumi all'uscita	T <sub>ev</sub>	10,5	16,3	3,7	7,3	°C

**CALCOLO CAMINO**

Caso		A	B	C	D	
Viscosità dinamica dei fumi (moltiplicato per 10 <sup>6</sup> )	η <sub>c</sub>	15,76	16,10	15,15	15,21	N·s/m <sup>2</sup>
Conducibilità termica dei fumi	λ <sub>c</sub>	0,023	0,024	0,023	0,023	W/m·K
Calore specifico dei fumi	C <sub>pc</sub>	1083	1084	1081	1081	J/(kg·K)
Numero di Prandtl	Pr <sub>c</sub>	0,730	0,732	0,727	0,728	
Densità dei fumi	ρ <sub>Lc</sub>	1,160	1,131	1,214	1,209	kg/m <sup>3</sup>
Velocità dei fumi	W <sub>mc</sub>	1,95	0,39	1,86	0,36	m/s
Numero di Reynolds	Re <sub>c</sub>	18649	3528	19389	3734	
Coefficiente d'attrito per tubo rugoso	ψ <sub>c</sub>	0,038	0,048	0,038	0,048	
Coefficiente d'attrito per tubo liscio	ψ <sub>smooth,c</sub>	0,026	0,038	0,026	0,037	
Numero di Nusselt	Nu <sub>c</sub>	63,5	16,6	65,8	18,7	
Coefficiente di scambio termico liminare interno	α <sub>ic</sub>	11,41	3,05	11,39	3,25	W/(m <sup>2</sup> K)
Trasmittanza	k <sub>c</sub>	4,47	2,16	2,78	1,73	W/(m <sup>2</sup> K)
Coefficiente di raffreddamento	K <sub>c</sub>	0,731	1,820	0,456	1,462	
Temperatura media dei fumi	T <sub>mc</sub>	16,2	23,7	3,3	4,5	°C
Temperatura media sulla parete esterna	T <sub>ma</sub>	24,4	28,8	2,0	2,0	°C
Temperatura dei fumi all'uscita	T <sub>ec</sub>	20,6	27,8	2,9	2,8	°C
Temp. sulla parete interna all'uscita del camino	T <sub>iob</sub>	24,4	29,4	2,2	1,3	°C

**CALCOLO PRESSIONI**

<b>Caso</b>		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	
Pressione di alimentazione positiva al generatore	$P_{Wo}$	30,0	30,0	30,0	30,0	Pa
Resistenze dell'aria comburente	$P_B$	4,0	4,0	4,0	4,0	Pa
Pressione del vento	$P_{wind}$	0,0	0,0	0,0	0,0	Pa

Canale da fumo

<b>Caso</b>		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	
Pressione statica	$P_{Hv}$	-0,5	-0,4	0,1	0,1	Pa
Pressione per variazione di velocità	$P_{Gv}$	-10,4	-0,4	-10,4	-0,4	Pa
Resistenze	$P_{Rv}$	3,2	0,2	3,0	0,2	Pa
Pressione necessaria nella sez. di ingresso fumi	$P_{Zoe}$	22,4	25,4	23,1	25,9	Pa
$P_{ZOe} = P_{WO} - P_B + P_{Hv} - P_{Rv}$						

Camino

<b>Caso</b>		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	
Pressione statica	$P_{Hc}$	-6,2	-2,7	2,1	2,7	Pa
Pressione per variazione di velocità	$P_{Gc}$	-2,1	-0,1	-2,0	-0,1	Pa
Resistenze	$P_{Rc}$	12,0	0,6	11,4	0,5	Pa
Pressione nella sezione ingresso fumi	$P_{ZO}$	18,2	3,2	9,3	-2,2	Pa
$P_{ZO} = P_{Rc} - P_{Hc} + P_{wind}$						

**VERIFICHE SECONDO NORMA UNI EN 13384-1**CASO A - Verifica tiraggio a potenza massima

3: $P_{ZO}$	$\leq$	$P_{Zoe}$	18,2	$\leq$	22,4	SI
4: $P_{ZO}$	$\leq$	$P_{Zc,Excess}$	18,2	$\leq$	200,0	SI
5: $P_{ZO} + P_{Rv} - P_{Hv}$	$\leq$	$P_{Zv,Excess}$	21,9	$\leq$	200,0	SI

CASO B - Verifica tiraggio a potenza minima

8: $P_{ZO}$	$\leq$	$P_{Zoe}$	3,2	$\leq$	25,4	SI
9: $P_{ZO}$	$\leq$	$P_{Zc,Excess}$	3,2	$\leq$	200,0	SI
10: $P_{ZO} + P_{Rv} - P_{Hv}$	$\leq$	$P_{Zv,Excess}$	3,8	$\leq$	200,0	SI

CASO C - Verifica temperatura all'uscita del camino a potenza massima

11: $T_{iob}$	$\geq$	$T_g$	2	$\geq$	0	SI
(camino funzionante a umido)						

CASO D - Verifica temperatura all'uscita del camino a potenza minima

12: $T_{iob}$	$\geq$	$T_g$	1	$\geq$	0	SI
(camino funzionante a umido)						

**TUTTE LE VERIFICHE SONO POSITIVE**

REALIZZAZIONE DI IMPIANTO DI RISCALDAMENTO  
CONDOMINIO VIA ELVIO PERTINACE civ. 6B  
LOCALITA' SANT' ERMETE

PROGETTO ESECUTIVO

ALLEGATO

DIMENSIONAMENTO RETE ADDUZIONE GAS  
CENTRALE TERMICA



TECNICO:  
Ing. MIMOZA LICAJ

DATA  
giugno 2016

RELAZIONE DI CALCOLO  
EC641 - RETI GAS

EDIFICIO : *Edificio di civile abitazione*

INDIRIZZO : *Via Elvio Pertinace civ. 6B*  
*Loc. Sant' Ermete Vado Ligure (SV)*

IMPIANTO : *Impianto adduzione gas centrale termica*

COMMITTENTE : *A.R.T.E. di Savona*

INDIRIZZO : *Via Aglietto, 90 - Savona*

## DATI INPUT

### LOCALITA'

Comune *VADO LIGURE*  
Provincia *SAVONA*  
Altitudine *12* m  
Pressione assoluta *1011,812* mbar

### TIPO DI GAS

Gas *Metano*  
Potere calorifico superiore *39,83* MJ/Nm<sup>3</sup>  
Potere calorifico inferiore *35,89* MJ/Nm<sup>3</sup>  
Temperatura critica *-82,57* °C  
Pressione critica *46040* mbar

### CARATTERISTICHE RETE

Temperatura di calcolo *15* °C  
Pressione di alimentazione *40* mbar  
*Bassa pressione*

### PARAMETRI DI CALCOLO

Calcolo con recupero di statica *No*  
Velocità massima calcolata *3,14* m/s  
Differenza di pressione massima calcolata *0,868* mbar

### ELENCO UTENZE

Utenza	Potenza termica [ kW ]	Portata [ Nm <sup>3</sup> /h ]
<i>Caldaia</i>	<i>65</i>	<i>6,52</i>
<b>TOTALE</b>	<b>65</b>	<b>6,52</b>

## SCHEMA RETE

Nodo iniziale	Nodo finale	Lungh. [m]	DN [mm]	Descrizione	Utenza	Potenza [kW]	Portata [m <sup>3</sup> /h]	n. curve	n. tee
1	2	10,45	25	UNI EN 10255:2007 - Tubi di acciaio - serie media	Caldaia	65	6,52	7	0

DATI TUBAZIONI

Nodo iniz.	Nodo fin.	Lungh. [m]	Quota fin. [m]	Cod. tub.	Descrizione tubazione	DN	Ø int. [mm]	Ø est. [mm]	Port. [Nm <sup>3</sup> /h]	Vel [m/s]	Dp totali [mbar]
1	2	10,45	2,55	e16506	UNI EN 10255:2007 - Tubi di acciaio - serie media	25	27,3	33,7	6,52	3,14	0,868

**DATI UTENZE**

Nodo	Quota [m]	Descrizione	Potenza termica [kW]	Portata [Nm <sup>3</sup> /h]	Dp totali [mbar]	Press. residua [mbar]
2	2,55	Caldaia	65	6,52	0,868	39,132

## COMPUTI

### COMPUTO TUBAZIONI

Cod. tubo	Descrizione	Ø nom.	Ø int. [mm]	Ø est. [mm]	Lungh. tot. [m]	Massa tot. [kg]	Cont. gas [dm <sup>3</sup> ]
e16506	UNI EN 10255:2007 - Tubi di acciaio - serie media	25	27,3	33,7	10,45	25,15	6,12

TOTALE 10,45 25,15 6,12

### COMPUTO UTENZE

Descrizione	Potenza termica [kW]	Portata [Nm <sup>3</sup> /h]	Num.
Caldaia	65	6,52	1

TOTALE 65 6,52 1

### COMPUTO CURVE

Cod. tubo	Descrizione	Angolo curva	DN	Num.
e16506	Curva	75	25	1
e16506	Curva	90	25	3
e16506	Curva	-	25	3

LAVORI DI STRAORDINARIA MANUTENZIONE  
IMMOBILE VIA ELVIO PERTINACE civ. 6B  
LOCALITA' SANT' ERMETE  
COMUNE DI VADO LIGURE

PROGETTO ESECUTIVO

ALLEGATO

DIMENSIONAMENTO DISPOSITIVI ISPEL  
IMPIANTO TERMICO A VASO CHIUSO  
secondo Raccolta R 2009

TECNICO:  
Ing. MIMOZA LICAJ



DATA  
giugno 2016

*Dimensionamento dispositivi ISPEL  
(vaso chiuso)*

Progettazione e verifica secondo Raccolta R (ed. 2009)

EDIFICIO

*Edificio di civile abitazione - Via Pertinace, civ. 6B - Loc.  
Sant' Ermete - Vado Ligure (SV)*

COMMITTENTE

*A.R.T.E. di Savona - Via Aglietto, 90 - Savona*

IMPIANTO

*Impianto termico centralizzato*

*A.R.T.E. Servizi Integrati s.r.l. - Ing. Mimoza Licaj  
Via Aglietto, 90 - 17100 Savona*

## DATI GENERALI

Impianto		<i>A VASO CHIUSO</i>
Tipo intervento		<i>NUOVO</i>
Vaso chiuso per l'impianto		<i>SI</i>
Vaso chiuso sui circuiti secondari		<i>NO</i>
Pressione atmosferica	$P_a$	<i>1,01</i> bar
Temperatura massima ammissibile	$T_m$	<i>95,0</i> °C
Altezza idrostatica impianto	$H_i$	<i>11,0</i> m
Anno di installazione		<i>2012</i>

### Elenco componenti obbligatori

- Generatore di calore
- Vaso di espansione chiuso
- Valvola di sicurezza
- Manometro con rubinetto a flangia per manometro di controllo
- Termostato di blocco
- Pressostato di blocco (non richiesto negli impianti utilizzatori collegati ad impianti solari)
- Valvola di intercettazione combustibile o di scarico termico
- Dispositivo di protezione per la pressione minima
- Termostato di regolazione
- Termometro
- Pozzetto per termometro di controllo

### Nota:

Qualora i generatori di calore non siano provvisti di tutti i dispositivi, quelli mancanti possono essere installati sulla tubazione di mandata del generatore, entro una distanza, all'esterno del mantello, non superiore a 1 metro (Raccolta R2009 – CAP. R.3.B).

## DATI GENERATORI DI CALORE

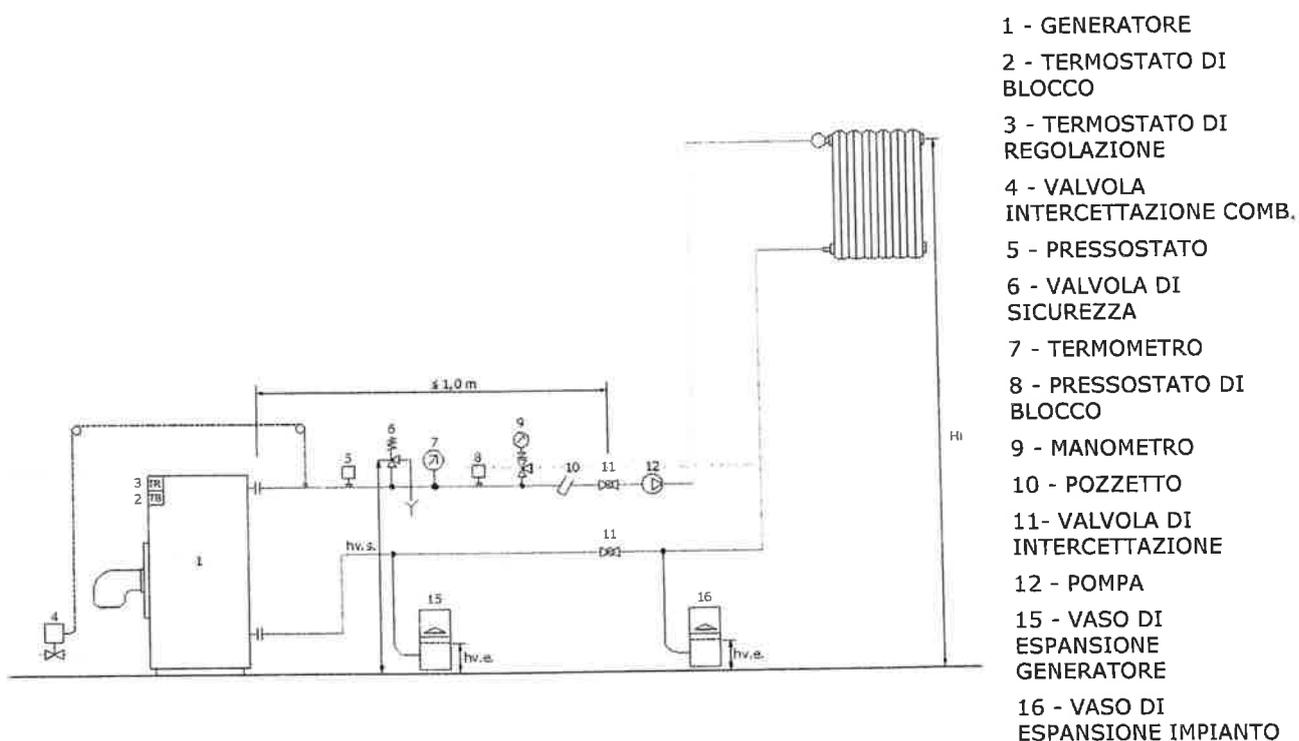
### Caratteristiche generatore 1

Marca	<i>PARADIGMA (o similare)</i>		
Serie	<i>MODULA</i>		
Modello	<i>MODULA III 65</i>		
Generatore modulare	<i>NO</i>		
numero gruppo	<i>-</i>		
descrizione gruppo	<i>-</i>		
Potenza al focolare	$Q_F$	<i>62,0</i>	<i>kW</i>
Potenza utile	$Q_U$	<i>61,0</i>	<i>kW</i>
Pressione max esercizio	$P_{eg}$	<i>4,00</i>	<i>bar</i>
Tipo ISPESL		<i>V</i>	
Contenuto acqua		<i>7</i>	<i>litri</i>
Codice combustibile		<i>4</i>	<i>Metano</i>
Potere calorifico		<i>34,00</i>	<i>MJ/Nm<sup>3</sup></i>

## DIMENSIONAMENTO DISPOSITIVI Generatore 1

### Dati generatore 1

Marca	PARADIGMA (o similare)		
Serie	MODULA		
Modello	MODULA III 65		
Potenza al focolare	$Q_F$	62,0	kW
Potenza utile	$Q_U$	61,0	kW
Contenuto d'acqua del circuito	$V_a$	50	litri



### Dati valvola di sicurezza

Marca	CALEFFI (o similare)		
Modello	527435		
Altezza valvola	$H_{vs}$	-0,5	m
Numero valvole	$N_s$	1	
Potenza utile valvola	$Q_v$	184,9	kW
Potenza totale valvole	$Q_{tv}$	184,9	kW
Pressione taratura	$P_t$	3,50	bar
Sovrapressione apertura	$S_p$	10	%
Diametro valvola	$D_v$	1/2"	
Diametro orifizio	$D_o$	15,0	mm
Diametro tubazione uscita	$\varnothing_{sc}$	3/4"	
Sezione netta	$A$	1,7671	cm <sup>2</sup>
Coefficiente efflusso	$K$	0,79	
Pressione scarico	$P_{sc}$	3,85	bar
Dp per quota	$d_q$	0,10	bar

### Verifiche valvola di sicurezza

Portata scarico vapore	$W$	$\geq$	$Q_u/0.58$	kg/h	316,1	$\geq$	105,2	SI
Potenza termica scaricabile	$Q_{tv}$	$\geq$	$Q_u$	kW	184,9	$\geq$	61,0	SI
Sovrapressione apertura	$S_p$	$\leq$	20%		10	$\leq$	20	SI
Scarto chiusura	$S_c$	$\leq$	20%		20	$\leq$	20	SI
Pressione esercizio generatore	$P_{eg}$	$\geq$	$P_{sc}$	bar	4,00	$\geq$	3,85	SI
Diametro orifizio	$D_o$	$\geq$	15	mm	15,0	$\geq$	15,0	SI
Numero valvole	$N_s$	$\geq$	1		1	$\geq$	1	SI

### Caratteristiche pressostato di blocco

Riduzione taratura	$D_{pr}$	0,2	bar
Pressione taratura	$P_{pr}$	3,30	bar

### Caratteristiche manometro

Fondoscala manometro	6,0	bar
----------------------	-----	-----

### Caratteristiche vaso di espansione 1

Marca	WATTS CAZZANIGA (o similare)		
Capacità	$V_n$	8,0	litri
Pressione	$P_{ev}$	4,00	bar
Altezza vaso	$H_{ve}$	-1,5	m

### Altri dati vaso di espansione

Numero totale vasi	$N$	1	
Capacità totale vasi	$V_{n,ad}$	8,0	litri
Pressione taratura	$P_t$	3,50	bar
Sovrapressione apertura	$S_p$	10	%
Diametro tubo di collegamento	$D_t$	21,7	mm
Raggio di curvatura	$R_t$	32,6	mm
Pressione precarica vaso	$P_{i,rel}$	1,73	bar
Volume di espansione	$V_e$	1,9	litri

### Calcolo pressioni vaso di espansione

	Valori assoluti			Valori relativi		
Pressione iniziale	$P_{i,ass}$	2,74	bar	$P_{i,rel}$	1,73	bar
Pressione finale (proposta)	$P_{f,ass}'$	4,61	bar	$P_{f,rel}'$	3,60	bar
Pressione finale (adottata)	$P_{f,ass}$	3,60	bar	$P_{f,rel}$	2,59	bar

### Verifiche vaso di espansione

Pressione iniziale assoluta	$P_{i,ass}$	$\geq$	1,5	bar	2,74	$\geq$	1,50	SI
Pressione max esercizio vaso	$P_{ev,ad}$	$\geq$	$P_{ev,prop}$	bar	4,00	$\geq$	3,95	SI
Pressione max esercizio vaso	$P_{ev,ad}$	$\geq$	$P_{f,rel\ eff}$	bar	4,00	$\geq$	2,59	SI
Aumento press. precarica vaso	$P_r$	$\geq$	0,15	bar	0,50	$\geq$	0,15	SI
Capacità vaso	$V_{n,ad}$	$\geq$	$V_{n,prop}$	litri	8	$\geq$	5	SI
Diametro	$D_{t,ad}$	$\geq$	$D_{t,prop}$	mm	21,7	$\geq$	18,0	SI
Raggio curvatura	$R_{t,ad}$	$\geq$	$1,5 * D_{t,ad}$	mm	32,6	$\geq$	32,6	SI
Pressione esercizio	$P_{ev}$	$\geq$	$P_{sc} + d_q$	bar	4,00	$\geq$	3,95	SI

#### Caratteristiche valvola intercettazione combustibile

Marca	<i>WATTS CAZZANIGA (o similare)</i>		
Modello	<i>NVFN 20</i>		
Misura		<i>3/4"</i>	
Numero valvole		<i>1</i>	
Moltiplicatore portata	MP	<i>1</i>	
Dp effettivo	Dp <sub>e</sub>	<i>11,57</i>	daPa
Dp ammissibile	Dp <sub>a</sub>	<i>20</i>	daPa

#### Caratteristiche dispositivo di protezione livello minimo

Tipologia	<i>Pressostato</i>		
Descrizione	<i>CALEFFI - 625000 (o similare)</i>		
Misura		<i>1/4"</i>	
Taratura		<i>0,7</i>	bar

## DIMENSIONAMENTO VASO DI IMPIANTO

### Caratteristiche vaso di espansione 1

Marca	WATTS CAZZANIGA (o similare)		
Modello	80 lt		
Capacità	$V_n$	80,0	litri
Pressione	$P_{ev}$	6,00	bar
Altezza vaso	$H_{ve}$	-1,5	m
Contenuto acqua circuito	$V_a$	800	litri

### Altri dati vaso di espansione

Numero totale vasi	$N$	1
Capacità totale vasi	$V_{n,ad}$	80,0 litri
Pressione taratura	$P_t$	3,50 bar
Sovrapressione apertura	$S_p$	10 %
Diametro tubo di collegamento	$D_t$	21,7 mm
Raggio di curvatura	$R_t$	32,6 mm
Pressione precarica vaso	$P_{i,rel}$	1,73 bar
Volume di espansione	$V_e$	30,6 litri

### Calcolo pressioni vaso di espansione

	Valori assoluti			Valori relativi		
	Pressione iniziale	$P_{i,ass}$	2,74	bar	$P_{i,rel}$	1,73
Pressione finale (proposta)	$P_{f,ass'}$	4,61	bar	$P_{f,rel'}$	3,60	bar
Pressione finale (adottata)	$P_{f,ass}$	4,44	bar	$P_{f,rel}$	3,43	bar

### Verifiche vaso di espansione

Pressione iniziale assoluta	$P_{i,ass}$	$\geq$	1,5	bar	2,74	$\geq$	1,50	SI
Pressione max esercizio vaso	$P_{ev,ad}$	$\geq$	$P_{ev,prop}$	bar	6,00	$\geq$	3,95	SI
Pressione max esercizio vaso	$P_{ev,ad}$	$\geq$	$P_{f,rel\ eff}$	bar	6,00	$\geq$	3,43	SI
Aumento press. precarica vaso	$P_r$	$\geq$	0,15	bar	0,50	$\geq$	0,15	SI
Capacità vaso	$V_{n,ad}$	$\geq$	$V_{n,prop}$	litri	80	$\geq$	76	SI
Diametro	$D_{t,ad}$	$\geq$	$D_{t,prop}$	mm	21,7	$\geq$	18,0	SI
Raggio curvatura	$R_{t,ad}$	$\geq$	$1,5 * D_{t,ad}$	mm	32,6	$\geq$	32,6	SI

LAVORI DI STRAORDINARIA MANUTENZIONE  
IMMOBILE VIA ELVIO PERTINACE civ. 6B  
LOCALITA' SANT' ERMETE  
COMUNE DI VADO LIGURE

PROGETTO ESECUTIVO

ALLEGATO

DIMENSIONAMENTO IMPIANTO SOLARE TERMICO  
PER INTEGRAZIONE DI RISCALDAMENTO E  
PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA

TECNICO:

Ing. MIMOZA LICAJ



DATA

giugno 2016

**RELAZIONE TECNICA IMPIANTO SOLARE TERMICO**  
(secondo UNI EN 15316-4- 3)

**DATI GENERALI**

Edificio	Edificio di civile abitazione Via Elvio Pertinace civ. 6B - Loc. Sant Ermete - Vado Ligure (SV)
Committente	A.R.T.E. di Savona Via Aglietto, 90 - Savona
Progettista	Ing. Mimoza Licaj VIA AGLIETTO, 90 - 17100 SAVONA

**DATI CLIMATICI**

Comune	VADO LIGURE
Provincia	SV
Latitudine Nord	44° 16'
Longitudine Est	8° 26'
Altitudine slm	12 m
Zona climatica	D
Gradi giorno	1463
Temperatura esterna di progetto	0 °C

Temperature esterne medie mensili [°C]

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
	6,5	8,4	11,3	14,5	18,0	22,1	24,8	24,5	21,8	16,8	11,8	8,1

Irradiazione solare giornaliera media mensile [MJ/m<sup>2</sup>]

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
OR	5,6	8,3	12,5	16,5	19,3	20,8	23,4	19,1	15,0	10,2	6,3	5,0
NE	2,1	3,3	5,6	8,2	10,3	11,4	12,4	9,7	6,9	4,2	2,3	1,8
E	4,6	6,4	9,1	11,3	12,6	13,3	15,3	12,9	10,7	7,8	5,1	4,1
SE	7,9	9,7	11,4	11,9	11,7	11,6	13,4	12,9	12,6	11,2	8,6	7,5
S	10,1	11,4	12,0	10,6	9,5	9,2	10,4	10,8	12,5	13,0	10,9	9,7
SO	7,9	9,7	11,4	11,9	11,7	11,6	13,4	12,9	12,6	11,2	8,6	7,5
O	4,6	6,4	9,1	11,3	12,6	13,3	15,3	12,9	10,7	7,8	5,1	4,1
NO	2,1	3,3	5,6	8,2	10,3	11,4	12,4	9,7	6,9	4,2	2,3	1,8
N	1,9	2,6	3,8	5,4	7,5	8,9	9,0	6,3	4,3	3,0	2,0	1,7

Irradianza media sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione 270,8 W/m<sup>2</sup>

**TIPOLOGIA IMPIANTO**

Servizio a cui è predisposto il collettore solare	Produzione acqua calda sanitaria
% minima di copertura per la produzione di acqua calda	50,0 %
Tipologia impianto	Collettori a servizio dell'intero edificio

**ZONA 1 : Appartamento****FABBISOGNO PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA**Tipo di calcolo : Specifica tecnica UNI/TS 11300-2Categoria DPR 412/93 : E.1 (1) Abitazioni adibite a residenza con carattere continuativoRendimento di erogazione : 95 %

Rendimento di distribuzione :

Sistema autonomo &lt; 35 kW

Si

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$\eta_{w,d}$	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0

Rendimento di accumulo :

Volume di accumulo

51-200

litri

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$\eta_{w,s}$	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3

Fattore di riduzione per gestione autonoma

1

Tabella riassuntiva del fabbisogno per acqua calda sanitaria:

Mese	Fabbisogno acqua calda sanitaria $V'w$ [l/g]	Fabbisogno di energia ideale $Q_{h,w}$ [MJ]	Fabbisogno di energia utile $Q_{p,w}$ [MJ]
Gennaio	93	295	515
Febbraio	93	295	515
Marzo	93	295	515
Aprile	93	295	515
Maggio	93	295	515
Giugno	93	295	515
Luglio	93	295	515
Agosto	93	295	515
Settembre	93	295	515
Ottobre	93	295	515
Novembre	93	295	515
Dicembre	93	295	515
TOTALE	1110	3537	6180

## ZONA 2 : Appartamento

### FABBISOGNO PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

Tipo di calcolo : Specifica tecnica UNI/TS 11300-2

Categoria DPR 412/93 : E.1 (1) Abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo

Rendimento di erogazione : 95 %

Rendimento di distribuzione :

Sistema autonomo < 35 kW

Si

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$\eta_{w,d}$	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0

Rendimento di accumulo :

Volume di accumulo

51-200

litri

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$\eta_{w,s}$	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3

Fattore di riduzione per gestione autonoma

1

Tabella riassuntiva del fabbisogno per acqua calda sanitaria:

Mese	Fabbisogno acqua calda sanitaria $V'w$ [l/g]	Fabbisogno di energia ideale $Q_{h,w}$ [MJ]	Fabbisogno di energia utile $Q_{p,w}$ [MJ]
Gennaio	93	295	515
Febbraio	93	295	515
Marzo	93	295	515
Aprile	93	295	515
Maggio	93	295	515
Giugno	93	295	515
Luglio	93	295	515
Agosto	93	295	515
Settembre	93	295	515
Ottobre	93	295	515
Novembre	93	295	515
Dicembre	93	295	515
TOTALE	1110	3537	6180

**ZONA 3 : Appartamento****FABBISOGNO PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA**Tipo di calcolo : Specifica tecnica UNI/TS 11300-2Categoria DPR 412/93 : E.1 (1) Abitazioni adibite a residenza con carattere continuativoRendimento di erogazione : 95 %

Rendimento di distribuzione :

Sistema autonomo < 35 kW Si

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$\eta_{w,d}$	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0

Rendimento di accumulo :

Volume di accumulo 51-200 litri

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$\eta_{w,s}$	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3

Fattore di riduzione per gestione autonoma 1

Tabella riassuntiva del fabbisogno per acqua calda sanitaria:

Mese	Fabbisogno acqua calda sanitaria $V \cdot w$ [l/g]	Fabbisogno di energia ideale $Q_{h,w}$ [MJ]	Fabbisogno di energia utile $Q_{p,w}$ [MJ]
Gennaio	93	295	515
Febbraio	93	295	515
Marzo	93	295	515
Aprile	93	295	515
Maggio	93	295	515
Giugno	93	295	515
Luglio	93	295	515
Agosto	93	295	515
Settembre	93	295	515
Ottobre	93	295	515
Novembre	93	295	515
Dicembre	93	295	515
TOTALE	1110	3537	6180

**ZONA 4: Appartamento****FABBISOGNO PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA**Tipo di calcolo : Specifica tecnica UNI/TS 11300-2Categoria DPR 412/93 : E.1 (1) Abitazioni adibite a residenza con carattere continuativoRendimento di erogazione : 95 %

Rendimento di distribuzione :

Sistema autonomo < 35 kW Si

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$\eta_{w,d}$	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0

Rendimento di accumulo :

Volume di accumulo 51-200 litri

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$\eta_{w,s}$	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3

Fattore di riduzione per gestione autonoma 1

Tabella riassuntiva del fabbisogno per acqua calda sanitaria:

Mese	Fabbisogno acqua calda sanitaria $V'w$ [l/g]	Fabbisogno di energia ideale $Q_{h,w}$ [MJ]	Fabbisogno di energia utile $Q_{p,w}$ [MJ]
Gennaio	93	295	515
Febbraio	93	295	515
Marzo	93	295	515
Aprile	93	295	515
Maggio	93	295	515
Giugno	93	295	515
Luglio	93	295	515
Agosto	93	295	515
Settembre	93	295	515
Ottobre	93	295	515
Novembre	93	295	515
Dicembre	93	295	515
TOTALE	1110	3537	6180

**ZONA 5 : Appartamento****FABBISOGNO PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA**Tipo di calcolo : Specifica tecnica UNI/TS 11300-2Categoria DPR 412/93 : E.1 (1) Abitazioni adibite a residenza con carattere continuativoRendimento di erogazione : 95 %

Rendimento di distribuzione :

Sistema autonomo < 35 kW Si

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$\eta_{w,d}$	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0

Rendimento di accumulo :

Volume di accumulo 51-200 litri

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$\eta_{w,s}$	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3

Fattore di riduzione per gestione autonoma 1

Tabella riassuntiva del fabbisogno per acqua calda sanitaria:

Mese	Fabbisogno acqua calda sanitaria $V'w$ [l/g]	Fabbisogno di energia ideale $Q_{h,w}$ [MJ]	Fabbisogno di energia utile $Q_{p,w}$ [MJ]
Gennaio	93	295	515
Febbraio	93	295	515
Marzo	93	295	515
Aprile	93	295	515
Maggio	93	295	515
Giugno	93	295	515
Luglio	93	295	515
Agosto	93	295	515
Settembre	93	295	515
Ottobre	93	295	515
Novembre	93	295	515
Dicembre	93	295	515
TOTALE	1110	3537	6180

**ZONA 6: Appartamento****FABBISOGNO PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA**Tipo di calcolo : Specifica tecnica UNI/TS 11300-2Categoria DPR 412/93 : E.1 (1) Abitazioni adibite a residenza con carattere continuativoRendimento di erogazione : 95 %

Rendimento di distribuzione :

Sistema autonomo < 35 kW Si

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$\eta_{w,d}$	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0	87,0

Rendimento di accumulo :

Volume di accumulo 51-200 litri

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
$\eta_{w,s}$	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3	69,3

Fattore di riduzione per gestione autonoma 1

Tabella riassuntiva del fabbisogno per acqua calda sanitaria:

Mese	Fabbisogno acqua calda sanitaria $V'w$ [l/g]	Fabbisogno di energia ideale $Q_{h,w}$ [MJ]	Fabbisogno di energia utile $Q_{p,w}$ [MJ]
Gennaio	93	295	515
Febbraio	93	295	515
Marzo	93	295	515
Aprile	93	295	515
Maggio	93	295	515
Giugno	93	295	515
Luglio	93	295	515
Agosto	93	295	515
Settembre	93	295	515
Ottobre	93	295	515
Novembre	93	295	515
Dicembre	93	295	515
TOTALE	1110	3537	6180

## DATI IMPIANTO SOLARE

Dati piano di posa		
Superficie disponibile	20	m <sup>2</sup>
Inclinazione rispetto al piano orizzontale ( $\alpha$ )	30 °	
Coefficiente di riflessione ( $\rho$ )	0	
Descrizione ombreggiamento	(nessuno)	
Numero di collettori solari	2	
Dati posizionamento pannelli		
Orientamento rispetto al Sud ( $\gamma$ )	0 °	
Inclinazione rispetto al piano orizzontale ( $\beta$ )	30 °	
Inclinazione rispetto al piano di posa ( $\theta$ )	0 °	
Dati collettore solare		
Descrizione	Pannello solare sottovuoto	
Tipo	Circolazione forzata	
Superficie di apertura del singolo collettore	4	m <sup>2</sup>
Superficie lorda	4,37	m <sup>2</sup>
Superficie occupata	4,370	m <sup>2</sup>
Dati efficienza impianto		
Fattore angolare IAM	0,98	
Coefficiente di perdita lineare a1	0,749	W/m <sup>2</sup> K
Coefficiente di perdita quadratico a2	0,005	W/m <sup>2</sup> K <sup>2</sup>
Efficienza del collettore $\eta_0$	0,644	
Efficienza del circuito $\eta_{loop}$	0,9	
Dati tubazioni		
Coefficiente perdita globale tubazioni fra il collettore e l'accumulo ( Convenzionale)	9,000	W/K
Dati pompa		
Potenza elettrica assorbita (valore tipico)	33	W
Ore di funzionamento annue	2000	h
Dati accumulo		
Tipologia accumulo	Termico	
Accumulo 1		
Volume nominale dell'accumulo	958	litri
Servizio a cui è predisposto l'accumulo	Acqua calda sanitaria	

## RISULTATI DEI CALCOLI

Numero di collettori solari

2

### Acqua calda sanitaria

Mese	Irradiazione mensile [ kWh/m <sup>2</sup> ]	Fabbisogno di energia utile [ kWh ]	Produzione del collettore solare [ kWh ]	Percentuale di copertura [ % ]
Gennaio	80,76	858	277	32,32
Febbraio	92,21	858	328	38,25
Marzo	132,03	858	464	54,11
Aprile	145,48	858	514	59,84
Maggio	159,60	858	560	65,27
Giugno	159,79	858	568	66,17
Luglio	189,28	858	655	76,33
Agosto	167,54	858	593	69,10
Settembre	145,72	858	524	61,10
Ottobre	121,25	858	436	50,85
Novembre	84,42	858	300	35,00
Dicembre	76,56	858	264	30,72
<b>TOTALE</b>	<b>1554,64</b>	<b>10300</b>	<b>5485</b>	<b>53,26</b>

Verifica superficie disponibile

POSITIVA

Superficie totale occupata dai pannelli

8,74 m<sup>2</sup>

Superficie disponibile

20,00 m<sup>2</sup>

Verifica di copertura acqua calda sanitaria

POSITIVA

% di copertura dei collettori

53,26 %

% minima richiesta

50,00 %

Emissioni di CO<sub>2</sub> evitate

1096 kg/anno

Consumo annuale di energia elettrica:

132,00 kWh