

**Ing. Fabio LATINI**

*Str. della Costarella 6 podere Palazzo*

*53035 - Monteriggioni (SI)*

*Tel. 328.5647670*

**COMUNE DI CASTELNUOVO VAL DI**

**CECINA**

*Via Verdi n. 13*

*Castelnuovo Val di Cecina (PI)*

**UNITA' DI RISCALDAMENTO  
CASE SPARSE**  
*Versione Finale*

**Progetto Esecutivo  
Relazione Tecnica**

Progetto redatto da:

**Ing. Fabio Latini**

<b>Codice progetto</b>	<b>N° DOC</b>	<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	<b>Eseguito</b>	<b>Controllato</b>	<b>Approvato</b>	<b>Foglio</b>
T03-2013	T03-2013/ELC01	0	02/12/13	FL	FL	F.LATINI	1 di 22

## Indice

.....	3
<b>1 LEGENDA.....</b>	<b>4</b>
<b>2 CONSIDERAZIONI GENERALI.....</b>	<b>4</b>
2.1 Norme di riferimento .....	5
<b>3 ANALISI DEL FABBISOGNO TERMICO MEDIO E DIMENSIONAMENTO DELL'UNITÀ MOBILE.....</b>	<b>5</b>
3.1 Zona Climatica Secondo la Legge n°10/1991 e Periodo di Funzionamento dell'Impianto.....	5
3.2 Bilancio termico per l'utente tipo.....	5
3.3 Scelta del combustibile ed autonomia.....	6
<b>4 CARATTERISTICHE TECNICHE DEL MODULO.....</b>	<b>7</b>
4.1 Telaio portante.....	7
4.1.1 Basamento portante.....	8
4.1.2 Tramoggia combustibile.....	8
4.1.3 Intelaiatura di supporto rivestimento e copertura.....	8
4.2 Rivestimento.....	8
4.3 Caldaia.....	8
4.4 Sezione idraulica.....	10
4.4.1 Circolatore.....	11
4.4.2 Valvola di sicurezza.....	11
4.4.3 Vaso di espansione di sottosistema .....	12
4.4.4 Dimensionamento del tubo di espansione.....	12
4.4.5 Sistema di riempimento.....	13
4.4.6 Interfaccia utente.....	13
4.5 Modalità di trasporto e movimentazione.....	13
4.6 Rifornimento combustibile e messa in marcia.....	13
<b>5 POSIZIONAMENTO E CONNESSIONE ALLA RETE UTENTE.....</b>	<b>14</b>
5.1 Posizionamento.....	14
5.2 Fornitura elettrica.....	14
5.3 Equipaggiamento elettrico.....	14
5.4 Interfaccia impianto utente.....	14
5.5 Interferenze con manufatti e strutture esistenti.....	15
<b>6 CONDUZIONE.....</b>	<b>16</b>
6.1 Prima accensione.....	16

---

6.2 Operazioni di carico.....	16
6.3 Operazioni di monitoraggio.....	16
6.4 Raccolta dati.....	16
6.4.1 Sezione 1. Generalità e tipologia dell'unità abitativa servita.....	16
6.4.2 Sezione 2. Raccolta dati.....	16
6.4.3 Sezione 3. Analisi dati.....	17
<b>7 IMPATTO AMBIENTALE.....</b>	<b>17</b>
7.1 Impatto visivo.....	18
7.2 Consumo di suolo e modificazione della struttura territoriale.....	18
7.2.1.1 Consumo di suolo durante l'installazione e l'esercizio.....	18
7.3 Emissione in atmosfera durante il funzionamento dell'impianto.....	18
7.4 Inquinamento acustico.....	18
7.4.1.1 Rumore prodotto durante la fase di costruzione dell'impianto.....	18
7.4.1.2 Rumore durante il normale funzionamento dell'impianto. ....	18
7.4.1.3 Altre sorgenti di rumore saltuarie.....	18
7.4.2 Inquinamento atmosferico ed elettromagnetico dovuto ad opere di saldatura.....	20
<b>8 APPENDICI.....</b>	<b>20</b>
8.1 Appendice 1 – Stima costi di esercizio.....	21
8.2 Appendice 2 – Modello raccolta dati.....	22

## 1 Legenda

$\dot{Q}$	Fabbisogno termico
$E$	Energia
$\dot{Q}, P$	Potenza
$T, \Delta T$	Temperatura, salto di temperatura
$p, \Delta p$	Pressione
$c_p$	Calore specifico
$g$	Portata

## 2 Considerazioni generali

Il presente documento contiene la relazione tecnica generale del progetto di una unità mobile di riscaldamento, alimentata con combustibili derivati da triti di legna, per il servizio delle abitazioni non raggiunte dalla rete di teleriscaldamento nel comune di Castelnuovo di val di Cecina.

L'impiego di questa unità mobile è stato pensato come soluzione alternativa alle reti di teleriscaldamento alimentate con vapore geotermico, già ampiamente utilizzate in varie aree urbane del comune di Castelnuovo val di Cecina. Infatti, l'utilizzo di tali reti risulta economicamente vantaggioso quando la distribuzione dell'utenza si addensa in prossimità del percorso delle tubazioni (centri urbani), mentre risulta eccessivamente onerosa nel caso si debbano riscaldare abitazioni sparse, situazione tipica dell'area extraurbana del comune. I maggiori costi specifici (per unità di energia fornita) sono dovuti principalmente al costo di costruzione della rete, dipendente dalla lunghezza e dalle dimensioni delle tubazioni, ed al costo dell'energia elettrica per il lavoro di pompaggio, che aumentano (con legge pressochè quadratica) con la distanza tra l'utente e la sorgente termica.

L'unità modulare qui proposta verrà fornita in sostituzione del servizio di teleriscaldamento. Il modulo è stato pensato per essere utilizzato da un singolo utente, pertanto sarà predisposto un solo stacco.

*La versione finale del modulo recepisce i rilievi tecnici e le indicazioni progettuali emerse dal periodo di sperimentazione con i prototipi condotto dall'Amministrazione comunale nel periodo invernale 2012-2013.*

Nell'eventualità che l'utente abbia bisogno di distribuire l'acqua calda a più impianti di riscaldamento indipendenti, dovrà provvedere ad installare esternamente un doppio collettore di distribuzione.

Per il dimensionamento termoidraulico, il modulo sarà provvisto di un circolatore regolabile con tre velocità (e corrispondenti curve prevalenza/portata). L'utente finale dovrà comunicare se il sistema standard non è adeguato alle caratteristiche del proprio sistema di riscaldamento.

## 2.1 Norme di riferimento

- D.lgs. 19 agosto 2005, n. 192 (attuativo della direttiva 2002/91/CE) e successive modifiche ed integrazioni
- Decreto Ministeriale 01/12/1975 “Norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione” - Raccolta R - ediz. 1982 e successive modifiche ed integrazioni;
- NTC 2008
- Circolare 14 febbraio 1974 n 11951 del Ministero dei lavori Pubblici. “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”

## 3 Analisi del fabbisogno termico medio e dimensionamento dell'unità mobile

### 3.1 Zona Climatica Secondo la Legge n°10/1991 e Periodo di Funzionamento dell'Impianto

Ai sensi della Legge n°10/1991, del decreto attuativo D.P.R. 412 del 26/08/'93 secondo le modifiche e le integrazioni apportate dal D.P.R. 551 del 21/12/'99, e secondo l'Allegato A del suddetto decreto -Regione Toscana - Provincia di Pisa, già aggiornato con modifiche ed integrazioni apportate dai D.M. 6/8/'94 e 6/10/'97, il Comune di Castelnuovo Val di Cecina con 576 m s.l.m., rientra nella zona climatica E, presentando un numero di gradi-giorno pari a 2144, ed una durata convenzionale del periodo di riscaldamento di ore 14 giornaliere, per un periodo compreso fra il 15 ottobre ed il 15 aprile, per un totale di 182 giorni/anno. I dati climatici di riferimento per l'attuale valutazione sono riportati nella tabella 1.

Tabella 1 - Dati Climatici

Fascia	Gradi Giorno	Periodo di riscaldamento giornaliero	Numero di ore massimo
A	Inferiore a 600	1.12 - 15.3	6
B	601 - 900	1.12 - 31.3	8
C	901 - 1400	15.11 - 31.3	10
D	1401 - 2100	1.11 - 15.4	12
E	2101 - 3000	15.10 - 15.4	14
F	Superiore a 3000	Nessuna limitazione	Nessuna limitazione

### 3.2 Bilancio termico per l'utente tipo

Per la sperimentazione in oggetto, sono state fissate le caratteristiche dell'abitazione tipo:

	MIN	MAX
Superficie (m2)	80	120

Volume (m3)	220	400
Classe energetica	G o superiore	

In base ai dati in tabella 1, con una caldaia a biomassa dalla **potenza termica nominale Q=30 kW**, corrispondente alla taglia inferiore disponibile sul mercato per la tipologia di caldaia descritta, è possibile fornire un'energia complessiva, su base annuale, pari a:

$$\tilde{E}_y = Q \times E_g \times 14 = 30 \times 180 \times 24 = 75600 \text{ kWh}$$

Considerando l'edificio di riferimento, avente una superficie di 120 m<sup>2</sup>, ed un volume di 400 m<sup>3</sup>, ed assumendo come classe energetica la peggiore ammessa in sperimentazione (involucro termicamente non efficiente), si ottiene un fabbisogno energetico annuo pari a<sup>1</sup>:

$$\tilde{E}_G \geq 120 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \text{ anno}} \times 120 \text{ m}^2 = 21000 \frac{\text{kWh}}{\text{anno}}$$

La potenza prescelta è quindi sufficiente dal punto di vista del puro bilancio energetico annuale. Per quanto riguarda la potenza di picco, si può stimare sufficiente una potenza specifica pari a 45 W/m<sup>3</sup>, ottenendo una potenza totale di picco pari a

$$\dot{Q}_{PEAK,S} = 135.0 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \times 120 \text{ m}^2 = 16,2 \text{ kW}$$

Ripetendo il calcolo utilizzando una potenza volumetrica di 45 W/m<sup>3</sup> su un volume riscaldato di 400 m<sup>3</sup>, si ottiene:

$$\dot{Q}_{PEAK,V} = 45.0 \frac{\text{W}}{\text{m}^3} \times 400 \text{ m}^3 = 18,0 \text{ kW}$$

La taglia prescelta verifica entrambe le condizioni, pertanto la potenza nominale di progetto è pari a

$$\dot{Q}_{PEAK} = \text{MAX} (\dot{Q}_{PEAK,S}, \dot{Q}_{PEAK,V}) = 18,0 \text{ kW}$$

### 3.3 Scelta del combustibile ed autonomia

Da un'analisi della disponibilità di combustibili derivati da scarti legnosi e simili, condotta sul territorio del comune del Castelnuovo Val di Cecina e zone limitrofe, si è scelto di utilizzare una caldaia alimentabile sia con pellet o cippato di legna, sia con altri residui legnosi, quali il nocciolino d'oliva essiccato. Tra in numerosi modelli di caldaia disponibili sul mercato, la scelta è stata determinata dalla capacità del sistema di alimentazione di funzionare correttamente con tutti i tipi di combustibile elencati.

Per il dimensionamento del serbatoio del combustibile, è stata stabilita, di concerto con l'amministrazione comunale, un'autonomia base stimabile in almeno 10 giorni di funzionamento nelle condizioni di massimo consumo. Nella tabella seguente le specifiche generali del sistema.

<sup>1</sup> d.lgs. 19 agosto 2005, n. 192 (attuativo della direttiva 2002/91/CE) e successive modifiche ed integrazioni

DATI UTENTE DI RIFERIMENTO		U.D.M.	NOTE
Superficie	120.00	m <sup>2</sup>	
altezza media	3.33	m	
Volume	400.00	m <sup>3</sup>	
Potenza termica volumetrica	45.00	W/m <sup>3</sup>	
Potenza termica di picco	18.00	kW	
Classe Energetica	G		
Consume energetico annuale specifico	175.00	kWh/m <sup>2</sup>	
Giorni di riscaldamento	185.00		
Ore giornaliere di riscaldamento	14.00		
Energia annuale	21000.00	kWh/anno	
“	75600.00	MJ	
COMBUSTIBILE	Cippato di legna		
p.c.i	10.95	MJ/kg	
	3.04	kWh/kg	
	2619.13	kCal/kg	
FABBISOGNO			
Consumo annuo	6905.39	kg	
Densità per pezzatura < 30 mm	307.50	kg/m <sup>3</sup>	umidità < 35%
Consumo giornaliero	37.33	kg/giorno	
Consumo volumetrico giornaliero	0.12	m <sup>3</sup> /giorno	densità media 307.5 kg/m <sup>3</sup>
Coefficiente di sicurezza per picchi di fabbisogno	2.00		p.c.i. 10.95 MJ/kg
Consumo volumetrico giornaliero nominale	0.24	m <sup>3</sup> /giorno	
Volume serbatoio	3.50	m <sup>3</sup>	
Capacità media combustibile	1076.25	kg	
Autonomia massima a pieno carico	14.42	giorni	

Tabella 3 – Riepilogo potenzialità e consumi del modulo di riscaldamento

## 4 Caratteristiche tecniche del modulo

### 4.1 Telaio portante

Il modulo di riscaldamento è costruito su una struttura portante realizzata con profilati d'acciaio zincati a caldo. Macroscopicamente la struttura portante può essere suddivisa in tre parti:

1. basamento portante
2. tramoggia combustibile
3. Intelaiatura di supporto rivestimento e copertura

#### 4.1.1 Basamento portante

Costituisce la struttura portante del modulo, in grado di sopportare il peso dell'insieme nelle operazioni di movimentazione (trasporto e posizionamento). E' realizzata in profilati zincati a caldo, collegati mediante giunti saldati. Dispone di 4 punti di ancoraggio per il sollevamento mediante bilancino.

#### 4.1.2 Tramoggia combustibile

Costituisce il serbatoio del combustibile, ed è collegata con il sistema di caricamento. E' realizzata in lamiera profilata, unite con collegamenti smontabili. La tramoggia si appoggia su una struttura portante in profilati d'acciaio, imbullonata al basamento, che funge in parte anche da sostegno per il rivestimento.

#### 4.1.3 Intelaiatura di supporto rivestimento e copertura

Per fornire una sufficiente robustezza al rivestimento, sul basamento sono collegate le strutture di sostegno dei pannelli di rivestimento, in profilati d'acciaio.

### 4.2 Rivestimento

Il sistema basamento-tramoggia viene rivestito con pannelli in lamiera con strato di isolate, spessore 4 cm, con intonacatura superficiale esterna, vincolati alla struttura portante per mezzo di collegamenti smontabili.

La pannellatura della copertura è rinforzata con listelli in legno in prossimità dei passaggi del camino e del foro di carico del combustibile. Sui pannelli di copertura saranno montate lamiera profilate verniciate in grado di fornire un effetto visivo simile alle coperture alla romana.

L'involucro è completamente smontabile per le operazioni di manutenzione straordinaria, lasciando la possibilità di mettere a nudo il basamento con la caldaia ed il sistema idraulico.

Dispone inoltre delle seguenti aperture:

1. porta frontale per la rimozione delle ceneri dalla caldaia
2. botola sulla copertura per carico combustibile

### 4.3 Caldaia

Il cuore del modulo è costituito dalla caldaia e dal sistema di caricamento ad essa connesso. Le caratteristiche tecniche della caldaia fanno riferimento ai modelli disponibili sul mercato.

Poiché il modulo è destinato alla sperimentazione, per fornire la massima flessibilità al sistema dal punto di vista dell'approvvigionamento, viene richiesta, al sistema caldaia-caricamento, la capacità di operare con diversi tipi di combustibile.

Di seguito la specifica tecnica della caldaia e del sistema di caricamento.



<b>Tipologia caldaia</b>	a tre giri di fumo per produzione acqua calda per riscaldamento; Corpo caldaia in acciaio; Portelli coibentati per l'ispezione e la pulizia della caldaia; Bruciatore in ghisa con focolare meccanico; Tramoggia di carico del combustibile dotata di agitatore meccanico e di valvola idrica antincendio in tramoggia; Coclea per il trasporto del combustibile a velocità variabile; Sistema di aria comburente primaria e secondaria; Tensione di alimentazione: 230 V.
<b>Tipo di combustibile trattato</b>	Cippato di legna proveniente da cippatrice con dimensioni massime di 2 cm di larghezza, 3 cm di lunghezza e 1 cm di spessore, pellet, nocciolino d'oliva e gusci di frutta secca (mandorle, nocciole, pinoli)
<b>p.c.i. (potere calorifero inferiore di riferimento, relativo al combustibile di riferimento = pellet di legna) come da prospetto 8 della norma EN303-5 per il combustibile di prova di tipo "C"</b>	17.6 MJ/kg (4.9 kWh/kg)
<b>Potenza al focolare</b>	34,9 kW
<b>Potenza nominale</b>	30,0 kW
<b>Pressione massima di esercizio</b>	3,0 bar
<b>Pressione di prova idraulica</b>	4,5 bar
<b>Temperatura massima di esercizio</b>	90,0 °C
<b>Potenza elettrica massima assorbita</b>	1,0 kW
<b>Dimensione minima apertura camera di combustione</b>	490x395 mm
<b>Larghezza corpo caldaia (X)</b>	700 ± 100 mm
<b>Profondità corpo caldaia (Y)</b>	520 ± 100 mm
<b>Altezza corpo caldaia (Z)</b>	1520 ± 100 mm
<b>Posizione uscita fumi</b>	Posteriore, verticale
<b>Diametro uscita fumi</b>	200,0 mm
<b>contenuto acqua caldaia</b>	130 litri
<b>massa a vuoto massima</b>	400 kg
<b>perdita di carico massima ammissibile lato acqua per un salto termico pari a 10 K alla potenza nominale<sup>2</sup></b>	10,0 kPa = 100 mbar = 1,00 m.c.a.
<b>perdita di carico massima ammissibile lato acqua per un salto termico pari a 20 K alla potenza nominale</b>	4,0 kPa = 40 mbar = 0,40 m.c.a.
<b>Range di valori ammissibili per la</b>	170 ±20% °C

<sup>2</sup>La potenza di pompaggio è funzione cubica della portata. La portata è inversamente proporzionale al salto termico  $\Delta T$

secondo la relazione (bulk)  $g = \frac{\dot{Q}}{c_p \times \Delta T}$ ,  $c_p$  = calore specifico dell'acqua,  $\dot{Q}$  = potenza termica. Ne consegue che la Potenza di pompaggio è inversamente proporzionale al cubo del salto termico.

<b>temperatura media dei fumi in condizioni ottimali (caldaia pulita)</b>	
<b>Sistema di caricamento</b>	A doppia coclea per evitare ritorno di fiamma
<b>Lunghezza massima sistema di caricamento (X)</b>	2000 mm
<b>Ingombro massimo caldaia + sistema caricamento (X)</b>	2500 mm $\pm 10\%$
<b>Ingombro massimo caldaia + sistema caricamento (Y)</b>	600 mm $\pm 10\%$
<b>Ingombro massimo caldaia + sistema caricamento (Z)</b>	1600 mm $\pm 10\%$
<b>Sistema di regolazione della combustione</b>	Elettronico. Controllo della velocità di apporto del combustibile solido e del ventilatore. La conformazione della camera di combustione richiede una adeguata ventilazione forzata per il mantenimento della combustione, che si smorza fino allo spegnimento totale si arresta in assenza di ventilazione e di apporto di combustibile. Quadro elettronico per l'accensione automatica del combustibile, mantenimento del focolare acceso e modulazione di fiamma.
<b>Sensore di temperatura di mandata mandata acqua calda</b>	Presente
<b>Set point di temperatura su mandata acqua calda per avviamento della pompa di ricircolo</b>	40 °C
<b>Valvola di scarico termico</b>	Presente. $\Delta T = 80^\circ\text{C}$ a 1.5 bar portata minima = 1800 litri/ora
<b>Classe caldaia secondo UNI EN303-5</b>	3
<b>Rendimento di combustione alla potenza nominale</b>	> 90 %
<b>Rendimento all'acqua alla potenza nominale</b>	> 88 %

Il modello di caldaia perscelto dovrà essere soddisfare alla precedente specifica ed essere approvato dal responsabile del procedimento.

Dal punto di vista meccanico, il fissaggio della caldaia al telaio sarà realizzato tramite l'inserimento di opportune piastre forate, saldate sul basamento di supporto.

#### 4.4 Sezione idraulica

La sezione idraulica comprende il primo tratto del tubo di mandata, su cui sono derivati gli stacchi per i dispositivi di monitoraggio e sicurezza ed il vaso di espansione, il compensatore idraulico comprensivo degli stacchi di interfaccia con la linea utente, ed il tratto di ritorno (cold leg – gamba fredda) su cui è installato il

circolatore di sottostazione, come illustrato nello schema funzionale “01-12-DSP02-SCHEMA\_IDRAULICO”.

Di seguito sono riportate le caratteristiche tecniche del sistema.

diametro tubazione	DN 32
lunghezza complessiva	2.0 m
potenza nominale	$P_n = 30 \text{ kW}$
salto termico minimo	$\Delta T = 10 \text{ }^\circ\text{C}$
portata max. alla potenza nominale	$g_n = 0.77 \text{ kg/s} = 2.56 \text{ m}^3/\text{h}^3$
perdite di carico alla portata nominale	0.10 m.c.a. ( 1.00 kPa)
perdite di carico massime in caldaia	3.00 m.c.a. (30.00 kPa)
max temp di esercizio	90 °C

#### 4.4.1 Circolatore

Tipo	regolabile a 3 velocità
portata	$0.77 \text{ kg/s} = 2.56 \text{ m}^3/\text{h}$
prevalenza	$\geq 4.0 \text{ m.c.a.} = 50 \text{ kPa}$

#### 4.4.2 Valvola di sicurezza

Sulla mandata lato secondario, in prossimità dello scambiatore, è installata una valvola di sicurezza a molla del tipo “qualificato”, con pressione di scatto pari a 2,7 bar.

La portata di scarico totale della valvole di sicurezza richiesta è:

$$g = \frac{P}{0,58} = \frac{30,00}{0,58} = 51,73 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

Dove P = potenza della caldaia in kW (raccolta R, Capitolo R.3.B, p.to 2.2.).

Per il calcolo della sezione minima della valvola procediamo come segue (raccolta R, Capitolo R.3.B, p.to 2.3.):

$$S_{min} = \frac{0,005 \times Q \times F}{0,9 K} = \frac{0,005 \times 51,73 \times 1,03}{0,9 \times 0,745} = 0,40 \text{ cm}^2$$

Dove

F = fattore di pressione desunto dalla tabella presente nella normativa al punto elencato, dipendente dalla pressione di scarico (pari a 2,7 bar)

K = Coefficiente di efflusso, desunto dal certificato di accettazione

Nel caso in esame F = 1,03. Per K abbiamo assunto un valore pari a 0.745.

---

$$^3 g_n = \frac{P_n}{c_p^{H_2O} \times \Delta T} = 30000 \frac{W}{4180 \frac{J}{Kg K} \times 10 K} = 0.72 \frac{\text{kg}}{\text{s}} = 2.58 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

a tale sezione corrisponde un diametro di

$$D_{min} = \sqrt{\frac{S_{min} \times 4}{\pi}} = 0,71 \text{ cm}$$

queste condizioni sono soddisfatte da una valvola rispondente alle seguenti caratteristiche:

diametro	DN12 (½ “)
pressione di apertura	2,7 bar

#### 4.4.3 Vaso di espansione di sottosistema

E' il vaso di espansione a servizio del sottosistema idraulico costituito dalla caldaia, il piping di sottostazione ed il compensatore idraulico. Se il sistema di riscaldamento dell'utente è a circuito chiuso, la dilatazione termica del fluido contenuto nell'impianto dovrà essere assorbita da un vaso di espansione, opportunamente dimensionato (qualora non presente). La verifica idraulica dell'impianto utente è a carico dell'utente stesso.

Si applica la formula (raccolta R, Capitolo R.3.B, p.to 4.3.):

$$V = \frac{e \times C}{1 - \frac{P_i}{P_f}} = \frac{0,0356 \times 183}{1 - \frac{2,5}{4,0}} = 17,314 \text{ litri}$$

con

e = 0,0356	coeff. di espansione dell'acqua a 100 °C
C = 183 litri	contenuto acqua del sottosistema
Pi = 1,5+1 = 2,5 bara	pressione iniziale dell'impianto
Pf = 3,0+1 = 4,0 bara	pressione finale dell'impianto

Il volume libero del vaso è calcolato in modo da assorbire le variazioni di volume del fluido secondario, impedendo il verificarsi della condizione di impianto “solido”.

Sull'impianto verrà installato un **vaso di espansione a membrana, precaricato con una pressione di 1,5 bar (relativi), con un volume non inferiore a 18 litri.**

#### 4.4.4 Dimensionamento del tubo di espansione

(raccolta R, Capitolo R.3.B, p.to 7.2.)

Il diametro interno della tubazione di collegamento trala caldaia e il vaso di espansione è maggiore in ogni caso al minimo calcolato:

$$D = \sqrt{\frac{P}{1,163}} = \sqrt{\frac{30}{1,163}} = 5,08 \text{ mm}$$

Dove P = potenza della caldaia in kW.

Si prescrive in tubo di collegamento di diametro interno pari a 12,5 mm (DN12)

#### 4.4.5 Sistema di riempimento

Il modulo termico è dotato di sistema di riempimento impianto automatico (per mantenere la corretta pressione dei circuiti) e di valvola di sicurezza termica con reintegro e per questo deve essere collegato ad una sicura linea di adduzione acqua in pressione (almeno 10 l/min – 1 Bar), preferibilmente costituita da acquedotto pubblico.

#### 4.4.6 Interfaccia utente

Nel caso che il sistema di generazione venga collegato ad un impianto utilizzatore non in buono stato, con il rischio di rilascio nell'acqua in circolazione di corpi incrostanti, fanghi, ossidi o schegge metalliche, ossigeno disciolto, ecc., dovrà essere inserito uno scambiatore di calore per separare idraulicamente il circuito caldaia da quello utilizzatore.

Nel caso che il sistema di generazione venga collegato ad un impianto utilizzatore in non buono stato, con il rischio di rilascio nell'acqua in circolazione di corpi incrostanti, fanghi, ossidi o schegge metalliche, ossigeno disciolto, ecc., dovrà essere inserito uno scambiatore di calore per separare idraulicamente il circuito caldaia da quello utilizzatore.

#### 4.5 Modalità di trasporto e movimentazione

Il modulo termico è stato studiato per essere sollevato e movimentato con cinghie e bilancino vedi figura..... Le cinghie saranno fissate su due traverse tubolari da 80 mm, da inserire nella base del modulo nelle apposite guide. Il mezzo di sollevamento può essere a bordo camion o con gru esterna. Peso a vuoto del modulo 1500 kg.. Le unità sono state studiate per rimanere entro la sagoma stradale per agevolare il trasporto con il pianale standard. La modularità permette di trasportare tre unità sul pianale di 12 m.

#### 4.6 Rifornimento combustibile e messa in marcia

Per il rifornimento del combustibile verrà predisposta un'apertura sulla copertura, in corrispondenza del centro della tramoggia. Le operazioni di carico verranno effettuate dal gestore per mezzo di un tubo provvisto di coclea (sistema meccanico), in dotazione al mezzo adibito al trasporto.

Le modalità esatte delle suddette operazioni dovranno essere esposte nel manuale d'uso e manutenzione fornito dal costruttore, ed eseguite esclusivamente dal gestore.

Il materiale da utilizzare nel modulo dovrà possedere le seguenti caratteristiche:

PCI > 2800 kCal /kg

Umidità < del 30%

Pezzzatura del combustibile: secondo le specifiche di caldaia (per il cippato di legna non si devono superare le dimensioni massime di 2 cm di larghezza, 3 cm di lunghezza ed 1 cm di spessore).

## 5 Posizionamento e connessione alla rete utente

### 5.1 Posizionamento

Per il corretto posizionamento si richiede la disponibilità di una superficie minima di 12 m<sup>2</sup> per il modulo, in calcestruzzo o stabilizzato di cava od altra conformazione adatta a supportare il peso della struttura<sup>4</sup>, con planarità compresa entro 2.5 cm. Inoltre l' area dovrà essere facilmente accessibile al mezzo di trasporto per le operazioni di scarico del modulo ed al mezzo per il rifornimento del combustibile.

Nel caso che il modulo venga utilizzato ad una altitudine superiore 575 m s.l.m., ed in ogni caso non superiore a 750 m s.l.m., in zone aperte (non protette dal vento da ostacoli, quali alberi, profili montuosi, ecc.), sarà necessario zavorrare il basamento con almeno 50 kg in corrispondenza di ogni montante verticale della struttura in acciaio.

### 5.2 Fornitura elettrica

In detta area saranno a cura sempre dell' utente la realizzazione di una linea monofase (220 V, 50Hz, 1,2 kW), il dispositivo di sezionamento e protezione, la tubazione per l' acqua potabile ( $g = 10$  l/min,  $p = 2$  Bar) e il cavo di terra in coda di rame nudo 1x16 mm<sup>2</sup> oltre alle connessioni per il teleriscaldamento.

### 5.3 Equipaggiamento elettrico

Il modulo è equipaggiato con un impianto elettrico, di potenza, comando e controllo che permette il funzionamento di tutti i componenti della macchina in automatico. Esso comprende un sezionatore monofase con fusibile, una lampada di illuminazione comandata, una presa di servizio monofase da 16 A, oltre alla centrilina di controllo della caldaia, da cui partono tutti i circuiti per il collegamento dei dispositivi di misura e controllo ed alimentazione per l'alimentazione dei dispositivi di potenza (circolatore, sistema di trasporto del combustibile, ventilatore).

### 5.4 Interfaccia impianto utente

Per la linea di teleriscaldamento si raccomanda all' utente che il proprio impianto sia dotato di un vaso di espansione di idonea capacità, e di una pompa di circolazione.

Per le attività sopra menzionate l' utente dovrà produrre idonea documentazione tecnica prima della messa in funzione del modulo da parte del gestore.

<sup>4</sup> Nel caso di terreno naturale, l'area sopra individuata dovrà essere dall' utente livellata e sistemata a ghiaia

Nota: In presenza di impianti con circuiti contenenti quantitativi eccessivi di impurità il gestore potrà imporre il montaggio di uno scambiatore per separare il circuito di caldaia da quello utente. Il costo sarà ripartito al 50% tra il gestore e l'utente.

Il modulo termico inoltre deve essere posizionato rispettando le distanze di sicurezza richiesta (DPR delle centrali termiche) da eventuali ostacoli per la presenza di dispositivi di sicurezza

Il modulo è munito di dispositivi di sicurezza che rilevano lo stato del modulo ed il suo funzionamento, qualora sussistono scostamenti pericolosi dai valori di riferimento il sistema di protezione interviene, bloccandone l'alimentazione, mentre la valvola di sicurezza controlla la pressione.

### 5.5 Interferenze con manufatti e strutture esistenti

In fase di installazione il gestore dovrà rilevare le eventuali interferenze del modulo con le infrastrutture esistenti, in particolar modo si dovrà tener conto della posizione del punto di rilascio dei fumi rispetto all'abitazione.

Nel caso in cui nell'area siano presenti ostacoli al normale deflusso dei fumi, dovranno essere rispettate le distanze della canna fumaria dagli ostacoli. Qualora non fosse possibile rispettare tali distanze si dovrà provvedere al prolungamento della canna fumaria in modo da ripristinare le distanze di rispetto. La spesa di adattamento sarà a carico dell'utente.

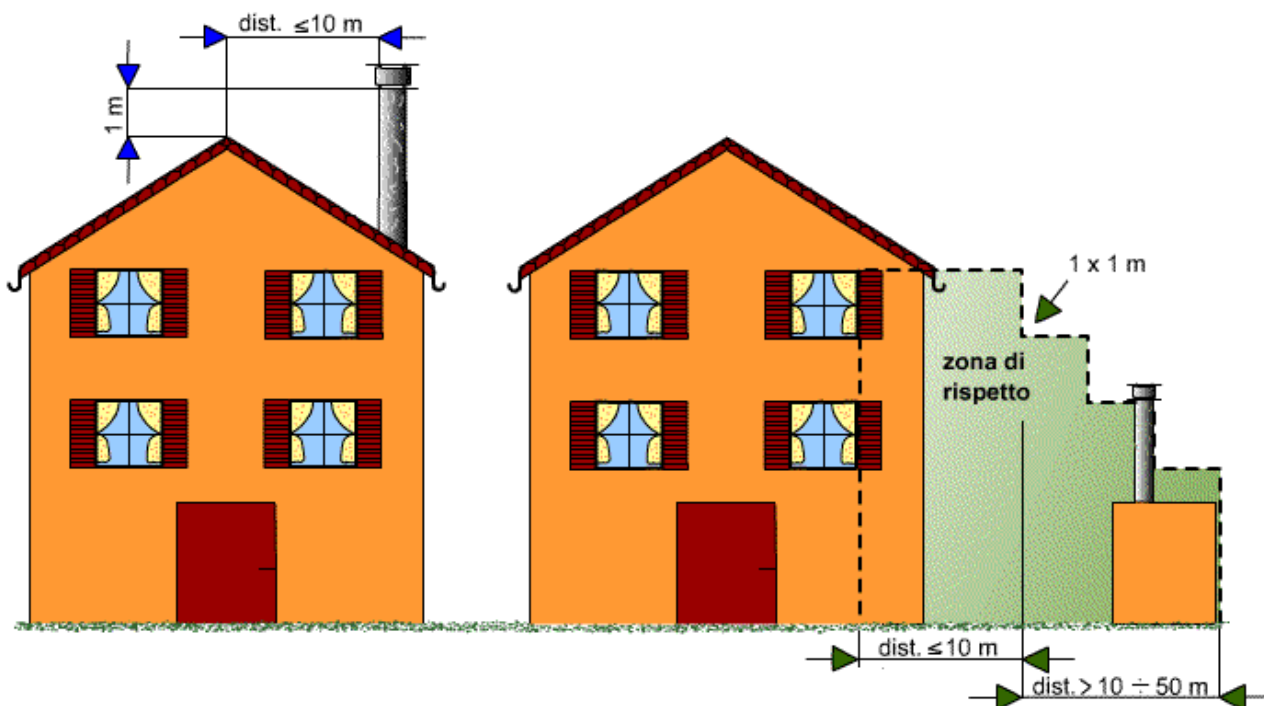


Figura 1:

## 6 Conduzione

### 6.1 Prima accensione

Le operazioni di prima accensione (inizio stagione) e spegnimento del modulo (fine stagione) dovranno essere eseguite dal gestore. Si raccomanda di riempire il serbatoio per circ 1/4 del volume complessivo. Per la procedura di avviamento e spegnimento si consulti il manuale specifico di caldaia. Durante l'esercizio, essendo il modulo provvisto di accensione automatica, le fasi di accensione e spegnimento saranno regolate da termostato utente

### 6.2 Operazioni di carico

La gestione del modulo ed il rifornimento del combustibile sarà eseguito a cura del gestore. Per i giorni programmati per tali operazioni, l'utente dovrà provvedere a rendere accessibile l'area adiacente al modulo e provvedere alla pulizia degli accessi in modo da non creare ostacoli e ritardi alle operazioni suddette.

### 6.3 Operazioni di monitoraggio

Per la sperimentazione saranno effettuate operazioni di raccolta dati a carico dell'utente, con l'ausilio del personale addetto alla manutenzione, come specificato al successivo paragrafo 6.4.

### 6.4 Raccolta dati

Al fine di misurare il funzionamento delle unità di riscaldamento, sia per quanto riguarda i consumi che il fattore di disponibilità del sistema, verrà fornito un modello (precompilato come foglio elettronico) in cui inserire alcuni dati. Esso è composto dalle sezioni descritte di seguito (vedi appendice).

#### 6.4.1 Sezione 1. Generalità e tipologia dell'unità abitativa servita

comprende i dati identificativi dell'installazione, quali le generalità dell'utente e le caratteristiche dell'immobile.

Generalità	identificativo dell'utente
ubicazione	indirizzo dell'installazione
Altitudine	altitudine sul livello del mare dell'installazione
Esposizione	N, S, E, O, NE, SE, NO, SO
Superficie	la superficie riscaldata dell'immobile
Volume	Il volume riscaldato
Classe energetica	classe energetica secondo la normativa vigente
Modulo	Tipologia modulo

#### 6.4.2 Sezione 2. Raccolta dati

Data	data del rilevamento
------	----------------------



---

Temperatura interna	Temperatura interna all'edificio misurata alle ore 12:00 <sup>5</sup>
Temperatura esterna	Temperatura esterna all'edificio misurata alle ore 12:00 <sup>6</sup>
Funzionamento caldaia	S = funzionamento normale , C = problemi caricamento, T = problemi di temperatura, A = Altro
Ricarica	Se nel giorno corrispondente è stata effettuata una ricarica, inserire il peso del combustibile in kg(dato fornito dall'addetto al servizio di ricarica)
Tipo di combustibile	P = pellet, C = cippato, N = nocciolino (dato fornito dall'addetto al servizio di ricarica)
P.C.I	Inserire il valore del potere calorifico Inferiore del combustibile inserito (dato fornito dall'addetto al servizio di ricarica)

### 6.4.3 Sezione 3. Analisi dati

Salto termico medio	fornisce un'indicazione delle condizioni climatiche medie nel periodo e, indirettamente, del fabbisogno energetico dell'edificio.
Cosumo totale di combustibile	E' la somma delle quantità $m_i$ di combustibile fornite
Stima energia fornita	Misura dell'energia bruta fornita $\sum PCI \times m_i$
Cosumo specifico	Si ottiene dividendo l'energia bruta totale fornita per la superficie riscaldata
Fattore di disponibilità	Frazione del tempo in cui il servizio ha funzionato correttamente

## 7 Impatto ambientale

L'elenco di potenziali impatti, di seguito analizzati, è stato costituito partendo dall'analisi delle componenti ambientali direttamente coinvolte nella costruzione e nel funzionamento dell'impianto, e valutando di conseguenza le modificazioni indotte sull'ambiente.

Rispetto a ogni categoria di impatto è stata creata una scheda riassuntiva contenente:

Caratteristiche generali del fenomeno: desumibili da dati di letteratura, effetti individuabili, dati e modellistica riguardanti le emissioni e la diffusione di inquinanti, standard normativi.

Analisi del caso specifico: fattori causali che determinano il potenziale impatto; misure tecnologiche e organizzative attuate nell'impianto per ridurre l'emissione/prelievo, limitarne gli effetti o impedirne, in caso di fattori accidentali, il manifestarsi.

Analisi delle compatibilità. In tale fase si proporranno alcuni criteri collegati alle:

- compatibilità tecnologiche
- compatibilità normative
- compatibilità ambientali

Allorchè si renda necessario, le schede evidenziano i prerequisiti che possono limitare i particolari impatti.

---

<sup>5</sup> Nel caso che l'utente non possa effettuare il rilevamento all'ora indicata, si consiglia di eseguire l'operazione di lettura dei valori termometrici in orario diverso, purchè costante nel tempo (sempre alla stessa ora).

<sup>6</sup> Si presti particolare attenzione affinché il punto di misura non sia eccessivamente esposto al sole od a venti freddi.

## 7.1 Impatto visivo

Dal punto di vista visivo, il modulo si presenta come un manufatto di piccole dimensioni, di forma quasi parallelepipedica, copertura in simil-laterizio, e colorazione adattabile ad ogni contesto (vedi fig. 1).

Particolare attenzione dovrà essere posta nella scelta dell'orientamento del modulo, anche al fine di adattare la canna fumaria alle esigenze specifiche, soprattutto per quanto riguarda la presenza di ostacoli al naturale deflusso dei fumi (opere murarie sovrastanti il comignolo, presenza di finestre in corrispondenza del punto di rilascio, ecc.), come già esposto al punto 5.

## 7.2 Consumo di suolo e modificazione della struttura territoriale

### 7.2.1.1 Consumo di suolo durante l'installazione e l'esercizio

Non sono previsti lavori di scavo o che comportino consumo di suolo in fase di installazione del modulo, ad eccezione dello spazio occupato dal modulo e dello spazio necessario per le operazioni di conduzione descritte al punto 5.

## 7.3 Emissione in atmosfera durante il funzionamento dell'impianto

Le emissioni in atmosfera dal camino sono equivalenti a quelle di un impianto a legna della stessa potenza. D'altro canto la fumosità dipenderà molto dal grado di combustione, funzione sia del tipo che delle condizioni del combustibile impiegato. In particolare, l'impegno di un combustibile umido (combustibile trito di materiale legnoso con grado di umidità superiore al 20%) comporterà un aumento della fumosità dovuto al peggioramento della combustione. Si raccomanda di prestare particolare attenzione alle condizioni del combustibile utilizzato.

## 7.4 Inquinamento acustico

### 7.4.1.1 Rumore prodotto durante la fase di costruzione dell'impianto

Rumori dovuti all'utilizzo di sistemi meccanici (sollevamento, pale meccaniche) durante la fase di scarico e posizionamento del modulo.

### 7.4.1.2 Rumore durante il normale funzionamento dell'impianto.

La principale fonte di rumore è il ventilatore per l'aria primaria di combustione, presente all'interno del locale tecnico. In condizioni normali di funzionamento tale apporto non è significativo.

### 7.4.1.3 Altre sorgenti di rumore saltuarie.

Durante il normale esercizio dell'impianto possono insorgere condizioni di surriscaldamento del fluido termovettore, dovute a malfunzionamenti delle pompe di circolazione od altre cause, che portano all'apertura della valvola di sicurezza presente sulla caldaia, all'interno dell'edificio tecnico. Si tratta di fonte di rumore di breve durata e frequenza ancor minore.

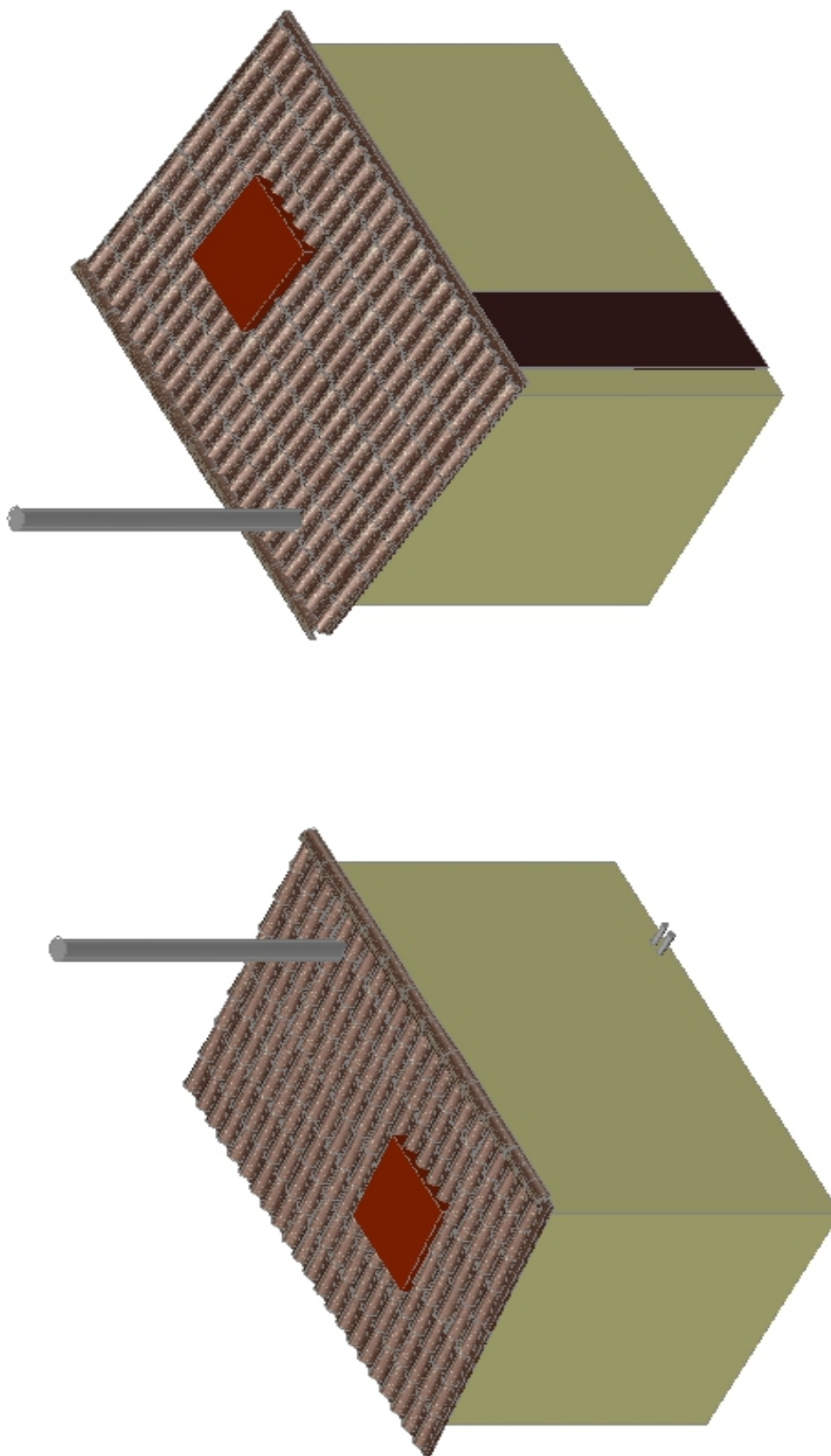


Fig. 1 - Ricostruzione 3D del modulo

---

#### **7.4.2 Inquinamento atmosferico ed elettromagnetico dovuto ad opere di saldatura.**

La costruzione del basamento portante, dell'intelaiatura, e di tutta la sezione termoidraulica (caldaia + piping) viene portata a termine in officina, pertanto non sono previste opere di saldatura in situ.

### **8 Appendici**

**8.1 - Appendice 1 : Stima costi di esercizio**

**8.2 - Appendice 3 : Modello raccolta dati**

*Il progettista*

---

## 8.1 Appendice 1 – Stima costi di esercizio

### STIMA COSTI DI ESERCIZIO

la stima si riferisce all'utenza tipo individuata al paragrafo 3.3 della relazione generale, le cui caratteristiche sono di seguito riassunte.

#### CARATTERISTICHE UTENZA TIPO

Superficie abitabile	120.00	m <sup>2</sup>
altezza media	3.33	m
Volume	400.00	m <sup>3</sup>
Potenza termica volumetrica	45.00	W/m <sup>3</sup>
Potenza termica di picco	18.00	kW
Classe Energetica	G	
Consume energetico annuale specifico	175.00	kWh/m <sup>2</sup>
Giorni di riscaldamento	185.00	
Ore giornaliere di riscaldamento	14.00	
Energia annuale	21000.00	kWh/anno
“	75600.00	MJ

#### ANALISI COSTI

Descrizione	Cippato di legna	Pellet di legna	Nocciolino d'oliva	
p.c.i	10.94	16.20	16.56	MJ/kg
p.c.i	3.04	4.50	4.60	kWh/kg
p.c.i	2618.18	3875.60	3961.72	kCal/kg
Consumo annuo	6907.89	4666.67	4565.22	kg
Costo specifico combustibile	50.00	280.00	250.00	EURO/ton
<b>Costo annuo combustibile</b>	<b>345.39</b>	<b>1306.67</b>	<b>1141.30</b>	<b>EURO</b>
Densità per pezzatura < 30 mm	307.50	400.00	450.00	kg/m <sup>3</sup>
Consumo giornaliero	37.34	25.23	24.68	kg/giorno
Consumo volumetrico giornaliero	0.12	0.06	0.05	m <sup>3</sup> /giorno
Coefficiente di sicurezza per picchi di fabbisogno	2.00	2.00	2.00	
Consumo volumetrico giornaliero nominale	0.24	0.13	0.11	m <sup>3</sup> /giorno
Volume serbatoio utile	3.00	3.00	3.00	m <sup>3</sup>
Capacità media combustibile	922.5	1200	1350	kg
Autonomia massima a pieno carico	12.00	23.00	27.00	giorni
Nr. di interventi per ricarica, manutenzione e controllo (1 intervento a settimana)	26	26	26	
Costo intervento	15	15	15	EURO
<b>Spese per rifornimento, ricarica e manutenzione</b>	<b>390.00</b>	<b>390.00</b>	<b>390.00</b>	<b>EURO</b>
<b>Quota ammortamento costo Modulo in 20 anni</b>	<b>765.00</b>	<b>765.00</b>	<b>765.00</b>	<b>EURO</b>
<b>Stima costo annuo interventi di riparazione</b>	<b>375.00</b>	<b>250.00</b>	<b>250.00</b>	
<b>TOTALE COSTO ANNUO (4+15+16+17)</b>	<b>1875.39</b>	<b>2711.67</b>	<b>2546.30</b>	<b>EURO</b>

**COSTO SERVIZIO UTENTE in 20 anni**      **37507.89**      **54233.33**      **50926.09**      **EURO**

## 8.2 Appendice 2 – Modello raccolta dati

DATI UTENTE	
Generalità	
Ubicazione	
Altitudine (m.s.l.m)	
Esposizione	
Superficie immobile (m2)	120
Volume riscaldato (m3)	400
Classe Energetica	G
Modulo	STANDARD 30 kW

DATA		Temperatura interna (ore 12:00) (d) °C	Temperatura esterna (ore 12:00) (d) °C	Funzionamento caldaia (S,C,T,A) (a)	Ricarica (kg) (e)	TIPO DI COMBUSTIBILE (b)(c)	P.C.I. (kWh/kg) (e)
mese	giorno						

	CIPPATO	PELLET	NOCCIOLINO	
CONSUMO TOTALE DI COMBUSTIBILE	0	0	0	Kg
SALTO TERMICO MEDIO		0.00		°C
STIMA ENERGIA FORNITA		0.00		kWh
CONSUMO SPECIFICO ABITAZIONE		0.00		kWh/m2
FATTORE DI DISPONIBILITA' CALDAIA		0.00%		%

(a) S = funzionamento normale , C = problemi caricamento, T = problemi di temperatura, A = Altro  
 (b) P = pellet, C = cippato, N = nocciolino  
 (c) dati forniti dall'addetto al servizio di gestione  
 (d) Nel caso che l'utente non possa effettuare il rilevamento all'ora indicata, si consiglia di eseguire l'operazione di lettura dei valori termometrici in orario diverso, purchè costante nel tempo (ogni giorno alla stessa ora).