12 - Centrali termiche

Sommario

12.1 Introduzione 371

12.2 Energia primaria 373
12.2.1 Schema di calcolo dei fabbisogni di energia primaria secondo il d.d.g. n. 5796 373
12.2.2 Sottomoduli per il calcolo dell'energia primaria 376
12.2.3 Potenze termiche ed elettriche 377

12.3 Centrali termiche 379
12.3.1 Inserisci centrale termica 382
12.3.1.1 Sottosistema di accumulo 386
12.3.1.1.1 Sottosistema di accumulo (installazione prima del 20 luglio 2007) 387
12.3.1.1.2 Sottosistema di accumulo (installazione prima del 20 luglio 2007, calcolo analitico) 388
12.3.1.1.3 Sottosistema di accumulo (installazione prima del 20 luglio 2007, calcolo forfettario) 391
12.3.1.1.4 Sottosistema di accumulo (installazione dopo il 20 luglio 2007) 392
12.3.1.1.5 Ausiliari elettrici 395
12.3.1.2 Sottosistema di generazione 397
12.3.1.2.1 Nuovo sottosistema di generazione 402
12.3.1.2.2 Caratteristiche del generatore (riscaldamento/ climatizzazione invernale o generazione combinata per riscaldamento e produzione di ACS) 405
12.3.1.2.3 Generatore tradizionale 410
12.3.1.2.4 Generatore multistadio o modulante 418
12.3.1.2.5 Generatore a condensazione 426
12.3.1.2.6 Generatore a condensazione multistadio o modulante 436
12.3.1.2.7 Generatore ad aria calda 445
12.3.1.2.8 Pompa di calore 448
12.3.1.2.9 Teleriscaldamento 459
12.3.1.2.10 Cogenerazione 463
12.3.1.2.11 Riscaldatori ad infrarossi 465
12.3.1.2.12 Nuovo sottosistema di generazione (solo produzione di ACS) 466
12.3.1.2.13 Elimina sottosistema di generazione 472
12.3.1.2.14 Modifica sottosistema di generazione 473
12.3.1.2.15 Sposta sottosistema di generazione 474
12.3.1.2.16 Ripartizione potenze termiche ed elettriche al generatore 474
12.3.1.3 Elimina centrale termica 476
12.3.1.4 Modifica centrale termica 477

12.1 Introduzione

Nei capitoli precedenti è stato discusso ogni aspetto dell'inserimento dei dati relativi alla definizione dell'edificio oggetto di certificazione, relativamente alla sua composizione architettonica e geometrica (aree, volumi, superfici, etc.) e alle caratteristiche termofisiche dei materiali costituenti l'involucro edilizio (trasmittanza termica, fattore solare, etc.). Sono state, inoltre, definite le caratteristiche della aerazione/ventilazione del corpo edilizio. Infine si sono determinati i fabbisogni di acqua calda sanitaria e le caratteristiche di illuminazione artificiale dei locali (per le destinazioni d'uso non residenziali).

I dati finora inseriti permettono la determinazione del fabbisogno di energia utile (o termica) per il riscaldamento/climatizzazione invernale, per il raffrescamento/climatizzazione estiva, per la produzione di acqua calda sanitaria. Inoltre, permettono la determinazione del fabbisogno di energia elettrica per l'illuminazione artificiale (per le destinazioni d'uso non residenziali).

Nei capitoli successivi saranno descritte le modalità di inserimento dei dati relativi ai sistemi impiantistici che provvedono alla fornitura dell'energia termica (o utile) per ciascun servizio di cui è dotato l'edificio (riscaldamento/climatizzazione invernale, acqua calda sanitaria, ventilazione), ad eccezione del sistema che provvede al raffrescamento/climatizzazione estiva. Il servizio illuminazione non necessita di ulteriori dati. Sarà possibile, inoltre, inserire i dati relativi ai sistemi di generazione di energia termica o elettrica provenienti da fonte solare.

L'inserimento dei dati relativi ai diversi sistemi impiantistici permette di definire il sistema edificio-impianto nel suo complesso e, quindi, di determinare il fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento/climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria e per l'illuminazione, oltre alla determinazione della produzione di energia da fonte rinnovabile solare termica e fotovoltaica. Questi dati permettono, inoltre, di valutare la rispondenza al valore limite di massimo di fabbisogno di energia primaria imposti dalla vigente normativa (d.g.r. n. 8745), la determinazione dell'efficienza globale media annuale per il riscaldamento/climatizzazione invernale e dell'efficienza globale media annuale per la produzione di acqua calda ad uso sanitario. Infine permettono di valutare le emissioni di CO_2 associate ai servizi succitati. Non sono ancora considerati i fabbisogni di energia primaria per il raffrescamento/climatizzazione estiva.

Il fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento/climatizzazione invernale permette di determinare la classe energetica invernale dell'edificio oggetto di certificazione energetica, mentre il fabbisogno di energia termica per il raffrescamento permette di determinare la classe energetica estiva dello stesso.

Occorre ricordare che i fabbisogni di energia primaria che sono determinati per ogni servizio e il quantitativo di CO_2 computato per il soddisfacimento di tali servizi non corrispondono ai valori reali che si possono riscontrare durante l'utilizzo dell'edificio e dei suoi impianti. Questi valori sono, infatti, determinati sulla base di una procedura di calcolo standardizzata, riportata nel d.d.g. n. 5796, che considera un calcolo medio mensile basato su dati climatici medi mensili, per un sistema edificio-impianto funzionante in continuo 24/24 h per tutta la stagione di

riscaldamento/raffrescamento. Questa normalizzazione permette di confrontare edifici diversi tra loro, eliminando le differenze che possono derivare dal diverso uso di ciascun edificio in relazione alle diverse utenze presenti in esso (si pensi ad esempio ai diversi usi che differenti famiglie possono fare dello stesso appartamento, in relazione al numero di occupanti o al numero di ore che si è presenti nell'abitazione).

12.2 Energia primaria

12.2.1 Schema di calcolo dei fabbisogni di energia primaria secondo il d.d.g. n. 5796

Nell'immagine seguente (Figura 12.1) si riporta la schematizzazione di un sistema edificio impianto, con i relativi flussi energetici, nella sua configurazione più generale, avente generazione separata per la produzione di acqua calda sanitaria e per il riscaldamento. Questo corrisponde alla figura 12 del d.d.g. n. 5796. La configurazione avente generazione termica combinata, cioè produzione di acqua calda sanitaria e riscaldamento effettuati con lo stesso generatore di calore, è riportata alla figura 11 del d.d.g. n. 5796.

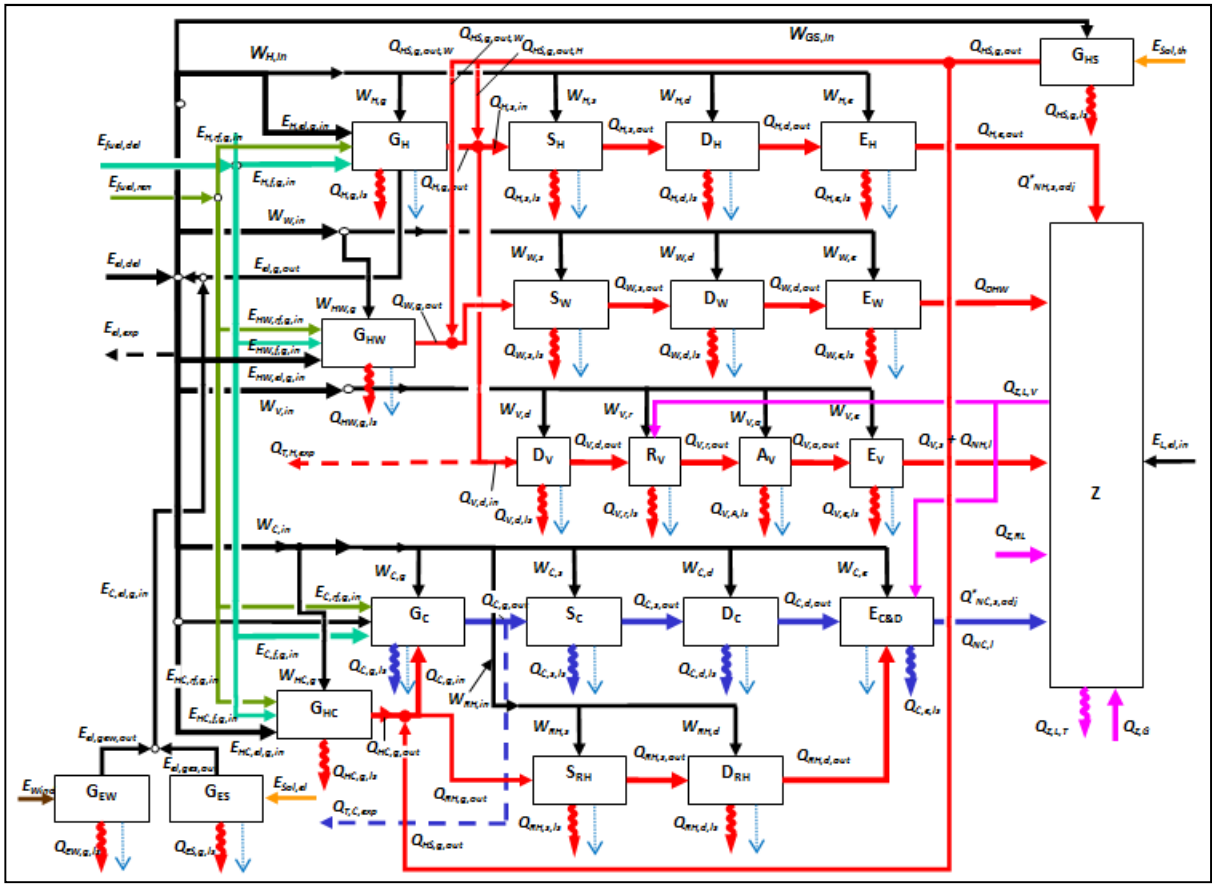

Figura 12.1: Schematizzazione dell'impianto termico con generazione termica separata, nella sua configurazione più generale [fonte: d.d.g. n. 5796].

Lo schema proposto prevede un riquadro Z, posto a destra, che corrisponde alla generica zona termica servita da uno o più servizi. Questi servizi possono essere:

- riscaldamento o climatizzazione invernale;
- acqua calda sanitaria;
- ventilazione meccanica controllata;

- raffrescamento o climatizzazione estiva;
- illuminazione artificiale.

Tale schema prevede, per ogni sistema a servizio della zona termica, un insieme di sottosistemi descriventi i flussi energetici che intercorrono dalla fornitura di energia termica (sotto forma di combustibile o direttamente di energia termica, come nel caso del teleriscaldamento) o elettrica (dalla rete nazionale) alla resa del servizio alla zona termica. Si distinguono:

- il sistema di riscaldamento, indicato con pedice H e composto dai sottosistemi di generazione G, di accumulo S, di distribuzione D, di emissione E;
- il sistema di produzione di acqua calda sanitaria, indicato con pedice W e composto dai sottosistemi di generazione G, di accumulo S, di distribuzione D e di erogazione E;
- il sistema di ventilazione meccanica controllata, indicato con pedice V e composto dai sottosistemi di distribuzione del fluido termovettore alla batteria di riscaldamento D, di recupero dell'energia termica con scambiatore termico/entalpico R, di distribuzione dell'aria di ventilazione A, di emissione dell'aria in ambiente E;
- il sistema di raffrescamento/climatizzazione estiva, indicato con pedice C, composto dal sottosistema di generazione G, dall'accumulo S, dal sistema di distribuzione del fluido termovettore liquido D, dal sistema di trattamento dell'aria E (quest'ultimo a sua volta è servito dal sistema di riscaldamento delle batterie di post-riscaldamento dell'aria refrigerata, indicate con pedice RH e composto dal sistema di Generazione G (che può servire anche la generazione dell'acqua refrigerata, ad esempio nel caso di pompe di calore ad assorbimento), dal sistema di accumulo S e dal sistema di distribuzione del fluido termovettore alle batterie dell'unità di trattamento aria D).

Il servizio di illuminazione artificiale, essendo fornito da energia elettrica e non necessitando di essere descritto con un insieme di sottosistemi, vede conclusa la sua descrizione con quanto finora inserito.

Per ciascuno degli altri sistemi presenti nell'edificio oggetto di certificazione energetica è, quindi, necessario inserire i dati relativi ad ogni sottosistema che lo costituisce. Lo schema riportato nella figura è volutamente generale, mentre nella pratica la casistica dei sistemi edificio-impianto riscontrabili si presenta molto varia.

Si pensi da un lato all'appartamento termoautonomo con caldaia di piccola potenza con produzione combinata di riscaldamento e acqua calda sanitaria, che per essere certificato necessita delle definizione di questi soli sistemi senza accumulo e con un solo generatore. Si consideri invece un edificio multi zona, come un grosso ufficio, caratterizzato da diversi sistemi di emissione, che per essere certificato necessita di definire più sistemi di riscaldamento con diversi generatori. Lo stesso può anche vedere la necessità di inputare i dati relativi al sistema di ventilazione meccanica controllata, ma non avere servizio di produzione di acqua calda sanitaria.

Riquadro I: Generico sottosistema impiantistico

Per ogni sottosistema, identificato con il pedice y (es. sottosistema di emissione), appartenente al sistema impiantistico x-esimo (es. sistema di riscaldamento), vale, in generale, il seguente bilancio energetico:

$$Q_{x,y,in} + W_{x,y} = Q_{x,y,out} + Q_{x,y,L} \qquad (12.1)$$

dove:

$Q_{x,y,in}$ *è l'energia termica in ingresso al generico sottosistema y-esimo, [kWh];*
$W_{x,y}$ *è il fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari del generico sottosistema y-esimo, [kWh];*
$Q_{x,y,out}$ *è l'energia termica richiesta al generico sottosistema y-esimo [kWh];*
$Q_{x,y,L}$ *è l'energia termica dispersa complessivamente dal generico sottosistema y-esimo, [kWh].*

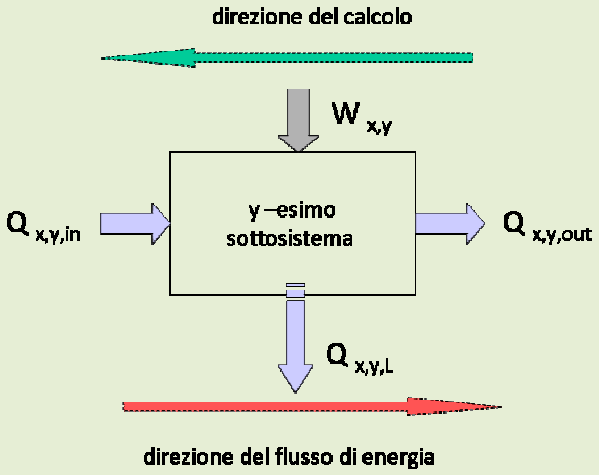

Figura 12.2: Descrizione funzionale del sottosistema y del sistema impiantistico x.

Per maggiori dettagli si consulti il punto E.7.3 del d.d.g. n. 5796.

Un esempio di questo è un sottosistema di emissione costituito da un ventilconvettore. Questi cede del calore Q_{out} alla zona termica e riceve del calore Q_{in} dal sottosistema di distribuzione del fluido termovettore. Per il suo funzionamento il ventilatore del ventilconvettore richiede un certa energia elettrica W_{in}. A causa del fatto che la temperatura che si viene a creare nella zona termica non è uniforme, sia avranno delle perdite aggiuntive, determinate da calore Q_L, computate sulla base del rendimento di emissione.

Lo schema impiantistico proposto non è, quindi, fisso ma deve essere elaborato ed inserito dal soggetto certificatore. I dati da inserire nel software ricalcano, perciò, l'impianto reale, che deve essere schematizzato in:

- centrali termiche dedicate a riscaldamento/climatizzazione invernale e/o ventilazione meccanica controllata e/o produzione di acqua calda sanitaria, ciascuna costituita da uno o più generatori ed eventualmente servente un accumulo termico (es. centrale termica costituita da quattro caldaie a condensazione in parallelo; pompa di calore elettrica con ausiliare di backup a gas metano, termocamino collegato a serbatoio inerziale con caldaia di backup a gasolio);

- sistemi impiantistici/ramificazioni di riscaldamento/climatizzazione invernale, ventilazione meccanica controllata, produzione di acqua calda sanitaria, in numero tale da descrivere al meglio l'impianto termico riscontrato (es. sistema impiantistico

riscaldamento ad alta temperatura per i termosifoni, sistema impiantistico riscaldamento a bassa temperatura per i pannelli radianti, collegati allo stesso generatore di calore), costituito da sottosistemi di accumulo, distribuzione, emissione/erogazione, etc..

E', inoltre, da tenere in considerazione che sia il software sia la procedura di calcolo non prevedono ancora il calcolo dell'energia primaria per il raffrescamento estivo (o climatizzazione estiva). Ciò nonostante, lo schema riportato vede già inserita la linea dedicata a questo servizio (frecce azzurre) nonché il servizio di riscaldamento delle batterie di post riscaldamento, sebbene questi non possano essere valutati in questo ambito.

Per completare la descrizione dello schema d'impianto proposta in Figura 12.1 è necessario descrivere i sistemi generazione da fonti rinnovabili:

- G_{HS}, che racchiude un sistema solare termico a servizio dell'integrazione al sistema di acqua calda sanitaria oppure al sistema di riscaldamento e di produzione di acqua calda sanitaria, costituito eventualmente dal serbatoio di accumulo termico oltre che dal campo di pannelli solari;
- G_{ES}, che racchiude un sistema solare fotovoltaico;
- G_{EW}, che racchiude un sistema eolico.

Anche quest'ultimo è presente nello schema funzionale, ma non è descrivibile all'interno del software, né è presente all'interno della procedura di calcolo di cui al d.d.g. n. 5796.

12.2.2 Sottomoduli per il calcolo dell'energia primaria

Il modulo relativo all'**Energia Primaria** (1) contiene al suo interno i seguenti sottomoduli:

- **Centrali Termiche** (2);
- **Sistemi Impiantistici** (3);
- **Ramificazioni** (4);
- **Associazioni zone termiche** (5);
- **Solare termico e fotovoltaico** (6).

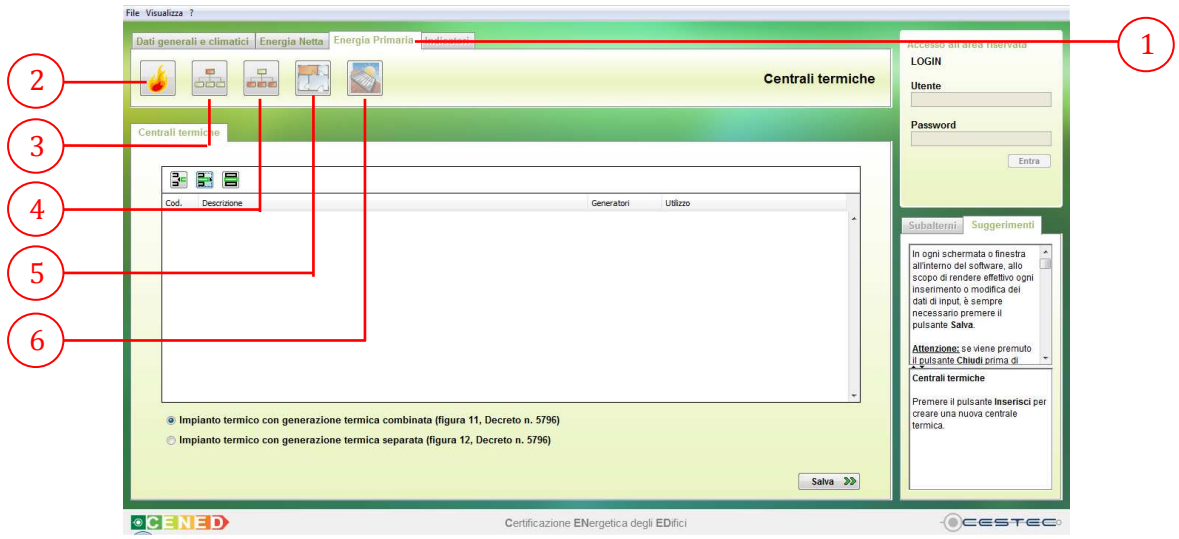

Figura 12.3: Modulo Energia Primaria e suoi sottomoduli.

L'utente, secondo lo schema impiantistico riscontrato nell'edificio oggetto di certificazione energetica, dovrà definire dapprima le centrali termiche, poi i sistemi impiantistici e successivamente le ramificazioni di ciascun sistema impiantistico.

Il sistema impiantistico così definito dovrà essere correttamente associato alle zone termiche definite precedentemente per ciascun subalterno.

Infine, se presenti, andranno inseriti i sistemi solari, termico e/o fotovoltaico, a servizio dell'edificio oggetto di certificazione.

12.2.3 Potenze termiche ed elettriche

Come riportato al punto E.7.5 del d.d.g. n. 5796, nel caso in cui l'edificio, o la porzione di edificio oggetto di certificazione energetica, sia servito da uno o più sistemi di generazione ed ausiliari elettrici condivisi con altri edifici o porzioni di edificio non coinvolti nella certificazione, le potenze termiche/elettriche devono essere ripartite o in funzione del fabbisogno di energia termica dell'involucro delle zone termiche oggetto di certificazione o in funzione dell'effettivo volume lordo considerato.

Le potenze che caratterizzano la definizione del sottosistema di generazione devono essere inserite nella loro totalità, in quanto il software successivamente provvederà a richiedere la tipologia di ripartizione che si intende effettuare (cfr. capitolo 12.3.1.2.16).

ATTENZIONE: per quanto riguarda le potenze elettriche degli ausiliari degli altri sottosistemi (emissione, accumulo, distribuzione, etc.) è necessario procedere manualmente alla ripartizione, utilizzando lo stesso coefficiente di ponderazione che utilizza il software per il sistema di generazione.

Le potenze che caratterizzano la definizione dei sistemi impiantistici associati alla produzione di ACS devono essere ponderate in funzione o del fabbisogno di ACS o dell'area utile delle zone

termiche oggetto di certificazione rispetto al fabbisogno totale di ACS o all'area utile totale di tutti i subalterni e le zone termiche serviti dall'impianto di produzione di ACS in oggetto.

Gli assorbimenti elettrici da considerare nel calcolo sono quelli di progetto, in assenza di tali dati si assumono le potenze elettriche di targa.

12.3 Centrali termiche

Il sottomodulo relativo alle **Centrali termiche** (7) presenta una schermata di riepilogo in cui vengono elencate tutte le centrali termiche inserite con le principali caratteristiche.

Ai fini dell'imputazione dei dati nel presente software, la centrale termica risulta costituita da uno o più generatori di calore asserviti al medesimo utilizzo (singolo o multiplo) e caratterizzati dalla medesima modalità di funzionamento.

Il primo passaggio da effettuare all'interno della presente schermata è selezionare uno tra i due radio button presenti nella schermata in basso a destra, al fine di stabilire la tipologia di impianto termico:

- **Impianto termico con generazione termica combinata (figura 11, Decreto 5796)** (8), si intendono le centrali termiche asservite al riscaldamento/climatizzazione invernale e alla produzione di ACS;
- **Impianto termico con generazione termica separata (figura 12, Decreto 5796)** (9), si intendono le centrali termiche asservite al solo riscaldamento/climatizzazione invernale oppure alla sola produzione di ACS.

Ogni centrale termica asservita anche al riscaldamento o climatizzazione invernale potrà essere composta da più generatori di calore.

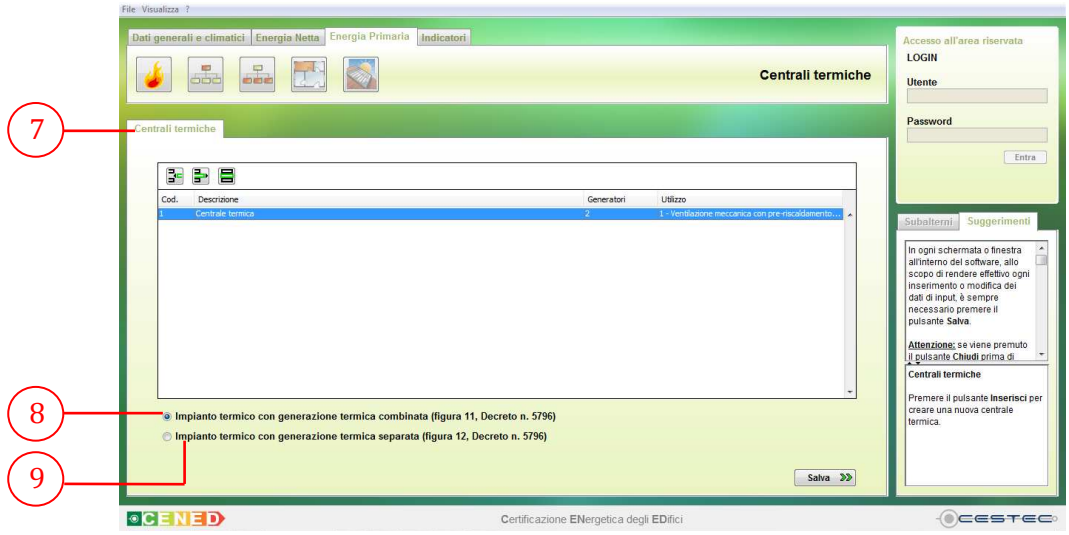

Figura 12.4: Sottomodulo Centrali Termiche.

Riquadro II: Generazione termica separata e generazione termica combinata

Per generazione termica combinata, si intende quando un generatore di calore è in grado di provvedere a due o più servizi contemporaneamente. Tipicamente per i piccoli impianti termoautonomi questo corrisponde alla produzione di acqua calda sanitaria e alla fornitura di riscaldamento contemporanea.
Nel caso di impianti termici più importanti, una sola centrale termica (costituita eventualmente da più generatori di potenza eguale o diversa) serve un circuito primario, cui sono collegati svariati circuiti secondari. Si parla, quindi, di generazione termica combinata per diversi servizi.

Nel caso della certificazione energetica si parla di una o più centrali termiche, ognuna costituita da uno o più generatori ed eventualmente da un accumulo tampone (nel caso di centrale termica per servizio acqua calda sanitaria), cui possono essere allacciate diverse utenze: il circuito di riscaldamento piano terra, il circuito di riscaldamento piano primo, etc., il circuito della batteria termica di preriscaldamento del sistema di ventilazione, etc.

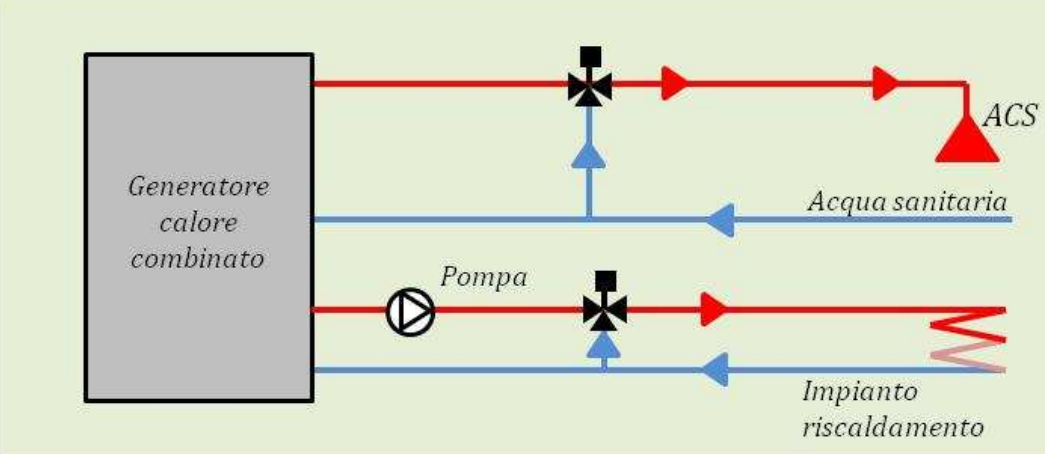

Figura 12.5: Schema funzionale di una centrale termica con generazione combinata per la produzione di acqua calda sanitaria e per la fornitura di riscaldamento.

Per generazione termica separata, nel caso di una utenza che necessiti di più di un servizio, si intende quando sono presenti due o più centrali termiche, ciascuna delle quali provvede ad ogni singolo servizio separatamente. È il caso tipico di un condominio con sistema di riscaldamento centralizzato, dove in ciascun appartamento o negozio la produzione di acqua calda sanitaria è dovuta ad un piccolo accumulo elettrico o a gas.
In impianti di grossa taglia si avranno, ad esempio, un generatore per il riscaldamento, tipicamente di elevata potenza termica (o suddiviso in più generatori di minore potenza) che funziona nella sola stagione invernale; un generatore di acqua calda sanitaria, tipicamente con serbatoio di accumulo, funzionante tutto l'anno; un generatore di vapore per l'umidificazione dell'aria primaria, etc..

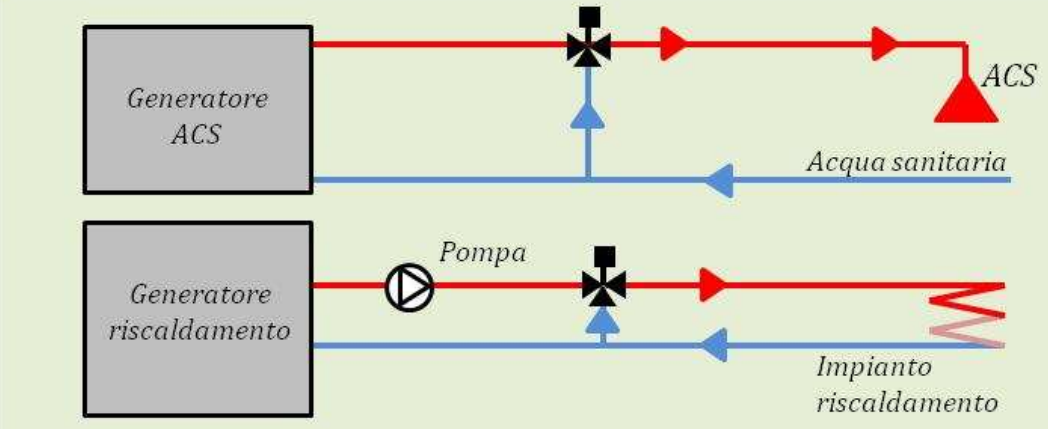

Figura 12.6: Schema funzionale di una centrale termica con generazione separata per la produzione di acqua calda sanitaria e per la fornitura di riscaldamento.

Per questioni legate alla architettura del modello di calcolo, non è possibile inserire centrali termiche con modalità di generazione differente (generazione separata, generazione combinata).

Allo stesso modo una successiva modifica nella scelta del radiobutton comporterà l'eliminazione delle centrali termiche create e l'inserimento dei nuovi dati.

Qualora, infatti, si proceda a cambiare la selezione del radio button riferito alla tipologia di impianto dopo aver inserito una o più centrali termiche, compare una finestra pop-up **Attenzione** (10) che informa che, nel caso in cui si confermi l'operazione, tutte le centrali termiche e le relative associazioni collegate al precedente assetto dell'impianto termico verranno eliminate.

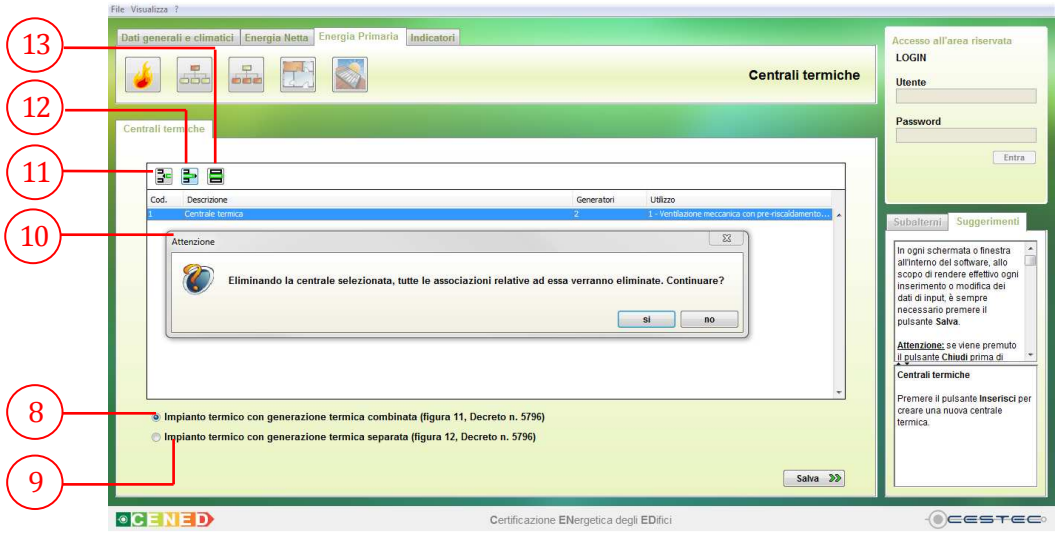

Figura 12.7: Sottomodulo Centrali Termiche, modifica della selezione del tipo di Impianto termico.

Nel sottomodulo in oggetto sono presenti i tre pulsanti **Inserisci centrale termica** (11), **Elimina centrale termica** (12), **Modifica centrale termica** (13) che consentono di gestire le stringhe relative alle centrali termiche.

12.3.1 Inserisci centrale termica

Il pulsante **Inserisci centrale termica** (11) consente di inserire tutti i dati relativi le proprietà associate alla centrale termica in oggetto.

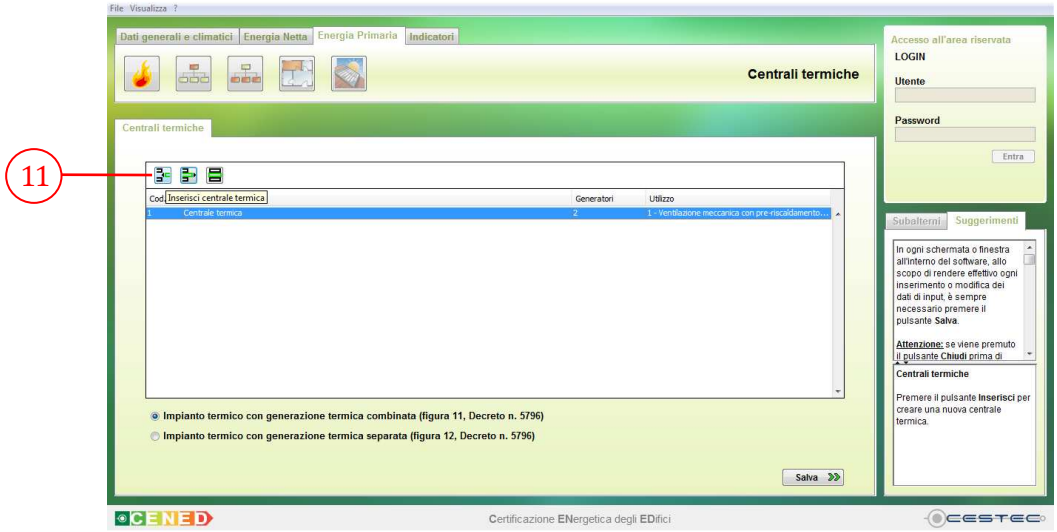

Figura 12.8: Schermata Centrali Termiche, pulsante Inserisci centrale termica.

Una volta premuto il pulsante **Inserisci centrale termica** (11) compare la relativa finestra pop-up **Nuova centrale termica** (14).

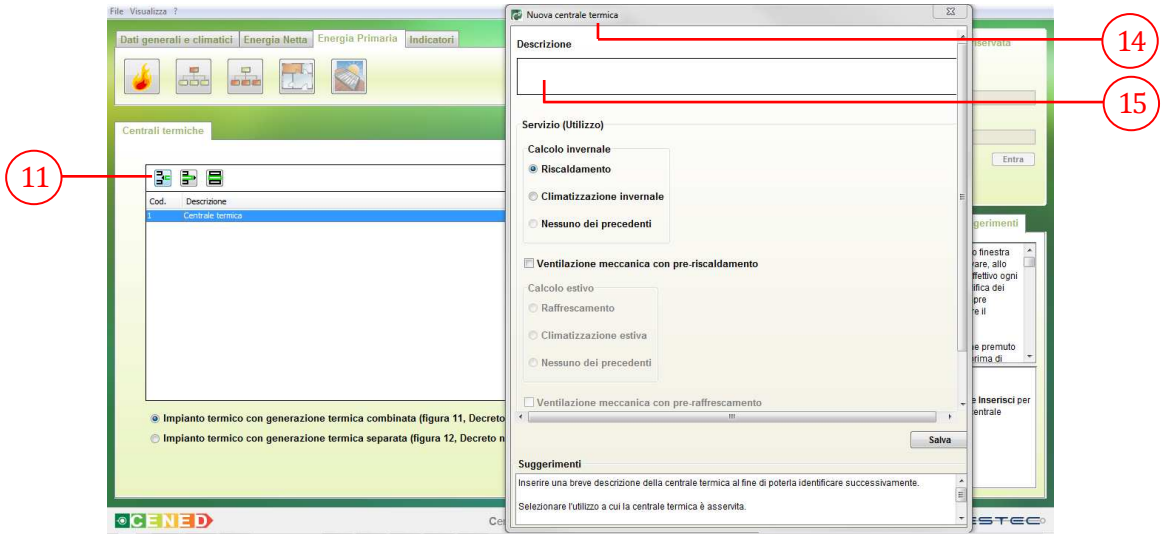

Figura 12.9: Finestra pop-up Nuova centrale termica.

In primo luogo viene richiesto di inserire nella casella **Descrizione** (15) una breve descrizione della centrale termica al fine di riconoscere successivamente l'elemento riportato all'interno della schermata di riepilogo.

Successivamente, nel campo **Servizio (Utilizzo)** (16) è necessario selezionare, nel riquadro **Calcolo invernale**, il radio button relativo all'utilizzo a cui la centrale termica è asservita, a scelta tra:

- **Riscaldamento** (17);
- **Climatizzazione Invernale** (18);
- **Nessuno dei precedenti** (19).

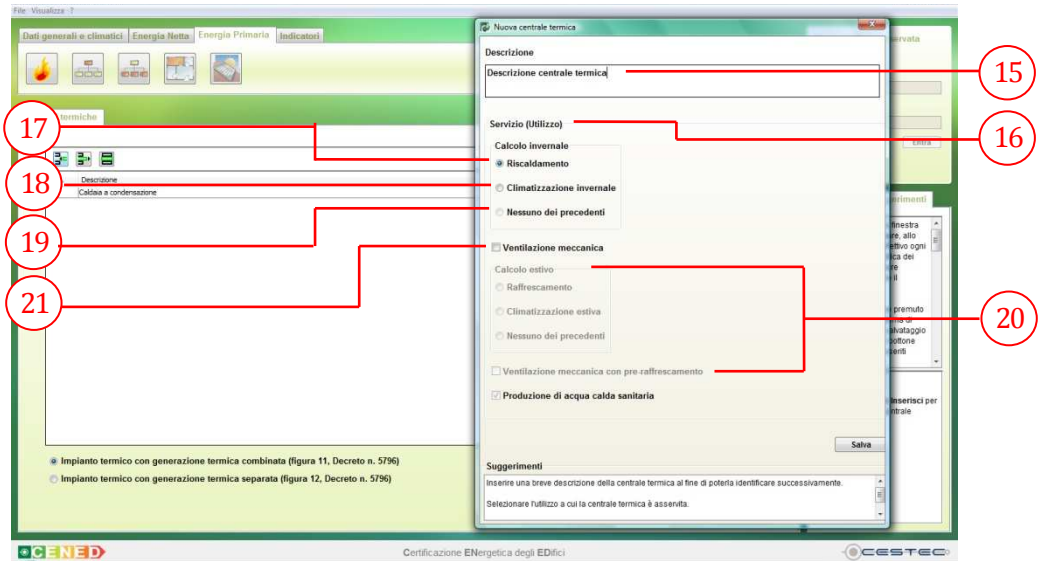

Figura 12.10: Finestra pop-up Nuova centrale termica, Descrizione e Servizio (Utilizzo).

I campi relativi al **Calcolo estivo** (20) non sono al momento selezionabili, ma sono predisposti per future implementazioni del software relative al calcolo della energia primaria per il raffrescamento e la climatizzazione estiva.

Qualora la centrale termica provveda a soddisfare anche i relativi servizi è necessario spuntare i riquadri riguardanti:

- **Ventilazione meccanica** (21);
- **Produzione di acqua calda sanitaria** (22).

Nel caso in cui la centrale non provveda agli utilizzi di cui sopra, è sufficiente non apporre la spunta in nessun riquadro.

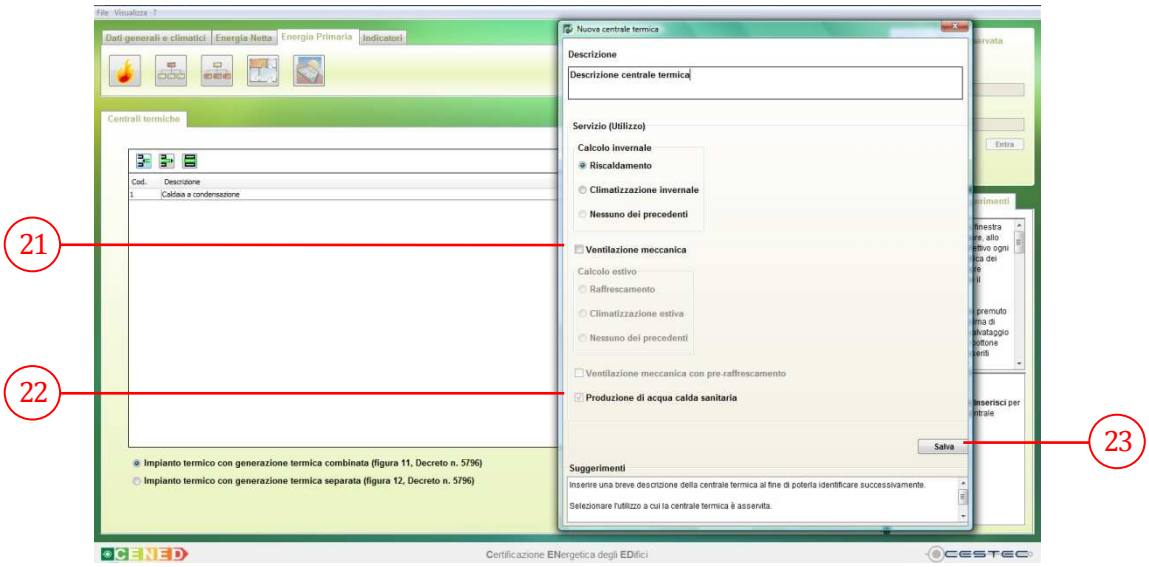

Figura 12.11: Finestra Nuova centrale termica, Servizio (Utilizzo).

Di seguito si evidenziano i blocchi riguardanti le opzioni selezionabili nel campo **Servizio (Utilizzo)** (16).

Se nella schermata **Centrali termiche** (7) è stato scelto il radio button **Impianto termico con generazione termica separata** (9), nella finestra pop-up **Nuova centrale termica** (14) è possibile scegliere alternativamente le opzioni :

- **Riscaldamento** (17) o **Climatizzazione invernale** (18);
- **Nessuno dei precedenti** (19) + **Produzione di acqua calda sanitaria** (22) .

È comunque possibile, in aggiunta, spuntare l'opzione **Ventilazione meccanica** (21).

Se nella schermata **Centrali termiche** (7) è stato scelto il radio button **Impianto termico con generazione termica combinata** (8), nella finestra pop-up **Nuova centrale termica** (14) l'opzione **Produzione di acqua calda sanitaria** (22) risulta già spuntata e non modificabile; è possibile, poi, scegliere le opzioni:

- **Riscaldamento** (17) o **Climatizzazione invernale** (18);
- **Ventilazione meccanica** (21).

Per definire una centrale termica asservita alla sola produzione di acqua calda sanitaria (ACS) si procede come di seguito:

- selezionare nella schermata **Centrali termiche** (7) il radio button **Impianto termico con generazione termica separata** (9);

- selezionare nella finestra pop-up **Nuova centrale termica** (14) nel campo **Servizio (Utilizzo)** (16) la voce **Nessuno dei precedenti** (19) e spuntare la dicitura **Produzione di acqua calda sanitaria** (22).

Per accedere alla successiva sezione della finestra **Nuova centrale termica** (14) ed ottenere il salvataggio dei dati inseriti si deve premere il pulsante **Salva** (23).

Riquadro III: Circuiti primari e circuiti secondari

Nella definizione di una centrale termica, è importante identificare correttamente il circuito primario ed i circuiti secondari di un sistema, ai fini di imputare correttamente i dati relativi alla centrale termica ed ai servizi ad essa collegati.
Gli ausiliari elettrici del circuito primario sono da assegnarsi, infatti, alla centrale termica, mentre gli ausiliari elettrici dei circuiti secondari sono da assegnarsi ai relativi sottosistemi impiantistici.
Il circuito primario collega i generatori di calore ad uno scambiatore termico o direttamente ai circuiti secondari. In questo secondo caso spesso un separatore idraulico è interposto tra i due circuiti, oppure è presente una valvola a quattro vie. L'immagine seguente propone uno schema tipo. La pompa del primario è assegnata alla centrale termica, che può essere costituita da uno o più generatori di calore, mentre ciascuna pompa di ciascun circuito secondario è a servizio del relativo sottosistema.

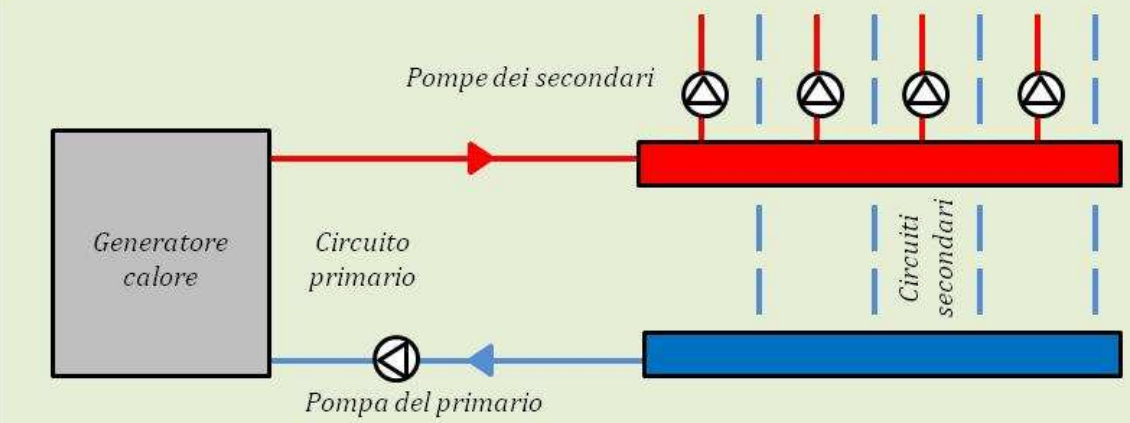

Figura 12.12: Schema tipo di circuito primario che è asservito ad alcuni circuiti secondari.

L'immagine seguente pone l'accento sull'aspetto dei diversi servizi dipendenti dalla stessa centrale termica. Nel caso proposto il circuito secondario del servizio riscaldamento alimenta i terminali d'impianto, quali radiatori o pannelli radianti, mentre il circuito secondario del servizio ventilazione è tipicamente a servizio della batteria di preriscaldamento (o di postriscaldamento) di un sistema di ventilazione meccanica. Il circolatore ausiliario del servizio di riscaldamento dovrà, quindi, essere associato alla distribuzione del sottosistema di riscaldamento, mentre il circolatore ausiliario del servizio di ventilazione meccanica controllata dovrà essere associato al sottosistema di ventilazione.
Si noti come in questo schema sia stato interposto uno scambiatore termico tra il circuito primario ed il circuito secondario. Questa permette di separare idraulicamente i due circuiti, ma determina un salto termico (tipicamente di 5-10 °C) tra i due circuiti (es. temperatura media circuito primario 70°C, temperatura media a servizio dei circuiti secondari 60°C).

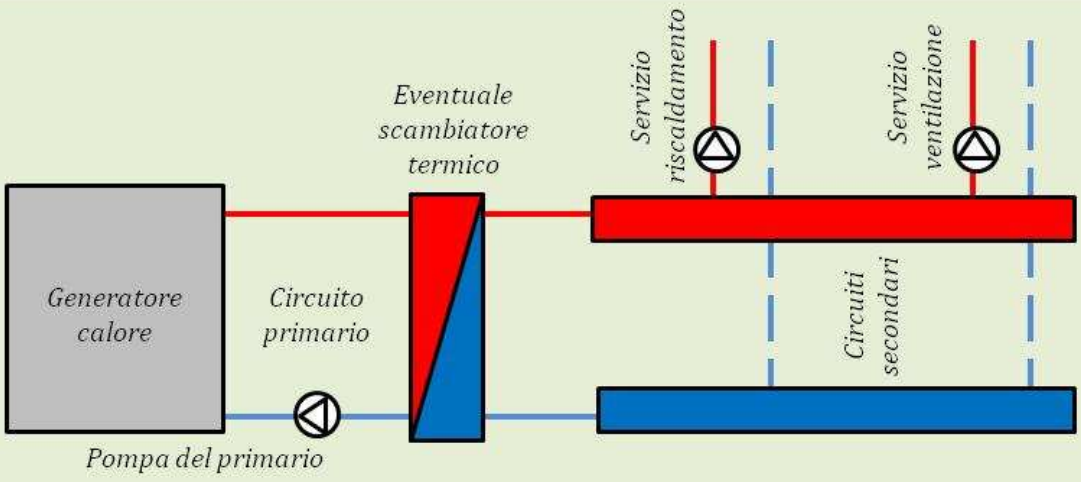

Figura 12.13: Schema tipo di centrale termica, con circuiti secondari a servizio del riscaldamento e della ventilazione meccanica controllata.

12.3.1.1 Sottosistema di accumulo

La sezione relativa al **Sottosistema di accumulo** (24) risulta attiva solo nel caso in cui la centrale termica in via di definizione sia asservita anche alla produzione di ACS.

Il sottosistema di accumulo definito in questa sezione può essere utilizzato esclusivamente a servizio o di produzione combinata di ACS e riscaldamento/climatizzazione invernale o a servizio della sola produzione di ACS.

Nel caso sia presente l'accumulo per il solo riscaldamento, tale sottosistema va inserito nei sottomoduli **Sistemi impiantistici** (3) e **Ramificazioni** (4) nei relativi elementi definiti per il servizio del riscaldamento.

Nel caso in cui l'accumulo sia a servizio anche di subalterni non oggetto dell'ACE in oggetto, è necessario proporzionare manualmente il sottosistema in funzione o del volume lordo totale servito o del fabbisogno totale di energia netta.

Nel campo **Sottosistema di accumulo** (25) è necessario, selezionare dall'elenco a discesa **Anno di installazione** (26) una delle opzioni proposte:

- **Prima del 20 luglio 2007**;
- **Dopo il 20 luglio 2007**.

Nel caso in cui non sia presente il sottosistema di accumulo è necessario selezionare dall'elenco a discesa **Anno di installazione** (26) la stringa vuota.

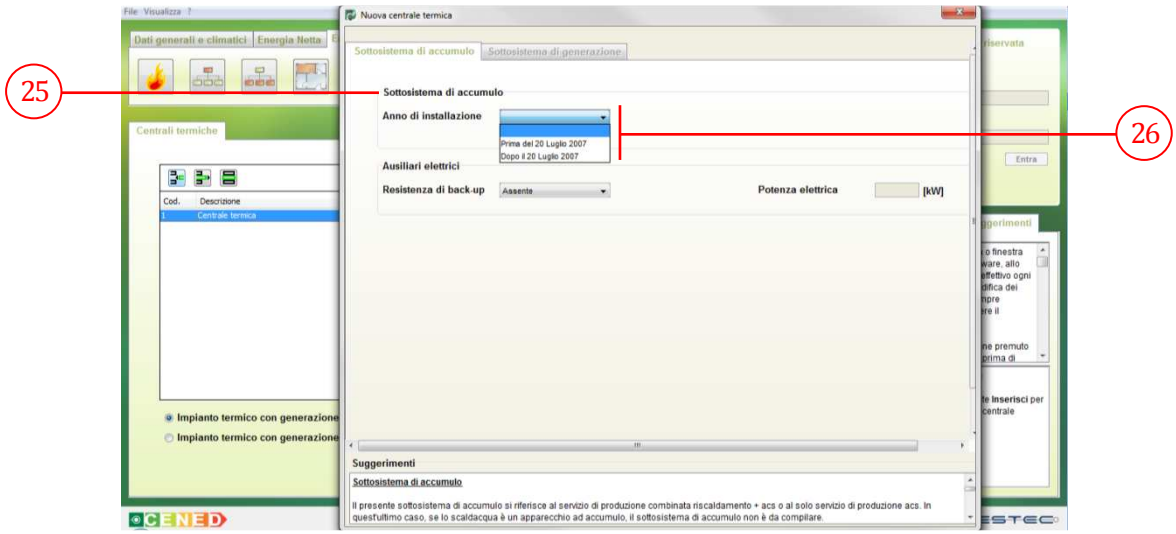

Figura 12.14: Sottosistema di accumulo, selezione Anno di installazione.

12.3.1.1.1 Sottosistema di accumulo (installazione prima del 20 luglio 2007)

Nel caso in cui il sistema di accumulo sia stato installato prima del 20 luglio 2007 viene fornita la possibilità di condurre il calcolo dell'energia richiesta allo stesso, mediante due distinte modalità.

È necessario selezionare il **radio button** (27) relativo alla modalità che si intende intraprendere in funzione dei dati a disposizione:

- **Calcolo analitico**;
- **Calcolo forfettario**.

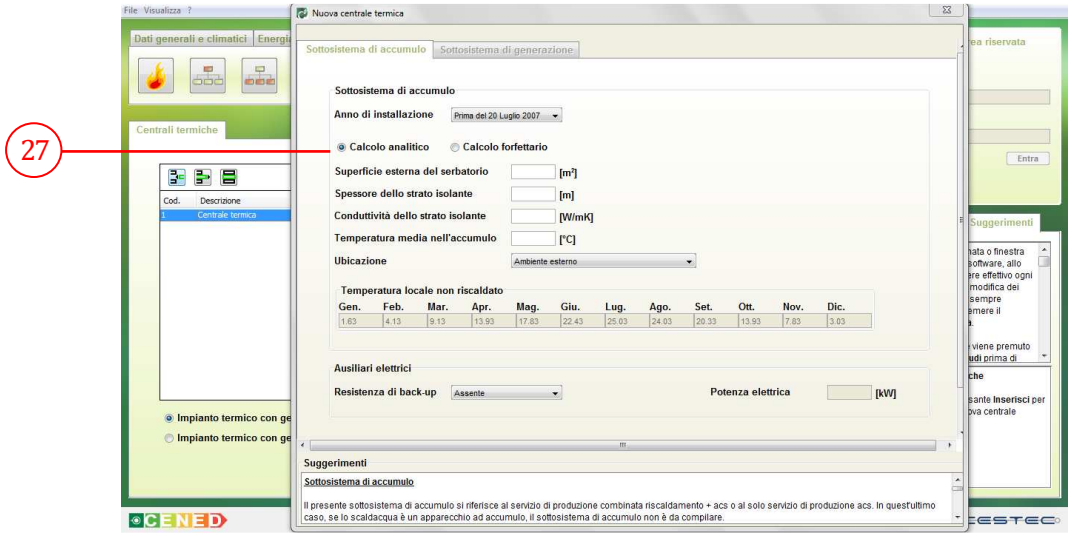

Figura 12.15: Sottosistema di accumulo(installazione prima del 20 luglio 2007), selezione metodologia di calcolo.

12.3.1.1.2 Sottosistema di accumulo (installazione prima del 20 luglio 2007, calcolo analitico)

Se si è optato per il calcolo analitico, viene richiesto di digitare i corrispondenti valori nei riquadri:

- **Superficie esterna del serbatoio**, [m²] (28);
- **Spessore dello strato isolante**, [m] (29);
- **Conduttività dello strato isolante**, [W/m K] (30);
- **Temperatura media nell'accumulo**, [°C] (31), tale valore si intende medio sul periodo di riscaldamento / climatizzazione invernale.

I dati di cui sopra possono essere reperiti dalla scheda tecnica dell'apparecchio, dai dati forniti dal costruttore e, per le informazioni per cui è possibile, da una successiva verifica della congruenza con quanto rilevato direttamente in situ.

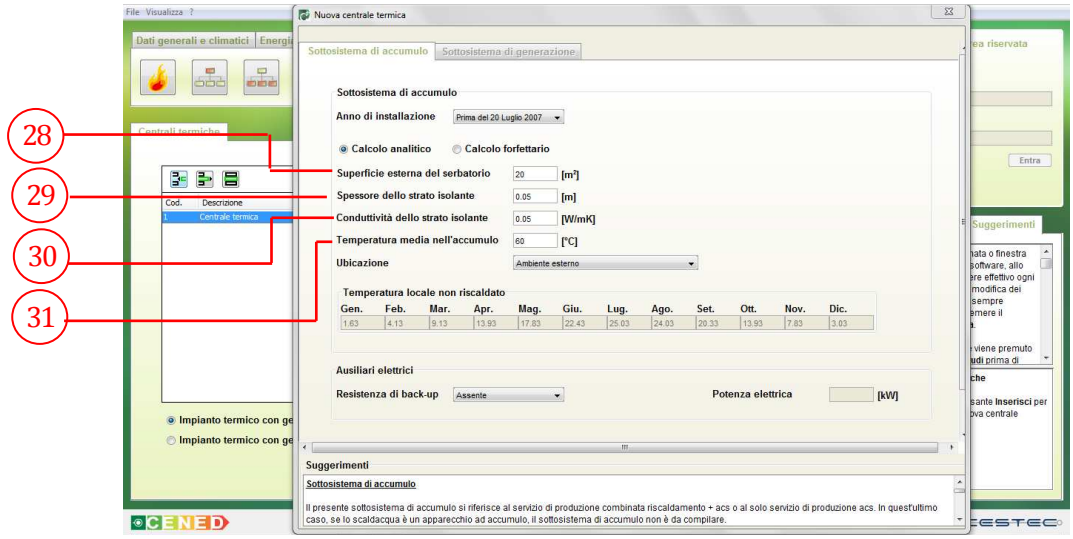

Figura 12.16: Sottosistema di accumulo(installazione prima del 20 luglio 2007), inserimento dei dati relativi all'accumulo. Calcolo analitico.

Infine, viene richiesto di selezionare dal menù a tendina **Ubicazione** (32), la collocazione dell'accumulo tra le opzioni previste:

- **Ambiente esterno**;
- **In ambiente a temperatura controllata**;
- **In ambiente non riscaldato**.

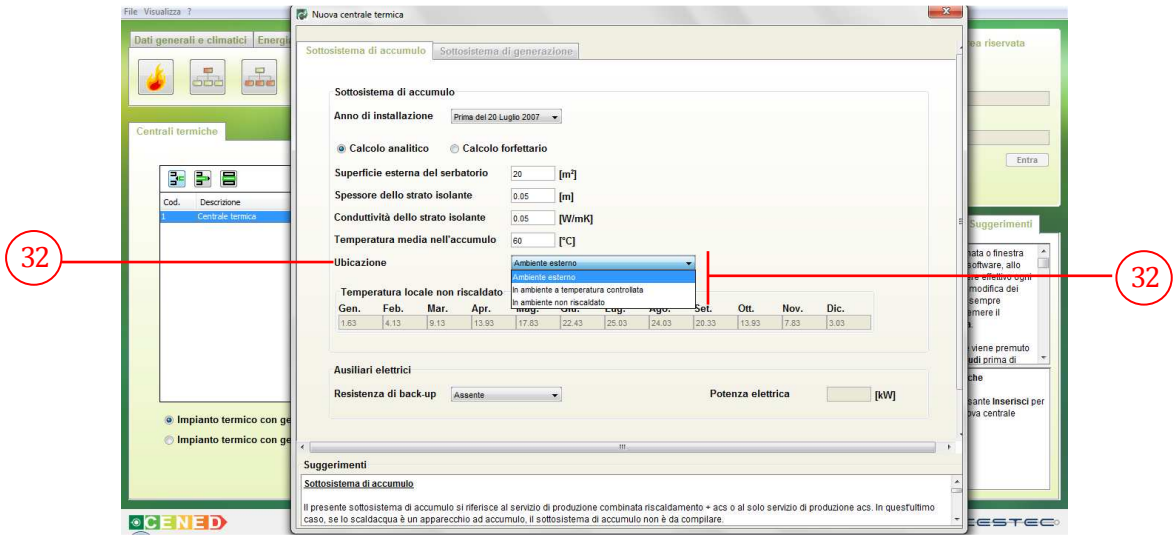

Figura 12.17: Sottosistema di accumulo(installazione prima del 20 luglio 2007), selezione Ubicazione. Calcolo analitico.

L'opzione **Ambiente esterno** (32a) fa sì che la temperatura dell'ambiente in cui è installato l'accumulo risulti pari alle temperature medie mensili esterne della località considerata; tali valori vengono visualizzati nella tabella sottostante e non risultano modificabili.

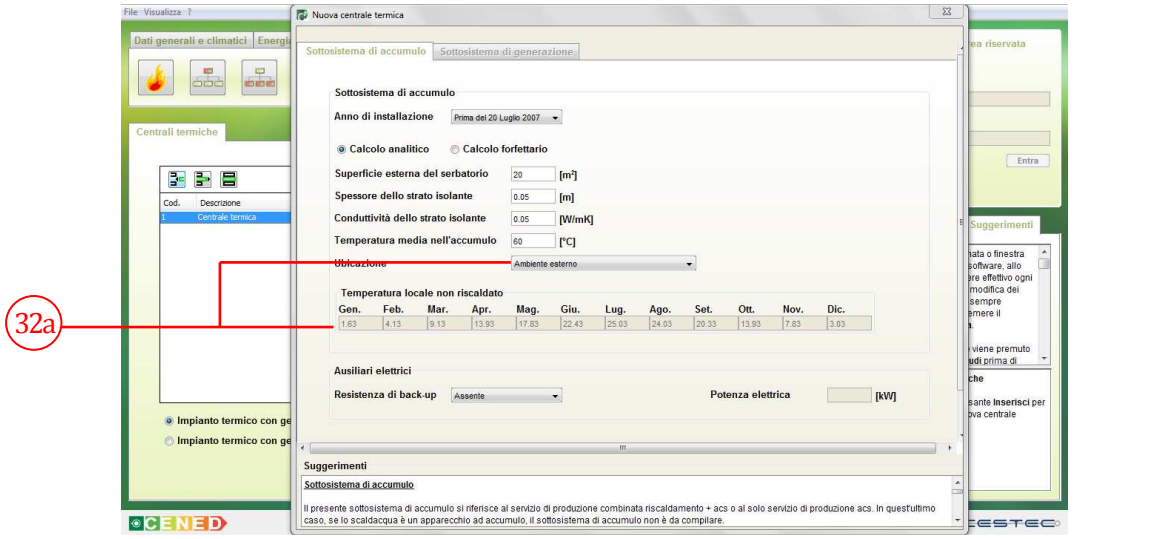

Figura 12.18: Sottosistema di accumulo, (installazione prima del 20 luglio 2007), Ubicazione in Ambiente esterno. Calcolo analitico.

L'opzione **In ambiente a temperatura controllata** (32b) considera come temperatura dell'ambiente in cui è installato l'accumulo le temperature interne riferite a riscaldamento o climatizzazione invernale e raffrescamento o climatizzazione estiva, in funzione della destinazione d'uso dell'edificio oggetto di certificazione; tali valori vengono visualizzati nella tabella sottostante e non risultano modificabili.

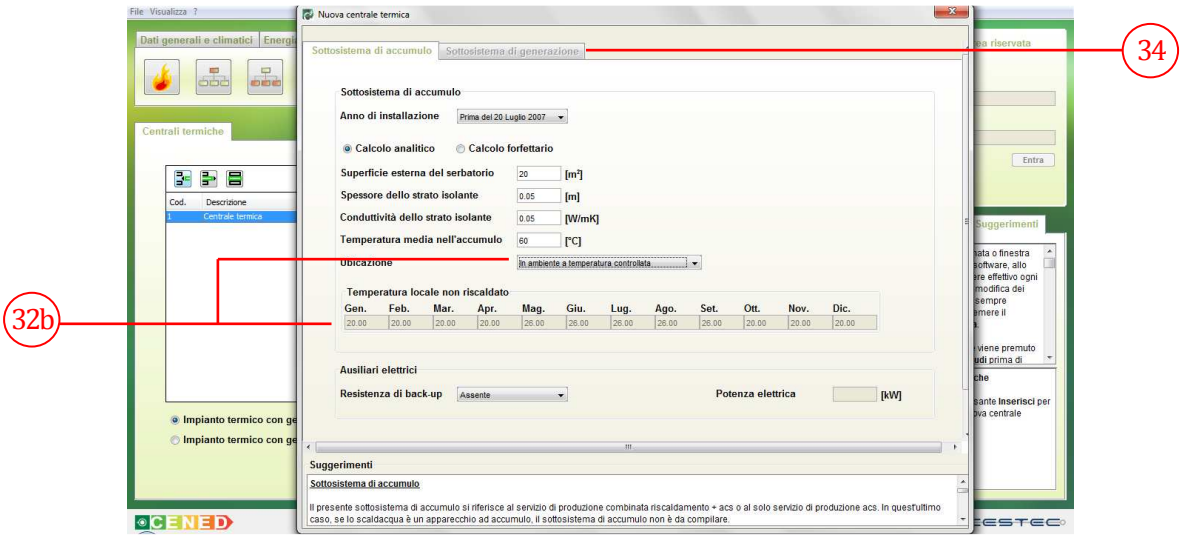

Figura 12.19: Sottosistema di accumulo, (installazione prima del 20 luglio 2007), Ubicazione In ambiente a temperatura controllata. Calcolo analitico.

L'opzione **In ambiente non riscaldato** (32c) propone come temperatura dell'ambiente in cui è installato l'accumulo alcune temperature interne riferite al locale in oggetto; tali valori vengono visualizzati nella tabella sottostante e risultano modificabili.

Se non si dispone dei dati relativi alle temperature mensili del locale a temperatura non controllata, è possibile, qualora siano presenti le condizioni previste dall'Appendice A del d.d.g. n. 5796, definire tali valori mediante la modalità prevista all'Appendice stessa.

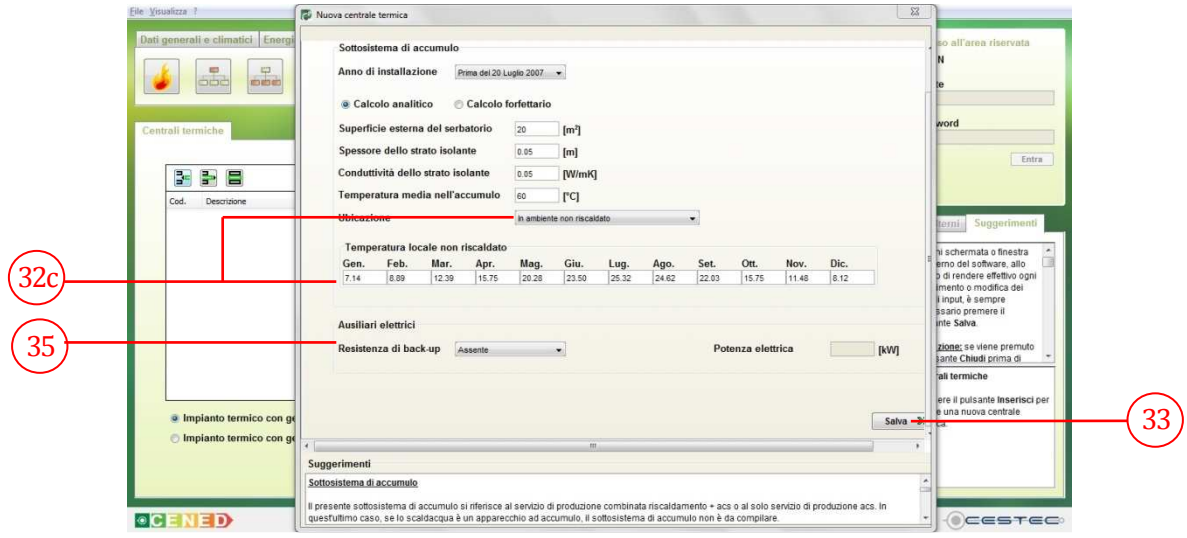

Figura 12.20: Sottosistema di accumulo, (installazione prima del 20 luglio 2007), Ubicazione In ambiente non riscaldato. Calcolo analitico.

12.3.1.1.3 Sottosistema di accumulo (installazione prima del 20 luglio 2007, calcolo forfettario)

Se si è optato per il calcolo forfettario, viene richiesto di selezionare dall'elenco a discesa **Volume accumulo** (36) tra le seguenti proposte:

- **da 10 fino a 50 litri**;
- **da 50 a 200 litri**;
- **da 200 a 1˙500 litri**;
- **da 1˙500 a 10˙000litri**;
- **oltre i 10˙000**.

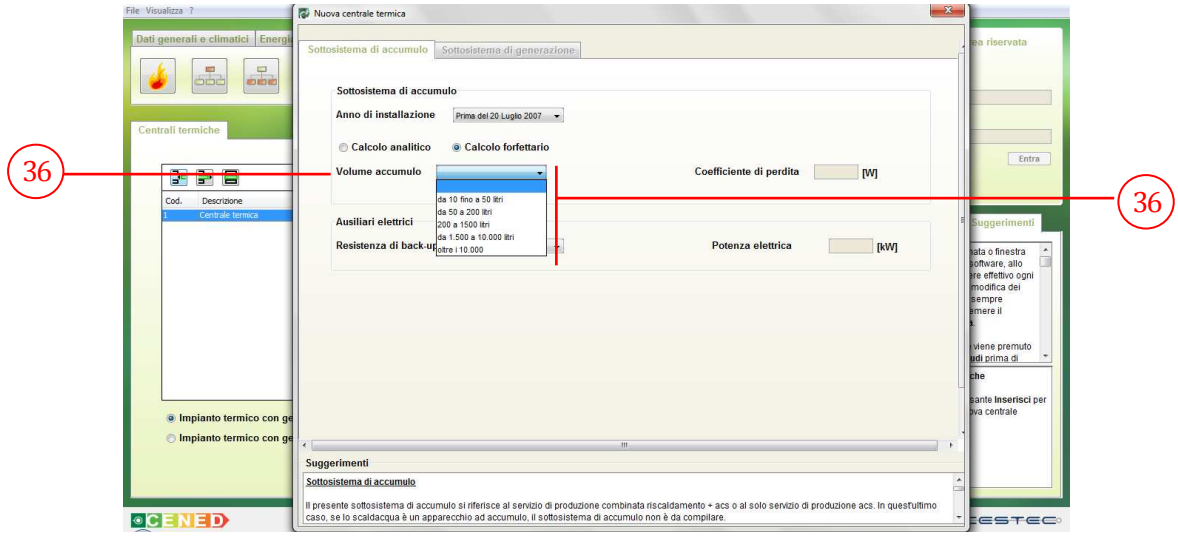

Figura 12.21: Sottosistema di accumulo, (installazione prima del 20 luglio 2007), selezione Volume accumulo. Calcolo forfettario.

Una volta scelto il range di valori del volume di accumulo, il software associa e visualizza il relativo valore di **Coefficiente di perdita** [W] (37).

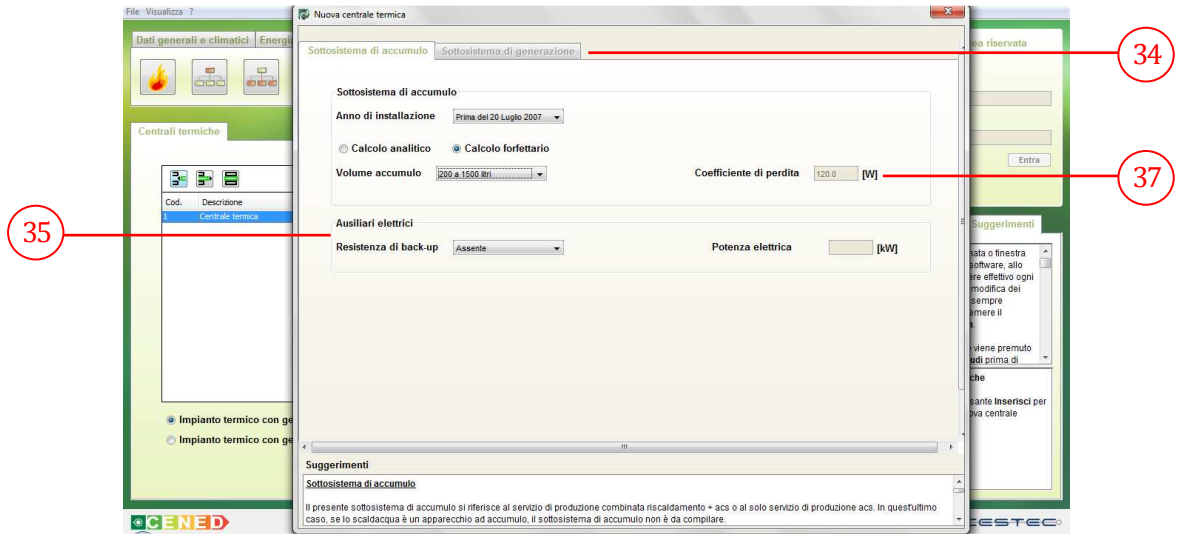

Figura 12.22: Sottosistema di accumulo, installazione prima del 20 luglio 2007), determinazione Coefficiente di perdita. Calcolo forfettario.

12.3.1.1.4 Sottosistema di accumulo (installazione dopo il 20 luglio 2007)

Nel caso in cui il sistema di accumulo sia stato installato dopo il 20 luglio 2007 viene richiesto di digitare i corrispondenti valori nelle caselle:

- **Dispersione termica dell'apparecchio** (38), [W/K];
- **Temperatura media nell'accumulo** (39), [°C], tale valore si intende medio sul periodo di riscaldamento.

I dati di cui sopra possono essere reperiti dalla scheda tecnica dell'apparecchio, dai dati forniti dal costruttore e, per le informazioni per cui è possibile, da una successiva verifica della congruenza con quanto rilevato direttamente in situ.

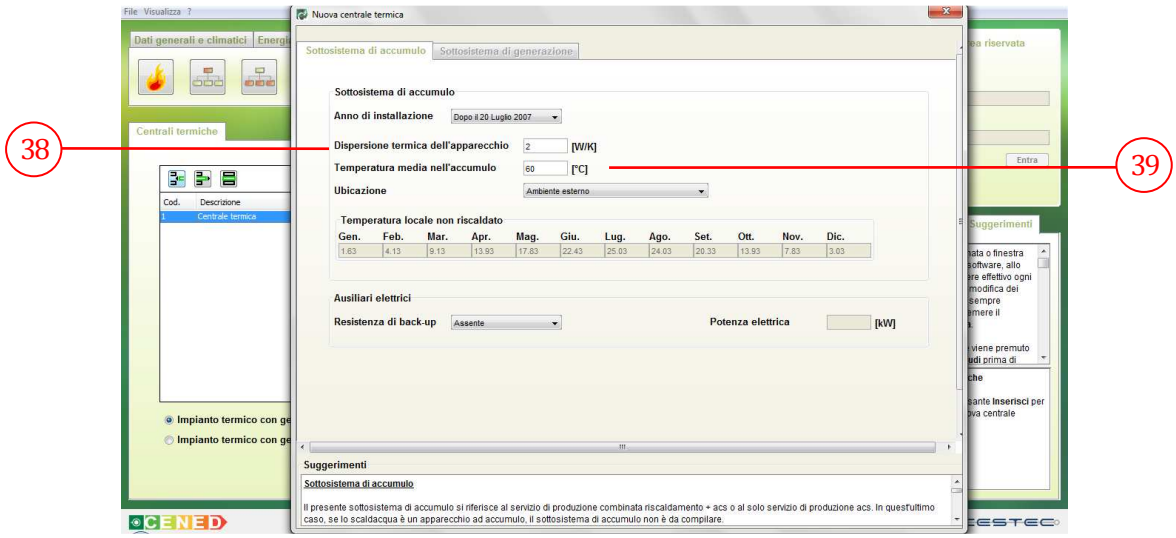

Figura 12.23: Sottosistema di accumulo, (installazione dopo il 20 luglio 2007), inserimento dei dati relativi all'accumulo.

Infine, viene richiesto di selezionare dal menù a tendina **Ubicazione** (40), la collocazione dell'accumulo tra le opzioni previste:

- **Ambiente esterno**;
- **In ambiente a temperatura controllata**;
- **In ambiente non riscaldato**.

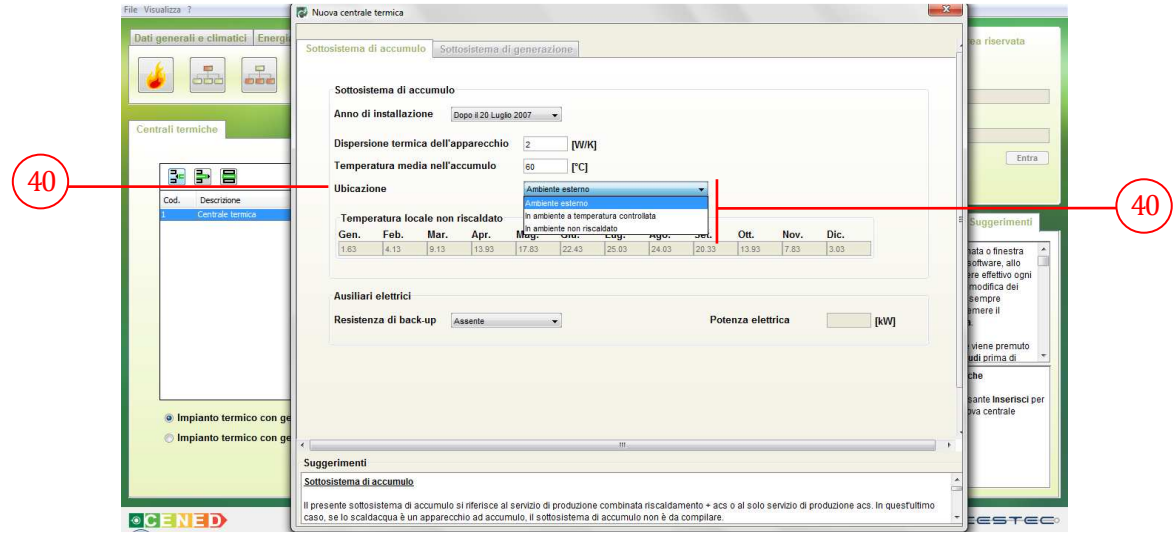

Figura 12.24: Sottosistema di accumulo, (installazione dopo il 20 luglio 2007), selezione Ubicazione.

L'opzione **Ambiente esterno** (40a) fa sì che la temperatura dell'ambiente in cui è installato l'accumulo risulti pari alle temperature medie mensili esterne della località considerata; tali valori vengono visualizzati nella tabella sottostante e non risultano modificabili.

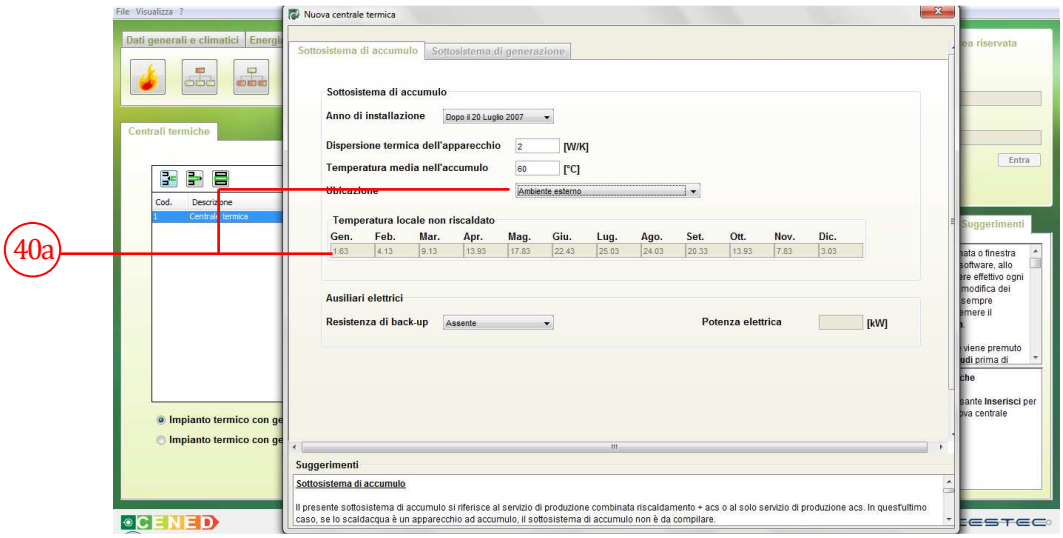

Figura 12.25: Sottosistema di accumulo, (installazione dopo il 20 luglio 2007), selezione Ubicazione.

L'opzione **In ambiente a temperatura controllata** (40b) considera come temperatura dell'ambiente in cui è installato l'accumulo le temperature interne riferite a riscaldamento o climatizzazione invernale e raffrescamento o climatizzazione estiva, in funzione della destinazione d'uso dell'edificio oggetto di certificazione; tali valori vengono visualizzati nella tabella sottostante e non risultano modificabili.

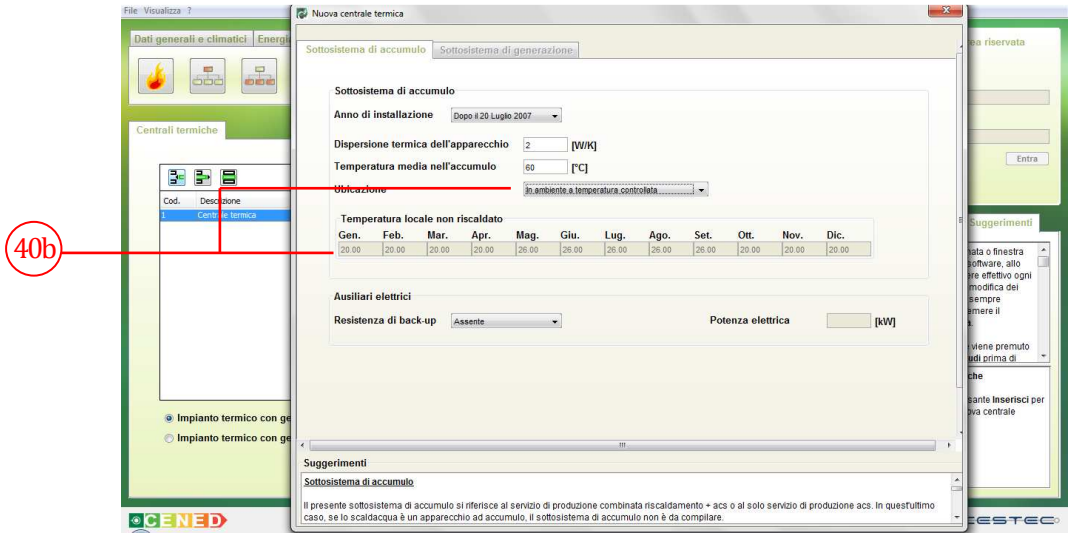

Figura 12.26: Sottosistema di accumulo, Figura 12.27: Sottosistema di accumulo (installazione dopo il 20 luglio 2007), Ubicazione In ambiente a temperatura controllata.

L'opzione **In ambiente non riscaldato** (40c) propone come temperatura dell'ambiente in cui è installato l'accumulo alcune temperature interne riferite al locale in oggetto; tali valori vengono visualizzati nella tabella sottostante e risultano modificabili.

Se non si dispone dei dati relativi alle temperature mensili del locale a temperatura non controllata, è possibile, qualora siano presenti le condizioni previste dall'Appendice A del d.d.g. n. 5796, definire tali valori mediante la modalità prevista all'Appendice stessa.

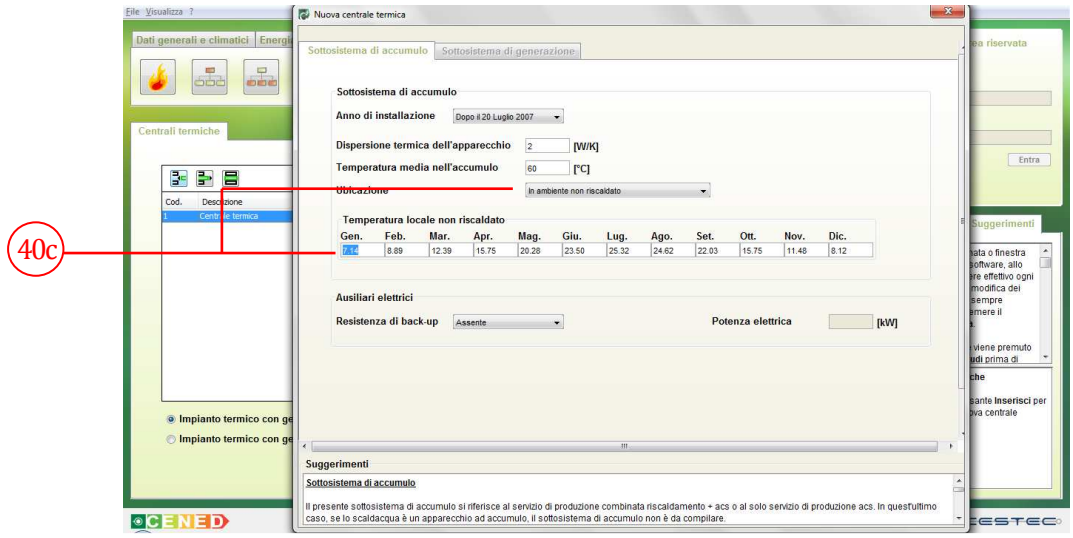

Figura 12.28: Sottosistema di accumulo, (installazione dopo il 20 luglio 2007), Ubicazione In ambiente non riscaldato.

12.3.1.1.5 Ausiliari elettrici

Al fine di rendere effettiva la definizione dei dati inseriti è necessario indicare, se presenti, anche i dati relativi agli **Ausiliari elettrici** (35) a servizio dell'accumulo termico.

Nel campo **Ausiliari elettrici** (35)è necessario selezionare dall'elenco a discesa **Resistenza di back-up** (41) tra le due opzioni:

- **Assente**;
- **Presente**.

Se non è presente la resistenza termica di back-up, la successiva casella **Potenza elettrica** (42) non risulta editabile.

Se non è presente il sottosistema di accumulo, è necessario selezionare dall'elenco a discesa **Resistenza di back-up** (41) la voce **Assente** (41) cosicché la successiva casella **Potenza elettrica** (42) non risulti editabile.

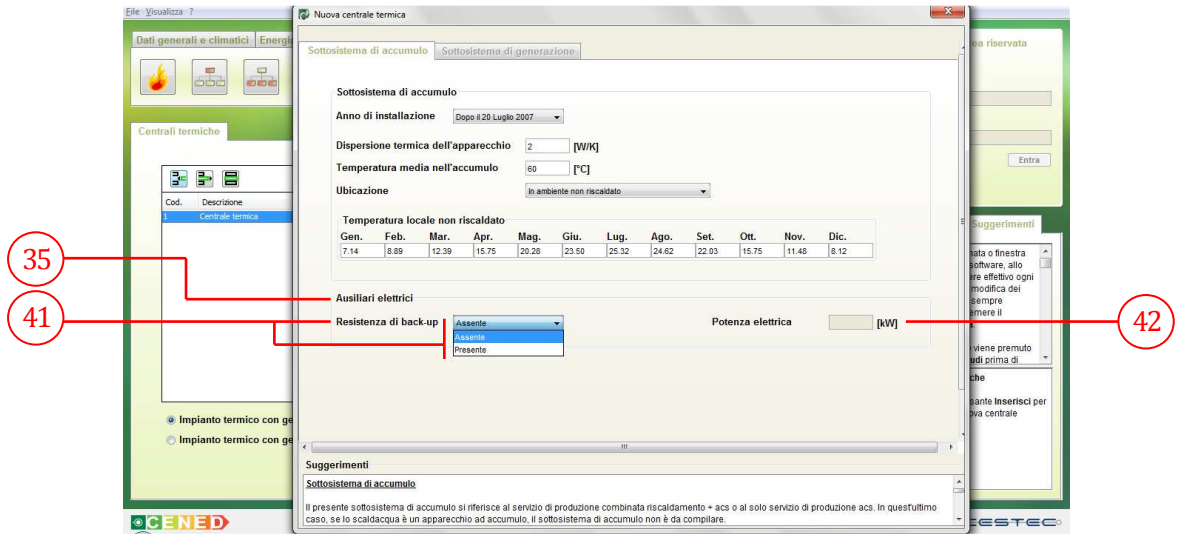

Figura 12.29: Sottosistema di accumulo, Ausiliari elettrici, Resistenza di back-up assente.

Se, invece, ci si trova in presenza di una resistenza di back-up, viene richiesto di compilare la casella **Potenza elettrica** (42), con il valore di potenza elettrica complessivamente assorbita.

Nel caso in cui tale potenza elettrica risulti a servizio anche di subalterni non oggetto dell'attestato di certificazione energetica oggetto di elaborazione, è necessario proporzionarne il valore in funzione o del volume lordo totale servito o del fabbisogno totale di energia netta.

Riquadro IV: Resistenza di back-up

La resistenza termica di back-up è una resistenza elettrica immersa nel serbatoio (o una resistenza elettrica di post riscaldamento) per il mantenimento del livello termico, anche in caso di generatore termico disattivato.
Corrisponde ad un ausiliario che permette di mantenere il livello termico in caso di eccessiva richiesta di calore. Può, inoltre, essere un sistema ausiliario per innalzare il livello termico del serbatoio come postriscaldamento del fluido contenuto nel serbatoio.
La resistenza termica di back-up è considerata dal software solo nel caso di sistemi di generazione asserviti anche alla produzione di acqua calda sanitaria, sia combinati sia con generazione dedicata. Nel caso di sistemi termici per il solo riscaldamento è possibile inserire l'accumulo termico nella ramificazione del riscaldamento. In questo caso non è possibile inserire una resistenza termica di back-up.

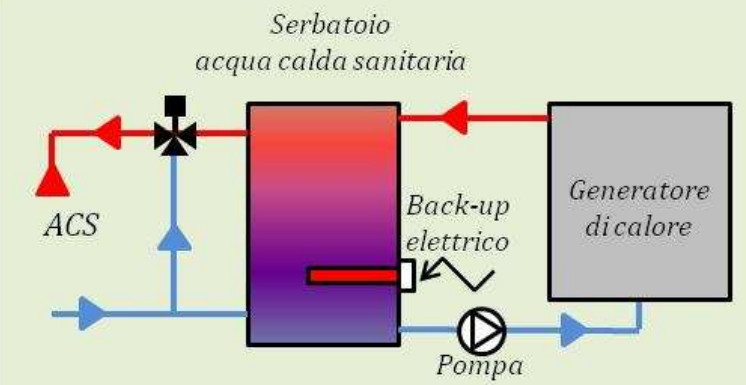

Figura 12.30: Schema di un serbatoio per acqua calda sanitaria dotato di resistenza elettrica di back-up.

Si ricorda che il prospetto XXXVI del d.d.g. n. 5796, ove si considera il valore di rendimento di generazione di piccoli bollitori elettrici ad accumulo, considera già le perdite del serbatoio ed il fatto che la generazione sia elettrica. Non si devono, quindi, inserire valori nel sottosistema di accumulo della centrale termica, sia per quanto riguarda le dispersioni dell'accumulo, sia per quanto riguarda la potenza elettrica dell'ausiliario di back-up.

Una volta completati i valori del **Sottosistema di accumulo** (24) è necessario premere il pulsante **Salva** (33) per accedere alla scheda del **Sottosistema di generazione** (34).

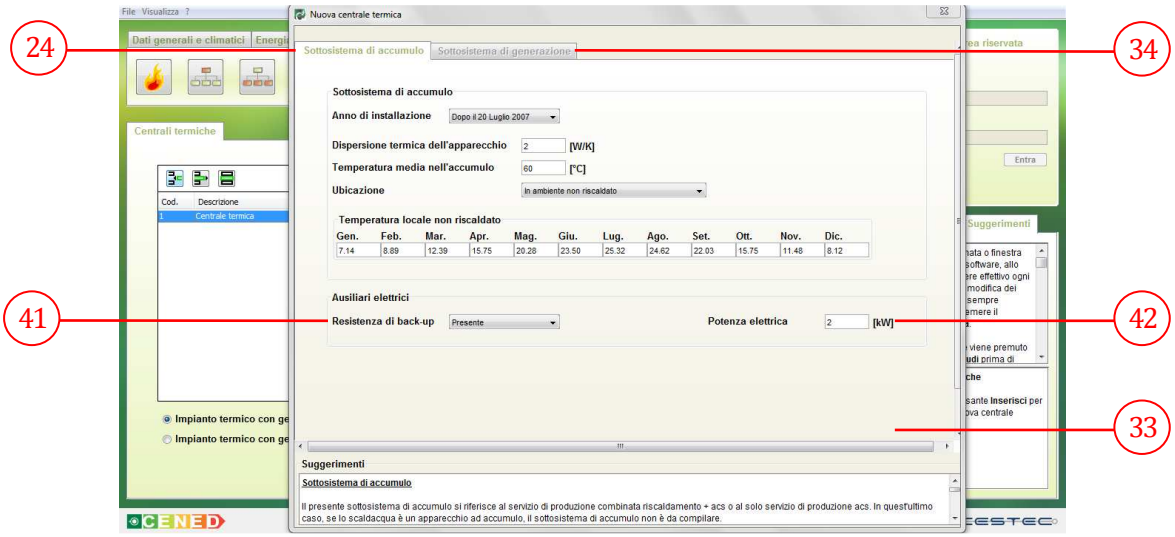

Figura 12.31: Sottosistema di distribuzione accumulo, Resistenza di back-up e Ausiliari elettrici.

12.3.1.2 Sottosistema di generazione

La sezione relativa al **Sottosistema di generazione** (34) presenta una schermata di riepilogo in cui vengono visualizzate le principali informazioni (Numero, Codice, Descrizione e Combustibile) (43) relative ai generatori presenti.

Tale schermata prevede nella parte alta la barra in cui sono presenti i pulsanti di gestione dei singoli generatori.

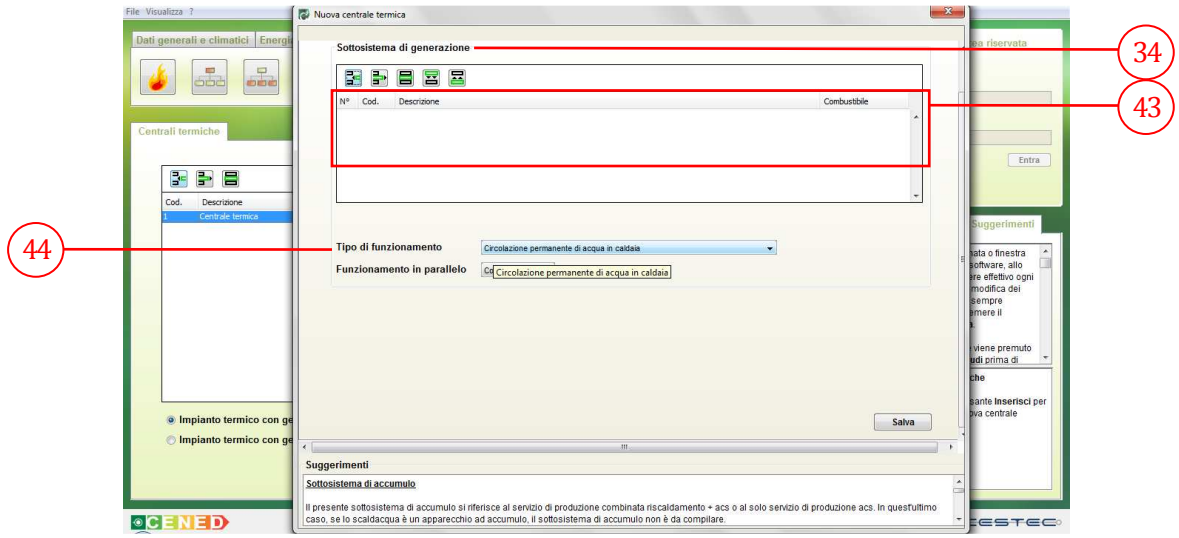

Figura 12.32: Finestra Nuova centrale termica, Sottosistema di generazione.

Nella parte inferiore della schermata sono presenti due campi a cui associare caratteristiche relative a tutti i generatori di calore definiti.

Il campo **Tipo di funzionamento** (44) prevede un menù a tendina in cui è possibile scegliere tra le seguenti opzioni relative alla circolazione dell'acqua:

- **Circolazione permanente di acqua in caldaia**;
- **Interruzione della circolazione in caldaia a temperatura ambiente raggiunta** (si fa riferimento al caso in cui la pompa primaria si ferma alcuni minuti dopo il bruciatore ed entrambi vengono fermati dal termostato ambiente).

La selezione di tali opzioni influenza i valori degli esponenti n, m e p ai fini del calcolo delle perdite percentuali del generatore. I valori degli esponenti sono consultabili nel Prospetto LI del d.d.g. n. 5796.

Questa selezione ha effetto sulle seguenti tipologie di generatore descritte nel prosieguo del capitolo, ed in particolare nella selezione del tipo di generatore per peso:

- Generatore tradizionale;
- Generatore multistadio o modulante;
- Generatore a condensazione;
- Generatore a condensazione multistadio o modulante.

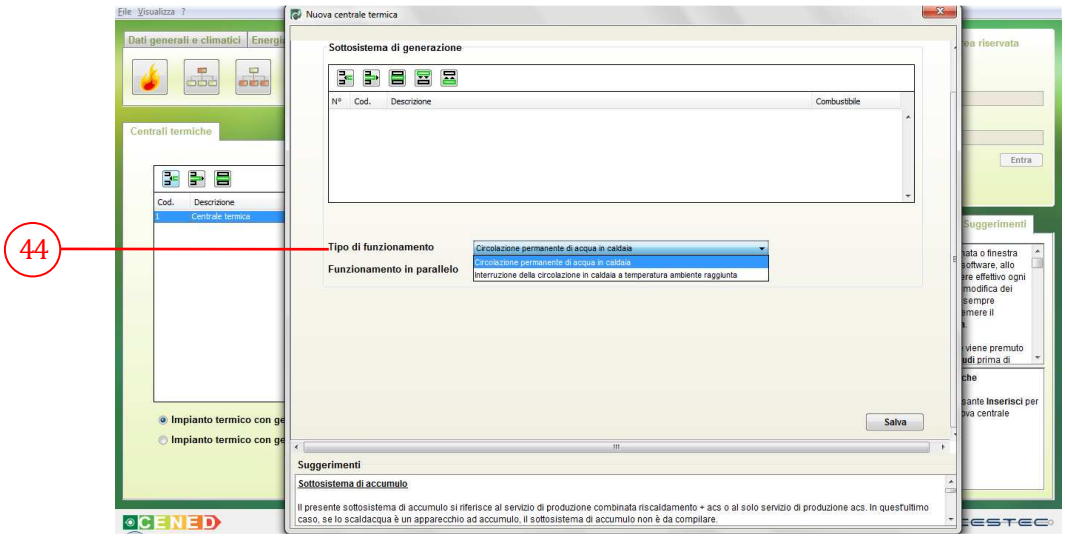

Figura 12.33: Sottosistema di generazione, Tipo di funzionamento.

Nell'elenco a discesa **Funzionamento in parallelo** (48) la selezione consente di determinare le modalità di funzionamento dei generatori che costituiscono la centrale termica. Le opzioni fornite sono:

- **Con priorità** (48), i generatori inseriti all'interno della centrale termica funzionano in modalità cosiddetta "a cascata", per cui la gerarchia viene assegnata in funzione dell'ordine in cui si trovano visualizzati nella schermata di riepilogo (dal primo ad entrare in funzione all'ultimo);

- **Senza priorità** (48), i generatori inseriti all'interno della centrale termica funzionano in parallelo e tutti contemporaneamente.

Riquadro V: Centrali termiche con due o più generatori: funzionamento in serie e in parallelo

*La selezione dell'elenco a discesa **Funzionamento in parallelo** (48) ha senso ovviamente se esistono due o più generatori nella centrale termica che si sta inserendo. Se si inserisce un solo generatore la scelta è ininfluente.*
Si considerino le due figure seguenti. Un sistema di quattro generatori da 100 kW ciascuno sono connessi allo stesso circuito primario e devono fornire, in un dato istante, una potenza termica di 224 kW.
Se questa è suddivisa equamente tra i quattro generatori, ciascuno ne fornirà 56 kW: vale a dire che ciascun generatore funziona al 56% della sua massima potenza (Figura 12.34). Questa modalità di funzionamento, opportunamente gestita dall'elettronica di controllo del gruppo termico, corrisponde un funzionamento in parallelo senza priorità.
Se, invece, i generatori sono controllati in modo da accendersi uno alla volta, fino al massimo delle potenza termica erogabile, si ha un funzionamento in parallelo con priorità. Nell'esempio di Figura 12.35 la potenza termica richiesta, pari a 224 kW, viene coperta da due generatori funzionanti al massimo della loro singola capacità (100 kW, funzionamento al 100%) e dal terzo generatore per la potenza termica mancante (24 kW, funzionamento al 24%). Il quarto generatore, con questa potenza termica richiesta, rimane spento. L'accensione dei diversi generatori è comandata, in tutti i regimi di funzionamento, dall'elettronica a corredo della centrale termica. Questo schema di funzionamento corrisponde ad un funzionamento in parallelo con priorità. In questo caso si parla anche di sistemi a cascata o generatori in cascata.

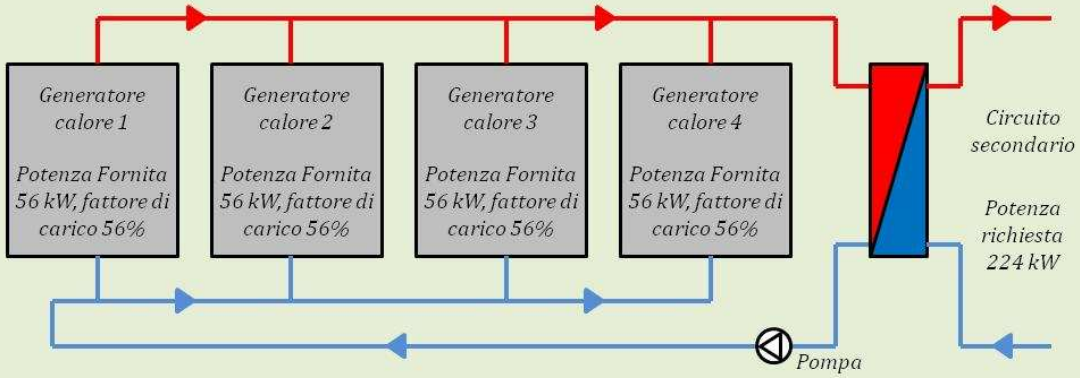

Figura 12.34: Esempio di funzionamento in parallelo senza priorità.

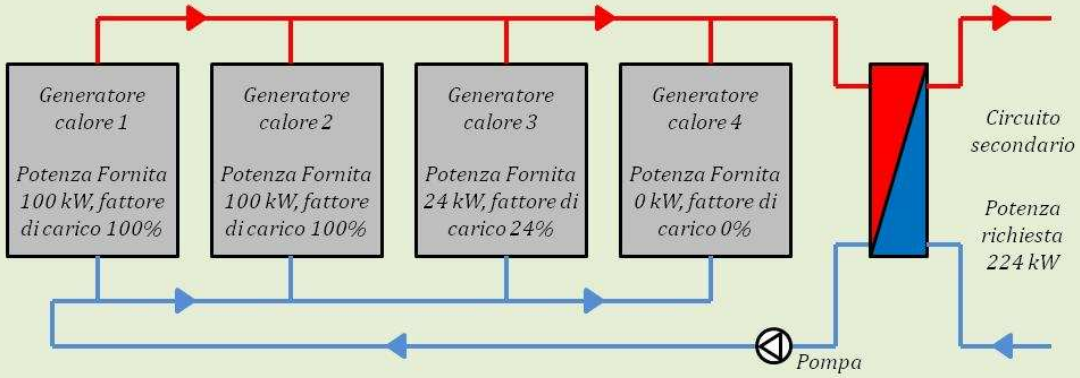

Figura 12.35: Esempio di funzionamento in parallelo con priorità.

La scelta della tipologia di funzionamento di un gruppo termico composto da più generatori dipende dal carico termico associato alla centrale termica e dal suo andamento temporale, dalla tipologia di generatori (modulanti, a condensazione, etc.), nonché da logiche di tipo manutentivo e gestionale. Si tratta quindi di una scelta progettuale.
Ai fini della certificazione energetica, questa scelta ha effetto per quanto riguarda la computazione dei fattori di carico medi mensili associati a ciascun generatore inserito nella stessa centrale termica, così come dettagliato nel capitolo E.9.6.3 del d.d.g. n. 5796.

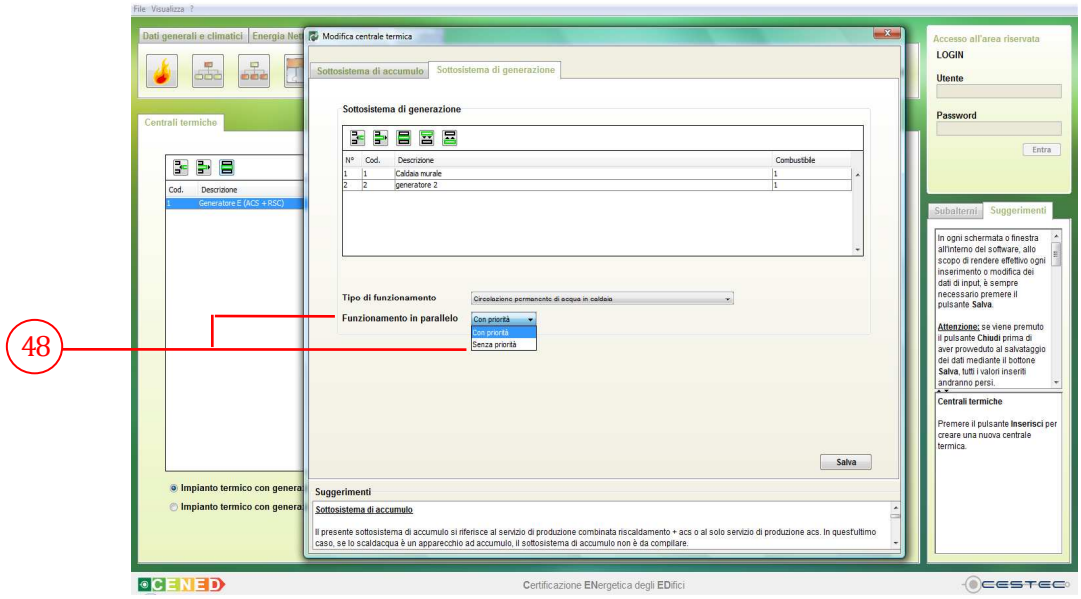

Figura 12.36: Sottosistema di generazione, selezione della tipologia di Funzionamento in parallelo.

I campi **Tipo di funzionamento** (44) e **Funzionamento in parallelo** (48) non risultano attivi qualora si stia definendo, tramite le selezioni iniziali di una **Nuova centrale termica** (45) una centrale termica asservita alla sola **Produzione di acqua calda sanitaria** (46), nel caso di un **Impianto termico con generazione termica separata (figura 12, d.d.g. n. 5796)** (47).

Il campo **Funzionamento in parallelo** (48) non risulta attivo anche nel caso in cui la centrale termica in via di definizione contenga un solo generatore.

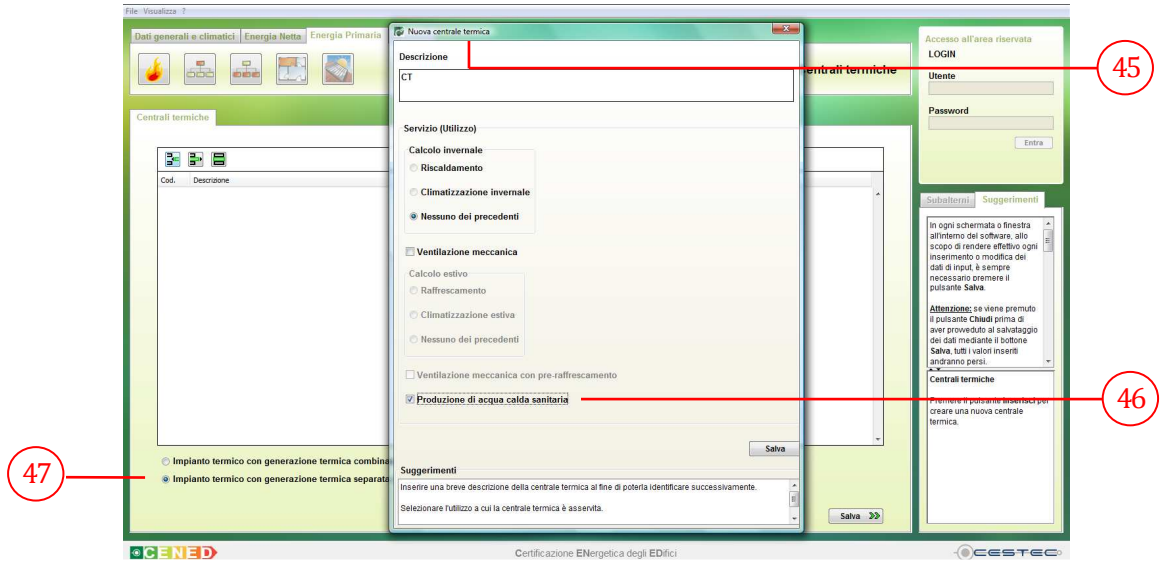

Figura 12.37: Scelta di centrale termica per la sola produzione di acqua calda sanitaria, in Impianto termico con generazione termica separata.

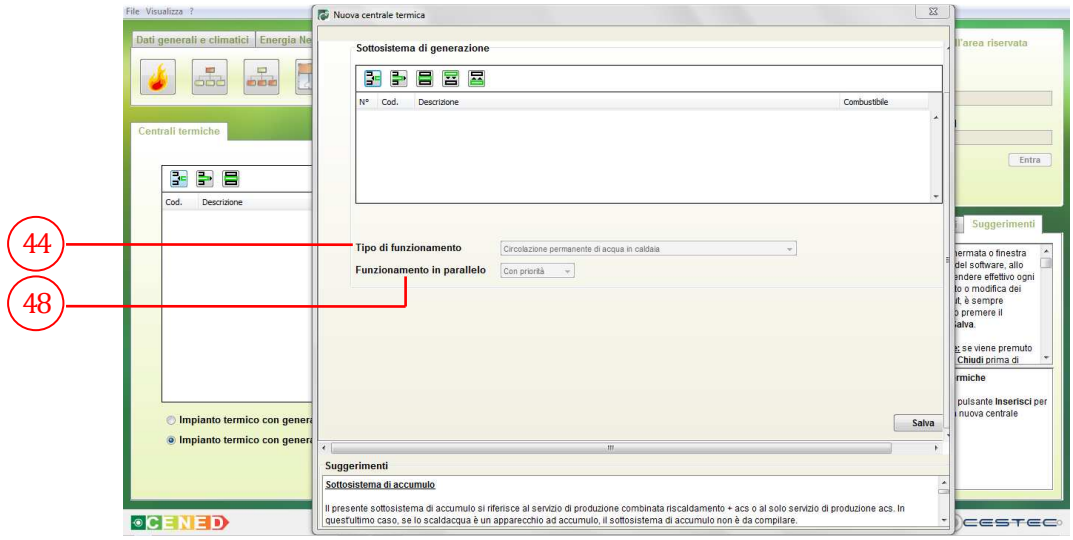

Figura 12.38: Sottosistema di generazione, Tipo di funzionamento e Funzionamento in parallelo non attivi (Centrale termica per solo ACS).

Per definire un nuovo generatore è necessario premere il pulsante **Inserisci sottosistema di generazione** (49) ed inserire tutti i dati relativi alle proprietà associate al generatore in oggetto.

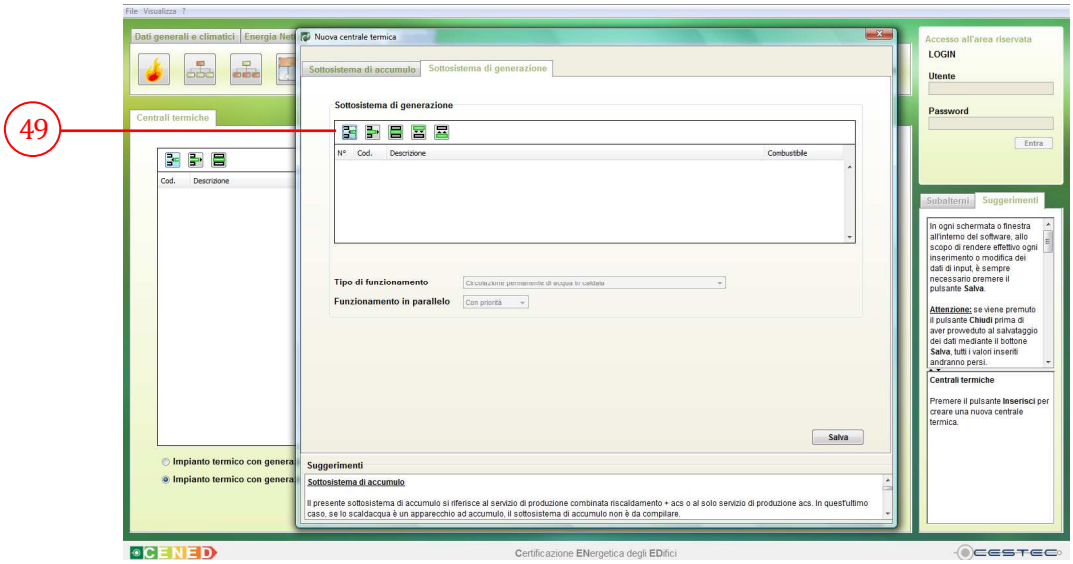

Figura 12.39: Sottosistema di generazione, Inserisci.

12.3.1.2.1 Nuovo sottosistema di generazione

Nel caso in cui la centrale termica in via di definizione sia asservita anche al riscaldamento/ climatizzazione invernale, una volta premuto il pulsante **Inserisci nuovo sottosistema di generazione** (49), si apre la relativa finestra pop-up **Nuovo sottosistema di generazione** (50).

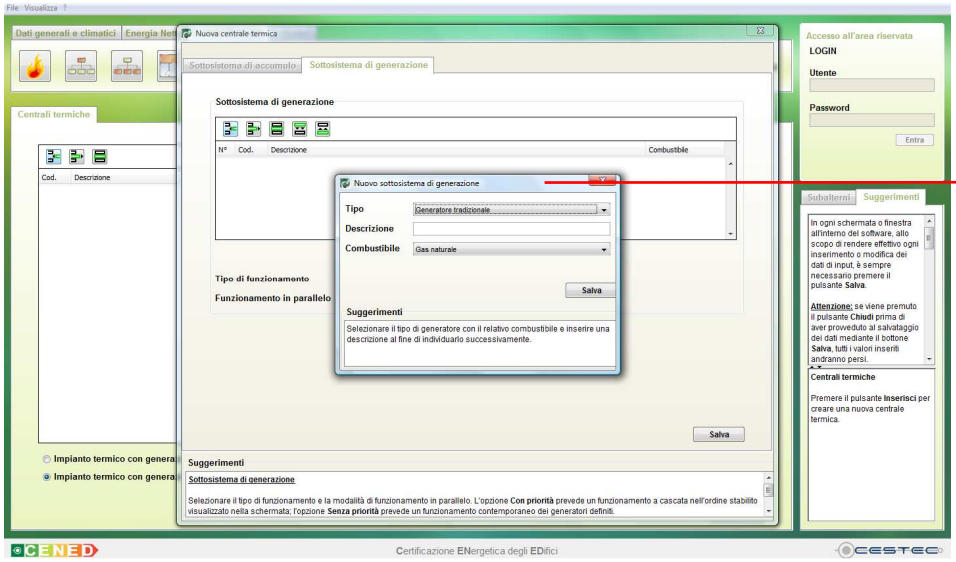

Figura 12.40: Finestra pop-up Nuovo sottosistema di generazione.

Il campo **Tipo** (51) consente di scegliere la tipologia di generatore da un elenco a discesa tra le opzioni riportate di seguito:

- **Generatore tradizionale;**
- **Generatore multistadio o modulante;**
- **Generatore a condensazione;**
- **Generatore a condensazione multistadio o modulante;**
- **Generatore ad aria calda;**
- **Pompa di calore;**
- **Teleriscaldamento;**
- **Cogenerazione;**
- **Riscaldatore a infrarossi.**

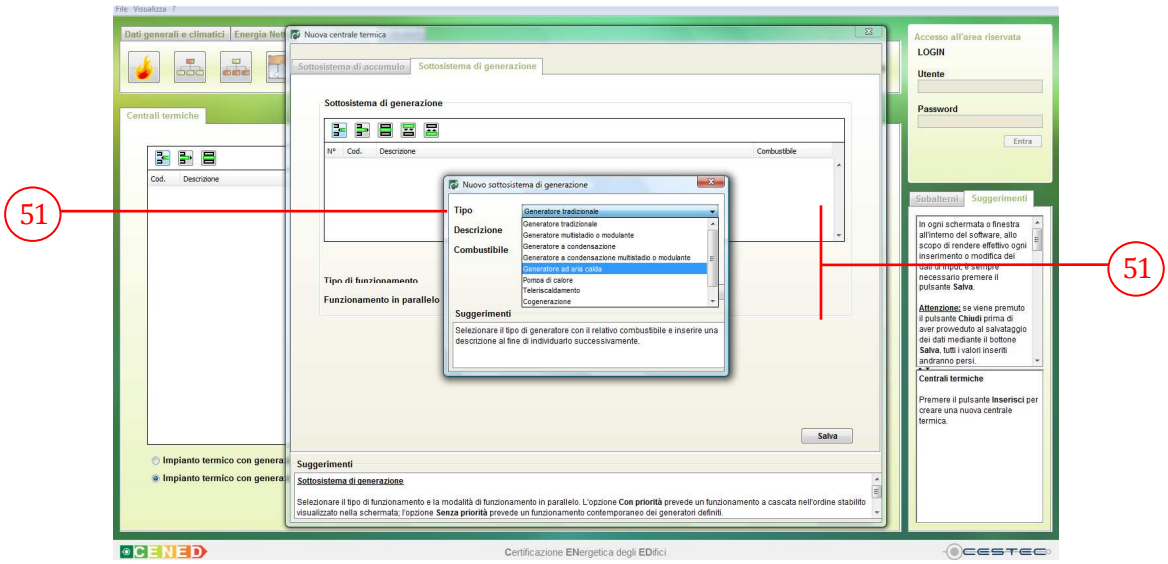

Figura 12.41: Nuovo sottosistema di generazione, Tipo.

Di seguito viene richiesto di inserire nel riquadro **Descrizione** (52) una breve descrizione del generatore che verrà riportata nella schermata di riepilogo e sarà funzionale alla successiva individuazione del generatore.

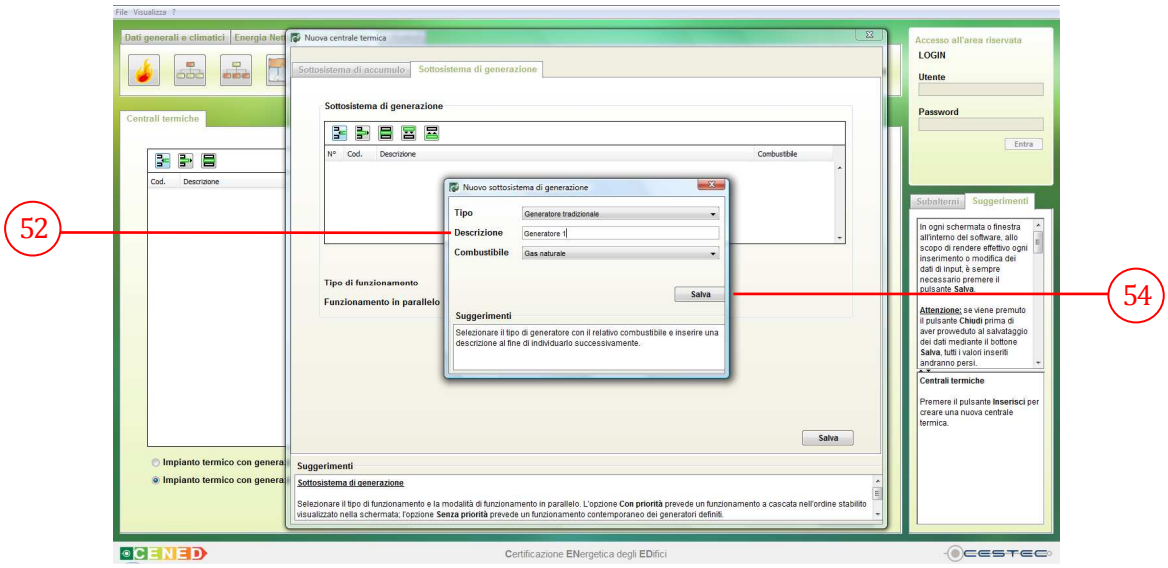

Figura 12.42: Nuovo sottosistema di generazione, Descrizione.

Nel campo **Combustibile** (53) è necessario selezionare dal menù a tendina il tipo di fonte energetica utilizzata, scegliendo tra le proposte:

- **Gas naturale**;
- **GPL**;

- **Gasolio**;
- **Olio combustibile**;
- **Biomasse**;
- **RSU** (presente solo nel caso di Teleriscaldamento);
- **Energia elettrica** (presente solo nel caso di Pompa di calore e Riscaldatore a infrarossi).

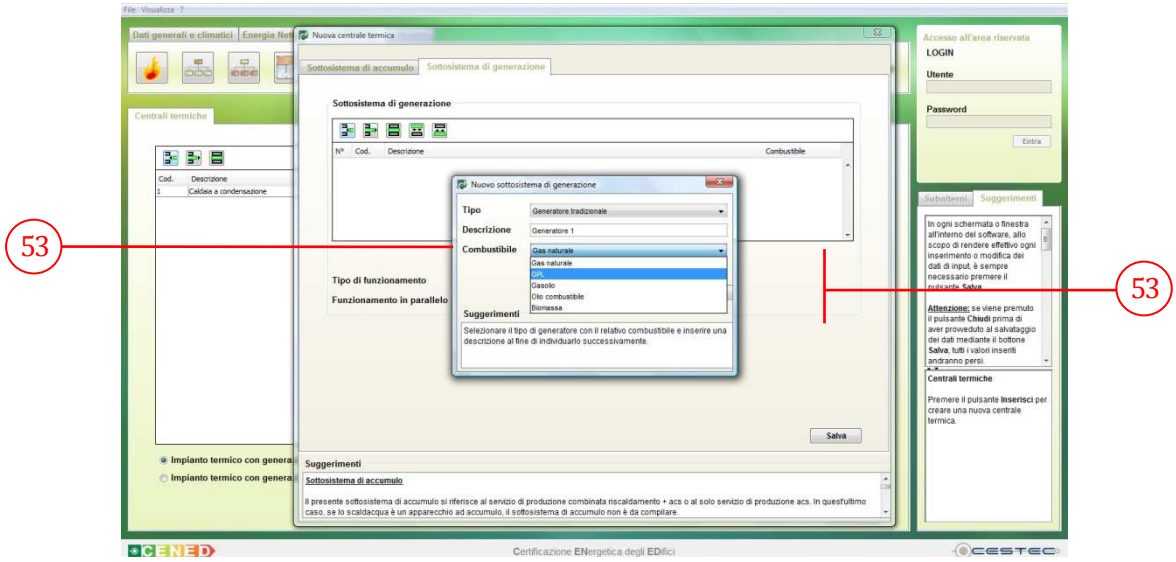

Figura 12.43: Nuovo sottosistema di generazione, Combustibile.

Per poter accedere alla schermata successiva e procedere ad inserire le caratteristiche relative al generatore è necessario premere il pulsante **Salva** (54).

12.3.1.2.2 Caratteristiche del generatore (riscaldamento/ climatizzazione invernale o generazione combinata per riscaldamento e produzione di ACS)

I contenuti della finestra pop-up **Caratteristiche del generatore** (55) cambiano in funzione del tipo di generatore che si sta definendo.

Di seguito vengono riportate le differenti informazioni richieste per ogni opzione di scelta.

I generatori presentati di seguito riguardano apparecchi asserviti al solo riscaldamento/ climatizzazione invernale o alla produzione combinata di calore per il riscaldamento/ climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.

Riquadro VI: Caldaie e rendimento termico

Il combustibile gassoso più utilizzato negli impianti termici è il gas metano, ma è possibile anche l'utilizzo di propano o butano o loro miscele. Tra i combustibili liquidi si trovano il gasolio, il GPL (gas di petrolio liquefatto) e olio combustibile.

La combustione è la reazione chimica tra il combustibile e il comburente, con rilascio di energia termica. La quantità di energia termica sviluppata dipende dal potere calorifico del combustibile. Si prenda ad esempio la reazione chimica di combustione del metano:

$$CH_4 + 2 \cdot O_2 + 7,6 \cdot N_2 \rightarrow CO_2 + 2 \cdot H_2O + 7,6 \cdot N_2 + Energia$$

dove:

CH_4	*è il metano;*
O_2	*è l'ossigeno;*
N_2	*è l'azoto;*
CO_2	*è l'anidride carbonica;*
H_2O	*è l'acqua, sotto forma di vapore.*

Come si può osservare l'atomo di carbonio reagisce con una molecola di ossigeno, mentre i quattro atomi di idrogeno (le due molecole), reagiscono con l'altra molecola di ossigeno. Le due molecole di azoto rimangono inerti e non partecipano alla reazione di combustione. Questa reazione si presenta in forma similare per tutti gli idrocarburi (es. propano, butano, etc.).
Il comburente nella reazione enunciata è, quindi, l'ossigeno, che reagisce con il combustibile metano. L'ossigeno partecipante alla reazione è quello presente nell'aria esterna. L'aria è una miscela di gas e vapori costituita principalmente da azoto (78,08 %) e da ossigeno (20,95 %), più altri gas che costituiscono il restante 1% circa. Per avere una corretta combustione del metano (o di altri combustibili) è necessario avere un sufficiente apporto di ossigeno, pena la perdita di rendimento termico di combustione e la formazione di altri prodotti di combustione non desiderati, quali ad esempio il monossido di carbonio CO, che è tossico per l'uomo.
Dal un punto di vista opposto, una eccessiva quantità di aria riduce comunque il rendimento di combustione, in quanto aumentando la portata dei fumi di combustione al camino questi riscaldandosi asporterebbero del calore utilizzabile.
Per garantire un intimo contatto tra comburente e combustibile, all'interno della camera di combustione, si realizza quindi la necessità di fornire l'aria indispensabile alla corretta combustione (aria stechiometrica) più un quantitativo di aria aggiuntivo per realizzare una buona miscela di combustibile-comburente. Si parla quindi di un eccesso d'aria (rispetto all'aria stechiometrica), che nel caso del metano è solitamente di circa il 20%.
Ne consegue che per ogni metro cubo di metano bruciato sono necessari circa 11,5 metri cubi di aria esterna, essendo l'aria stechiometrica pari a 9,52 m^3. Una riduzione dell'eccesso d'aria porta ad un incremento del rendimento di combustione, mentre un aumento alla riduzione dello stesso. L'elemento della caldaia che si occupa della corretta gestione delle quantità di combustibile e di comburente è il bruciatore, corredato da tutto il complesso di sensori e di organi meccanici che lo costituiscono (sensori di temperatura, ventilatore, etc.).

La massima energia liberata da una reazione di combustione si chiama potere calorifico superiore (vedi Tabella 12.1). Come nel caso del metano, i combustibili che contengono idrogeno sviluppano come prodotto della combustione anche acqua.
Si definisce, quindi, potere calorifico inferiore la quota parte del potere calorifico superiore realmente sfruttabile, cioè quella che non tiene conto del calore di condensazione dell'acqua.

Tabella 12.1: Valori del potere calorifico superiore ed inferiore dei combustibili, elaborati dal prospetto LVII del .d.d.g. n. 5796.

Tipologia di combustibile	*Potere calorifico inferire (PCI)*	*Potere calorifico superiore (PCS)*
Gas naturale (metano)	*9,595 kWh/mc*	*10,651 kWh/mc*
GPL	*12,793 kWh/kg*	*13,941 kWh/kg*
Gasolio	*11,863 kWh/kg*	*12,574 kWh/kg*
Olio combustibile	*11,397 kWh/kg*	*12,127 kWh/kg*
Biomasse	*4,885 kWh/kg*	*5,350 kWh/kg*

Le caldaie sono dei generatori di calore a combustibile solido, liquido o gassoso composte in generale da:

- *bruciatore e relativi organi di regolazione della portata di combustibile e di comburente (ossigeno contenuto nell'aria);*
- *camera di combustione, ove avviene la combustione, quale reazione chimica tra combustibile e comburente;*
- *scambiatore di calore fumi di combustione-fluido termovettore, ove si ha il passaggio di calore tra la camera di combustione e il circuito di distribuzione del fluido termovettore. I fumi raggiungono una temperatura di 100-200 °C dopo lo scambio termico;*
- *scarico dei fumi, ove i fumi di combustione cui è stato sottratto il calore ceduto al fluido termovettore sono evacuati all'esterno per connessione con una canna fumaria;*
- *nel caso di generatori a condensazione, un secondo scambiatore è presente sullo scarico fumi, per permettere una ulteriore sottrazione di calore ai fumi di combustione. I fumi raggiungono, dopo questo ulteriore scambio, temperature minime di 30°C circa;*
- *organi di sicurezza, atti a bloccare la combustione i caso di problemi di sovrappressione o combustione pericolosa;*
- *controlli elettronici, che regolano le portate di combustibile, comburente e fluido termovettore;*
- *corpo caldaia, coibentato o non coibentato, che racchiude e protegge tutti i componenti precedentemente descritti.*

I rendimenti di combustione ottenuti da una caldaia, riscontrabili dalle schede tecniche dei produttori, sono in generale riferiti al potere calorifico inferiore, a meno che non sia espressamente riportato il contrario.
Ad esempio un rendimento di combustione del 90% di una caldaia a metano significa che, per ogni metro cubo di metano, lo scambiatore fumi-fluido termovettore riesce a trasferire al secondo il 90% del calore sviluppato dalla combustione, sulla base del potere calorifico inferiore, di seguito indicato con PCI. Quindi dalla combustione si ottengono, a livello della camera di combustione, 9,595 kWh/mc di metano di PCI. Di questi solo il 90% è passato al fluido termovettore, pari a 8,636 kWh di calore utile per ogni metro cubo di metano. Il restante 10% è perso per effetto di un non perfetto scambio termico, per effetto dell'eccesso d'aria, per effetto delle perdite di calore dovute al corpo caldaia, etc. Se si esprime il rendimento sulla base del potere calorifico superiore (di seguito indicato con PCS), in questo esempio si ottiene 8,636 / 10,651 = 81%, con una perdita complessiva pari a 19%, che comprende anche il calore latente di condensazione del vapore acqueo contenuto nei fumi di combustione.
Come è possibile notare il calore latente di condensazione, nel caso del gas metano, è pari alla differenza tra PCS e PCI, equivalente a 1,056 kWh. Questi corrisponde all'11% in più rispetto al PCI. Il PCS è quindi il 111% del PCI, nel caso del gas metano. Questa percentuale dipende dal combustibile (o dal suo contenuto di idrogeno), con analogo calcolo si ottiene ad esempio 106% per il gasolio.

In commercio esistono caldaie capaci di recuperare parte del calore latente di condensazione, chiamate appunto caldaie a condensazione. Queste caldaie sono dotate di un secondo scambiatore di calore sui fumi, che recupera parte del calore di condensazione del vapore acqueo contenuto nei fumi di combustione. Per far condensare il vapore acqueo è necessario abbassare la temperatura dei fumi al di sotto della temperatura di condensazione. Alla pressioni tipiche di funzionamento delle caldaie questa si attesta a circa 55°C per i fumi di combustione del gas metano, circa 50°C per i fumi di combustione del gasolio.

Ne consegue che le caldaie a condensazione, recuperando parte del calore di condensazione, possono avere rendimenti di combustione maggiori del 100%, se questi valori sono espressi sulla base del PCI. Il limite massimo possibile in questo caso è un rendimento di 111% per il gas metano, 106% per il gasolio. Questi valori praticamente non possono raggiungersi, ma è possibile ottenere con l'attuale tecnologia in commercio caldaie a condensazione alimentate a gas metano con rendimenti di oltre il 109%.

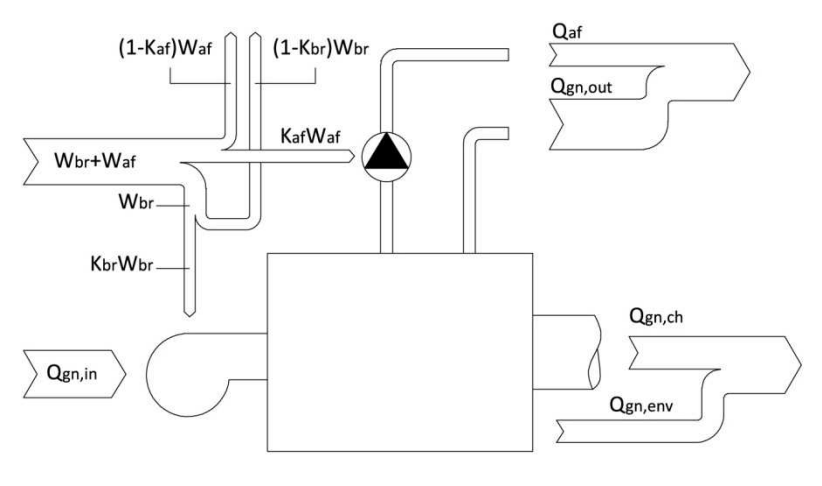

Figura 12.44: Bilancio energetico di un generatore tradizionale, d.d.g. n. 5796.

La Figura 12.44 *rappresenta schematicamente il bilancio energetico di un generatore tradizionale, non a condensazione. Nella determinazione del rendimento termico di una caldaia, gli aspetti da tenere in considerazione sono:*

- *l'energia chimica <u>fornita</u> sotto forma di combustibile, $Q_{gn,in}$;*
- *l'energia elettrica <u>fornita</u> per il funzionamento (W_{br}+W_{af}), di cui una parte viene ceduta al corpo caldaia in corrispondenza del bruciatore (k_{br}*W_{br}) ed una parte in corrispondenza del circolatore idraulico del fluido termovettore (k_{af}*W_{af});*
- *l'energia termica <u>dispersa</u> al mantello (il corpo caldaia) verso l'ambiente circostante, $Q_{gn,env}$;*
- *l'energia termica <u>dispersa</u> al camino, attraverso i fumi, a bruciatore acceso, una quota parte di $Q_{gn,ch}$;*
- *l'energia termica <u>dispersa</u> al camino a bruciatore spento, consistente in perdite di prelavaggio della camera di combustione e in perdite di calore per raffreddamento della camera di combustione (dovute al passaggio di aria a bruciatore spento), una quota parte di $Q_{gn,ch}$.*

L'energia termica <u>utile</u> ottenuta dalla combustione corrisponde a quanto è fornito al fluido termovettore, pari alla somma di $Q_{gn,out}$ e di Q_{af}, rispettivamente la quantità di calore scambiata a livello dello scambiatore di calore tra fumi di combustione e fluido termovettore e l'energia elettrica fornita al circolatore e convertita in energia termica (recupero termico).
Il rendimento di combustione è, quindi, determinato, se si assume questo schema, dalla frazione dell'effetto utile diviso l'immissione di energia, quindi ($Q_{gn,out}$ + Q_{af}) / ($Q_{gn.in}$ + W_{br} + W_{af}).
Nel caso di una caldaia a condensazione, una quota delle perdite al camino a bruciatore acceso è recuperata. Denominando questo recupero termico con R, il rendimento può essere descritto come ($Q_{gn,out}$ + Q_{af} + R) / ($Q_{gn.in}$ + W_{br} + W_{af}).

L'incremento dell'effetto utile si ottiene tramite la riduzione delle perdite al camino e al mantello, nonché tramite un ottimale controllo della combustione e dello scambio termico alla camera di combustione. Nel caso delle caldaie a condensazione si considera inoltre un incremento del recupero termico.
La riduzione delle <u>perdite al mantello</u> si ottiene con un buon isolamento termico del corpo caldaia, oltre che con l'eliminazione delle infiltrazioni di aria esterna all'interno della caldaia. Per ridurle è opportuno progettare impianti funzionanti a bassa temperatura, in modo da ridurre la temperatura media interna, e posizionare il corpo caldaia all'interno dell'edificio o in apposita centrale termica, in modo da innalzare la temperatura esterna al corpo caldaia e il recupero termico delle perdite la mantello. Il dato di perdite al

mantello si desume da una prova tecnica, riportata sulla scheda tecnica del produttore. In mancanza di tali dati è possibile fare riferimento al prospetto XLVIII del d.d.g. n. 5796. L'entità dei recuperi termici si deduce dai prospetti L e LII del d.d.g. n. 5796.

La riduzione delle perdite al camino a bruciatore spento si ottiene riducendo il passaggio di aria all'interno della camera di combustione quando questa non avviene. È opportuno quindi adottare bruciatori con chiusura dell'aria comburente all'arresto, che non permettono il passaggio di aria quando non c'è combustione. In questo caso le perdite al camino a bruciatore spento sono determinate dalle perdite di prelavaggio della camera di combustione, che è una misura di sicurezza necessaria a evitare la formazione di atmosfere esplosive all'interno del generatore di calore. Se non è possibile adottare bruciatori dotati di serranda automatica di chiusura, è possibile ridurre il tiraggio con opportuni regolatori del tiraggio posti sulla canna fumaria. È infine possibile, nel caso di generatori esistenti, provvedere alla sigillatura del corpo caldaia per evitare infiltrazioni di aria non controllate. Le perdite al camino a bruciatore spento si determinano con opportuna prova tecnica, ed il valore si trova sulla scheda tecnica del produttore del generatore di calore. Quando questo non è disponibile, è possibile riferirsi ai valori riportati nel prospetto XLIX del d.d.g. n. 5796.

La riduzione delle perdite al camino a bruciatore acceso si ottiene con diversi accorgimenti, che rappresentano l'attuale grado tecnologico delle caldaie in commercio. Le tecnologie oggi sono piuttosto mature nella gestione della qualità della combustione e quindi nella riduzione delle perdite legate a questa. Sugli impianti esistenti è, quindi, possibile agire adottando bruciatori in grado di funzionare stabilmente con valori di eccesso d'aria ridotti, mantenendo una formazione di incombusti (CO) molto bassa; in secondo luogo i bruciatori devono essere associati a sistemi di scarico dei fumi efficienti che limitino la temperatura dei fumi garantendo un adeguato tiraggio (bruciatori ad aria soffiata o aspirata). Nel caso di vecchi generatori che debbano mantenere una elevata temperatura dei fumi per evitare la formazione di condensa di acqua e possibile corrosione dei componenti, rimane possibile adottare un regolatore di tiraggio. Infine, prediligendo impianti termici a bassa temperatura si riducono implicitamente le temperature dei fumi di combustione e le perdite la mantello. Se un impianto a bassa temperatura è associato ad una caldaia a condensazione si ottiene una ottimale combinazione che permette di recuperare buona parte del calore latente contenuto nei fumi di combustione.

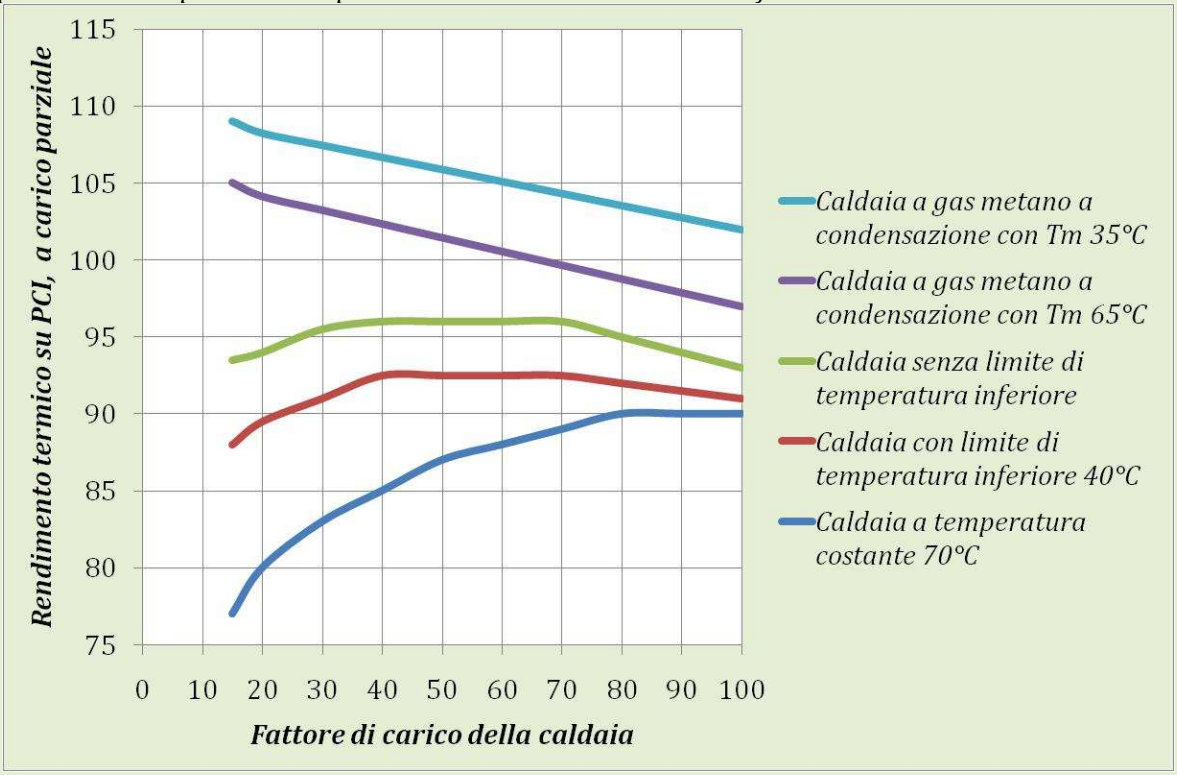

Figura 12.45: Rendimenti ipotetici a carico parziale per diverse caldaie, in funzione del fattore di carico per caldaie a bassa temperatura e a condensazione.

Le perdite al camino a bruciatore acceso sono determinate con apposite prove tecniche e i valori riscontrati in diversi regimi di funzionamento sono riportati sulla scheda tecnica del produttore. Questi sono i valori nominali. Le caldaie, a seconda della loro potenza termica, sono sottoposte periodicamente al controllo della qualità della combustione. La prova fumi fornisce il valore di rendimento sensibile di combustione istantaneo nel momento della prova. Entrambi i dati sono necessari alla certificazione energetica di un immobile. Nel caso di interruzione del funzionamento dell'impianto termico e di conseguente impossibilità di avviare l'impianto, è possibile fare riferimento a valori del prospetto LIII del d.d.g. n. 5796.

A titolo informativo si propone un'analisi del possibile funzionamento di diverse caldaie nella Figura 12.45. Il grafico propone l'andamento del rendimento in funzione del fattore di carico, ovvero della frazione tra la potenza termica media impiegata in un certo periodo di tempo (anche una stagione) e la potenza termica massima del generatore.
Una caldaia a temperatura costante, datata circa anni '70, vede crollare il suo rendimento ai bassi fattori di carico. La caldaia infatti è costruita con materiali sensibili alla corrosione determinata da una eventuale condensa che si può generare con un abbassamento di temperatura dei fumi. Inoltre, non è dotata di adeguato controllo elettronico. Ai bassi regimi la potenza ceduta al circuito del fluido termovettore è molto bassa e il rendimento termico subisce un brusco calo.
Una caldaia più recente, costruita e installata negli anni '80, permette di abbassare la temperatura di funzionamento fino ad un limite inferiore e garantisce un maggior controllo della combustione. Ai bassi regimi la temperatura dei fumi ridotta permette di ridurre considerevolmente le perdite al camino. La caldaia funziona meglio con elevati fattori di carico.
Oggi è possibile acquistare caldaie modulanti fino a fattori carico molto bassi (circa 20%) che mantengono un rendimento termico più o meno costante con valori intorno al 95%, che non abbiano limiti inferiori di funzionamento.
Una caldaia a condensazione migliora il suo rendimento all'abbassarsi del fattore di carico. Al ridursi della temperatura di ritorno del fluido termovettore, il recupero termico del calore di condensazione si incrementa, determinando una crescita elevata del rendimento. Se la caldaia funziona sempre in regime di condensazione, con temperature di mandata la di sotto dei 50°C, allora si raggiungono i massimi rendimenti termici.

12.3.1.2.3 Generatore tradizionale

Nel caso di generatore tradizionale, viene richiesto di compilare il campo **Potenze termiche e rendimenti** (56) con i valori di **Potenza termica nominale al focolare, Φ_{cn}** (57) [kW], così come definita al punto 2 lettera qq), d.g.r. n. VIII/8745 e di **Rendimento termico utile** (58) al 100% della potenza, η_{tu} [%], così come definito al punto 2 lettera ww), d.g.r. n. VIII/8745.

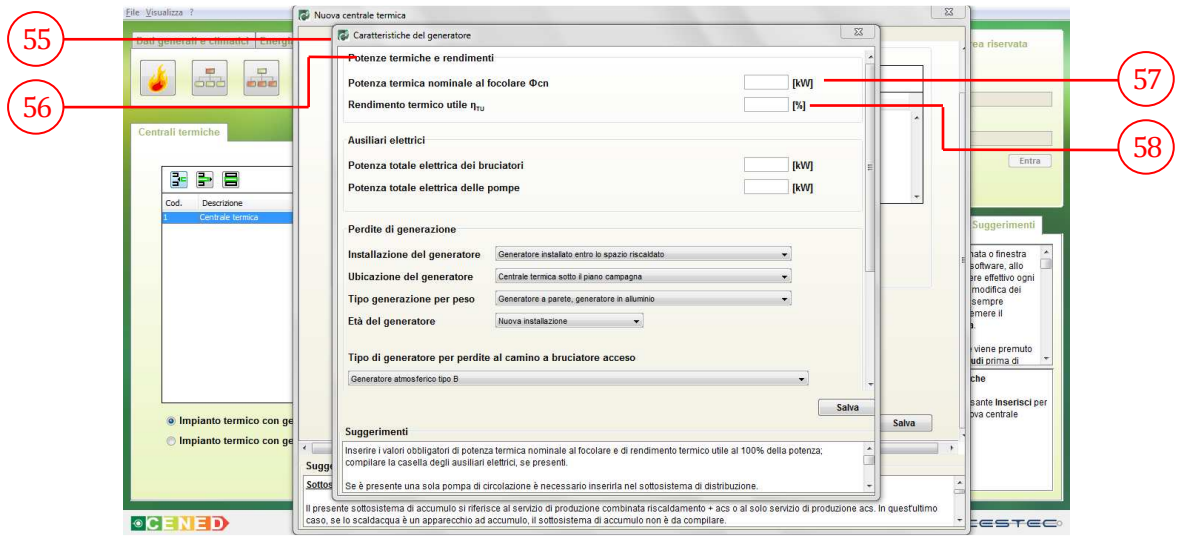

Figura 12.46: Generatore tradizionale, Potenze termiche e rendimenti.

Nel campo **Ausiliari elettrici** (59) si richiede di indicare i valori di **Potenza totale elettrica dei bruciatori** (60), [kW], e della **Potenza totale elettrica delle pompe** (61), [kW], interne appartenenti al generatore.

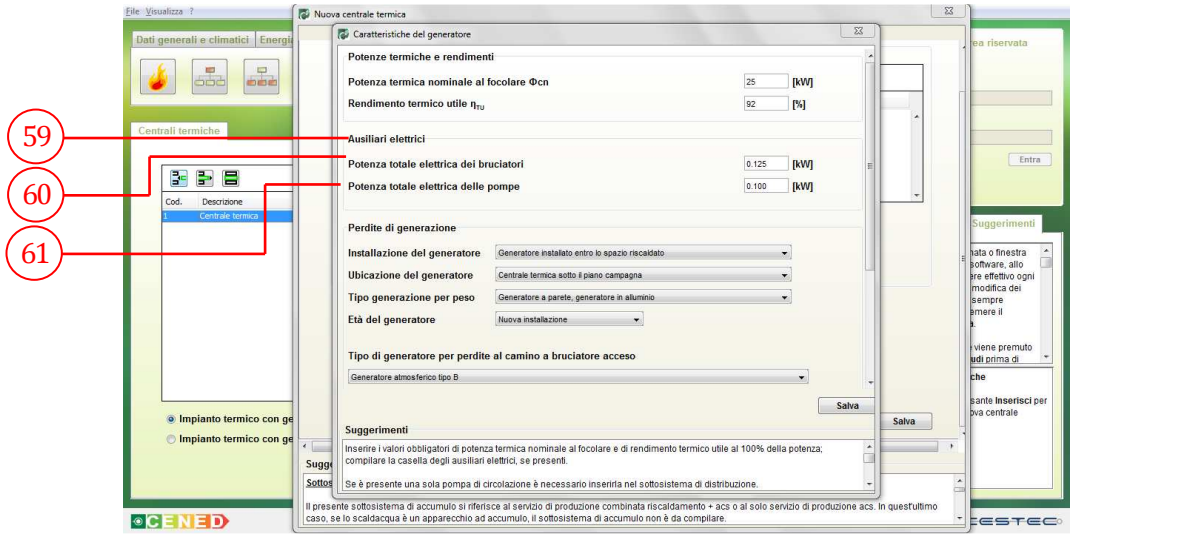

Figura 12.47: Generatore tradizionale, Ausiliari elettrici.

Se non sono presenti ausiliari elettrici è sufficiente digitare nella relativa casella 0.

Nel campo **Perdite di generazione** (62) si procede a definire le caratteristiche del generatore al fine di determinare le perdite per generazione.

Al fine di definire le perdite al mantello del generatore si provvede a compilare con i relativi dati i quattro successivi menù a tendina, le cui specifiche vengono esposte di seguito.

In primo luogo selezionare dall'elenco **Installazione del generatore** (63) una delle opzioni proposte:

- **Generatore installato entro lo spazio riscaldato**;
- **Generatore di tipo B installato entro lo spazio riscaldato**;
- **Generatore installato in centrale termica**;
- **Generatore installato all'esterno**.

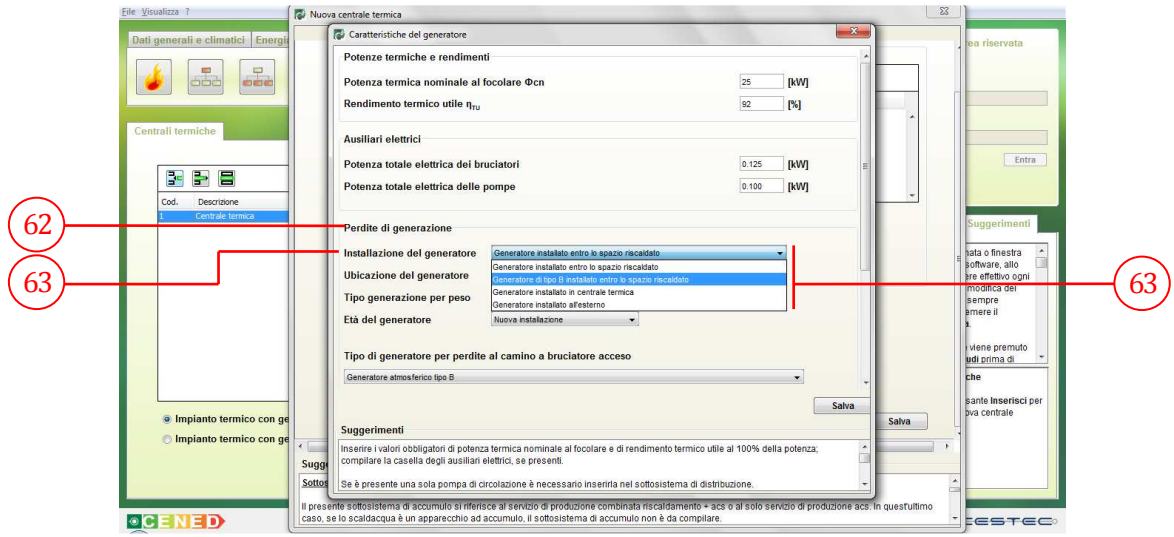

Figura 12.48: Generatore tradizionale, Installazione del generatore.

Successivamente, al fine di determinare il valore del fattore di correzione da applicare al calcolo della temperatura dell'ambiente in cui il generatore è posizionato, selezionare dall'elenco **Ubicazione del generatore** (64) una delle opzioni proposte:

- **Centrale termica sotto il piano campagna**;
- **Centrale termica adiacente ad ambiente a temperatura controllata**;
- **Centrale termica isolata o adiacente a locale non riscaldato**;
- **Caldaia all'esterno**;
- **Caldaia all'interno**.

Si intende installato all'esterno il generatore ubicato al di fuori della centrale termica e da spazi riscaldati, seppur posto in nicchie, cavedii, etc . anche se isolati.

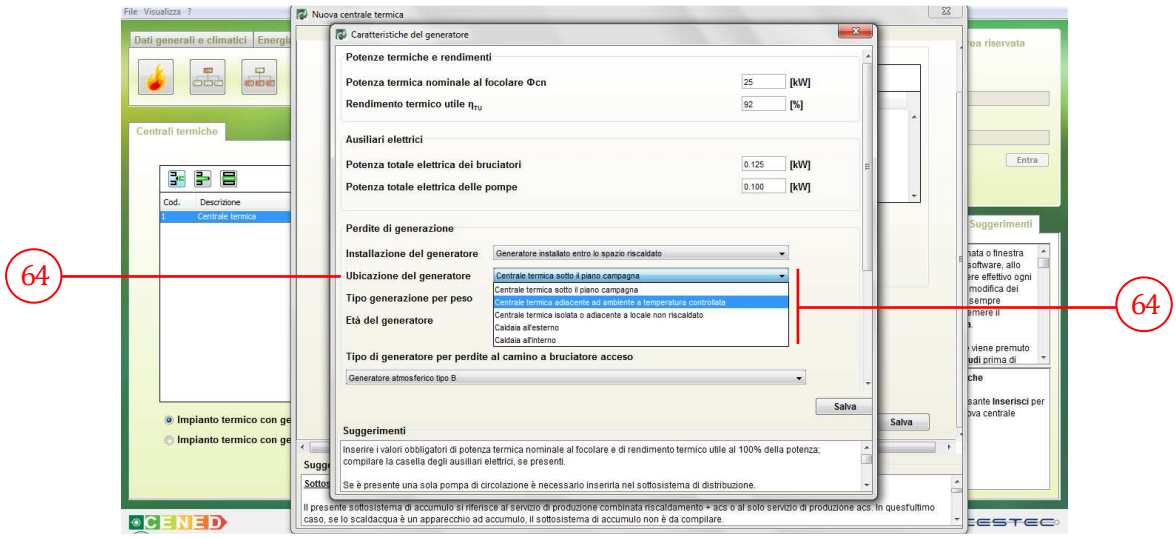

Figura 12.49: Generatore tradizionale, Ubicazione del generatore.

Sebbene non venga attivato alcun blocco da parte del software, è necessario che esista coerenza tra quanto viene scelto nei precedenti campi, **Installazione del generatore** (63) e **Ubicazione del generatore** (64).

Nel caso in cui il generatore di calore sia installato in un locale non mantenuto a temperatura controllata, diverso dall'ambiente esterno, ma non definibile come centrale termica, selezionare dall'elenco **Installazione del generatore** (63) l'opzione "**Generatore installato in centrale termica**" (63). Successivamente scegliere dal menù **Ubicazione del generatore** (64), in funzione della situazione di cui ci si trova in presenza, una tra le opzioni seguenti:

- **Centrale termica sotto il piano campagna**;
- **Centrale termica campagna adiacente ad ambiente a temperatura controllata**;
- **Centrale termica isolata o adiacente a locale non riscaldato**.

Indicare, infine, l'approssimazione effettuata nella sezione **Note del Certificatore** nel riquadro **Impianti**.

Al fine di stabilire i valori degli esponenti n, m e p, funzione anche del tipo di circolazione presente, è necessario scegliere dal menù a tendina **Tipo generazione per peso** (65) una delle seguenti opzioni:

- **Generatore a parete, generatore in alluminio**;
- **Generatore di acciaio**;
- **Generatore in ghisa**.

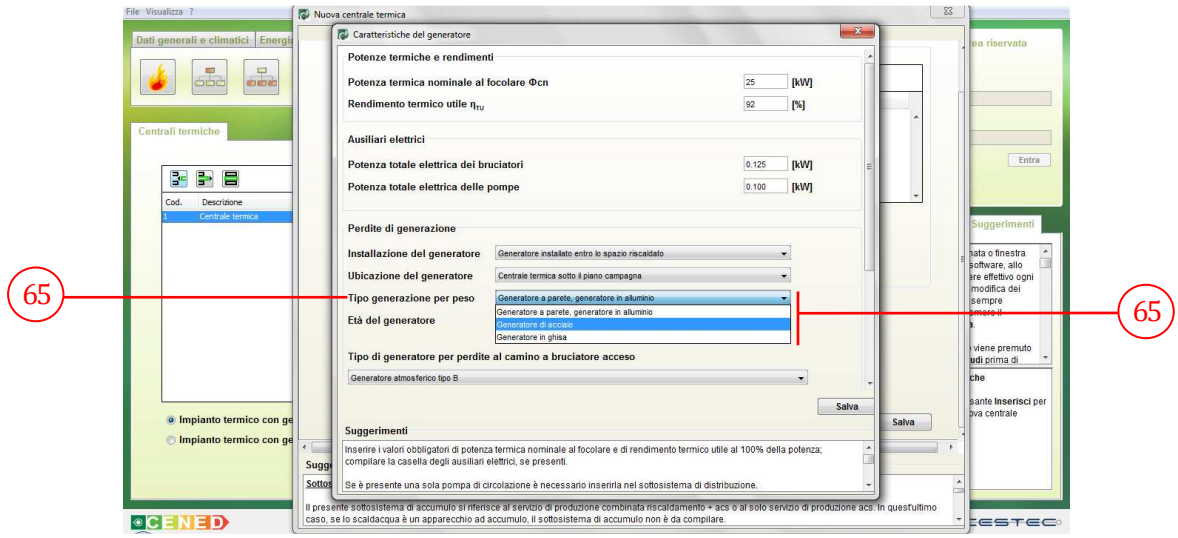

Figura 12.50: Generatore tradizionale, Tipo generazione per peso.

Infine, allo scopo di definire il valore di default della perdita termica percentuale nominale al mantello del generatore, così come definito al Prospetto XLVIII della d.d.g. n. 5796, viene richiesto di selezionare dall'elenco a discesa **Età del generatore** (66) una delle opzioni in funzione del tipo di isolamento del mantello del generatore. Vengono di seguito proposte le scelte e le tipologie di isolamento associato:

- **Nuova installazione** (Generatore nuovo ad alto rendimento, ben isolato);
- **Fino a 5 anni ben isolato** (Generatore ben isolato e manutenuto);
- **Da 6 a 11 anni mediamente isolato** (Generatore obsoleto e mediamente isolato);
- **Da 6 a 11 anni privo di isolamento** (Generatore obsoleto e privo di isolamento);
- **Superiore ai 12 anni** (Generatore non isolato).

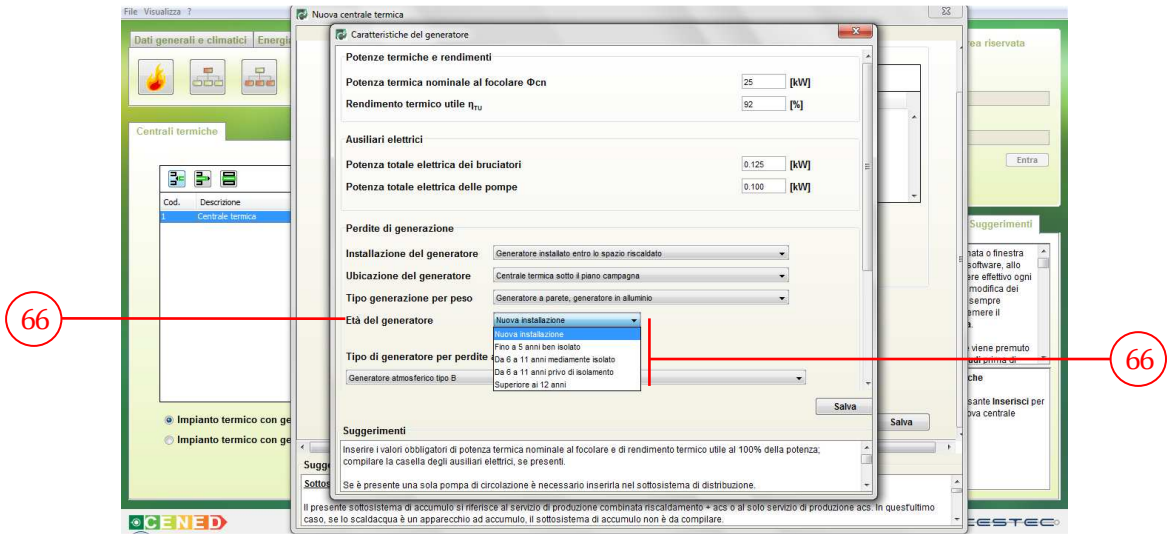

Figura 12.51: Generatore tradizionale, Età del generatore.

Nel campo **Tipo di generatore per perdite al camino a bruciatore acceso** (67) si procede a definire le caratteristiche del generatore al fine di determinare la perdita termica percentuale nominale al camino a bruciatore acceso, selezionando una delle opzioni presenti:

- **Generatore atmosferico tipo B** ;
- **Generatore di tipo C_{11} (tiraggio forzato)**;
- **Caldaia a gas con bruciatore ad aria soffiata**;
- **Caldaia a gasolio/biodiesel con bruciatore ad aria soffiata**.

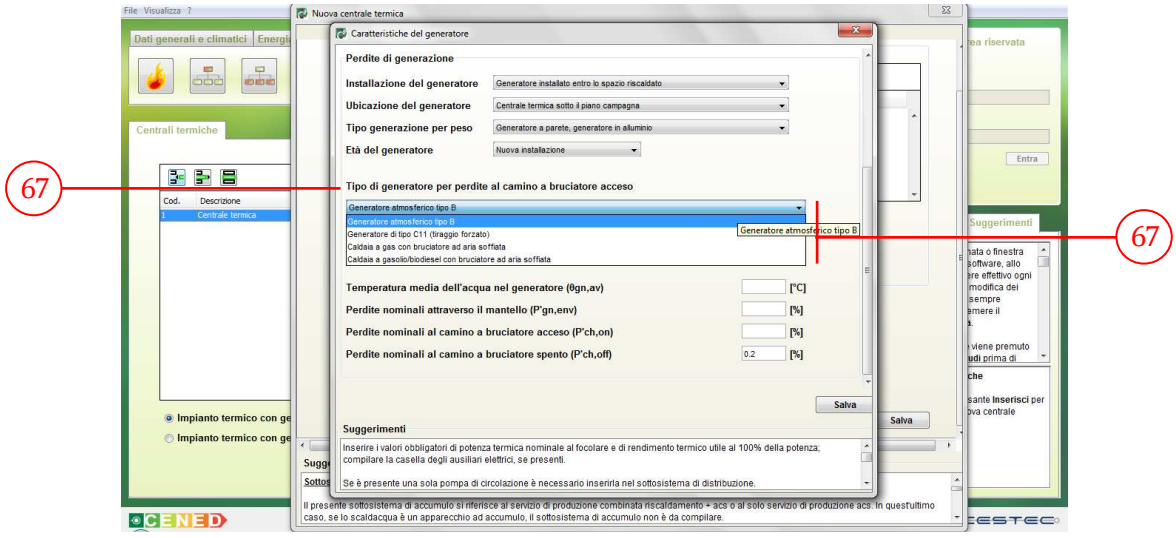

Figura 12.52: Generatore tradizionale, Tipo di generatore per perdite al camino a bruciatore acceso.

Nel campo **Tipo di generatore per perdite al camino a bruciatore spento** (68) si procede a definire le caratteristiche del generatore al fine di determinare la perdita termica percentuale nominale al camino a bruciatore spento, selezionando una delle opzioni presenti:

- **Bruciatori ad aria soffiata a combustibile liquido e gassoso con chiusura dell'aria comburente all'arresto**;
- **Bruciatori soffiati a combustibile liquido e gassoso a premiscelazione totale**;
- **Generatori con scarico a parete**;
- **Bruciatori ad aria soffiata senza chiusura dell'aria comburente all'arresto con camino di altezza fino a 10 m**;
- **Bruciatori ad aria soffiata senza chiusura dell'aria comburente all'arresto con camino di altezza maggiore di 10 m**;
- **Bruciatori atmosferici a gas con camino di altezza fino a 10 m**;
- **Bruciatori atmosferici a gas con camino di altezza maggiore di 10 m**.

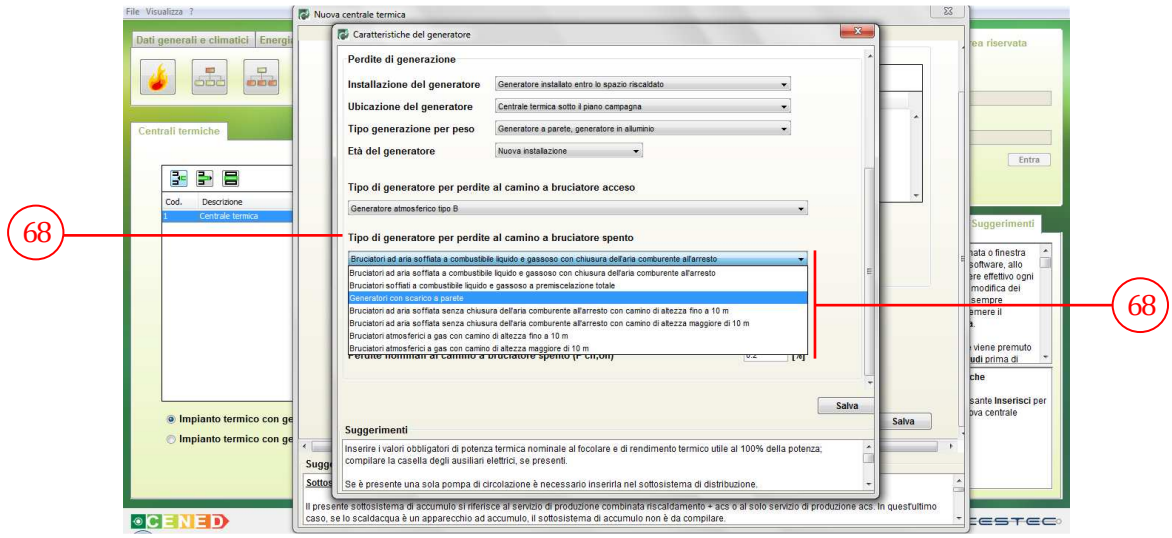

Figura 12.53: Generatore tradizionale, Tipo di generatore per perdite al camino a bruciatore spento.

È necessario, infine, digitare nella casella **Temperatura media dell'acqua nel generatore ($\theta_{gn,av}$)** (69) il corrispondente valore (calcolato come media tra mandata e ritorno) in condizioni di funzionamento reali [°C].

Il valore inserito di temperatura media dell'acqua nel generatore deve essere coerente con l'effettivo utilizzo dello stesso.

Nel caso in cui il medesimo generatore sia asservito, ad esempio, a due sistemi impiantistici con tipologia di terminali funzionanti a temperature differenti, nella casella **Temperatura media dell'acqua nel generatore ($\theta_{gn,av}$)** (69), è necessario indicare:

- il valore medio tra mandata e ritorno della temperatura dei terminali ad alta temperatura, se a valle del generatore è presente una valvola miscelatrice o altro apparecchio atto a diminuire la temperatura del fluido termovettore all'ingresso del terminale a bassa temperatura;
- il valore medio tra mandata e ritorno della temperatura a cui funziona il generatore, se i diversi terminali di impianto sono progettati per funzionare a temperature medio- basse;
- il valore medio tra mandata e ritorno della temperatura dei terminali che erogano la maggior potenza termica a servizio della zona in oggetto, se ci si trova in un caso non riconducibile ai precedenti.

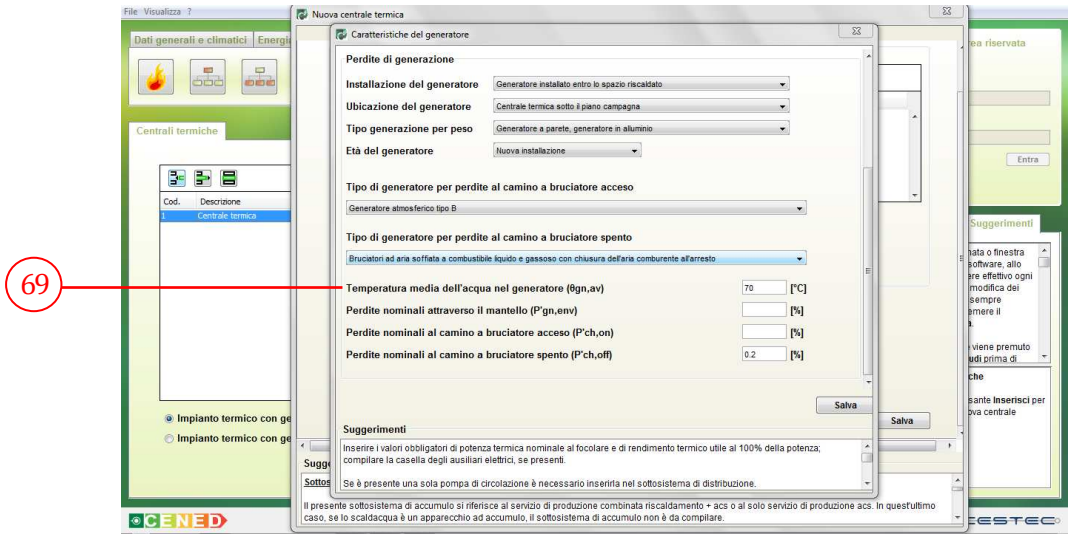

Figura 12.54: Generatore tradizionale, Temperatura media dell'acqua nel generatore.

Nelle caselle **Perdite nominali attraverso il mantello ($P'_{gn,env}$)** (70) e **Perdite nominali al camino a bruciatore spento ($P'_{ch,off}$)** (71), è necessario inserire, qualora si abbiano a disposizione, i valori di perdite al camino a bruciatore spento, $P'_{ch,off}$, e di perdite al mantello, $P'_{gn,env}$, provenienti da scheda tecnica o da dati dichiarati dal costruttore, previa verifica, per le informazioni per cui è possibile, della congruenza mediante sopralluoghi.

Nel caso in cui non siano disponibili tali informazioni è possibile mantenere i valori di perdite termiche nominali per la generazione proposti di default dal software in funzione delle scelte operate in precedenza.

Per la compilazione delle caselle **Perdite nominali al camino a bruciatore acceso ($P'_{ch,on}$)** (72) è necessario, nel caso di impianto termico nuovo, inserire nell'ordine di disponibilità:

- il valore registrato in fase di collaudo dell'impianto mediante "prova fumi";
- il valore fornito dal costruttore;
- il valore proposto dal software, in funzione di quanto riportato nel Prospetto LIII del d.d.g. n. 5796.

Per la compilazione delle caselle **Perdite nominali al camino a bruciatore acceso ($P'_{ch,\ on}$)** (72) è necessario, per impianto termico esistente, inserire:

- il valore registrato mediante "prova fumi"; se tale valore, riportato sul libretto di centrale, risale a più di ventiquattro mesi prima dalla richiesta di certificazione energetica dell'edificio, è previsto l'obbligo di una nuova "prova fumi";
- solo in caso di mancanza di allacciamento alla rete del gas naturale è possibile fare riferimento al Prospetto LIII del d.d.g. n. 5796.

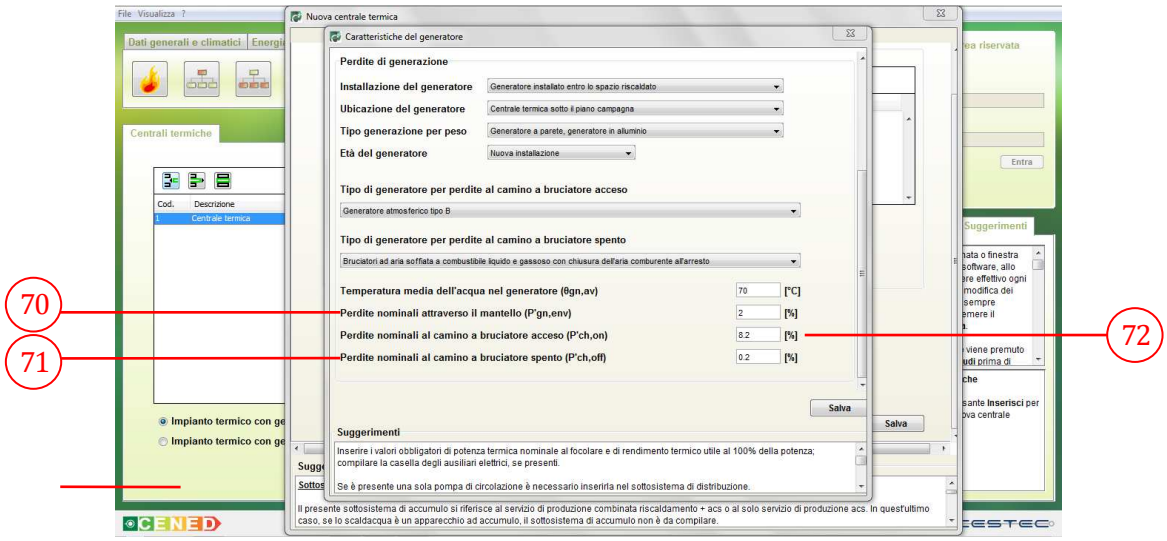

Figura 12.55: Generatore tradizionale, Perdite termiche nominali di generazione.

12.3.1.2.4 Generatore multistadio o modulante

Nel caso di generatore multistadio modulante, viene richiesto di compilare il campo **Potenze termiche e rendimenti** (73) con i valori di **Potenza termica al focolare massima $\Phi_{cn,max}$** (74), [kW], e **Potenza termica al focolare minima $\Phi_{cn,min}$** (75), [kW], (in assenza di dati è possibile fare riferimento al Prospetto LIV della d.d.g. n. 5796) e di **Rendimento termico utile alla potenza nominale** (76), η_{tu} [%], al 100% della potenza massima. Questi valori si intendono nominali.

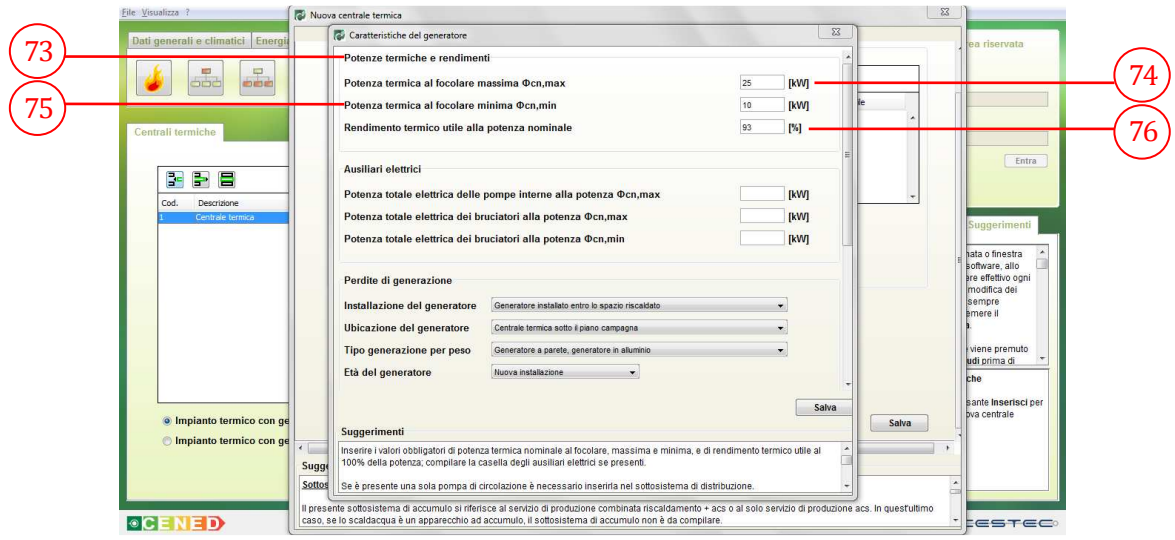

Figura 12.56: Generatore multistadio o modulante, Potenze termiche e rendimenti.

Nel campo **Ausiliari elettrici** (77), si richiede di indicare i valori di **Potenza elettrica totale delle pompe interne alla potenza $\Phi_{cn,max}$** (78), [kW], di **Potenza totale elettrica dei bruciatori alla potenza $\Phi_{cn,max}$** (79), [kW], e di **Potenza totale elettrica dei bruciatori alla potenza $\Phi_{cn,min}$** (80), [kW] (i n assenza di dati è possibile fare riferimento al Prospetto LVI della d.d.g. n. 5796).

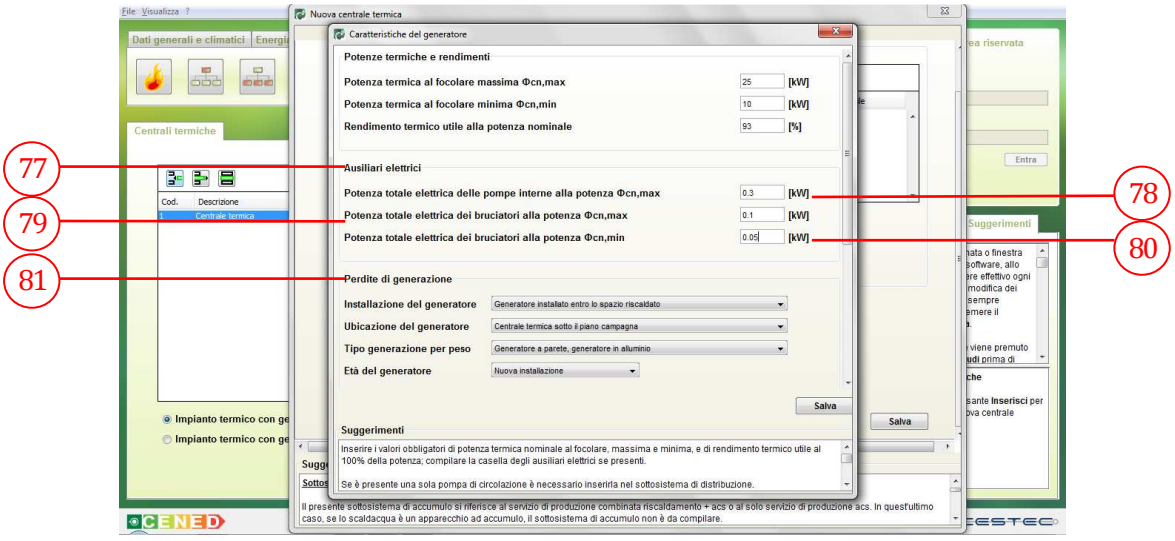

Figura 12.57: Generatore multistadio o modulante, Ausiliari elettrici.

Se non sono presenti ausiliari elettrici è sufficiente digitare nella relativa casella 0.

Nel campo **Perdite di generazione** (81) si procede a definire le caratteristiche del generatore al fine di determinarne le perdite.

Al fine di definire le perdite al mantello del generatore si provvede a compilare con i relativi dati i quattro successivi menù a tendina, le cui specifiche vengono esposte di seguito.

In primo luogo, al fine di determinare il valore del fattore di riduzione delle perdite al mantello del generatore, selezionare dall'elenco **Installazione del generatore** (82) una delle opzioni proposte:

- **Generatore installato entro lo spazio riscaldato**;
- **Generatore di tipo B installato entro lo spazio riscaldato**;
- **Generatore installato in centrale termica**;
- **Generatore installato all'esterno**.

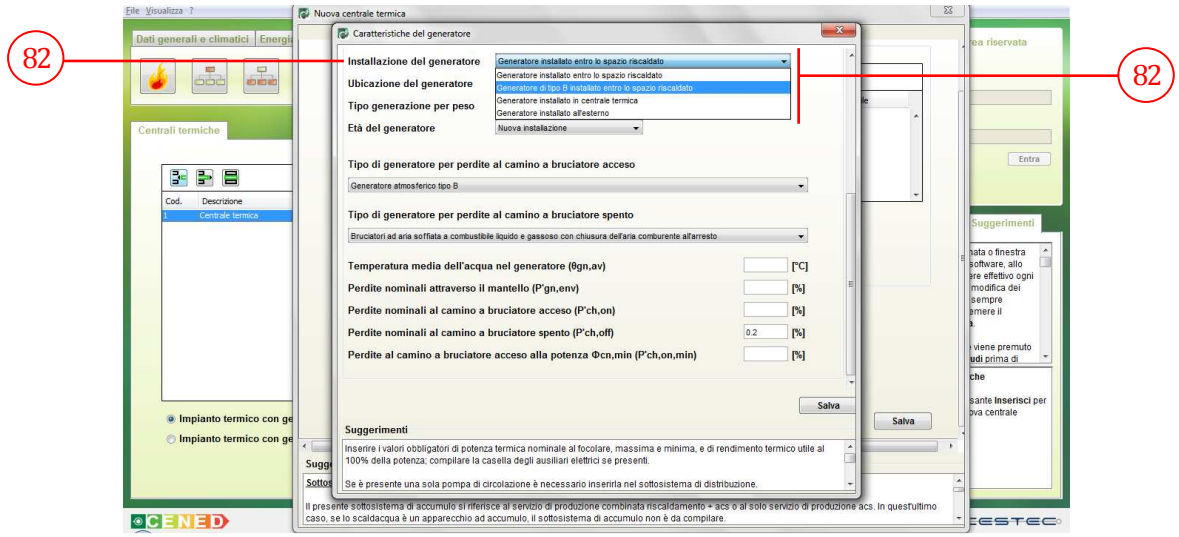

Figura 12.58: Generatore multistadio o modulante, Installazione del generatore.

Successivamente, al fine di determinare il valore del fattore di correzione da applicare al calcolo della temperatura dell'ambiente in cui il generatore è posizionato, selezionare dall'elenco **Ubicazione del generatore** (83) una delle opzioni proposte:

- **Centrale termica sotto il piano campagna**;
- **Centrale termica adiacente ad ambiente a temperatura controllata**;
- **Centrale termica isolata o adiacente a locale non riscaldato**;
- **Caldaia all'esterno**;
- **Caldaia all'interno**.

Si intende installato all'esterno il generatore ubicato al di fuori della centrale termica e da spazi riscaldati, seppur posto in nicchie, cavedii, etc . anche se isolati.

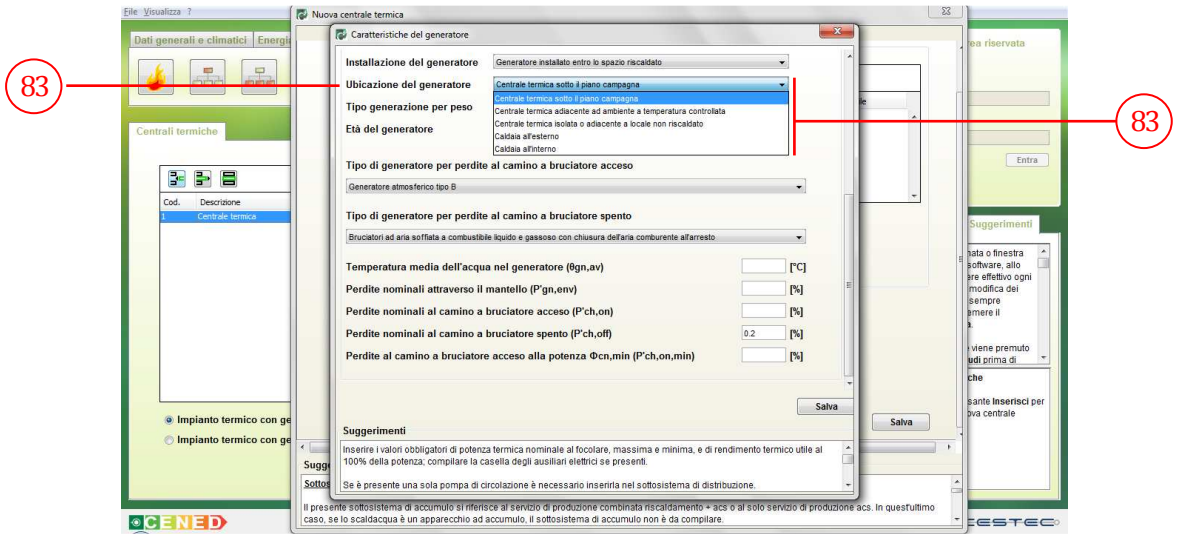

Figura 12.59: Generatore multistadio o modulante, Ubicazione del generatore.

Sebbene non venga attivato alcun blocco da parte del software, è necessario che esista coerenza tra quanto viene scelto nei precedenti campi, **Installazione del generatore** (82) e **Ubicazione del generatore** (83).

Nel caso in cui il generatore di calore sia installato in un locale non mantenuto a temperatura controllata, diverso dall'ambiente esterno, ma non definibile come centrale termica, selezionare dall'elenco **Installazione del generatore** (82) l'opzione **Generatore installato in centrale termica** (82). Successivamente scegliere dal menù **Ubicazione del generatore** (83), in funzione della situazione di cui ci si trova in presenza, una tra le opzioni seguenti:

- **Centrale termica sotto il piano campagna**;
- **Centrale termica campagna adiacente ad ambiente a temperatura controllata**;
- **Centrale termica isolata o adiacente a locale non riscaldato**.

Indicare, infine, l'approssimazione effettuata nella sezione **Note del Certificatore** nel riquadro **Impianti**.

Al fine di stabilire i valori degli esponenti n, m e p, funzione anche del tipo di circolazione presente, è necessario scegliere dal menù a tendina **Tipo generazione per peso** (84) una delle seguenti opzioni:

- **Generatore a parete, generatore in alluminio**;
- **Generatore di acciaio**;
- **Generatore in ghisa**.

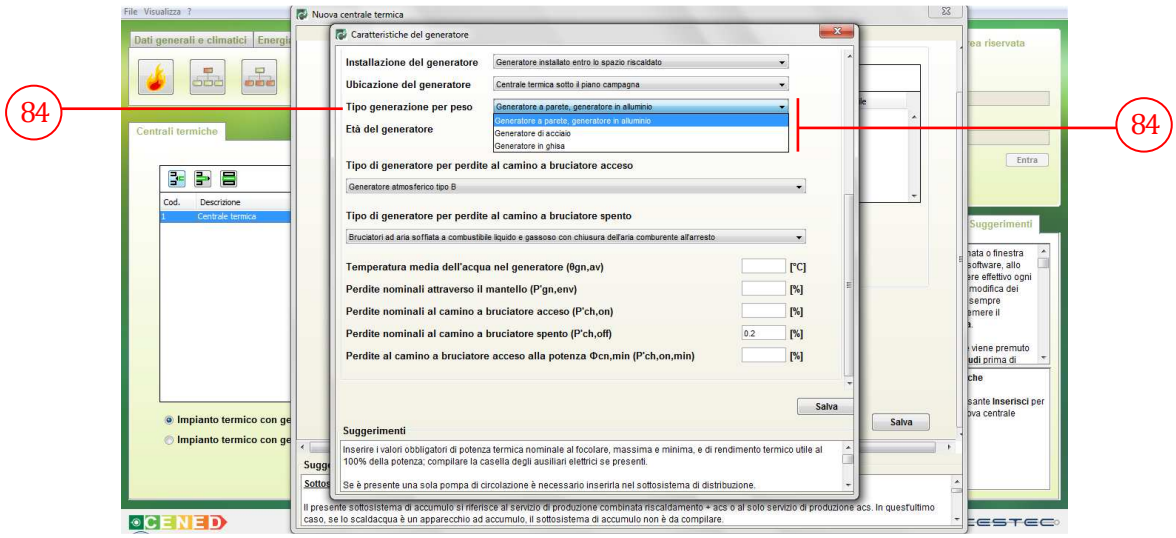

Figura 12.60: Generatore multistadio o modulante, Tipo generazione per peso.

Infine, allo scopo di definire il valore di default della perdita termica percentuale nominale al mantello del generatore, così come definito al Prospetto XLVIII della d.d.g. n. 5796, viene richiesto di selezionare dall'elenco a discesa **Età del generatore** (85) una delle opzioni in funzione del tipo di isolamento del mantello del generatore. Vengono di seguito proposte le scelte e le tipologie di isolamento associato:

- **Nuova installazione** (Generatore nuovo ad alto rendimento, ben isolato);
- **Fino a 5 anni ben isolato** (Generatore ben isolato e manutenuto);
- **Da 6 a 11 anni mediamente isolato** (Generatore obsoleto e mediamente isolato);
- **Da 6 a 11 anni privo di isolamento** (Generatore obsoleto e privo di isolamento);
- **Superiore ai 12 anni** (Generatore non isolato).

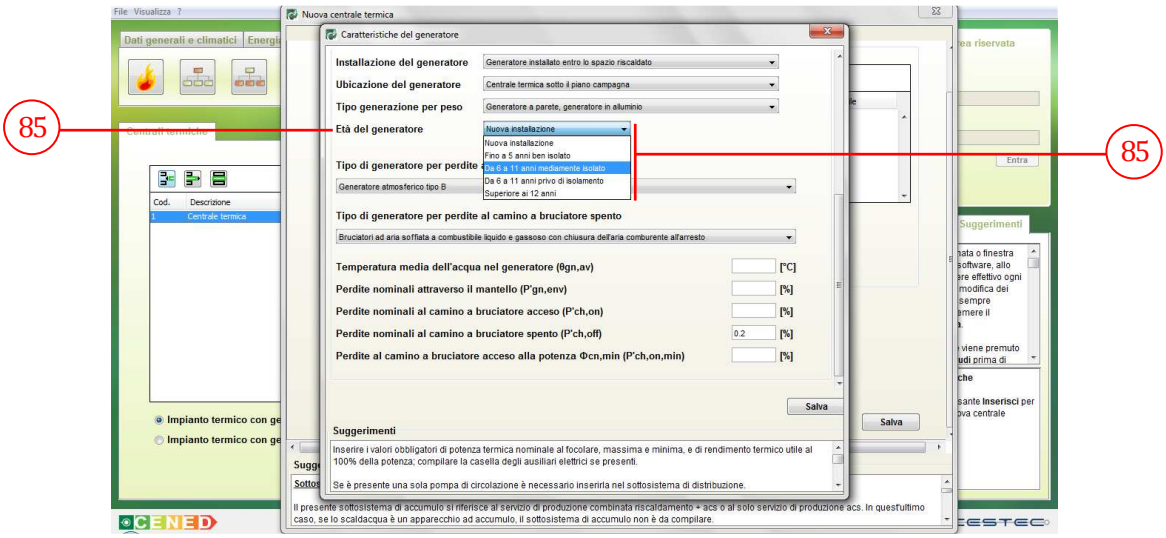

Figura 12.61: Generatore multistadio o modulante, Età del generatore.

Nel campo **Tipo di generatore per perdite al camino a bruciatore acceso** (86) si procede a definire le caratteristiche del generatore al fine di determinare la perdita termica percentuale nominale al camino a bruciatore acceso alla potenza massima (Prospetto LIII d.d.g. n. 5796) e minima (Prospetto LV d.d.g. n. 5796) al focolare, selezionando una delle opzioni presenti:

- **Generatore atmosferico tipo B**;
- **Generatore di tipo C_{11} (tiraggio forzato)**;
- **Caldaia a gas con bruciatore ad aria soffiata**;
- **Caldaia a gasolio/biodiesel con bruciatore ad aria soffiata**.

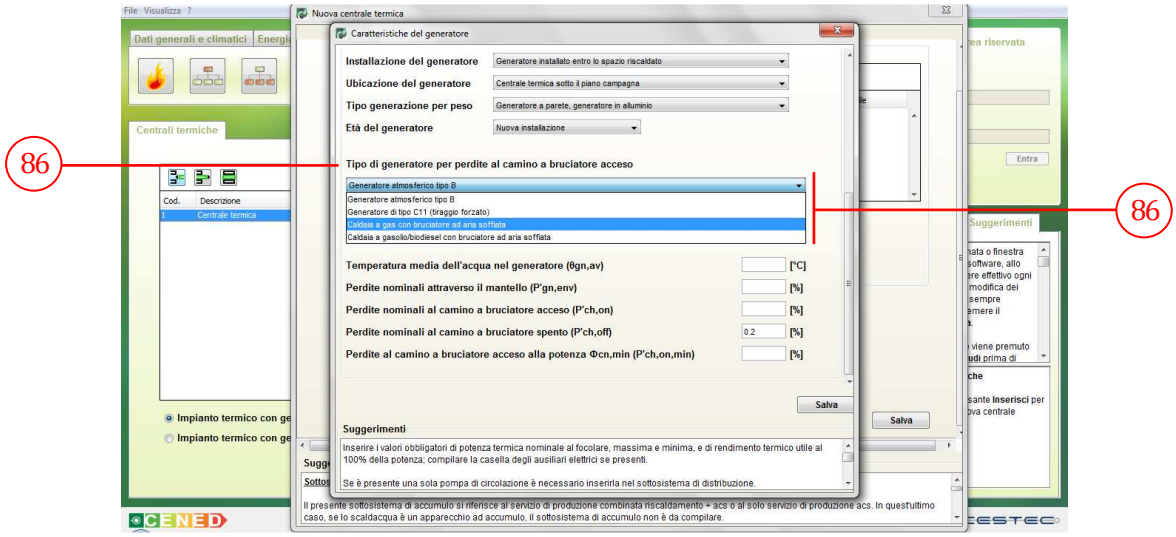

Figura 12.62: Generatore multistadio o modulante, Tipo di generatore per perdite al camino a bruciatore acceso alla potenza minima al focolare.

Nel campo **Tipo di generatore per perdite al camino a bruciatore spento** (87) si procede a definire le caratteristiche del generatore al fine di determinare la perdita termica percentuale nominale al camino a bruciatore spento, selezionando una delle opzioni presenti:

- **Bruciatori ad aria soffiata a combustibile liquido e gassoso con chiusura dell'aria comburente all'arresto**;
- **Bruciatori soffiati a combustibile liquido e gassoso a premiscelazione totale**;
- **Generatori con scarico a parete**;
- **Bruciatori ad aria soffiata senza chiusura dell'aria comburente all'arresto con camino di altezza fino a 10 m**;
- **Bruciatori ad aria soffiata senza chiusura dell'aria comburente all'arresto con camino di altezza maggiore di 10 m**;
- **Bruciatori atmosferici a gas con camino di altezza fino a 10 m**;
- **Bruciatori atmosferici a gas con camino di altezza maggiore di 10 m**.

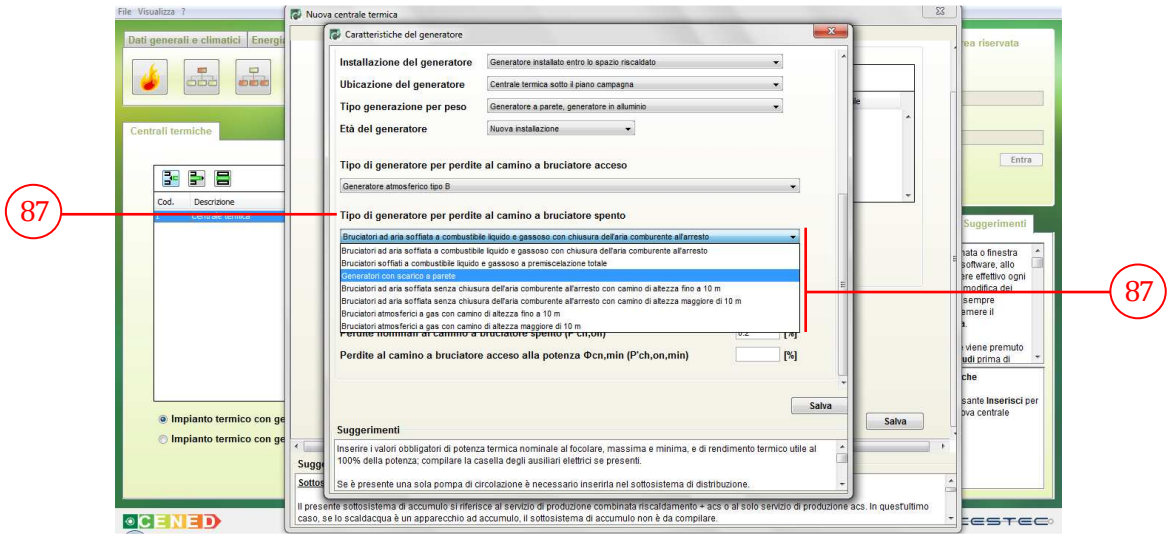

Figura 12.63: Generatore multistadio o modulante, Tipo di generatore per perdite al camino a bruciatore spento.

È necessario, infine, digitare, nella casella **Temperatura media dell'acqua nel generatore ($\theta_{gn,av}$)** (88), il corrispondente valore (calcolato come media tra mandata e ritorno) in condizioni di funzionamento reali [°C].

Il valore inserito di temperatura media dell'acqua nel generatore deve essere coerente con l'effettivo utilizzo dello stesso.

Nel caso in cui il medesimo generatore sia asservito, ad esempio, a due sistemi impiantistici con tipologia di terminali funzionanti a temperature differenti, nella casella **Temperatura media dell'acqua nel generatore ($\theta_{gn,av}$)** (88), è necessario indicare:

- il valore medio tra mandata e ritorno della temperatura dei terminali ad alta temperatura, se a valle del generatore è presente una valvola miscelatrice o altro apparecchio atto a diminuire la temperatura del fluido termovettore all'ingresso del terminale a bassa temperatura;
- il valore medio tra mandata e ritorno della temperatura a cui funziona il generatore, se i diversi terminali di impianto sono progettati per funzionare a temperature medio- basse;
- il valore medio tra mandata e ritorno della temperatura dei terminali che erogano la maggior potenza termica a servizio della zona in oggetto, se ci si trova in un caso non riconducibile ai precedenti.

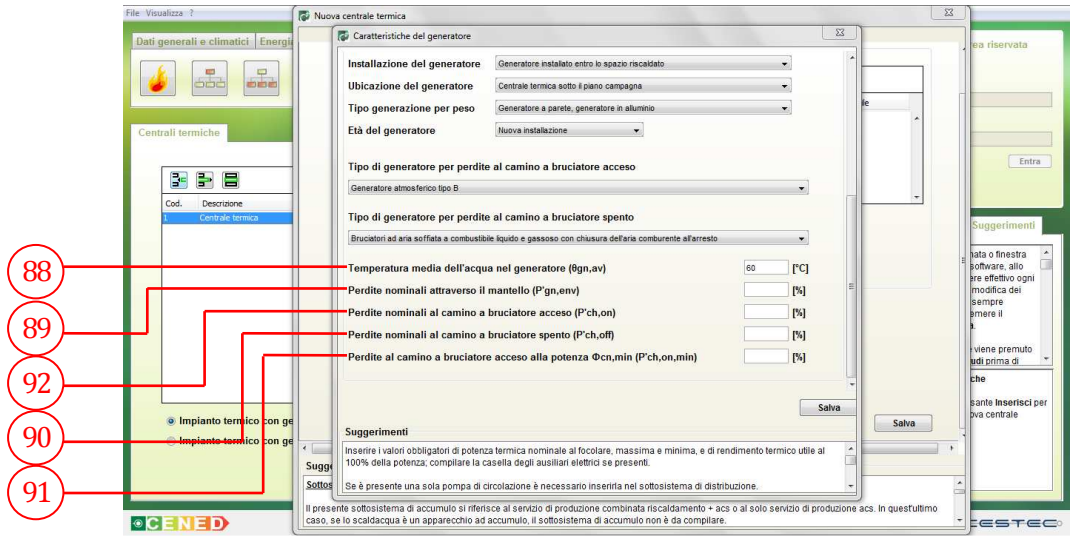

Figura 12.64: Generatore multistadio o modulante, Temperatura media dell'acqua nel generatore.

Nelle caselle **Perdite nominali attraverso il mantello ($P'_{gn,env}$)** (89), **Perdite nominali al camino a bruciatore spento ($P'_{ch,off}$)** (90) e **Perdite nominali al camino a bruciatore acceso alla potenza $\Phi_{cn,min}$ ($P'_{ch,on,min}$)** (91), è necessario inserire, qualora si abbiano a disposizione, i relativi valori provenienti da scheda tecnica o da dati dichiarati dal costruttore, previa verifica, per le informazioni per cui è possibile, della congruenza mediante sopralluoghi.

Nel caso in cui non siano disponibili tali informazioni è possibile mantenere i valori di perdite termiche nominali per la generazione proposti di default dal software in funzione delle scelte operate in precedenza.

Per la compilazione delle caselle **Perdite nominali al camino a bruciatore acceso ($P'_{ch,on}$)** (92) è necessario, nel caso di impianto termico nuovo, inserire nell'ordine di disponibilità:

- il valore registrato in fase di collaudo dell'impianto mediante "prova fumi";
- il valore fornito dal costruttore;
- il valore proposto dal software, in funzione di quanto riportato nel Prospetto LIII del d.d.g. n. 5796.

Per la compilazione delle caselle **Perdite nominali al camino a bruciatore acceso ($P'_{ch,on}$)** (92) è necessario, per impianto termico esistente, inserire:

- il valore registrato mediante "prova fumi"; se tale valore, riportato sul libretto di centrale, risale a più di ventiquattro mesi prima dalla richiesta di certificazione energetica dell'edificio, è previsto l'obbligo di una nuova "prova fumi";
- solo in caso di mancanza di allacciamento alla rete del gas naturale è possibile fare riferimento al Prospetto LIII del d.d.g. n. 5796.

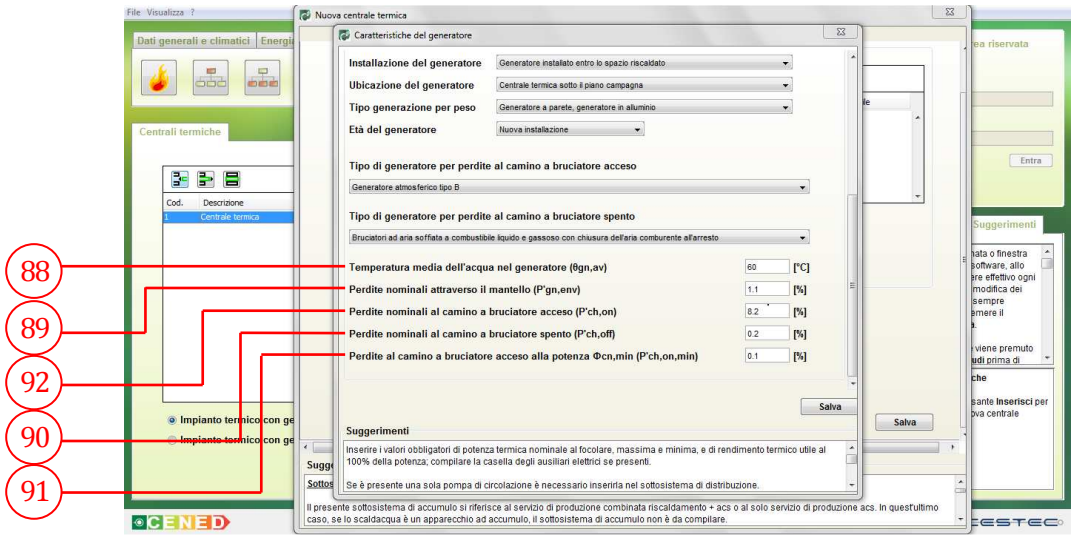

Figura 12.65: Generatore multistadio o modulante, Perdite termiche nominali di generazione.

12.3.1.2.5 Generatore a condensazione

Nel caso di generatore a condensazione, viene richiesto di compilare il campo **Potenze termiche e rendimenti** (93) con i valori di **Potenza termica nominale al focolare Φ_{cn}** (94), [kW], e di **Rendimento termico utile, $\eta_{tu}^{(C)}$** (95), [%], nelle condizioni nominali di funzionamento a condensazione al 100%.

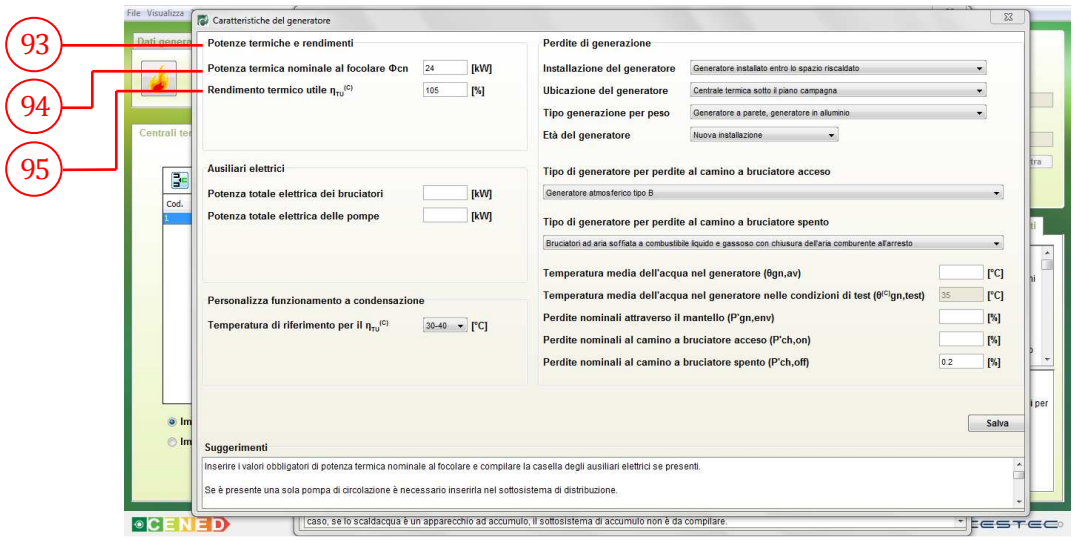

Figura 12.66: Generatore a condensazione, Potenze termiche e rendimenti.

Nel campo **Ausiliari elettrici** (96), si richiede di indicare i valori di **Potenza totale elettrica dei bruciatori** (97), [kW], e **Potenza totale elettrica delle pompe** (98), [kW], interne appartenenti al generatore.

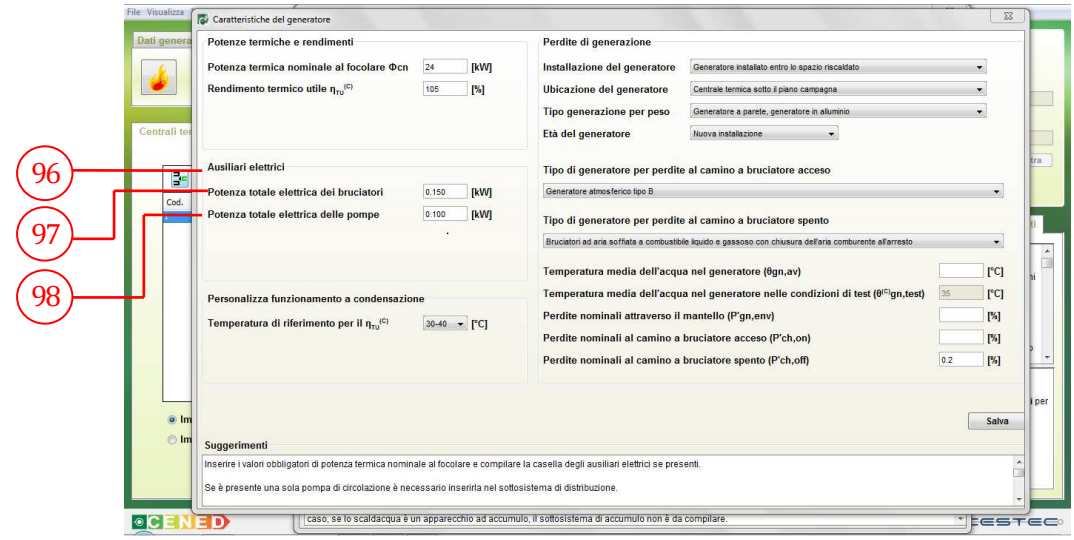

Figura 12.67: Generatore a condensazione, Ausiliari elettrici.

Se non sono presenti ausiliari elettrici è sufficiente digitare nella relativa casella 0.

Nel campo **Personalizza funzionamento a condensazione** (99) è necessario selezionare dal relativo menù a tendina la **Temperatura di riferimento per il $\eta_{tu}^{(C)}$** (100) a cui viene calcolato il rendimento termico utile in condizioni di funzionamento a condensazione, al fine di determinare la temperatura media dell'acqua nel generatore in condizioni di test.

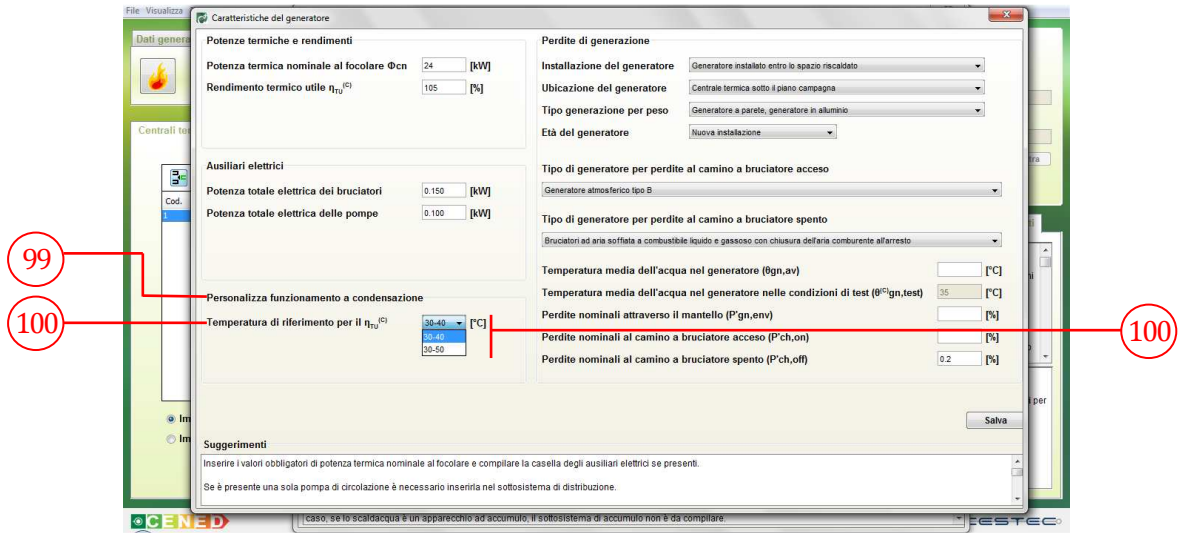

Figura 12.68: Generatore a condensazione, Personalizza funzionamento a condensazione.

Nel campo **Perdite di generazione** (101) si procede a definire le caratteristiche del generatore al fine di determinarne le perdite.

Al fine di definire le perdite al mantello del generatore si provvede a compilare con i relativi dati i quattro successivi menù a tendina, le cui specifiche vengono esposte di seguito.

In primo luogo, al fine di determinare il valore del fattore di riduzione delle perdite al mantello del generatore, selezionare dall'elenco **Installazione del generatore** (102) una delle opzioni proposte:

- **Generatore installato entro lo spazio riscaldato**;
- **Generatore di tipo B installato entro lo spazio riscaldato**;
- **Generatore installato in centrale termica**;
- **Generatore installato all'esterno**.

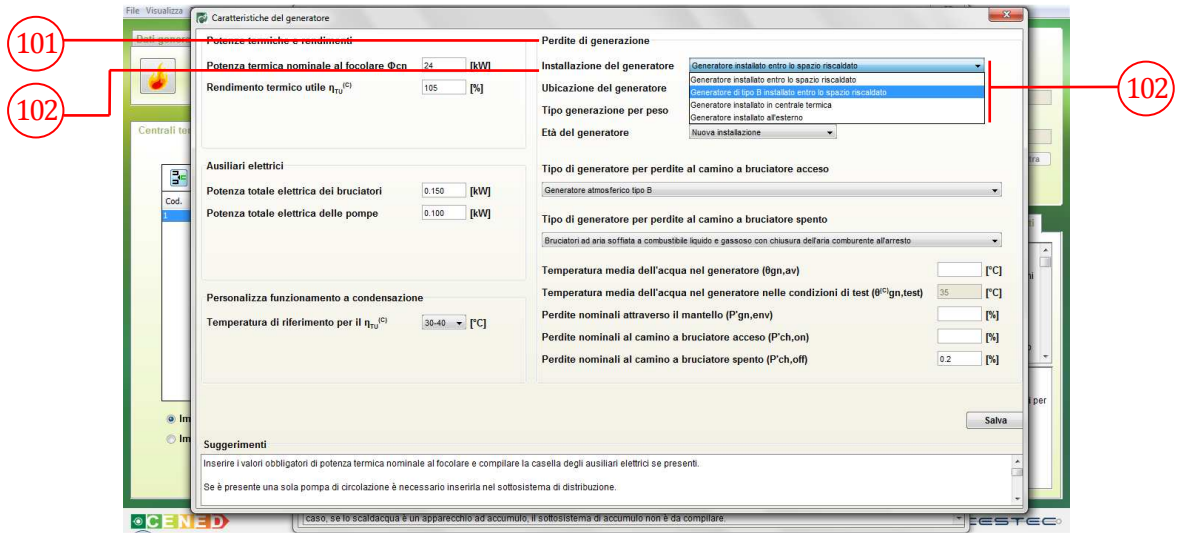

Figura 12.69: Generatore a condensazione, Installazione del generatore.

Successivamente, al fine di determinare il valore del fattore di correzione da applicare al calcolo della temperatura dell'ambiente in cui il generatore è posizionato, selezionare dall'elenco **Ubicazione del generatore** (103) una delle opzioni proposte:

- **Centrale termica sotto il piano campagna**;
- **Centrale termica adiacente ad ambiente a temperatura controllata**;
- **Centrale termica isolata o adiacente a locale non riscaldato**;
- **Caldaia all'esterno**;
- **Caldaia all'interno**.

Si intende installato all'esterno il generatore ubicato al di fuori della centrale termica e da spazi riscaldati, seppur posto in nicchie, cavedii, etc . anche se isolati.

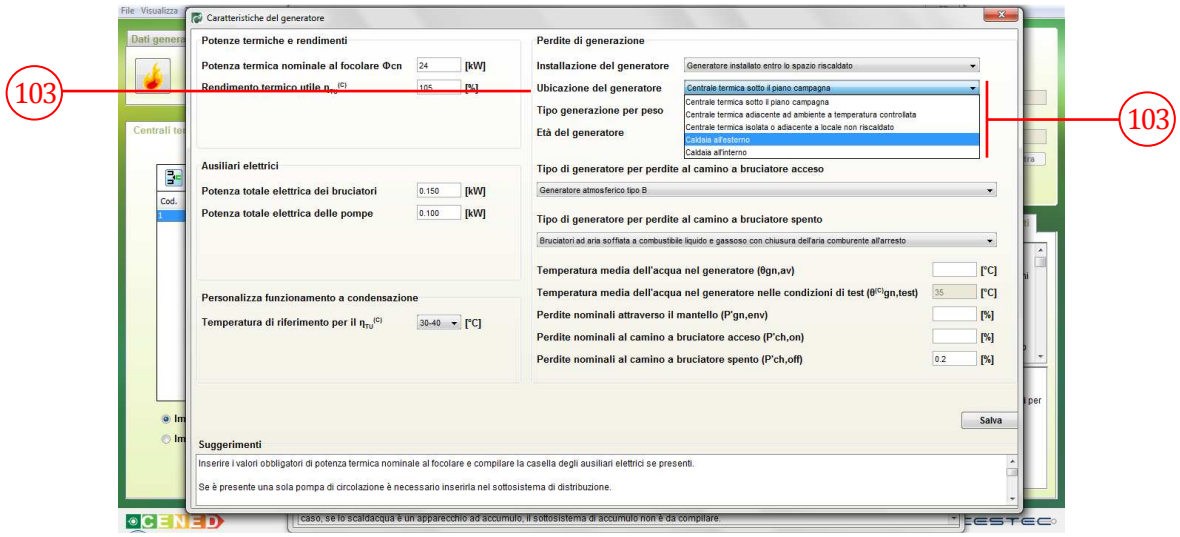

Figura 12.70: Generatore a condensazione, Ubicazione del generatore.

Sebbene non venga attivato alcun blocco da parte del software, è necessario che esista coerenza tra quanto viene scelto nei precedenti campi, **Installazione del generatore** (102) e **Ubicazione del generatore** (103).

Nel caso in cui il generatore di calore sia installato in un locale non mantenuto a temperatura controllata, diverso dall'ambiente esterno, ma non definibile come centrale termica, selezionare dall'elenco **Installazione del generatore** (102) l'opzione "Generatore installato in centrale termica". Successivamente scegliere dal menù **Ubicazione del generatore** (103), in funzione della situazione di cui ci si trova in presenza, una tra le opzioni seguenti:

- **Centrale termica sotto il piano campagna**;
- **Centrale termica campagna adiacente ad ambiente a temperatura controllata**;
- **Centrale termica isolata o adiacente a locale non riscaldato**.

Indicare, infine, l'approssimazione effettuata nella sezione **Note del Certificatore** nel riquadro **Impianti**.

Al fine di stabilire i valori degli esponenti n, m e p, funzione anche del tipo di circolazione presente, è necessario scegliere dal menù a tendina **Tipo generazione per peso** (104) una delle seguenti opzioni:

- **Generatore a parete, generatore in alluminio**;
- **Generatore di acciaio**;
- **Generatore in ghisa**.

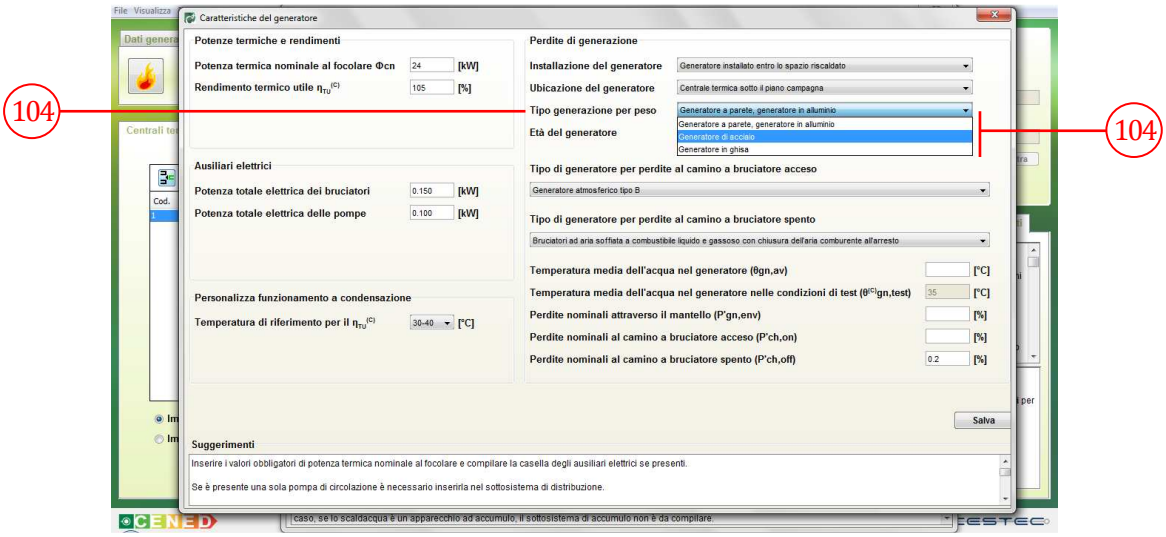

Figura 12.71: Generatore a condensazione, Tipo generazione per peso.

Infine, allo scopo di definire il valore di default della perdita termica percentuale nominale al mantello del generatore, così come definito al Prospetto XLVIII della d.d.g. n. 5796, viene richiesto di selezionare dall'elenco a discesa **Età del generatore** (105) una delle opzioni in funzione del tipo di isolamento del mantello del generatore. Vengono di seguito proposte le scelte e le tipologie di isolamento associato:

- **Nuova installazione** (Generatore nuovo ad alto rendimento, ben isolato);
- **Fino a 5 anni ben isolato** (Generatore ben isolato e manutenuto);
- **Da 6 a 11 anni mediamente isolato** (Generatore obsoleto e mediamente isolato);
- **Da 6 a 11 anni privo di isolamento** (Generatore obsoleto e privo di isolamento);
- **Superiore ai 12 anni** (Generatore non isolato).

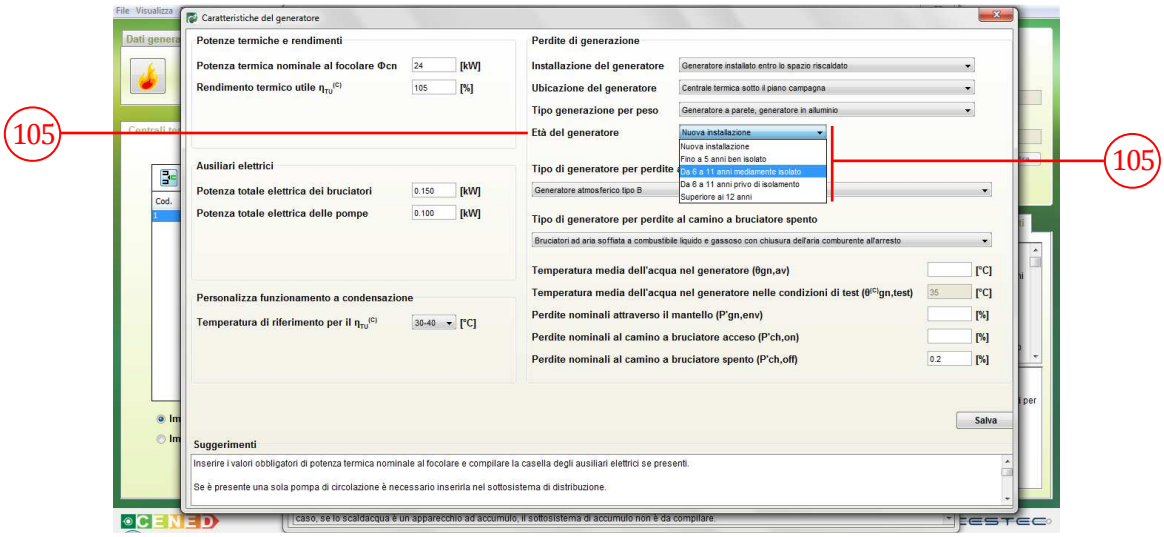

Figura 12.72: Generatore a condensazione, Età del generatore.

Nel campo **Tipo di generatore per perdite al camino a bruciatore acceso** (106) si procede a definire le caratteristiche del generatore al fine di determinare la perdita termica percentuale nominale al camino a bruciatore (Prospetto LIII d.d.g. n. 5796), selezionando una delle opzioni presenti:

- **Generatore atmosferico tipo B**;
- **Generatore di tipo C_{11} (tiraggio forzato)**;
- **Caldaia a gas con bruciatore ad aria soffiata**;
- **Caldaia a gasolio/biodiesel con bruciatore ad aria soffiata**.

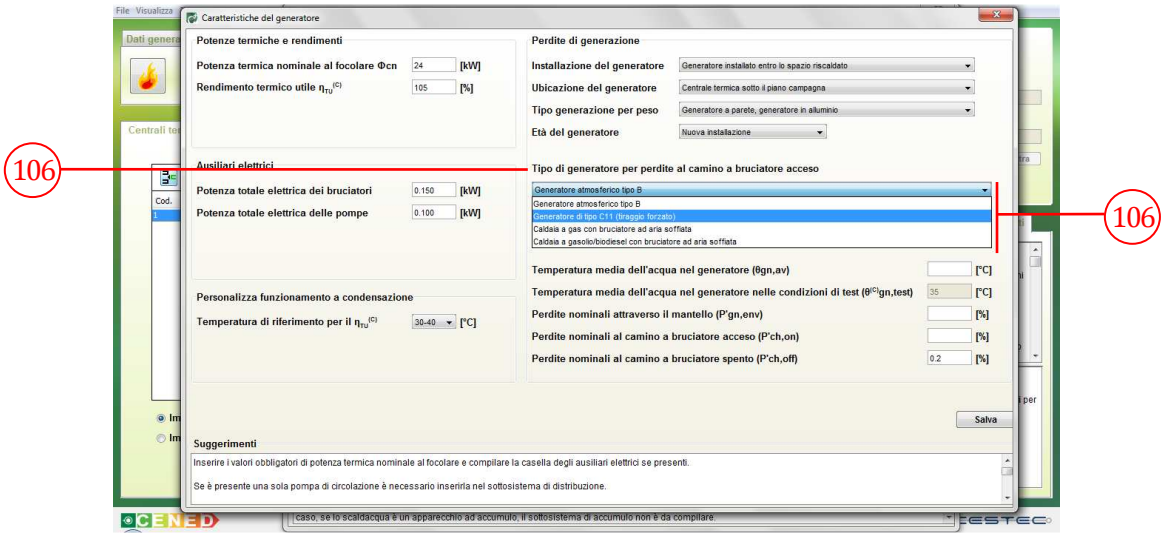

Figura 12.73: Generatore a condensazione, Tipo di generatore per perdite al camino a bruciatore acceso alla potenza minima al focolare.

Nel campo **Tipo di generatore per perdite al camino a bruciatore spento** (107) si procede a definire le caratteristiche del generatore al fine di determinare la perdita termica percentuale nominale al camino a bruciatore spento, selezionando una delle opzioni presenti:

- **Bruciatori ad aria soffiata a combustibile liquido e gassoso con chiusura dell'aria comburente all'arresto** ;
- **Bruciatori soffiati a combustibile liquido e gassoso a premiscelazione totale**;
- **Generatori con scarico a parete**;
- **Bruciatori ad aria soffiata senza chiusura dell'aria comburente all'arresto con camino di altezza fino a 10 m**;
- **Bruciatori ad aria soffiata senza chiusura dell'aria comburente all'arresto con camino di altezza maggiore di 10 m**;
- **Bruciatori atmosferici a gas con camino di altezza fino a 10 m**;
- **Bruciatori atmosferici a gas con camino di altezza maggiore di 10 m**.

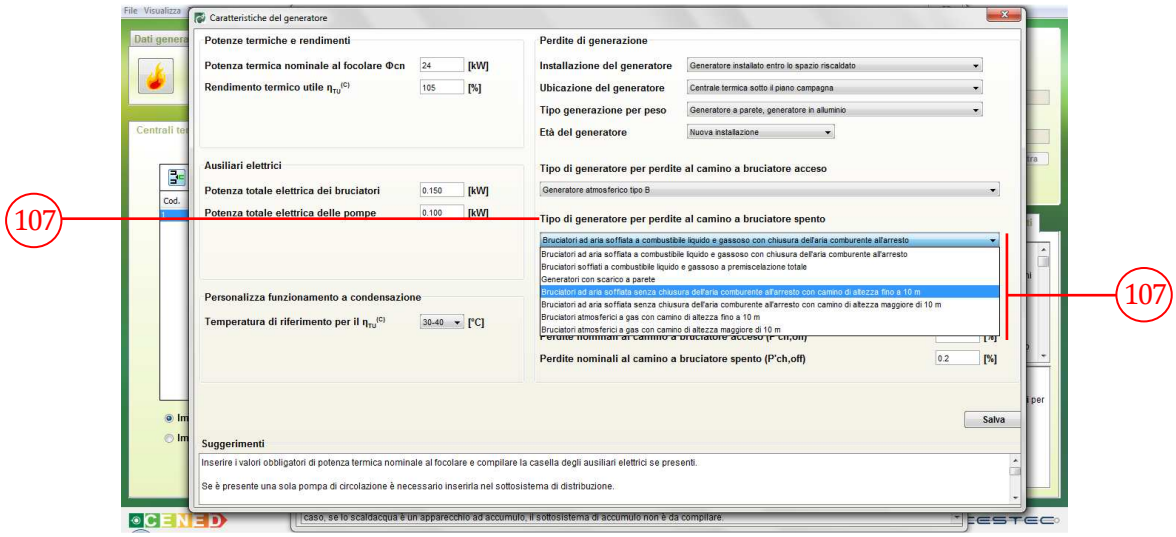

Figura 12.74: Generatore a condensazione, Tipo di generatore per perdite al camino a bruciatore spento.

È necessario, infine, digitare, nella casella **Temperatura media dell'acqua nel generatore ($\theta_{gn,av}$)** (108), il corrispondente valore (calcolato come media tra mandata e ritorno) in condizioni di funzionamento reali [°C].

Il valore inserito di temperatura media dell'acqua nel generatore deve essere coerente con l'effettivo utilizzo dello stesso.

Nel caso in cui il medesimo generatore sia asservito, ad esempio, a due sistemi impiantistici con tipologia di terminali funzionanti a temperature differenti, nella casella **Temperatura media dell'acqua nel generatore ($\theta_{gn,av}$)** (108), è necessario indicare:

- il valore medio tra mandata e ritorno della temperatura dei terminali ad alta temperatura, se a valle del generatore è presente una valvola miscelatrice o altro apparecchio atto a diminuire la temperatura del fluido termovettore all'ingresso del terminale a bassa temperatura;
- il valore medio tra mandata e ritorno della temperatura a cui funziona il generatore, se i diversi terminali di impianto sono progettati per funzionare a temperature medio- basse;
- il valore medio tra mandata e ritorno della temperatura dei terminali che erogano la maggior potenza termica a servizio della zona in oggetto, se ci si trova in un caso non riconducibile ai precedenti.

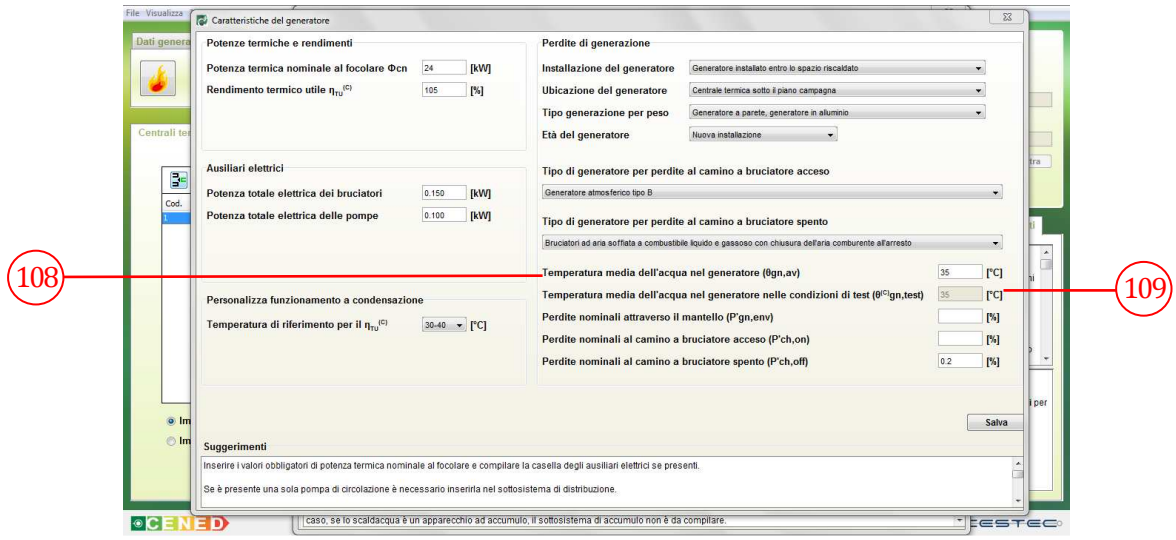

Figura 12.75: Generatore a condensazione, Temperatura media dell'acqua nel generatore.

La casella successiva, **Temperatura media dell'acqua nel generatore nelle condizioni di test ($\theta^{(C)}_{gn,test}$)** (109), non risulta modificabile ed è compilata con il valore di temperatura media dell'acqua nel generatore (media aritmetica tra temperatura di mandata e temperatura di ritorno) in funzione di quanto selezionato precedentemente nel campo **Personalizza funzionamento a condensazione** (99).

I due dati di temperatura media di cui sopra, insieme con i valori di perdite termiche al camino a bruciatore acceso ed al mantello del generatore, concorrono a determinare il fattore di recupero di condensazione, come determinato dalla formula (291) del d.d.g. 5796.

Nelle caselle **Perdite nominali attraverso il mantello ($P'_{gn,env}$)** (110) e **Perdite nominali al camino a bruciatore spento ($P'_{ch,off}$)** (111), è necessario inserire, qualora si abbiano a

disposizione, i valori di perdite al camino a bruciatore spento, $P'_{ch,off}$, e di perdite al mantello, $P'_{gn,env}$, provenienti da scheda tecnica o da dati dichiarati dal costruttore, previa verifica, per le informazioni per cui è possibile, della congruenza mediante sopralluoghi.

Nel caso in cui non siano disponibili tali informazioni è possibile mantenere i valori di perdite termiche nominali per la generazione proposti di default dal software in funzione delle scelte operate in precedenza.

Per la compilazione delle caselle **Perdite nominali al camino a bruciatore acceso ($P'_{ch,on}$)** (112) in funzionamento non a condensazione è necessario, nel caso di impianto termico nuovo, inserire nell'ordine di disponibilità:

- il valore registrato in fase di collaudo/manutenzione dell'impianto mediante "prova fumi";
- il valore fornito dal costruttore;
- il valore proposto dal software, in funzione di quanto riportato nel Prospetto LIII del d.d.g. n. 5796.

Per la compilazione delle caselle **Perdite nominali al camino a bruciatore acceso ($P'_{ch,on}$)** (112) in funzionamento non a condensazione è necessario, per impianto termico esistente, inserire:

- il valore registrato mediante "prova fumi"; se tale valore, riportato sul libretto di centrale, risale a più di ventiquattro mesi prima dalla richiesta di certificazione energetica dell'edificio, è previsto l'obbligo di una nuova "prova fumi";
- solo in caso di mancanza di allacciamento alla rete del gas naturale è possibile fare riferimento al Prospetto LIII del d.d.g. n. 5796.

Per la compilazione della casella Perdite nominali al camino a bruciatore acceso (P'ch,on) è necessario inserire sempre il valore in funzionamento non a condensazione registrato mediante "prova fumi".

Se tale valore, riportato sul libretto di centrale, risale a più di ventiquattro mesi prima dalla richiesta di certificazione energetica dell'edificio, è previsto l'obbligo di una nuova "prova fumi".

Qualora la "prova fumi" non riportasse il valore di perdite nominali al camino a bruciatore acceso in funzionamento non a condensazione, è possibile fare riferimento ai dati di perdite nominali al camino a bruciatore acceso in funzionamento non a condensazione dichiarati dal costruttore.

Qualora la "prova fumi" non riportasse il valore di perdite nominali al camino a bruciatore acceso in funzionamento non a condensazione e tali dati non fossero resi disponibili dal costruttore, è possibile riferirsi, nei casi previsti, ai dati forniti dalla procedura di calcolo n.5796

(Prospetti XLVII e LIII) o, con debite valutazioni, a valori presenti in letteratura riportando le approssimazioni effettuate nelle note.

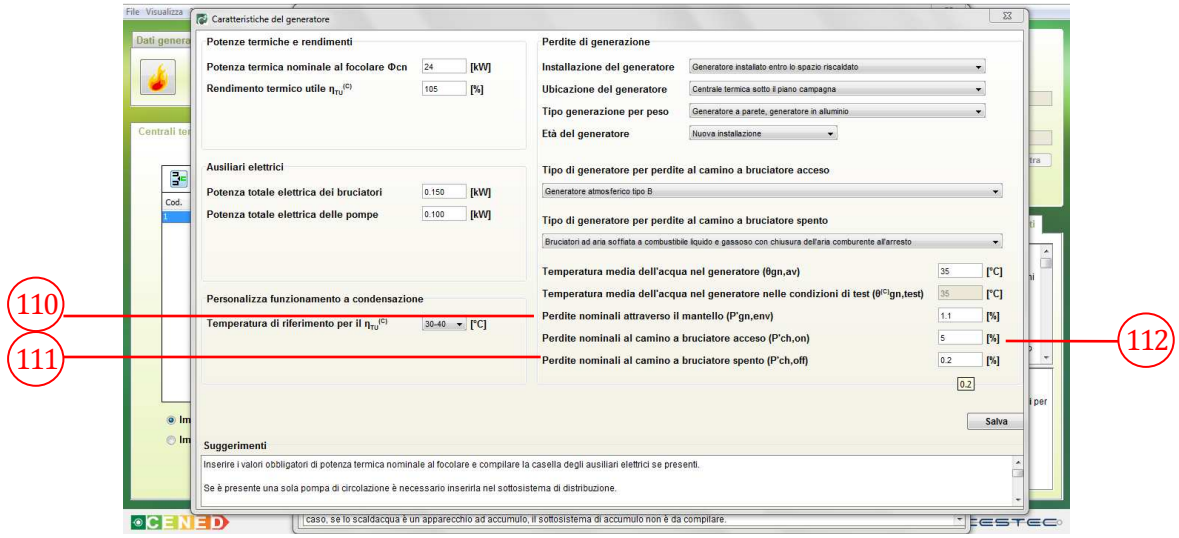

Figura 12.76: Generatore a condensazione, Perdite nominali attraverso il mantello, Perdite nominali al camino a bruciatore acceso e a bruciatore spento.

12.3.1.2.6 Generatore a condensazione multistadio o modulante

Nel caso di generatore a condensazione multistadio modulante, viene richiesto di compilare il campo **Potenze termiche e rendimenti** (113) con i valori di **Potenza termica al focolare massima $\Phi_{cn,max}$** (114), [kW], di **Potenza termica al focolare minima $\Phi_{cn,min}$** (115), [kW] (in assenza di dati è possibile fare riferimento al Prospetto LIV della d.d.g. n. 5796), e di **Rendimento termico utile alla potenza nominale $\Phi_{cn,max}$ ($\eta_{tu}^{(C)}$)** (116) [%], nelle condizioni di funzionamento a condensazione al 100% di potenza termica nominale.

È necessario, inoltre, personalizzare il funzionamento a condensazione selezionando dal relativo menù a tendina la **Temperatura di riferimento per il $\eta_{tu}^{(C)}$ ($\Phi_{cn,max}$)** (117), [°C], a potenza termica massima, per il quale viene calcolato il rendimento termico utile in condizioni di funzionamento a condensazione al fine di determinare la temperatura media dell'acqua nel generatore in condizioni di test.

Infine, è necessario inserire il **Rendimento termico utile alla potenza $\Phi_{cn,min}$** (118), [%].

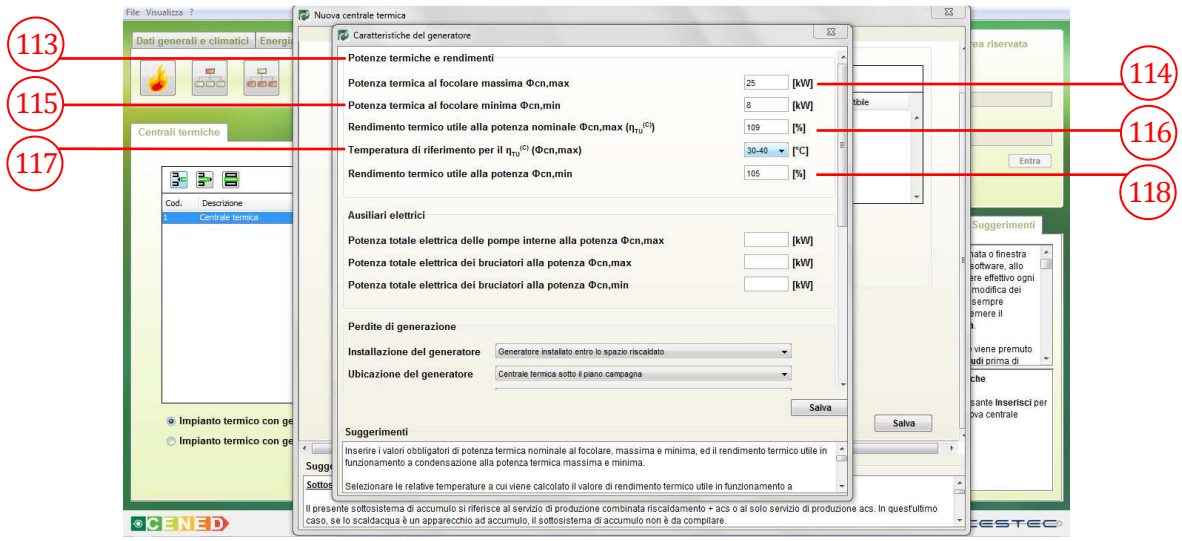

Figura 12.77: Generatore a condensazione multistadio o modulante, Potenze termiche e rendimenti.

Nel campo **Ausiliari elettrici** (119), si richiede di indicare i valori di **Potenza totale elettrica delle pompe interne alla potenza $\Phi_{cn,max}$** (120), [kW], di **Potenza totale elettrica dei bruciatori alla potenza $\Phi_{cn,max}$** (121), [kW], e di **Potenza totale elettrica dei bruciatori alla potenza $\Phi_{cn,min}$** (122), [kW] (in assenza di dati è possibile fare riferimento al Prospetto LVI della d.d.g. n. 5796).

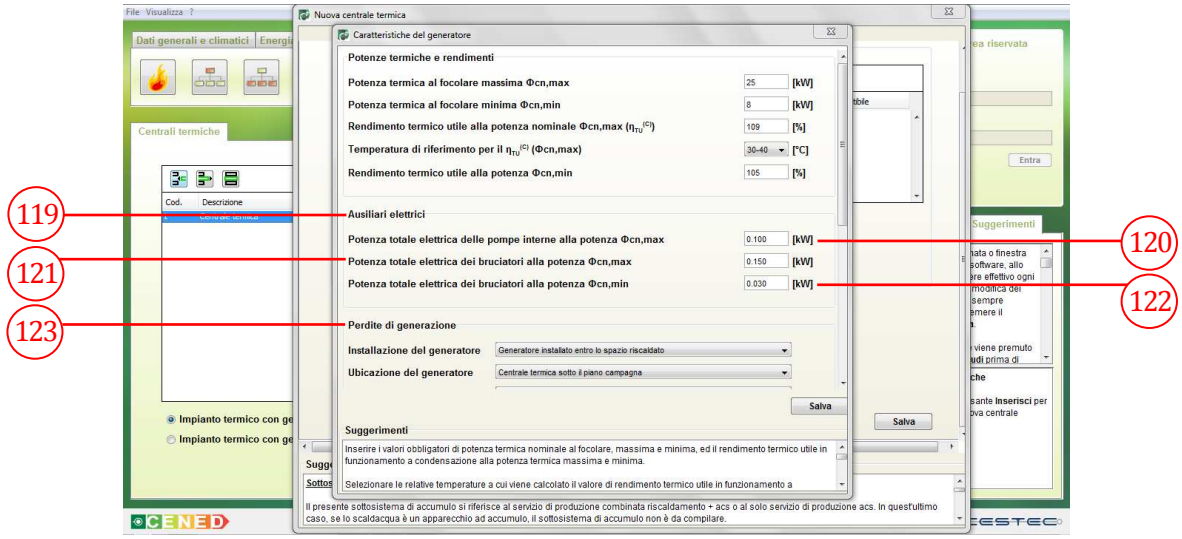

Figura 12.78: Generatore a condensazione multistadio o modulante, Ausiliari elettrici.

Se non sono presenti ausiliari elettrici è sufficiente digitare nella relativa casella 0.

Nel campo **Perdite di generazione** (123) si procede a definire le caratteristiche del generatore al fine di determinare le perdite per generazione.

Al fine di definire le perdite al mantello del generatore si provvede a compilare con i relativi dati i quattro successivi menù a tendina, le cui specifiche vengono esposte di seguito.

In primo luogo, al fine di determinare il valore del fattore di riduzione delle perdite al mantello del generatore, selezionare dall'elenco **Installazione del generatore** (124) una delle opzioni proposte:

- **Generatore installato entro lo spazio riscaldato**;
- **Generatore di tipo B installato entro lo spazio riscaldato**;
- **Generatore installato in centrale termica**;
- **Generatore installato all'esterno**.

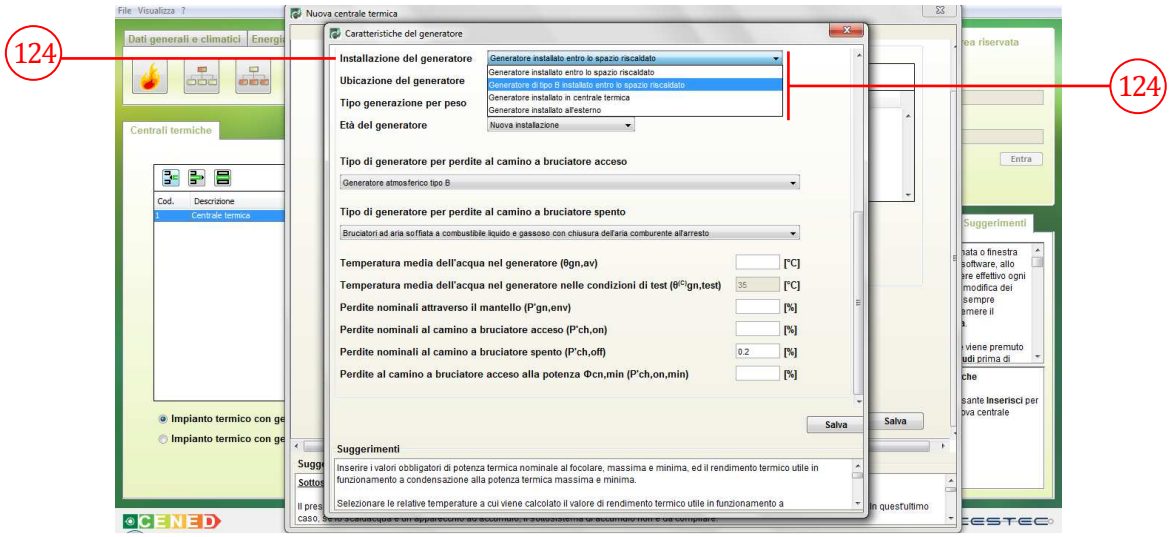

Figura 12.79: Generatore a condensazione multistadio o modulante, Installazione del generatore.

Successivamente, al fine di determinare il valore del fattore di correzione da applicare al calcolo della temperatura dell'ambiente in cui il generatore è posizionato, selezionare dall'elenco **Ubicazione del generatore** (125) una delle opzioni proposte:

- **Centrale termica sotto il piano campagna**;
- **Centrale termica adiacente ad ambiente a temperatura controllata**;
- **Centrale termica isolata o adiacente a locale non riscaldato**;
- **Caldaia all'esterno**;
- **Caldaia all'interno**.

Si intende installato all'esterno il generatore ubicato al di fuori della centrale termica e da spazi riscaldati, seppur posto in nicchie, cavedii, etc . anche se isolati.

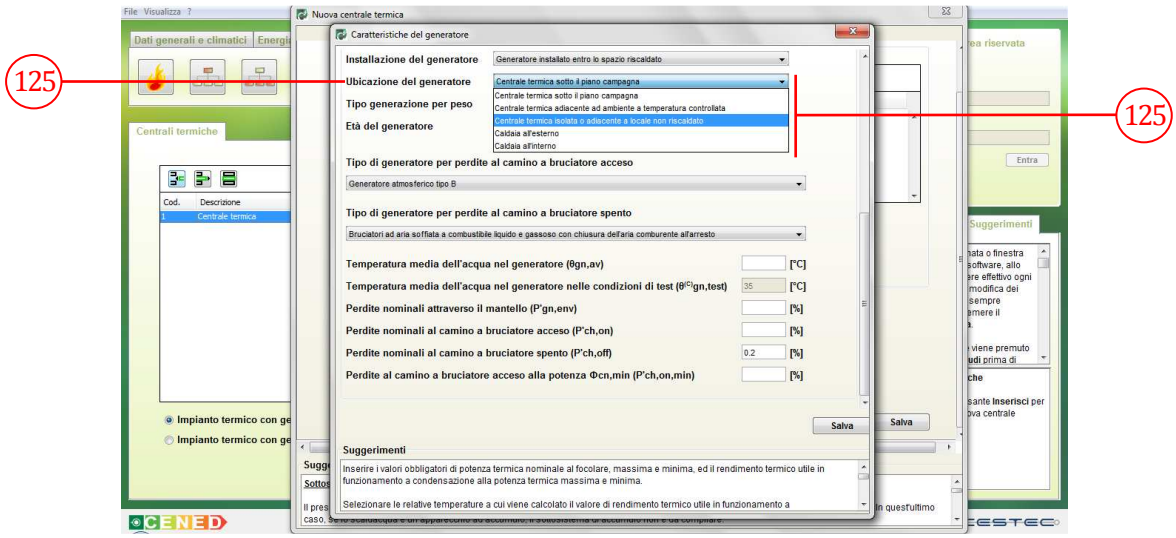

Figura 12.80: Generatore a condensazione multistadio o modulante, Ubicazione del generatore.

Sebbene non venga attivato alcun blocco da parte del software, è necessario che esista coerenza tra quanto viene scelto nei precedenti campi, **Installazione del generatore** (124) e **Ubicazione del generatore** (125).

Nel caso in cui il generatore di calore sia installato in un locale non mantenuto a temperatura controllata, diverso dall'ambiente esterno, ma non definibile come centrale termica, selezionare dall'elenco **Installazione del generatore** (124) l'opzione **Generatore installato in centrale termica** (124). Successivamente scegliere dal menù **Ubicazione del generatore** (125), in funzione della situazione di cui ci si trova in presenza, una tra le opzioni seguenti:

- **Centrale termica sotto il piano campagna**;
- **Centrale termica campagna adiacente ad ambiente a temperatura controllata**;
- **Centrale termica isolata o adiacente a locale non riscaldato**.

Indicare, infine, l'approssimazione effettuata nella sezione **Note del Certificatore** nel riquadro **Impianti**.

Al fine di stabilire i valori degli esponenti n, m e p, funzione anche del tipo di circolazione presente, è necessario scegliere dal menù a tendina **Tipo generazione per peso** (126) una delle seguenti opzioni:

- **Generatore a parete, generatore in alluminio**;
- **Generatore di acciaio**;
- **Generatore in ghisa**.

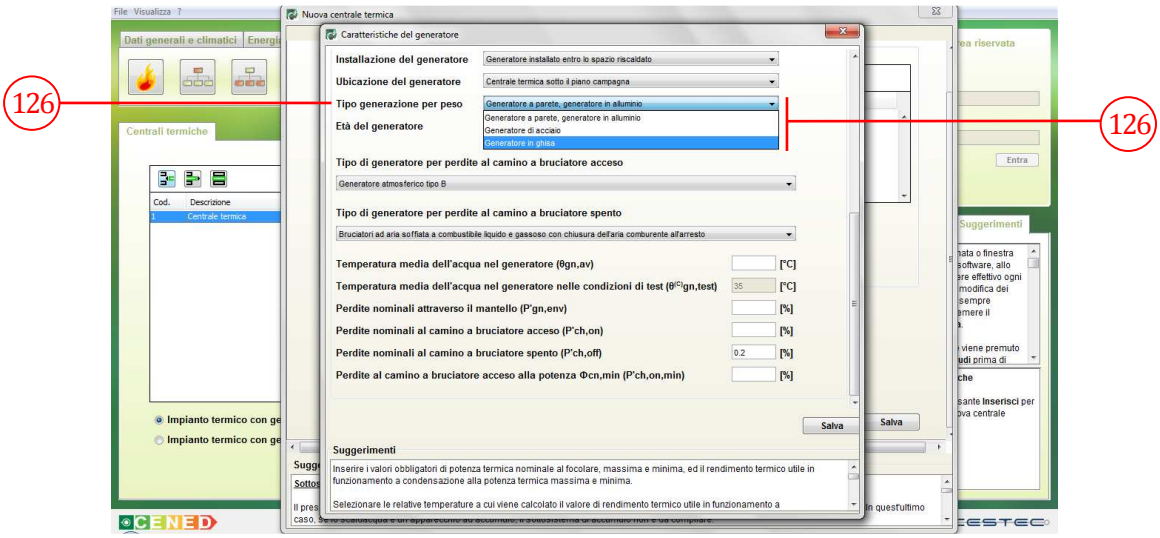

Figura 12.81: Generatore a condensazione multistadio o modulante, Tipo generazione per peso.

Infine, allo scopo di definire il valore di default della perdita termica percentuale nominale al mantello del generatore, così come definito al Prospetto XLVIII della d.d.g. n. 5796, viene richiesto di selezionare dall'elenco a discesa **Età del generatore** (127) una delle opzioni in funzione del tipo di isolamento del mantello del generatore. Vengono di seguito proposte le scelte e le tipologie di isolamento associato:

- **Nuova installazione** (Generatore nuovo ad alto rendimento, ben isolato);
- **Fino a 5 anni ben isolato** (Generatore ben isolato e manutenuto);
- **Da 6 a 11 anni mediamente isolato** (Generatore obsoleto e mediamente isolato);
- **Da 6 a 11 anni privo di isolamento** (Generatore obsoleto e privo di isolamento);
- **Superiore ai 12 anni** (Generatore non isolato).

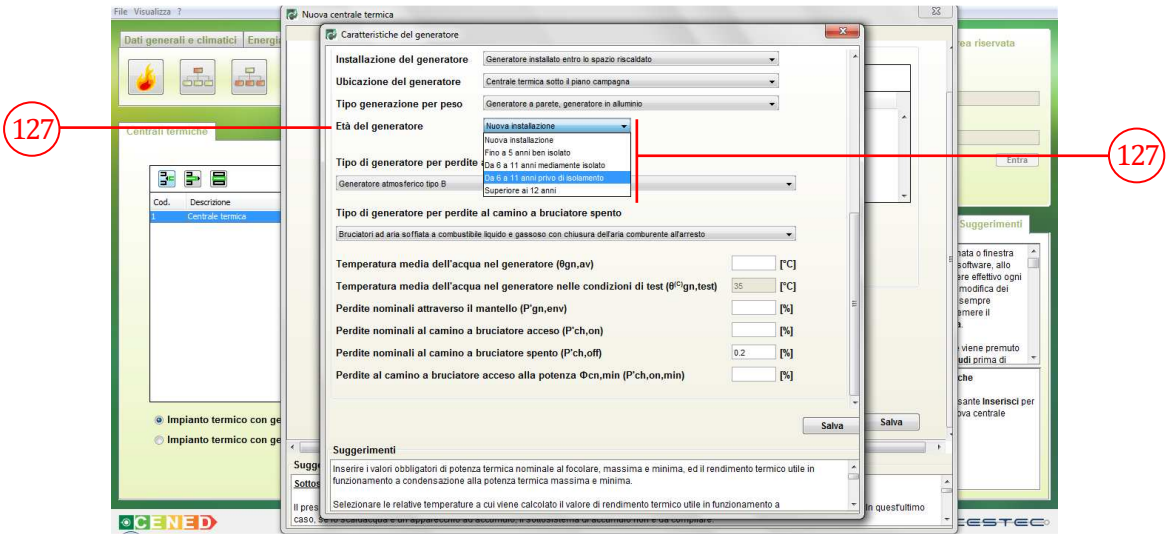

Figura 12.82: Generatore a condensazione multistadio o modulante, Età del generatore.

Nel campo **Tipo di generatore per perdite al camino a bruciatore acceso** (128) si procede a definire le caratteristiche del generatore al fine di determinare la perdita termica percentuale nominale al camino a bruciatore acceso alla potenza minima al focolare, selezionando una delle opzioni presenti:

- **Generatore atmosferico tipo B**;
- **Generatore di tipo C_{11} (tiraggio forzato)**;
- **Caldaia a gas con bruciatore ad aria soffiata**;
- **Caldaia a gasolio/biodiesel con bruciatore ad aria soffiata**.

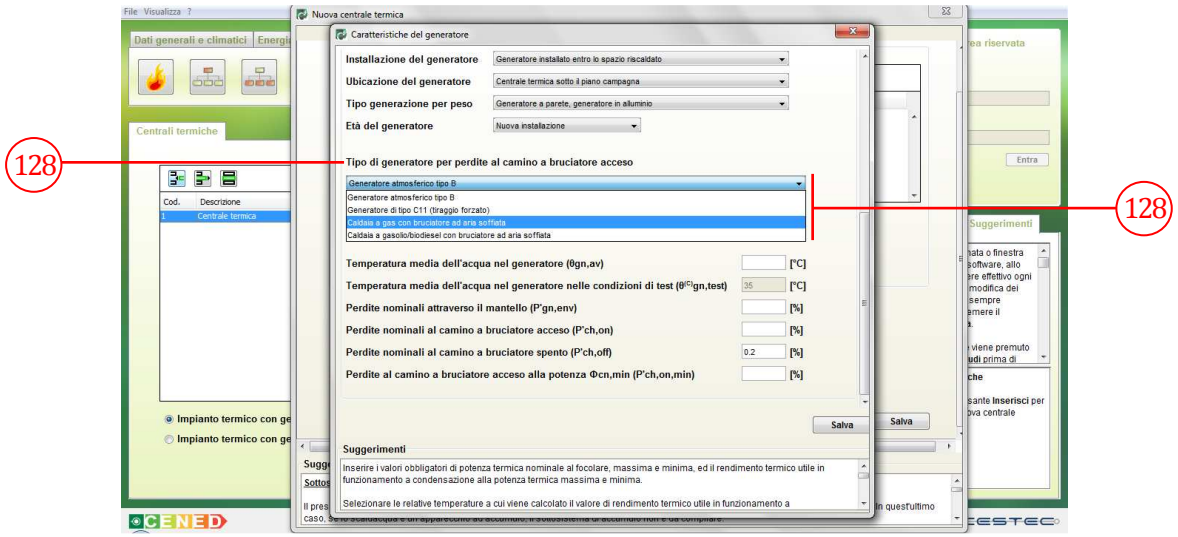

Figura 12.83: Generatore a condensazione multistadio o modulante, Tipo di generatore per perdite al camino a bruciatore acceso.

Nel campo **Tipo di generatore per perdite al camino a bruciatore spento** (129) si procede a definire le caratteristiche del generatore al fine di determinare la perdita termica percentuale nominale al camino a bruciatore spento, selezionando una delle opzioni presenti:

- **Bruciatori ad aria soffiata a combustibile liquido e gassoso con chiusura dell'aria comburente all'arresto**;
- **Bruciatori soffiati a combustibile liquido e gassoso a premiscelazione totale**;
- **Generatori con scarico a parete**;
- **Bruciatori ad aria soffiata senza chiusura dell'aria comburente all'arresto con camino di altezza fino a 10 m**;
- **Bruciatori ad aria soffiata senza chiusura dell'aria comburente all'arresto con camino di altezza maggiore di 10 m**;
- **Bruciatori atmosferici a gas con camino di altezza fino a 10 m**;
- **Bruciatori atmosferici a gas con camino di altezza maggiore di 10 m**.

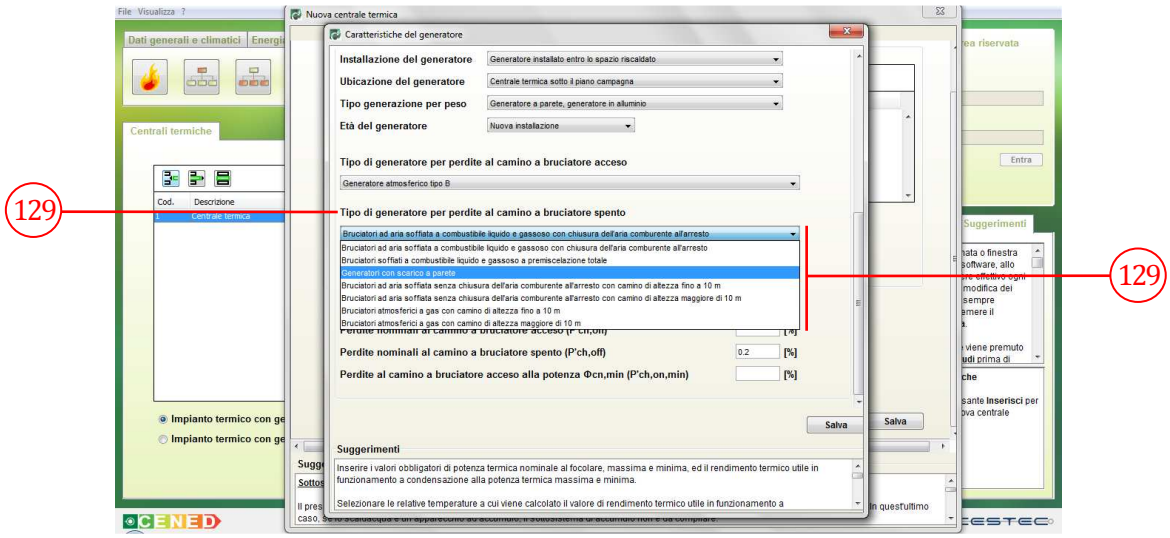

Figura 12.84: Generatore a condensazione multistadio o modulante, Tipo di generatore per perdite al camino a bruciatore spento.

È necessario, infine, digitare, nella casella **Temperatura media dell'acqua nel generatore ($\theta_{gn,av}$)** (130), [°C], il corrispondente valore (calcolato come media tra mandata e ritorno) in condizioni di funzionamento reali.

Il valore inserito di temperatura media dell'acqua nel generatore deve essere coerente con l'effettivo utilizzo dello stesso.

Nel caso in cui il medesimo generatore sia asservito, ad esempio, a due sistemi impiantistici con tipologia di terminali funzionanti a temperature differenti, nella casella **Temperatura media dell'acqua nel generatore ($\theta_{gn,av}$)** (130), [°C], è necessario indicare:

- il valore medio tra mandata e ritorno della temperatura dei terminali ad alta temperatura, se a valle del generatore è presente una valvola miscelatrice o altro apparecchio atto a diminuire la temperatura del fluido termovettore all'ingresso del terminale a bassa temperatura;
- il valore medio tra mandata e ritorno della temperatura a cui funziona il generatore, se i diversi terminali di impianto sono progettati per funzionare a temperature medio- basse;
- il valore medio tra mandata e ritorno della temperatura dei terminali che erogano la maggior potenza termica a servizio della zona in oggetto, se ci si trova in un caso non riconducibile ai precedenti.

La casella successiva, **Temperatura media dell'acqua nel generatore nelle condizioni di test ($\theta^{(C)}_{gn,test}$)** (131), non risulta modificabile ed è compilata con il valore di temperatura media dell'acqua nel generatore (media aritmetica tra temperatura di mandata e temperatura di ritorno) in funzione di quanto selezionato precedentemente nel campo **Temperatura di riferimento per il $\eta_{tu}{}^{(C)}$ ($\Phi_{cn,max}$)** (117).

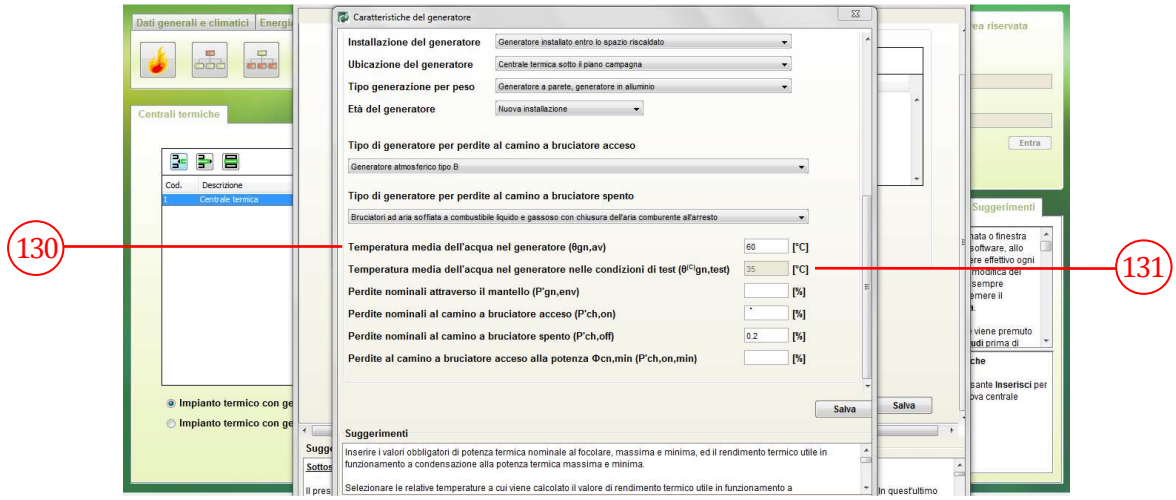

Figura 12.85: Generatore a condensazione multistadio o modulante, Temperatura media dell'acqua nel generatore.

Nelle caselle **Perdite nominali attraverso il mantello ($P'_{gn,env}$)** (132), **Perdite nominali al camino a bruciatore spento ($P'_{ch,off}$)** (133) e **Perdite nominali al camino a bruciatore acceso alla potenza $\Phi_{cn,min}$ ($P'_{ch,on,min}$)** (134), è necessario inserire, qualora si abbiano a disposizione, i relativi valori provenienti da scheda tecnica o da dati dichiarati dal costruttore, previa verifica, per le informazioni per cui è possibile, della congruenza mediante sopralluoghi.

Nel caso in cui non siano disponibili tali informazioni è possibile mantenere i valori di perdite termiche nominali per la generazione proposti di default dal software in funzione delle scelte operate in precedenza.

Per la compilazione delle caselle **Perdite nominali al camino a bruciatore acceso ($P'_{ch,on}$)** (135) è necessario, nel caso di impianto termico nuovo, inserire nell'ordine di disponibilità:

- il valore registrato in fase di collaudo/manutenzione dell'impianto mediante "prova fumi";
- il valore fornito dal costruttore;
- il valore proposto dal software, in funzione di quanto riportato nel Prospetto LIII del d.d.g. n. 5796.

Per la compilazione delle caselle **Perdite nominali al camino a bruciatore acceso ($P'_{ch,on}$)** (135) è necessario, per impianto termico esistente, inserire:

- il valore registrato mediante "prova fumi"; se tale valore, riportato sul libretto di centrale, risale a più di ventiquattro mesi prima dalla richiesta di certificazione energetica dell'edificio, è previsto l'obbligo di una nuova "prova fumi";
- solo in caso di mancanza di allacciamento alla rete del gas naturale è possibile fare riferimento al Prospetto LIII del d.d.g. n. 5796.

Per la compilazione della casella Perdite nominali al camino a bruciatore acceso (P'ch,on) è necessario inserire sempre il valore in funzionamento non a condensazione registrato mediante "prova fumi".

Se tale valore, riportato sul libretto di centrale, risale a più di ventiquattro mesi prima dalla richiesta di certificazione energetica dell'edificio, è previsto l'obbligo di una nuova "prova fumi".

Qualora la "prova fumi" non riportasse il valore di perdite nominali al camino a bruciatore acceso in funzionamento non a condensazione, è possibile fare riferimento ai dati di perdite nominali al camino a bruciatore acceso in funzionamento non a condensazione dichiarati dal costruttore.

Qualora la "prova fumi" non riportasse il valore di perdite nominali al camino a bruciatore acceso in funzionamento non a condensazione e tali dati non fossero resi disponibili dal costruttore, è possibile riferirsi, nei casi previsti, ai dati forniti dalla procedura di calcolo n.5796 (Prospetti XLVII e LIII) o, con debite valutazioni, a valori presenti in letteratura riportando le approssimazioni effettuate nelle note.

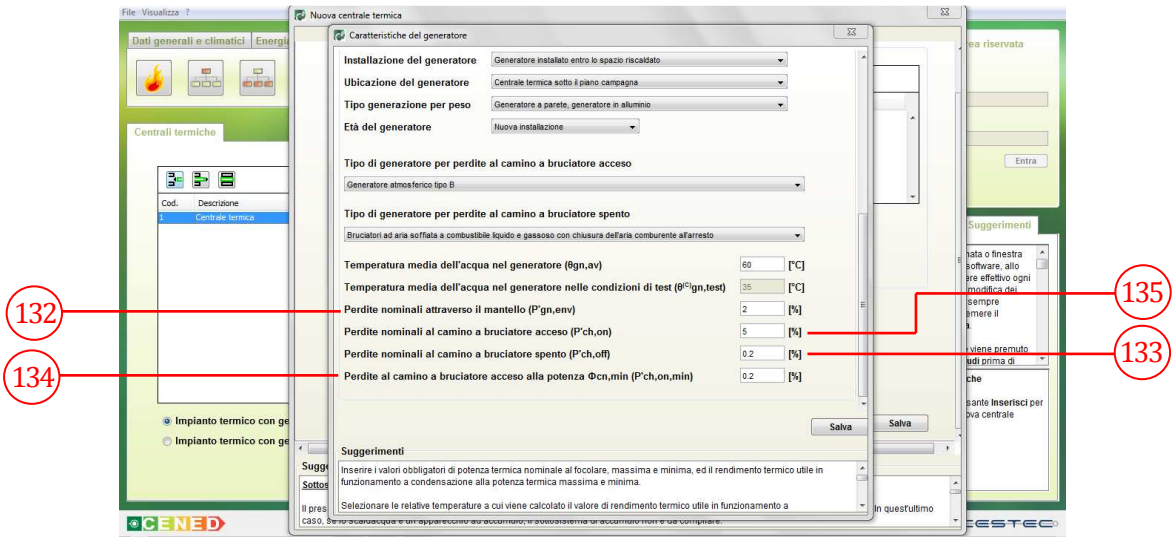

Figura 12.86: Generatore a condensazione multistadio o modulante, Perdite di generazione.

12.3.1.2.7 Generatore ad aria calda

Nel caso di generatore ad aria calda, viene richiesto di compilare il campo **Potenze termiche** (136) con il valore di **Potenza termica nominale al focolare** (137) [kW].

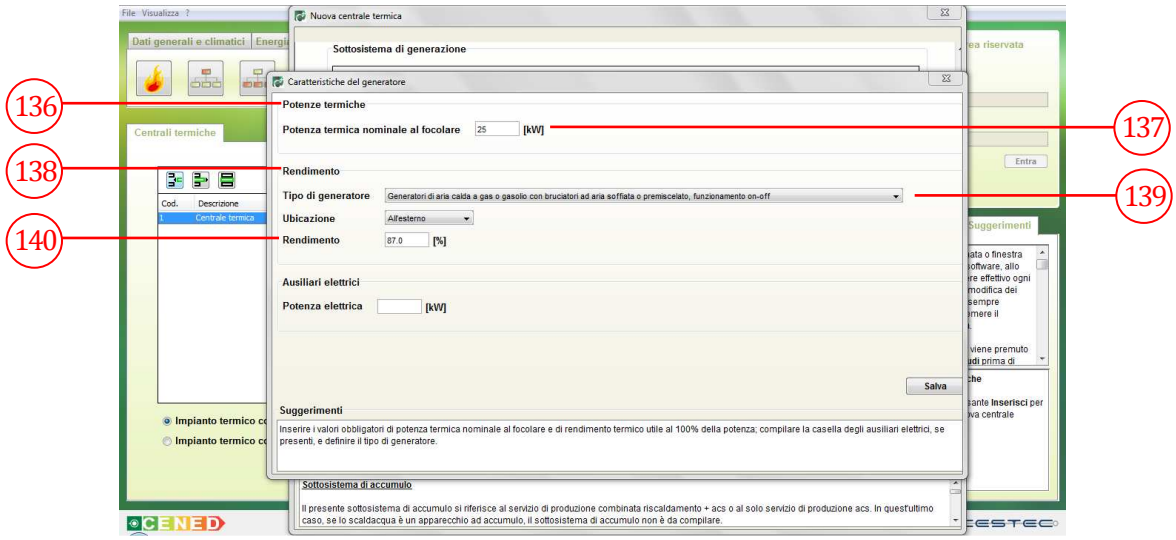

Figura 12.87: Generatore ad aria calda, Potenze termiche.

Nel campo **Rendimento** (138) è necessario selezionare dai relativi menù a tendina il tipo di generatore e l'ubicazione al fine di visualizzare nella casella corrispondente il valore di rendimento, eventualmente ridotto per tener conto dell'installazione all'esterno.

Le opzioni previste dall'elenco a discesa **Tipo di generatore** (139) riguardano:

- **Generatori di aria calda a gas o gasolio con bruciatori ad aria soffiata o premiscelato, funzionamento on-off**;
- **Generatori di aria calda a gas a camera stagna con ventilatore nel circuito di combustione di tipo B o C, funzionamento on-off**;
- **Generatori di aria calda a gas o gasolio con bruciatori ad aria soffiata o premiscelato, funzionamento bistadio o modulante**;
- **Generatori di aria calda a gas a camera stagna con ventilatore nel circuito di combustione di tipo B o C, bistadio o modulazione aria-gas**;
- **Generatori di aria calda a gas a condensazione regolazione modulante aria-gas**.

Una volta scelto il tipo di generatore, nella casella **Rendimento** (140), compare il corrispondente valore di rendimento associato.

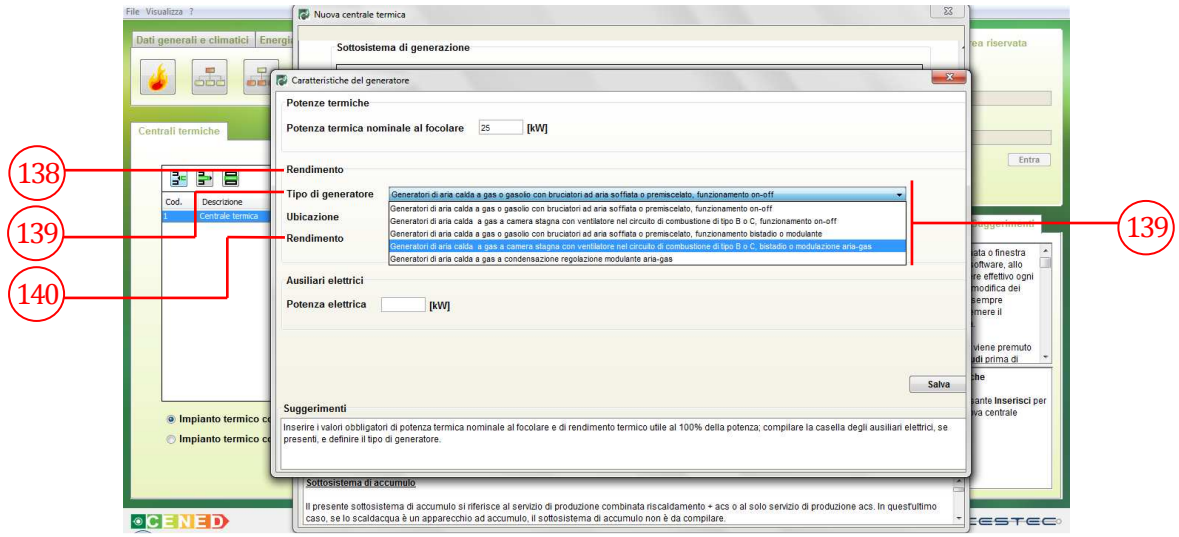

Figura 12.88: Generatore ad aria calda, Tipo di generatore.

Successivamente si prosegue con la scelta dal menù a tendina **Ubicazione** (141) tra le proposte:

- **All'esterno**;
- **In centrale termica**.

Si intende installato all'esterno il generatore ubicato al di fuori della centrale termica e da spazi riscaldati, seppur posto in nicchie, cavedii, etc . anche se isolati.

Qualora il generatore sia ubicato all'interno, al fine di non considerare la riduzione di rendimento associata all'installazione esterna, è necessario selezionare l'opzione **In centrale termica** (141).

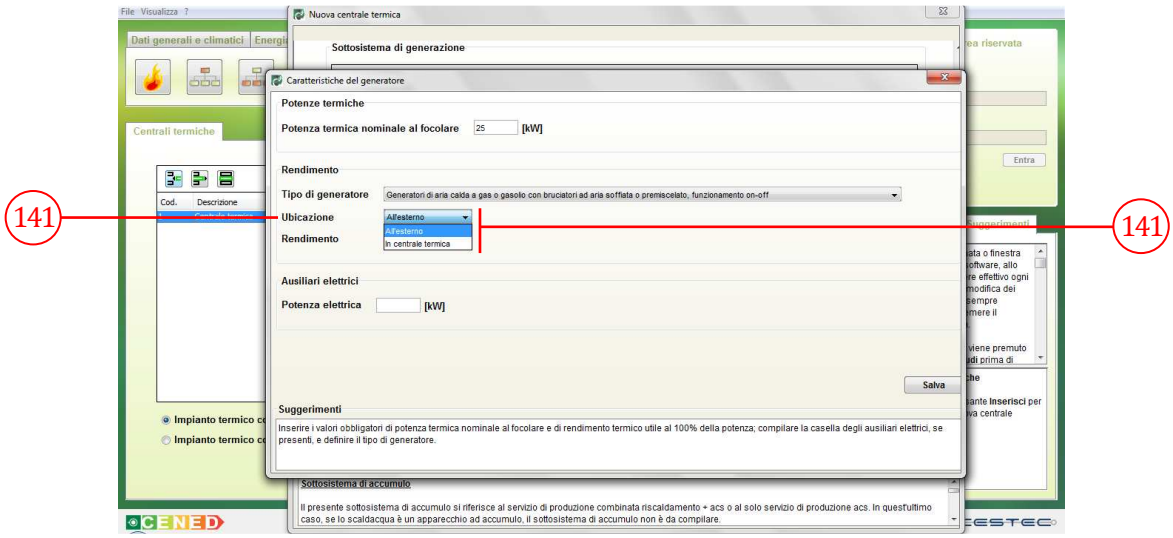

Figura 12.89: Generatore ad aria calda, Ubicazione.

Se si è optato per un'ubicazione esterna del generatore, il valore del **Rendimento** (140) viene automaticamente ridotto in funzione del tipo di generatore scelto in precedenza, secondo quanto riportato al prospetto LVIII del d.d.g. n. 5796.

Nel caso in cui si abbiano a disposizione i dati forniti dal costruttore, è possibile digitare il valore di **Rendimento** (140), avendo prima cura di correggerne il valore nel caso di installazione all'esterno, facendo riferimento al prospetto LVIII del d.d.g. n. 5796.

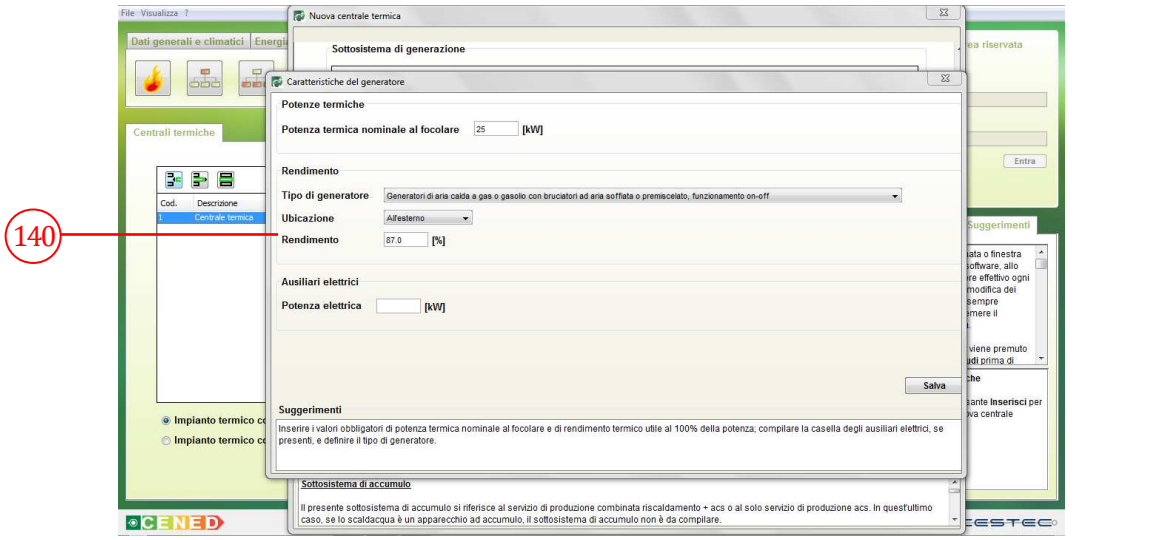

Figura 12.90: Generatore ad aria calda, Rendimento.

Nel campo **Ausiliari elettrici** (142) è necessario inserire la **Potenza elettrica** (143) nominale, [kW], di eventuali ausiliari elettrici del generatore.

Nel caso in cui non siano presenti ausiliari elettrici è necessario digitare il valore 0 nella relativa casella.

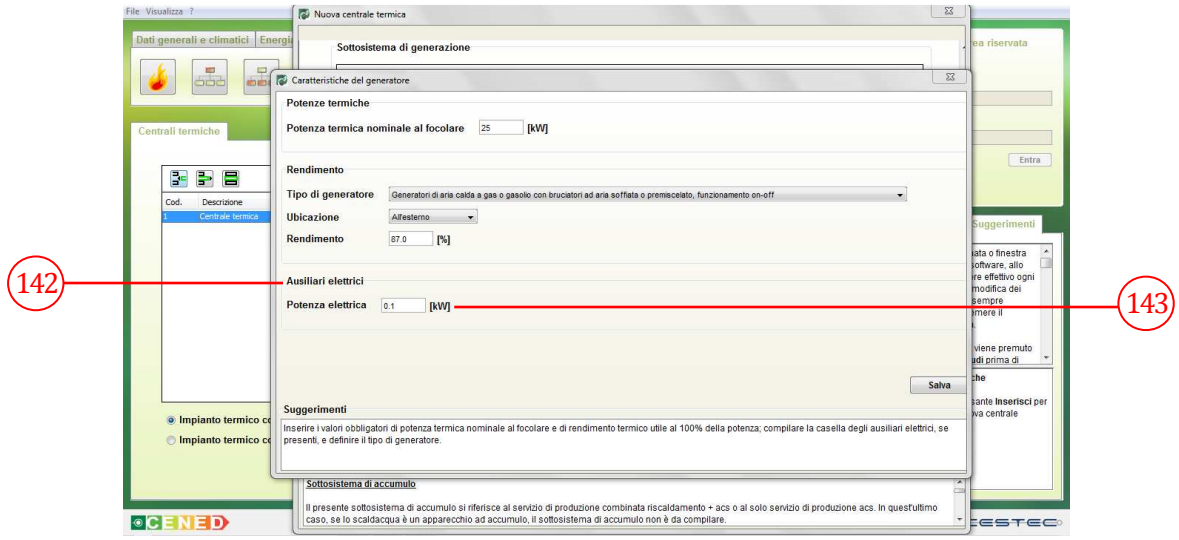

Figura 12.91: Generatore ad aria calda, Ausiliari elettrici.

12.3.1.2.8 Pompa di calore

Riquadro VII: Pompe di calore

La pompa di calore è una macchina termica capace di trasferire calore da una sorgente fredda ad un pozzo caldo. Con sorgente si intende il luogo dove il calore viene prelevato. Con pozzo si intende il luogo dove il calore viene ceduto. Nell'ambito della climatizzazione la pompa di calore si può definire come un dispositivo o impianto che fornisce calore all'ambiente a temperatura controllata o climatizzato prelevandolo da una sorgente termica a temperatura inferiore (punto 2 lettera oo) d.g.r. n. VIII/8745).
L'effetto di passaggio di calore da un corpo più freddo ad uno più caldo viene ottenuto tramite la fornitura di energia termica o di lavoro (meccanico o elettrico). Nel primo caso si parla di pompe di calore endotermiche o pompe di calore ad assorbimento, o anche ad adsorbimento (a seconda di quale principio fisico che attiva il ciclo a pompa di calore). Nel secondo caso si parla di pompe di calore elettriche, con ciclo a compressione o termoelettriche.

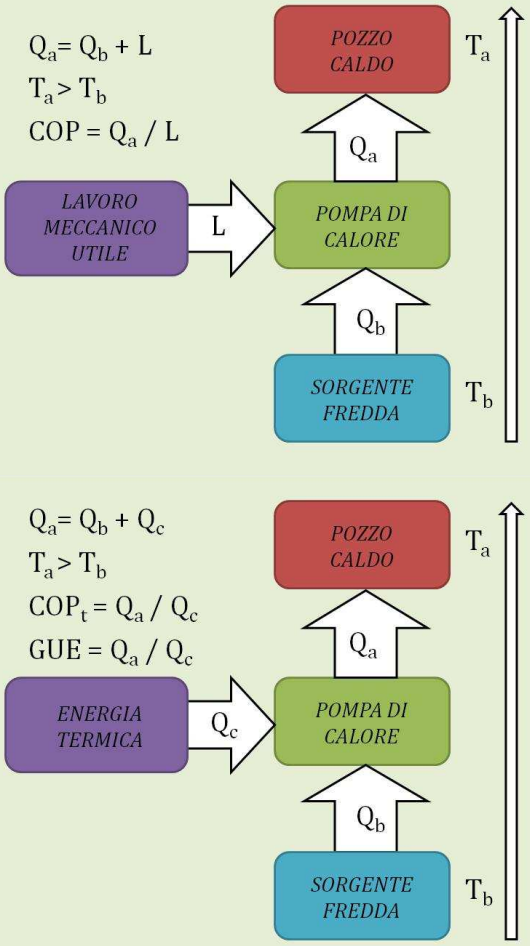

Figura 12.92: Principio di funzionamento di una pompa di calore alimentata elettricamente (sinistra) e alimentata termicamente (destra).

Ai fini del riscaldamento di ambienti e della produzione di acqua calda sanitaria le sorgenti fredde possono essere:

- *l'aria esterna, da cui viene prelevato il calore Q_b tramite una unità esterna dotata di ventilatore. Il calore prelevato all'esterno, sommato al lavoro L o all'energia termica Q_c , viene ceduto ad un circuito con fluido termovettore acqua o aria. Nel primo caso si ha quindi una pompa di calore aria-acqua, mentre nel secondo caso si ha una pompa di calore aria-aria;*
- *una falda acquifera o un corso d'acqua superficiale, da cui si preleva una certa portata di acqua. Questa è condotta all'evaporatore della pompa di calore tramite un circuito dotato di circolatore. La pompa di calore estrae il calore Q_b e l'acqua è riportata al corso d'acqua o alla falda. Il calore Q_b, sommato al lavoro L o all'energia termica Q_c , viene ceduto ad un circuito con fluido termovettore acqua o aria. Nel primo caso si ha quindi una pompa di calore acqua-acqua, mentre nel secondo caso si ha una pompa di calore acqua-aria;*
- *il terreno, da cui viene prelevato il calore Q_b con un circuito chiuso immerso nel terreno, il cui fluido termovettore è movimentato da un circolatore. Questo circuito cede il calore prelevato dal terreno Q_b all'evaporatore della pompa di calore, che sommato al lavoro L o all'energia termica Q_c , viene ceduto ad un circuito con fluido termovettore acqua o aria. Nel primo caso si ha quindi una pompa di calore terreno-acqua, mentre nel secondo caso si ha una pompa di calore terreno-aria;*

Il calore ceduto al pozzo caldo, circuito ad acqua o aria interna, è poi veicolato dai terminali d'impianto (radiatori, ventilconvettori, bocchette ad aria, etc.) all'ambiente interno, oppure utilizzato ai fini di

produzione di acqua calda sanitaria.

Il COP o coefficiente di prestazione è il rapporto tra la potenza termica utile resa e la potenza elettrica assorbita di una pompa di calore elettrica (punto 2 lettera i) d.g.r. n. VIII/8745).
Parimenti il COP_t o coefficiente di prestazione termico è il rapporto tra la potenza utile resa e la potenza termica assorbita di una pompa di calore ad assorbimento o adsorbimento alimentata termicamente (punto 2 lettera j) d.g.r. n. VIII/8745), ovvero tra la potenza termica utile e la potenza termica del combustibile utilizzato dal motore primo che aziona una pompa di calore a compressione (pompa di calore endotermica).
Si definisce, infine, il fattore di utilizzazione del gas (GUE, Gas Utilization Efficiency) il rapporto tra la potenza termica utile resa e la potenza termica al focolare di una pompa di calore a gas (tipicamente gas metano ma anche GPL, o altri gas).
Queste definizioni, valutate sulla potenza termica, rappresentano il fattore di utilizzo istantaneo (o più impropriamente, il rendimento istantaneo) di una pompa di calore. Il fattore di utilizzo varia in funzione delle temperature all'evaporatore e al condensatore della pompa di calore. Si definisce quindi il fattore di utilizzo (COP, COP_t, GUE) in condizioni nominali quello valutato sulla base di prove tecniche standard, che fissano la temperatura della sorgente fredda e quella del pozzo caldo.
Il d.g.r. n. VIII/8745 richiede che le nuove pompe di calore elettriche, a gas o alimentate termicamente, abbiano un COP, un GUE o un COP_t, in condizioni nominali maggiore o uguale al rispettivo valore riportato, in funzione della tipologia impiantistica adottata, nella tabella A.5.1 di cui all'Allegato A del d.g.r. n. VIII/8745, riportato nella tabella seguente.

Tabella 12.2: Valori limite di COP, COP_t e GUE per pompe di calore elettriche, endotermiche e ad assorbimento.

Pompe di calore	***Tipologia***	***Condizioni nominali di riferimento***	***COP - GUE***
Elettriche	*aria - acqua*	*7°C – 35°C*	*3,00*
	acqua - acqua	*10°C – 35°C*	*4,50*
	terra - acqua	*0°C – 35°C*	*4,00*
	terra - aria	*0°C – 20°C*	*4,00*
	acqua - aria	*15°C – 20°C*	*4,70*
	aria - aria	*7°C – 20°C*	*4,00*
Endotermiche	*aria - acqua*	*7°C – 30°C*	*1,38*
	acqua - acqua	*10°C – 30°C*	*1,56*
	terra - acqua	*0°C – 30°C*	*1,47*
	terra - aria	*0°C – 20°C*	*1,59*
	acqua - aria	*10°C – 20°C*	*1,60*
	aria - aria	*7°C – 20°C*	*1,46*
Assorbimento	*aria - acqua*	*7°C – 50°C*	*1,30*
	terra - acqua	*0°C – 50°C*	*1,25*
	acqua - acqua	*10°C – 50°C*	*1,40*

La colonna "Pompe di calore" identifica la tecnologia della macchina: nel caso di pompe di calore elettriche è l'energia elettrica ad attivare il ciclo termico della pompa di calore, mentre nel caso di pompe di calore endotermiche è il calore sviluppato dalla combustione in un motore (es. motore a ciclo Otto). Infine, nel caso delle pompe di calore ad assorbimento chi attiva il ciclo termico delle pompa di calore è l'energia termica sviluppata dalla combustione in un bruciatore, piuttosto che direttamente fornita da un secondo sistema (es. collettori solari termici). Le pompe di calore ad adsorbimento possono essere associate a quelle ad assorbimento, per i fini della tabella.
La colonna "Tipologia" identifica con la prima parola la fonte esterna di calore, quindi la sorgente fredda (aria, acqua, terreno), mentre con la seconda parola identifica il fluido termovettore interno all'edificio, quindi il pozzo caldo (acqua nel caso di circuiti termici ad acqua alimentanti ad esempio i pannelli radianti oppure aria nel caso di riscaldamento diretto dell'aria ambiente). La dicitura salamoia-acqua o salamoia-aria corrisponde tipicamente a terreno-acqua o terreno-aria.
La colonna "Condizioni nominali di riferimento" indica per quali condizioni sono validi i COP/GUE minimi

riportati nella colonna accanto. La prima temperatura si riferisce alla temperatura della sorgente fredda (in ingresso all'evaporatore), mentre la seconda temperatura si riferisce al pozzo caldo (in uscita al condensatore). Le temperature si riferiscono ad un regime di funzionamento invernale. Quando la sorgente esterna è l'aria, si intende la temperatura a bulbo secco. Le temperature sono quelle di prova determinate dalla norma UNI EN 12309 per le pompe di calore a gas (potenza termica fino a 70 kW, valori di prova su potere calorifico inferiore), mentre per le pompe di calore elettriche si fa riferimento alle condizioni determinate dalla norma UNI EN 14511. Quest'ultima si utilizza anche per le pompe di calore endotermiche (non essendoci una norma specifica), con un opportuno coefficiente di conversione tra energia primaria ed energia elettrica. Infine, le pompe di calore dedicate alla sola produzione di acqua calda sanitaria possono fare riferimento alla norma EN 16147.

Sulle schede tecniche delle pompe di calore sono da ricercarsi i valori relativi al COP/GUE nelle condizioni nominali di riferimento. Queste sono spesso indicate con una sigla come ad esempio A7W35, che significa condizioni di riferimento Air 7 °C Water 35 °C, quindi pompa di calore tipologia aria – acqua in condizioni di riferimento 7°C – 35°C. Altre esempi sono W10W35, cioè acqua-acqua in condizioni 10°C – 35°C, piuttosto che B0W30, cioè terreno-acqua in condizioni 0°C – 30°C (Brine, salamoia; Water, acqua e Air, aria).

Chiarito il concetto di COP/GUE istantaneo, valutato sulla base delle condizioni nominali di riferimento in istantaneo, è importante valutare le prestazioni delle pompe di calore anche al variare delle condizioni di riferimento, sia in istantaneo che su periodi temporali più lunghi. Il COP stagionale o SCOP (Seasonal Coefficient of performance) si ottiene tramite il rapporto tra l'energia prodotta dalla pompa di calore durante una stagione di utilizzo e l'energia (termica o elettrica) immessa nello stesso periodo. Analogo calcolo può essere effettuato per avere un COP/GUE mensile, o con altro periodo di tempo. Nel caso, invece, di prestazioni istantanee in condizioni diverse da quelle nominali, è possibile ritrovare i valori sulle schede tecniche dei produttori, oppure valutarli con formule empiriche.

Nel caso di pompa di calore, viene richiesto di compilare il campo **Coefficiente di prestazione** (144) mediante la selezione, dal menù a tendina **Tipo di scambio** (145) tra le tipologie di scambio previste per il funzionamento:

- **Terreno - Acqua**;
- **Acqua - Acqua**;
- **Acqua - Aria**;
- **Aria - Acqua**;
- **Aria - Aria**.

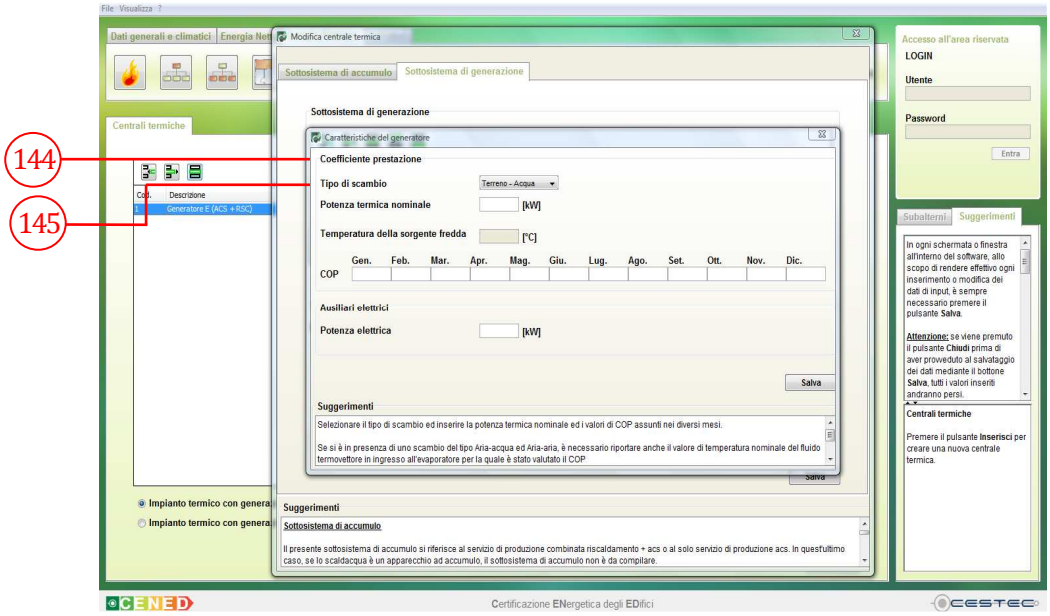

Figura 12.93: Pompa di calore, Tipo di scambio.

Nel caso di pompe di calore terreno-aria, selezionare **Terreno - Acqua** (145) e segnalarlo nelle note del certificatore, sezione Impianti.

Successivamente è necessario digitare nella casella **Potenza termica nominale** (146) il corrispondente valore della pompa di calore, [kW].

Se nell'elenco precedente si è scelto un tipo di scambio che prevede come sorgente fredda l'aria (Aria - Acqua o Aria - Aria), viene di seguito richiesto di inserire nel riquadro **Temperatura nominale della sorgente fredda** (147), il valore di temperatura nominale del fluido termovettore in ingresso dell'evaporatore, dato per il quale è stato valutato il valore di COP. Questo dato è utilizzato per il calcolo COP medio mensile (confronta Riquadro VIII).

Compilare, infine, le caselle **COP** (148) con i valori nominali del coefficiente di prestazione medio mensile.

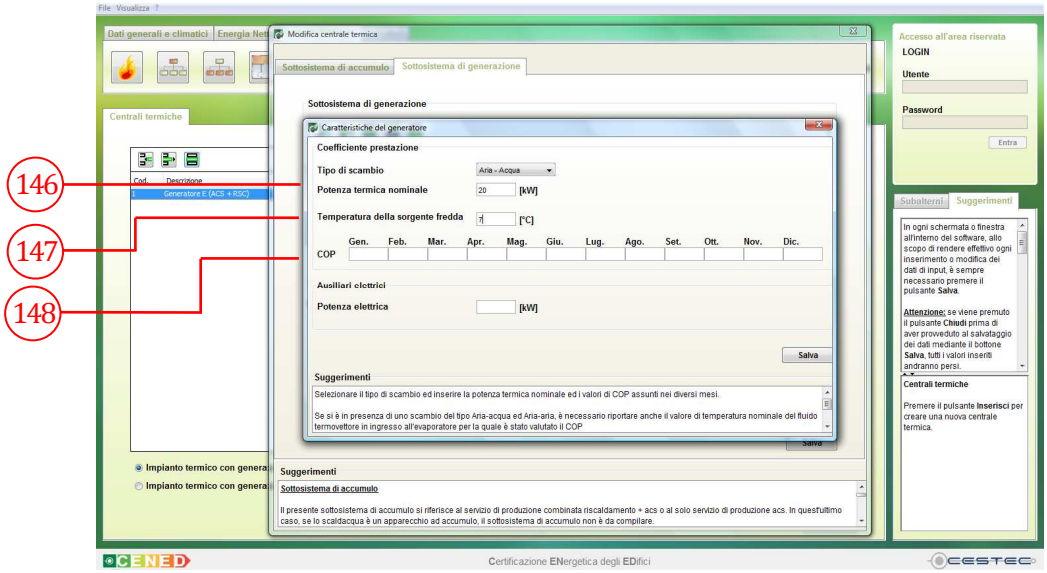

Figura 12.94: Pompa di calore, Temperatura della sorgente fredda e Potenza termica nominale.

Riquadro VIII: Determinazione del COP medio mensile

Il coefficiente di prestazione medio mensile corrisponde al COP istantaneo valido per le temperatura esterna media mensile ove è collocato l'impianto (calcolata come al capitolo E.6.3.7.1 del d.d.g. n. 5796). Questo viene calcolato come (rif. d.d.g. n. 5796 capitolo E.9.11):

- *nel caso di pompe di calore del tipo salamoia-acqua (scambiatori nel terreno-acqua) e acqua-acqua o acqua-aria viene assunto pari a quello dichiarato dal costruttore con riferimento alle temperature di esercizio dell'impianto termico a cui la pompa di calore è asservita; cioè per temperature di ingresso e/o uscita del fluido termovettore sia dal condensatore che dall'evaporatore correttamente specificate e consistenti con quelle di funzionamento dell'impianto:*

$$\overline{COP} = COP_N\left(\theta_{C,in}, \theta_{C,out}, \theta_{E,in}, \theta_{E,out}\right) \qquad (12.3)$$

dove:

COP_N	*è il valore nominale della pompa di calore alle assegnate temperature;*
$\theta_{C,in}$	*è la temperatura del fluido termovettore in ingresso al condensatore, [°C];*
$\theta_{C,out}$	*è la temperatura del fluido termovettore in uscita dal condensatore, [°C];*
$\theta_{E,in}$	*è la temperatura del fluido termovettore in ingresso all'evaporatore, [°C];*
$\theta_{E,out}$	*è la temperatura del fluido termovettore in uscita dall'evaporatore, [°C];*

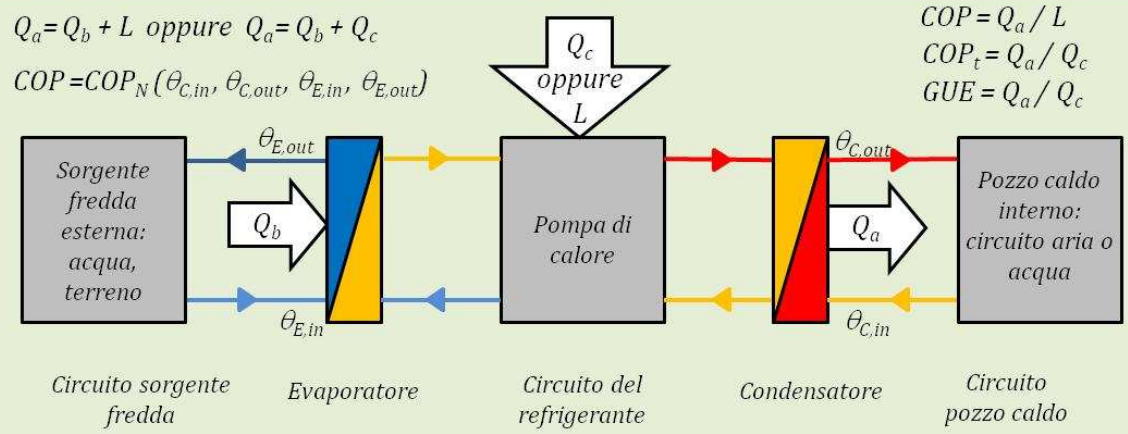

Figura 12.95: Identificazione dei dati di progetto della pompa di calore con sorgente fredda acqua o terreno.

- *nel caso di sistemi del tipo aria-acqua o aria-aria, il coefficiente di prestazione viene calcolato, a partire da un valore di riferimento, selezionato in funzione delle temperature di ingresso e/o uscita dal condensatore consistenti con quelle previste per il funzionamento dell'impianto termico, COP_N, mediante l'equazione:*

$$\overline{COP} = COP_N\left(\theta_{C,in}, \theta_{C,out}, \theta_R, \theta_{E,out}\right) \cdot \frac{\theta_e + 20}{\theta_R + 20} \cdot \frac{\theta_R + 80}{\theta_e + 80} \qquad (12.4)$$

dove:

$\theta_{C,in}$ *è la temperatura del fluido termovettore in ingresso al condensatore, [°C];*

$\theta_{C,out}$ *è la temperatura del fluido termovettore in uscita dal condensatore, [°C];*

$\theta_{E,out}$ *è la temperatura del fluido termovettore in uscita dall'evaporatore, [°C];*

θ_e *è la temperatura media mensile dell'ambiente esterno, [°C], calcolata secondo quanto riportato al punto E.6.3.7.1 del d.d.g. n. 5796;*

θ_R *è la temperatura del fluido termovettore in ingresso all'evaporatore per la quale è stato valutato il COP_N [°C], differente a seconda della tipologia di pompa di calore (si veda il Riquadro VII);*

COP_N *è il valore nominale (potenza massima) della pompa di calore alle assegnate temperature di ingresso e/o uscita del condensatore e dell'evaporatore.*

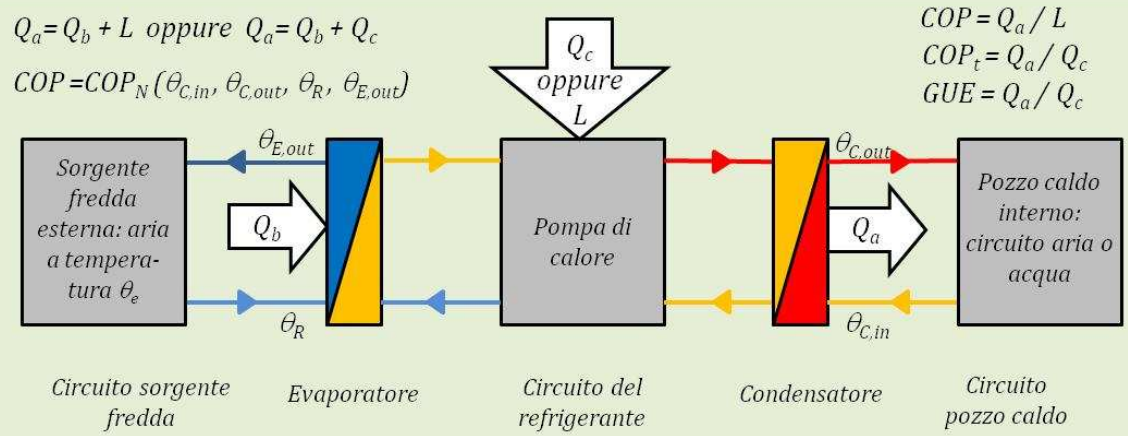

Figura 12.96: *Identificazione dei dati di progetto della pompa di calore con sorgente fredda aria esterna.*

In questo secondo caso i dati inseriti nel software sono corretti in automatico tramite l'applicazione della formula relativa ai sistemi del tipo aria-aria o aria-acqua. Non è, quindi, necessario applicare correzioni del valore di COP nominale.

Nel caso in cui la pompa di calore preveda la generazione combinata di riscaldamento e produzione di ACS, per tutto l'anno, nelle caselle **COP** (148) è necessario indicare:

- per i mesi della stagione di riscaldamento il COP della pompa di calore, valutato sulle temperature di funzionamento invernali ai fini del riscaldamento;
- per i mesi della stagione di raffrescamento il COP in fase di produzione acqua calda sanitaria, valutato sulle temperature di funzionamento ai fini della produzione di acqua calda sanitaria.

Nel caso in cui la pompa di calore preveda la generazione combinata di riscaldamento e produzione di ACS, per la sola stagione di riscaldamento, nelle caselle **COP** (148) è necessario indicare:

- per i mesi della stagione di riscaldamento il COP della pompa di calore, valutato sulle temperature di funzionamento invernali ai fini del riscaldamento;
- per i mesi della stagione di raffrescamento il rendimento in termini unitari del generatore utilizzato per la produzione ACS in questo periodo (tale valore va corretto in funzione del combustibile utilizzato dalla pompa di calore).

Nel caso in cui la pompa di calore preveda la generazione separata per il solo riscaldamento nelle caselle **COP** (148) è necessario indicare:

- per i mesi della stagione di riscaldamento il COP della pompa di calore, valutato sulle temperature di funzionamento invernali ai fini del riscaldamento;
- per i mesi della stagione di raffrescamento il valore 1 (il software non procederà nel calcolo).

Qualora non si abbiano a disposizione i dati riferiti ai valori di COP mensili forniti dai produttori, in funzione delle differenti temperature di mandata, è necessario digitare il medesimo valore disponibile di COP in tutte le caselle relative ai mesi della stagione di riscaldamento/ climatizzazione estiva.

In questa sede con la compilazione delle caselle **COP** (148), si intende anche l'inserimento dei dati relativi al COP_t nel caso di pompe di calore endotermiche, nonché del GUE nel caso di pompe di calore ad assorbimento/adsorbimento a gas. In questo caso è necessario selezionare come **Combustile** (53) il corretto combustibile fossile. Questo permette di associare il corretto fattore di conversione in energia primaria nel calcolo dell'EP_H e dell'EP_W.

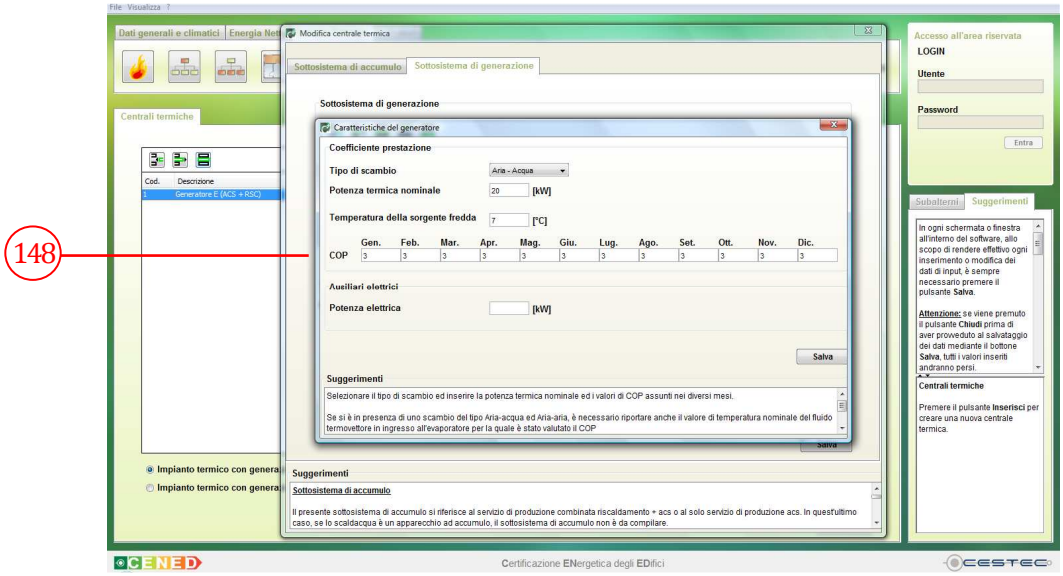

Figura 12.97: Pompa di calore, coefficiente di prestazione COP.

Riquadro IX: Inserimento del COP medio mensile, casistiche

Caso 1: generazione combinata di riscaldamento e produzione di ACS, per tutto l'anno.

La pompa di calore ha un COP nominale con $\theta_{C,out}$ = 50°C pari a 3 (alimentazione ventilconvettori e produzione di acqua calda sanitaria in contemporanea), mentre con $\theta_{C,out}$ = 40°C il COP è pari a 3,5 (produzione di acqua calda sanitaria durante i mesi estivi).

Tabella 12.3: COP medi mensili del caso 1.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
PdC Risc.	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON
PdC ACS	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON
COP medio mensile	3	3	3	3	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3	3	3

Caso 2: generazione combinata di riscaldamento e produzione di ACS, per la sola stagione di riscaldamento.

A) La pompa di calore funziona solo durante la stagione di riscaldamento, producendo sia acqua calda sanitaria sia acqua calda per il riscaldamento. Nei mesi estivi l'acqua calda sanitaria è prodotta da un secondo sistema, attivato solo in estate. I limiti imposti dal software nella definizione del sistema non permettono la completa descrizione dell'impianto. È necessario, quindi, valutare la prestazione equivalente del sistema non inseribile, nei soli mesi estivi, ed inserire quindi il suo rendimento come se fosse la pompa di calore ad essere in funzione. Si tratta, quindi, di indicare il COP equivalente, tenendo conto della successiva conversione in energia primaria che sarà applicata.

Il COP nominale della pompa di calore elettrica con $\theta_{C,out}$ = 50°C è pari a 3 (alimentazione ventilconvettori e produzione di acqua calda sanitaria in contemporanea), mentre nei mesi estivi si ha una caldaia a gas metano con rendimento termico utile η_{tu} = 0,95. Il fattore di conversione in energia primaria dei consumi elettrici è 2,18, mentre quello del gas è pari a 1. Il generatore di calore inserito è una pompa di calore elettrica, mentre la caldaia funzionante solo durante l'estate non è inseribile. È, quindi, necessario convertire il rendimento della caldaia in COP equivalente, considerando che nel calcolo del software sarà

*poi applicato un fattore di conversione in energia primaria di 2,18. Questi corrisponde alla moltiplicazione di 0,95 * 2,18 = 2,071.*
*B) Si consideri ora il caso di una pompa di calore a gas con $\theta_{C,out}$ = 50°C, con GUE nominale a 1,4 (alimentazione ventilconvettori e produzione di acqua calda sanitaria in contemporanea), mentre nei mesi estivi si ha una caldaia a gas metano con rendimento termico utile η_{tu} = 0,95. Il fattore di conversione in energia primaria dei consumi elettrici è 2,18, mentre quello del gas è pari a 1. Il generatore di calore inserito è una pompa di calore a gas, mentre la caldaia funzionante solo durante l'estate non è inseribile. È quindi necessario convertire il rendimento della caldaia in GUE equivalente, considerando che nel calcolo del software sarà poi applicato un fattore di conversione in energia primaria di 1. Questi corrisponde alla moltiplicazione di 0,95 * 1 = 0,95.*

Tabella 12.4: COP medi mensili del caso 2A), con pompa di calore elettrica.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
PdC Risc.	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON
PdC ACS	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON
Caldaia ACS	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF
COP Risc. + ACS	3	3	3	3	-	-	-	-	-	3	3	3
η_{tu} Caldaia ACS	-	-	-	-	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	-	-	-
COP equivalente	-	-	-	-	2,071	2,071	2,071	2,071	2,071	-	-	-
COP medi mensili	3	3	3	3	2,071	2,071	2,071	2,071	2,071	3	3	3

Tabella 12.5: COP medi mensili del caso 2B), con pompa di calore a gas.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
PdC Risc.	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON
PdC ACS	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON
Caldaia ACS	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF
GUE Risc. + ACS	1,4	1,4	1,4	1,4	-	-	-	-	-	1,4	1,4	1,4
η_{tu} Caldaia ACS	-	-	-	-	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	-	-	-
GUE equivalente	-	-	-	-	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	-	-	-
GUE medi mensili	1,4	1,4	1,4	1,4	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	1,4	1,4	1,4

Caso 3: generazione separata per il solo riscaldamento.
La pompa di calore è al servizio del sistema di riscaldamento e non partecipa alla produzione di acqua calda sanitaria. Essendo la generazione separata il software permette di inserire due sistemi separati e quindi di considerare correttamente le efficienze dei due sistemi durante i mesi estivi. Si abbia solo cura di inserire il valore 1 nei mesi estivi, quale COP nominale ininfluente ai fini del calcolo delle prestazioni del sistema di riscaldamento. Si prenda ad esempio una pompa di calore elettrica con COP nominale alla temperatura $\theta_{C,out}$ = 50°C è pari a 3.

Tabella 12.6: COP medi mensili del caso 3.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
PdC Risc.	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON
PdC ACS	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
COP medio mensile	3	3	3	3	1	1	1	1	1	3	3	3

Al fine di terminare la definizione della pompa di calore, nel campo **Ausiliari elettrici** (149) si deve inserire la **Potenza elettrica** (150) di pompe e/o ventilatori agenti solo sul lato dell'evaporatore (sorgente fredda) ed esclusi dal computo del COP. Si citano, a solo titolo di esempio, le pompe di emungimento dai pozzi, piuttosto che le pompe di circolazione dei circuiti di scambio con il terreno.

Nel caso in cui non siano presenti ausiliari elettrici è necessario digitare il valore 0 nella relativa casella.

Si ponga particolare attenzione nel caso di sistemi aria-acqua o aria-aria, in quanto gli ausiliari (ventilatori) posti sull'evaporatore o in prossimità di esso non sono sempre compresi nella determinazione del COP della pompa di calore.

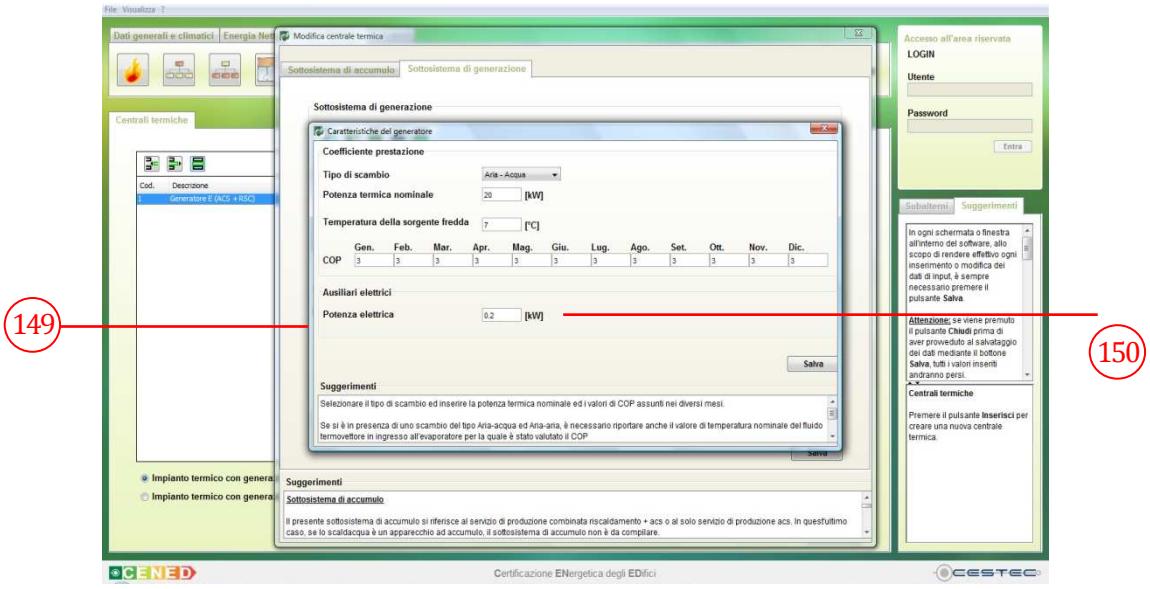

Figura 12.98: Pompa di calore, Ausiliari elettrici.

12.3.1.2.9 Teleriscaldamento

Riquadro X: Teleriscaldamento

Secondo quanto indicato nel progetto di norma UNI-TS 11300-4 per teleriscaldamento si intende un sistema di distribuzione di energia termica in forma di vapore, acqua calda o liquidi refrigerati da una o più fonti di produzione verso una pluralità di edifici o siti tramite una rete, per la climatizzazione invernale e/o estiva di spazi, produzione di acqua calda ad uso igienico-sanitario e/o uso in processo di lavorazione. Un sistema di teleriscaldamento deve soddisfare contestualmente le seguenti condizioni:

- *collocazione ed esercizio coordinato con la programmazione infrastrutturale ed energetica dell'ente locale competente, in forza di autorizzazione e concessione;*
- *destinazione a favore di un comparto urbano già esistente o in via di insediamento o programmato dall'ente locale competente, anche se su iniziativa privatistica, al fine di alimentare una pluralità di edifici appartenenti a soggetti diversi mediante una rete di trasporto dell'energia termica posata prevalentemente in suolo pubblico;*
- *predisposizione di una rete aperta ovvero che nei limiti di capacità del sistema consentirà l'allacciamento alla rete di ogni potenziale cliente secondo i principi di non discriminazione e di servizio universale;*
- *disciplina della somministrazione di energia termica ai clienti soggetti richiedenti comprensiva di condizioni tecniche ed economiche di fornitura ed improntata al rispetto dei criteri di non discriminazione, di trasparenza e di servizio universale.*

Il teleriscaldamento consiste essenzialmente nella distribuzione, attraverso una rete di tubazioni isolate e interrate di un fluido termovettore (acqua calda a 80-90°C, acqua surriscaldata oltre 100°C, tubazioni in sovrappressione o vapore) proveniente da una centrale di produzione. Il circuito di teleriscaldamento prevede in generale una tubazione di mandata ed una di ritorno, da cui si distaccano le tubazioni di connessione agli edifici serviti dalla stessa.

Per il certificatore energetico è necessario identificare l'impianto termico che serve il subalterno oggetto di certificazione. A questo fine questi si identifica con quanto è a valle della sottostazione termica.

La sottostazione termica è il punto di connessione tra la rete di teleriscaldamento e il sistema edificio-impianto oggetto di certificazione e costituisce il sistema di generazione del sistema edificio-impianto.

La sottostazione è uno scambiatore termico, tipicamente a fascio tubiero, della quale è necessario identificare:

- *la potenza termica nominale, cioè la potenza di scambio termico della sottostazione. Questa corrisponde alla massima potenza termica disponibile per il sistema edificio-impianto;*
- *il fattore di perdita, che corrisponde alla potenza termica specifica dispersa dalla sottostazione nell'ambiente in cui è collocata;*
- *l'ubicazione della sottostazione termica (esterno o centrale termica);*
- *la temperatura media del fluido nella sottostazione, dipendente dal sistema termico al quale è asservito.*

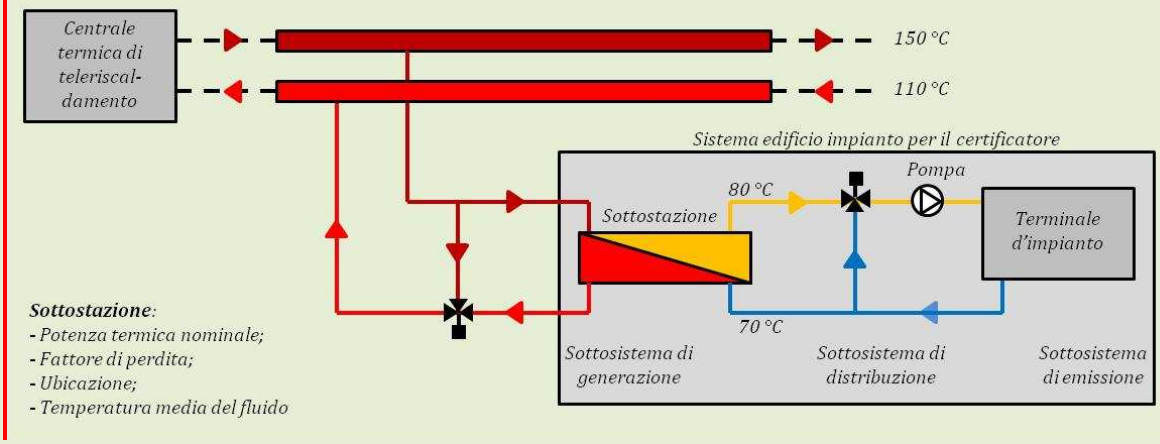

Figura 12.99: Schema funzionale di un sistema di teleriscaldamento

Nel caso di teleriscaldamento, viene richiesto di compilare il campo **Potenze termiche** (151) mediante l'immissione del dato di **Potenza termica nominale** (152) della sottostazione, [kW].

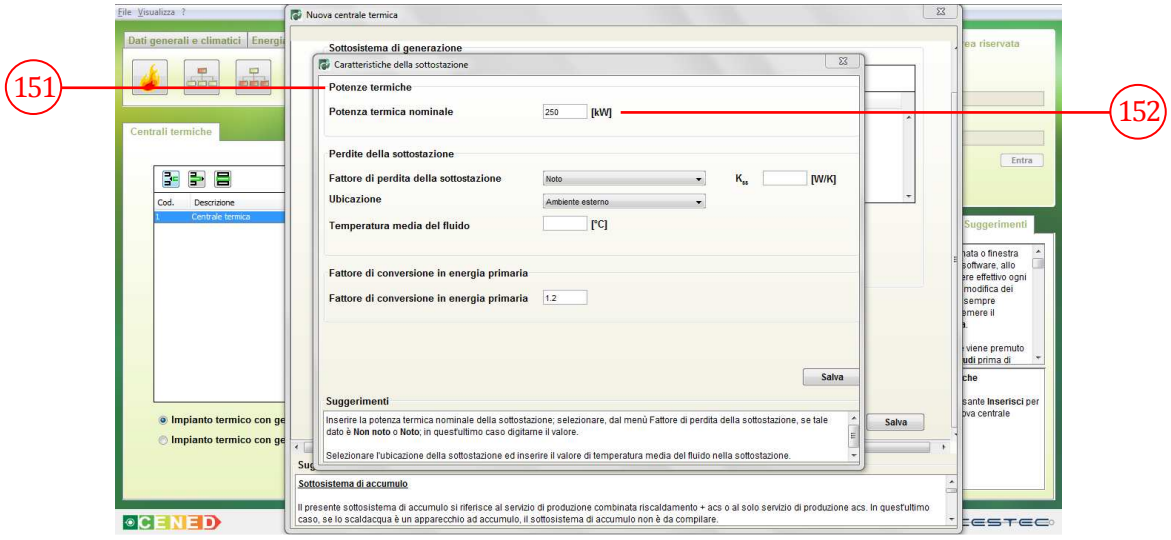

Figura 12.100: Teleriscaldamento, Potenza termica nominale.

Nel campo **Perdite della sottostazione** (153), in primo luogo si procede a stabilire la modalità di calcolo da intraprendere, attraverso la selezione, dall'elenco a discesa **Fattore di perdita della sottostazione** (154), dello stato di tale dato tra le possibili proposte:

- **Noto**;
- **Non noto**.

Se il fattore di perdita della sottostazione risulta noto, è necessario inserire, nella casella **k_{ss}** (155), il valore corrispondente, [W/K].

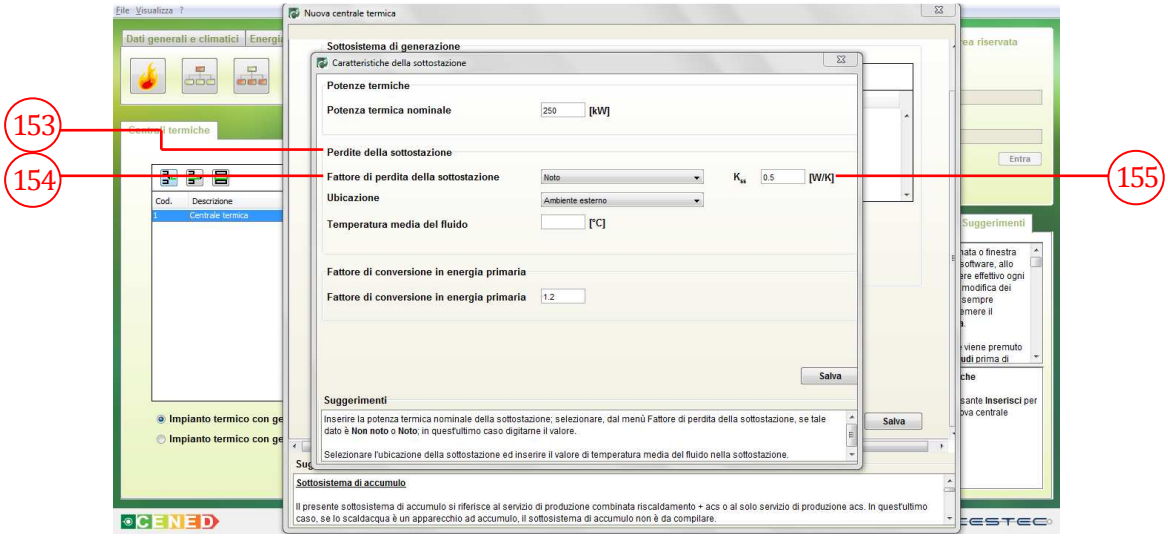

Figura 12.101: Teleriscaldamento, Fattore di perdita della sottostazione, inserimento di k_{ss}.

Se il fattore di perdita della sottostazione non risulta noto, la casella **k_{ss}** non risulta attiva.

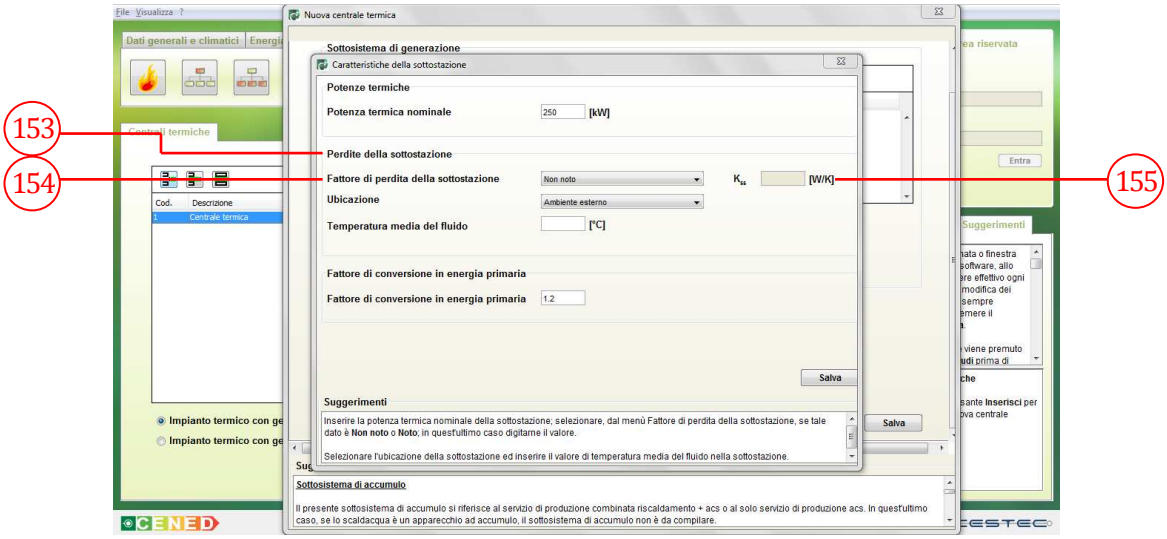

Figura 12.102: Teleriscaldamento, Fattore di perdita della sottostazione non noto.

Successivamente viene richiesto di selezionare dal menù a tendina **Ubicazione** (156) la collocazione della sottostazione, scegliendo tra quanto proposto:

- **Ambiente esterno**;
- **In centrale termica**.

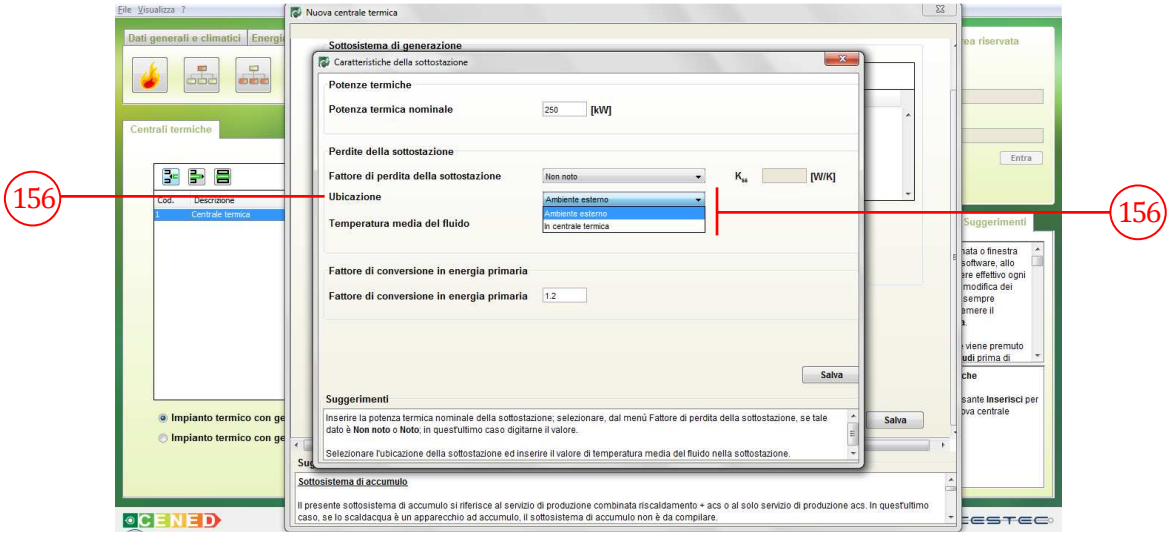

Figura 12.103: Teleriscaldamento, Ubicazione.

Infine, per terminare la descrizione delle caratteristiche del generatore è necessario immettere nel riquadro **Temperatura media del fluido** (157) il corrispondente valore riscontrato nella sottostazione. Per tale dato si considera il valore medio calcolato:

- sulla stagione di riscaldamento/climatizzazione invernale per centrali termiche asservite al solo riscaldamento/climatizzazione invernale;
- sull'intero anno per centrali termiche asservite anche alla produzione di ACS.

Riquadro XI: Fattore di conversione in energia primaria

Il certificatore energetico deve recuperare informazioni sul sistema di produzione di calore presente nella centrale termica di teleriscaldamento, ai fini della determinazione del fattore di conversione in energia primaria dell'energia termica prelevata dal sistema edificio-impianto oggetto di certificazione. Se il sistema presente in centrale è a combustibile fossile, e non si hanno ulteriori informazioni dichiarate dal fornitore di calore, il d.d.g. n. 5796, al prospetto XXIX, propone come fattore di conversione in energia primaria un coefficiente pari a 1,2 , che significa che rispetto ad un sistema in loco (fattore di conversione pari a 1) si considerano il 20% di dispersioni dovute alla rete di teleriscaldamento interrata e ad elevata temperatura.

Per sistemi a centrali miste o con altri generatori avvalersi dei dati del fornitore di calore.

Nel campo **Fattore di conversione in energia primaria** (158) la casella risulta già compilata con il valore 1,2. Tale valore è da utilizzarsi, per sistemi di generazione con caldaie, solo in assenza di dato dichiarato dal fornitore.

Per tutti gli altri sistemi di generazione è necessario utilizzare il dato dichiarato dal fornitore.

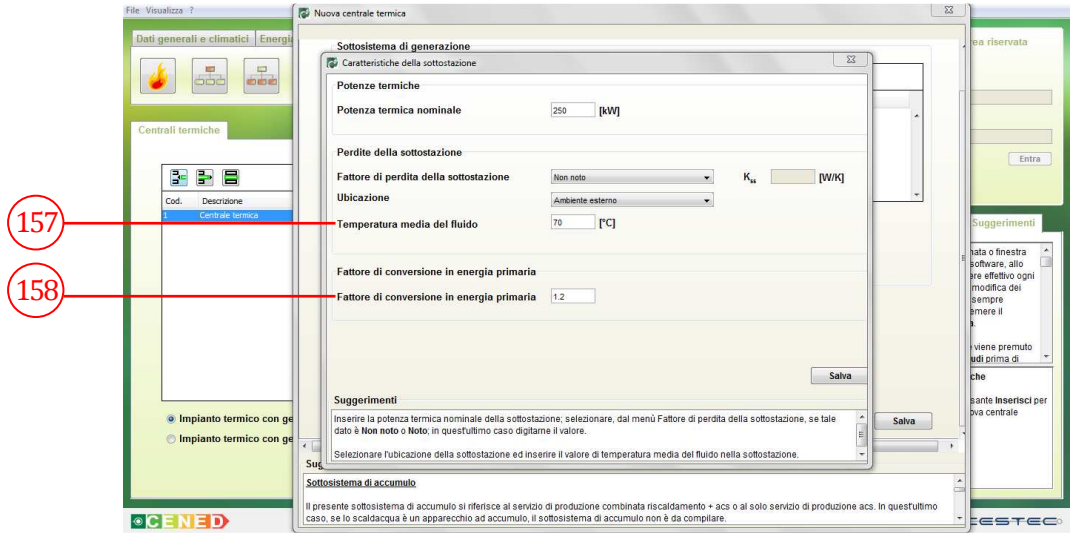

Figura 12.104: Teleriscaldamento, Temperatura media del fluido e Fattore di conversione in energia primaria.

12.3.1.2.10 Cogenerazione

Riquadro XII: La cogenerazione

La cogenerazione consiste nella produzione e consumo, con un unico sistema e a partire da un'unica fonte energetica (fossile o rinnovabile) di due forme di energia, quali energia termica, meccanica o elettrica.
Nell'ambito degli impianti civili questo termine si riferisce tipicamente alla produzione e consumo contemporaneo di energia termica (riscaldamento, ACS) ed elettrica (usi connessi), ottenute tramite la combustione di un combustibile fossile, generalmente all'interno di un motore. Se al sistema si associa la produzione di acqua refrigerata, tramite pompe di calore alimentate ad energia termica, si parla di trigenerazione.
I sistemi cogenerativi possono essere classificati a seconda della potenza elettrica massima sviluppabile dal cogeneratore. Si parla di minicogenerazione per sistemi con potenza elettrica erogabile pari a 1 MW_e, di microcogenerazione per sistemi con potenza elettrica erogabile pari a 50 kW_e . In questi casi si utilizzano generalmente motori alternativi a combustione interna, microturbine a gas e motori a ciclo Stirling. Sono ora in commercio sistemi cogenerativi a gas metano di potenza elettrica erogabile pari a circa 1 kW_e e con potenza termica di circa 10-25 kW_t , adatti agli utilizzi in sistemi termoautonomi.

Per descrivere le prestazioni energetiche di un sistema di cogenerazione è necessario conoscere sia il rendimento elettrico che il rendimento termico. Questi sono variabili in funzione della tecnologia del cogeneratore, della priorità associata al sistema (priorità termica o priorità elettrica), del carico termico ed elettrico associato al sistema di cogenerazione, della presenza di reti energetiche a cui fornire l'energia termica ed elettrica prodotta e non utilizzata in loco. Le prestazioni energetiche possono essere, quindi, molto variabili. Ai fini della certificazione energetica di un immobile servito da un impianto di cogenerazione, essendo il modello di calcolo dell'edificio basato su un calcolo medio mensile, è sufficiente conoscere o stimare il rendimento termico medio mensile e il rendimento elettrico medio mensile. In assenza di informazioni dettagliate, in sostituzione dei rendimenti medi mensili, mese per mese, si assumono i rendimenti nominali.

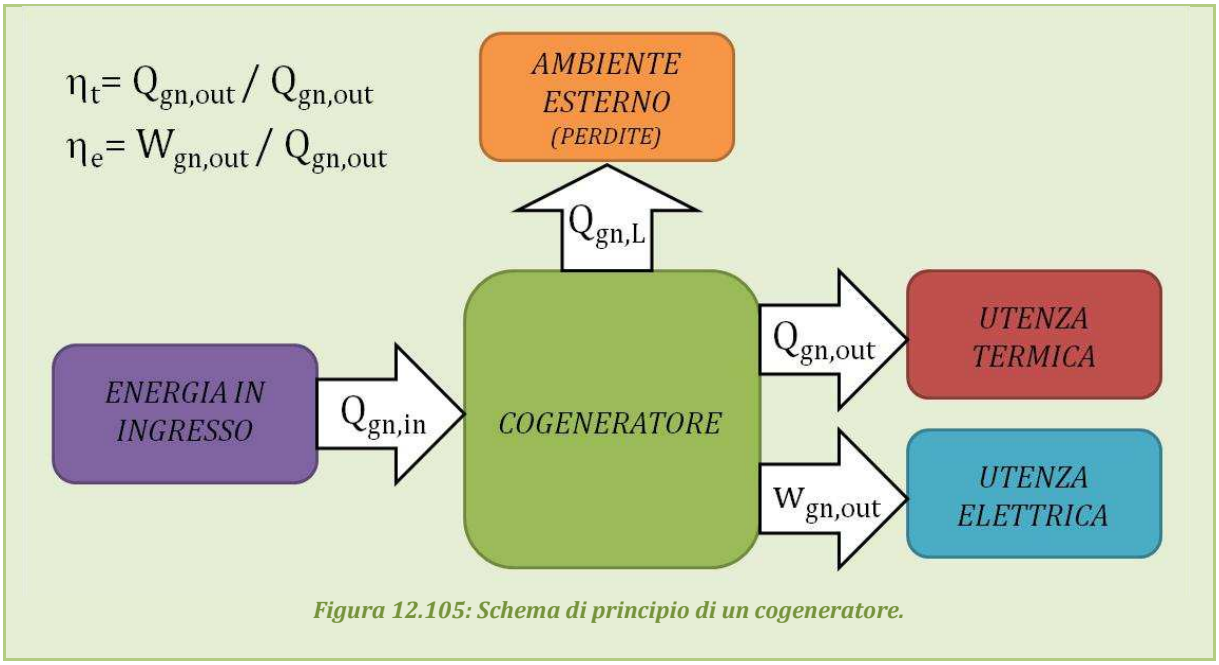

Figura 12.105: Schema di principio di un cogeneratore.

Nel caso in cui l'impianto termico sia costituito da un sistema di cogenerazione, viene richiesto di compilare il campo **Potenza elettrica** (159) mediante l'immissione nella casella **Potenza elettrica erogata** (160) del corrispondente valore, [kW].

In ultimo si procede a compilare il campo **Rendimenti** (161) con l'immissione dei relativi valori percentuali nei riquadri **Rendimento elettrico** (162) e del **Rendimento termico** (163).

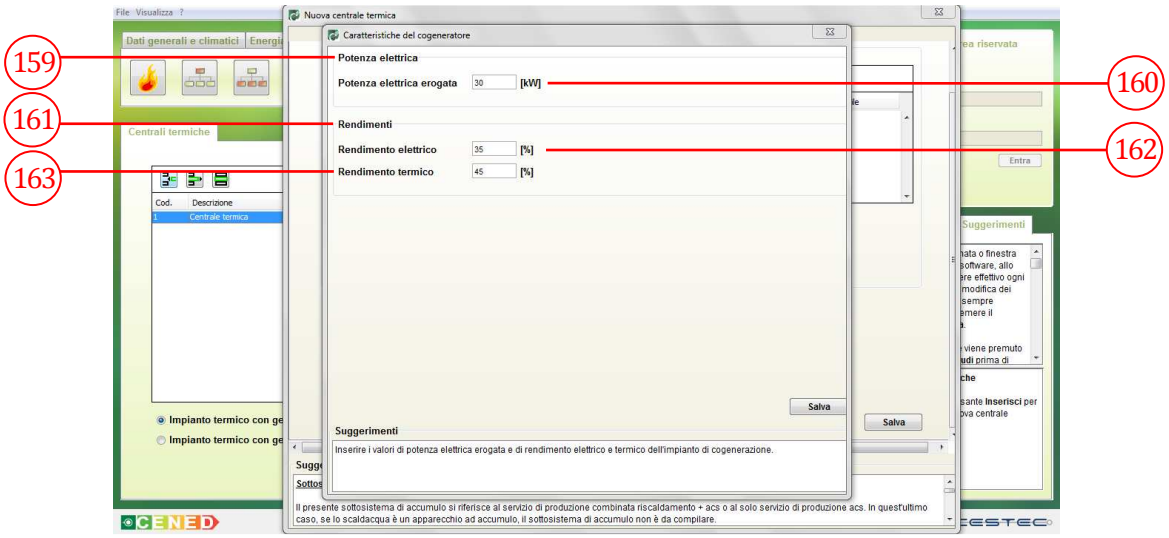

Figura 12.106: Cogenerazione, Potenza elettrica erogata, Rendimento elettrico e Rendimento termico.

12.3.1.2.11 Riscaldatori ad infrarossi

Nel caso in cui siano selezionati dei **Riscaldatori ad infrarossi** (51), oltre alla loro Descrizione (52), l'unico combustibile selezionabile è **Energia Elettrica** (53).

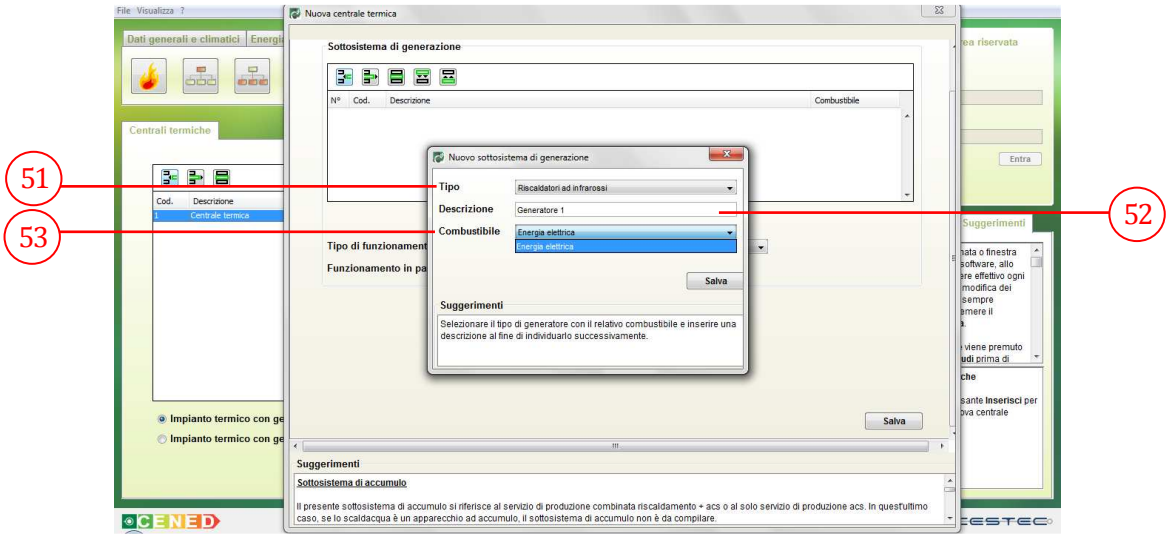

Figura 12.107: Riscaldatori ad infrarossi, selezione del Combustibile.

In questo caso non è necessario inserire altri dati o scegliere altre opzioni, il generatore risulta già definito.

Si consideri un impianto costituito da 3 terminali, quali ad esempio dei radiatori elettrici fissi in loco, da 6 kW ciascuno, per un totale di 18 kW. Essendo la somma delle potenze maggiore di 15 kW è dunque necessario procedere alla certificazione energetica nei casi previsti dalla d.g.r n. VIII/8745. Il sottosistema di generazione è di tipo "Riscaldatore ad infrarossi". Successivamente inserire un sistema impiantistico per il riscaldamento. Si scelga come tipologia di terminale "Riscaldatore ad infrarossi". Si abbia cura di assegnare efficienza del 100% al sottosistema di distribuzione, non essendo questo presente, e di non completare le parti relative al sottosistema di accumulo. Nella determinazione della ramificazione, al sottosistema di emissione si inserisca come "Numero di terminali di emissione" il corrispondente numero di riscaldatori al infrarossi. Nell'esempio in oggetto questi corrisponde al valore 3. Nella casella "Potenza termica" si inserisca il valore unitario della potenza termica di ciascun terminale, piuttosto che una loro media se questi hanno valori diversi, in modo che il prodotto tra il numero di terminali e la "Potenza termica" sia pari al totale della potenza dei terminali. Nell'esempio in oggetto si inserisca il valore 6 kW, per ottenere una potenza termica totale di 18 kW. Compilare la casella "Potenza elettrica" con il valore unitario di potenza elettrica assorbita da ciascun terminale.

I generatori presentati di seguito riguardano apparecchi asserviti alla sola produzione di acqua calda sanitaria.

12.3.1.2.12 Nuovo sottosistema di generazione (solo produzione di ACS)

Nel caso in cui la centrale termica in via di definizione sia asservita alla sola produzione di ACS, una volta premuto il pulsante **Inserisci nuovo sottosistema di generazione** (49), si apre la relativa finestra pop-up **Nuovo sottosistema di generazione** (164).

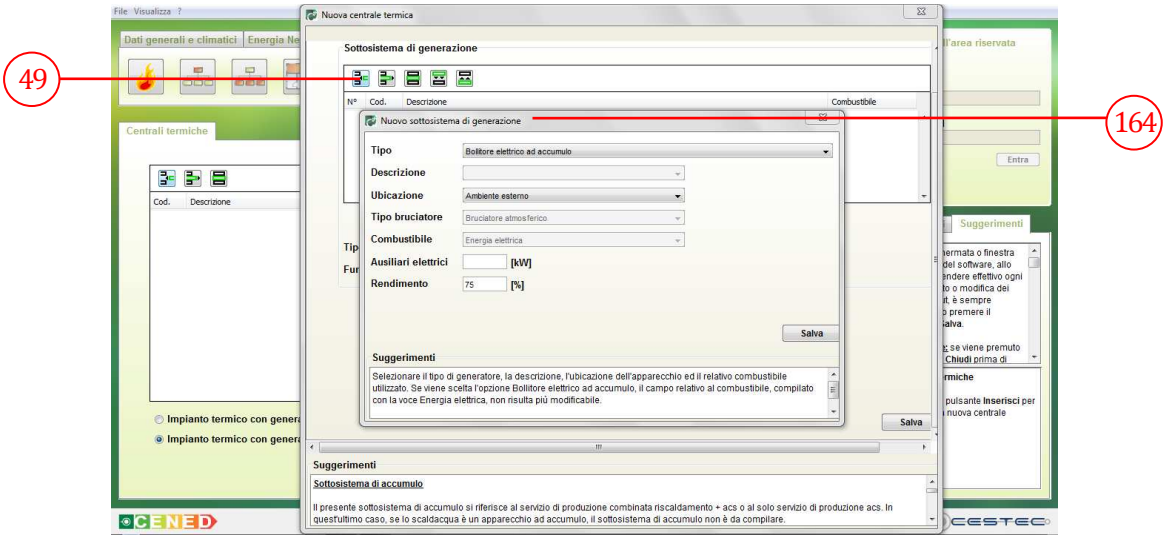

Figura 12.108: Nuovo sottosistema di generazione.

Il campo **Tipo** (165) consente di scegliere la tipologia di generatore da un elenco a discesa tra le opzioni riportate di seguito:

- **Bollitore elettrico ad accumulo**;
- **Bollitore ad accumulo a fuoco diretto**;
- **Generatore a gas ad accumulo per la sola produzione di acqua calda sanitaria**;
- **Generatore a gas di tipo istantaneo per la sola produzione di acqua calda sanitaria**.

La selezione del tipo di generatore associa di default il **Rendimento** (166) all'apparecchio scelto, se necessario dopo la selezione del campo **Descrizione** (167).

Il valore di rendimento di default dipende dal prospetto XXXVI del d.d.g. n. 5796. I rendimenti forniti dal Prospetto XXXVI tengono già conto, per gli apparecchi ad accumulo, della perdita di accumulo (valutata pari a circa il 10%). Ciò significa che, nel caso di generatore per la sola produzione di acqua calda sanitaria ad accumulo (elettrico o a gas), non è necessario compilare i campi relativi all'accumulo associato al sistema di generazione (cfr. capitolo 12.3.1.1), pena la duplice considerazione nel risultato finale del valore $Q_{W,s,ls}$ utilizzato nella formula (163) del d.d.g. n. 5796. Solo nel caso in cui si sia scelto **Generatore a gas di tipo istantaneo per la sola produzione di acqua calda sanitaria** e questi sia associato, nell'impianto termico, ad un accumulo di acqua calda sanitaria, è corretto compilare i campi descritti nel capitolo 12.3.1.1 .

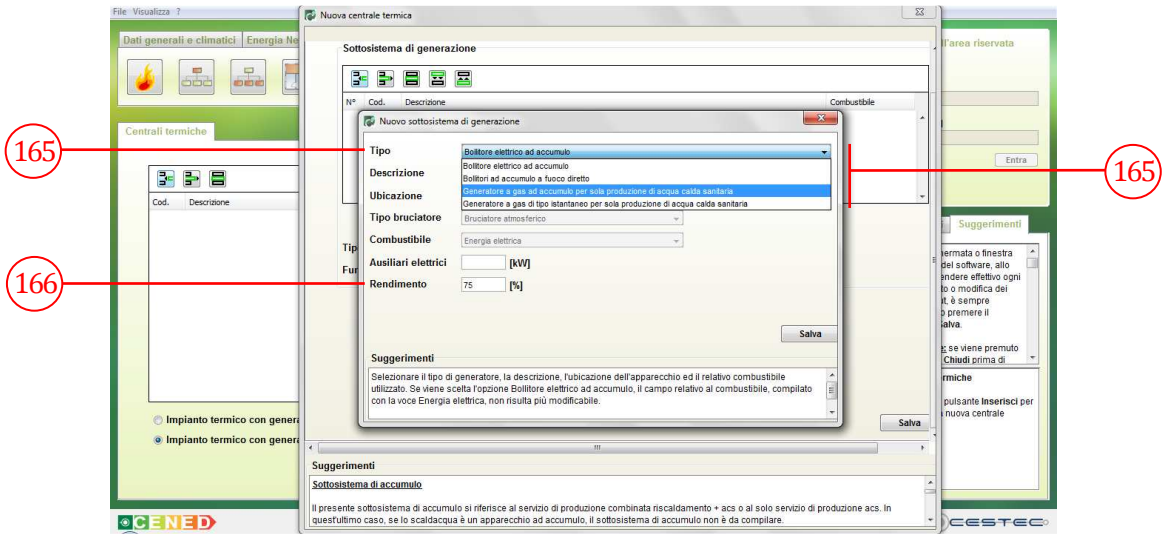

Figura 12.109: Nuovo sottosistema di generazione, Tipo.

Nel caso in cui sia stato scelto il tipo di **Bollitore elettrico ad accumulo** (165), il campo **Descrizione** (167) risulta inattivo.

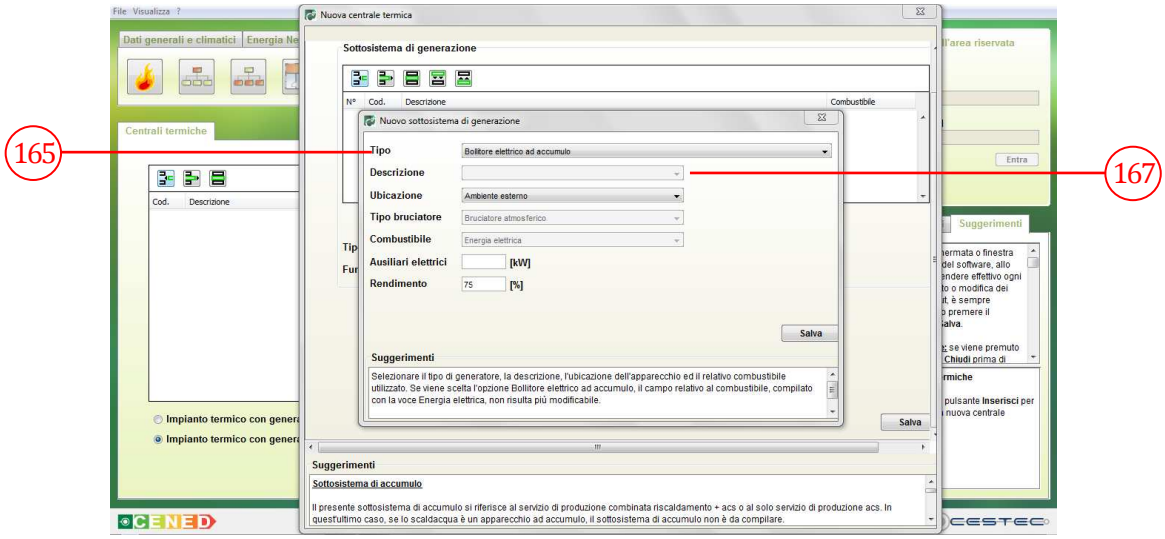

Figura 12.110: Nuovo sottosistema di generazione, Descrizione.

Nel caso in cui sia stato scelto il tipo di **Bollitore ad accumulo a fuoco diretto** (165), il campo **Descrizione** (167) presenta le seguenti possibilità:

- **A camera aperta**;
- **A condensazione**.

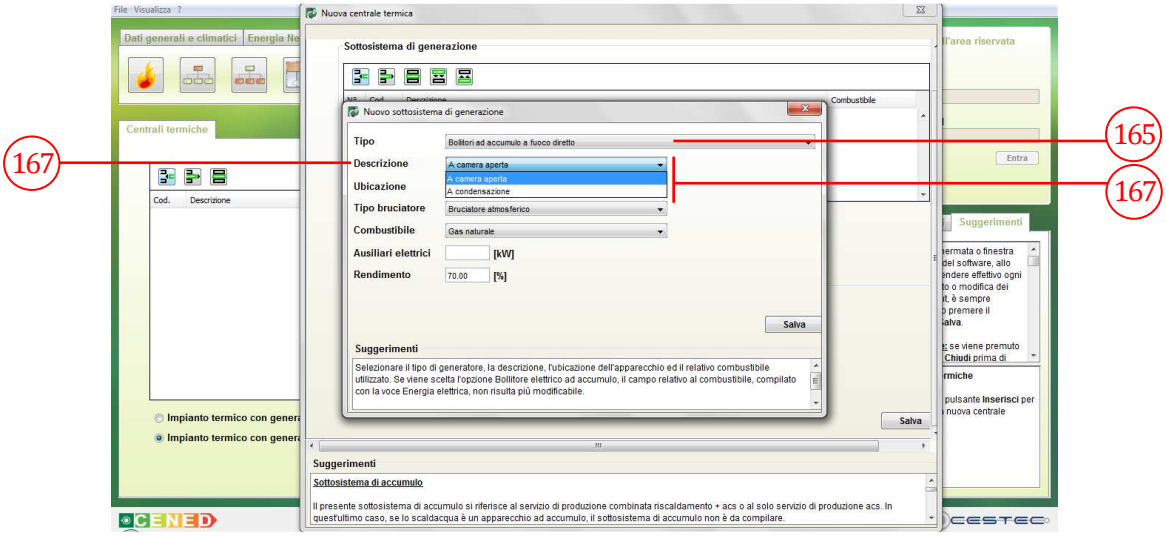

Figura 12.111: Nuovo sottosistema di generazione, Descrizione.

Nel caso in cui sia stato scelto il tipo di **Generatore a gas ad accumulo per la sola produzione di acqua calda sanitaria** (165) o **Generatore a gas di tipo istantaneo per la sola produzione di acqua calda sanitaria** (165), il campo **Descrizione** (167) presenta le seguenti possibilità:

- **Tipo B con pilota permanente**;
- **Tipo B senza pilota**;
- **Tipo C senza pilota**.

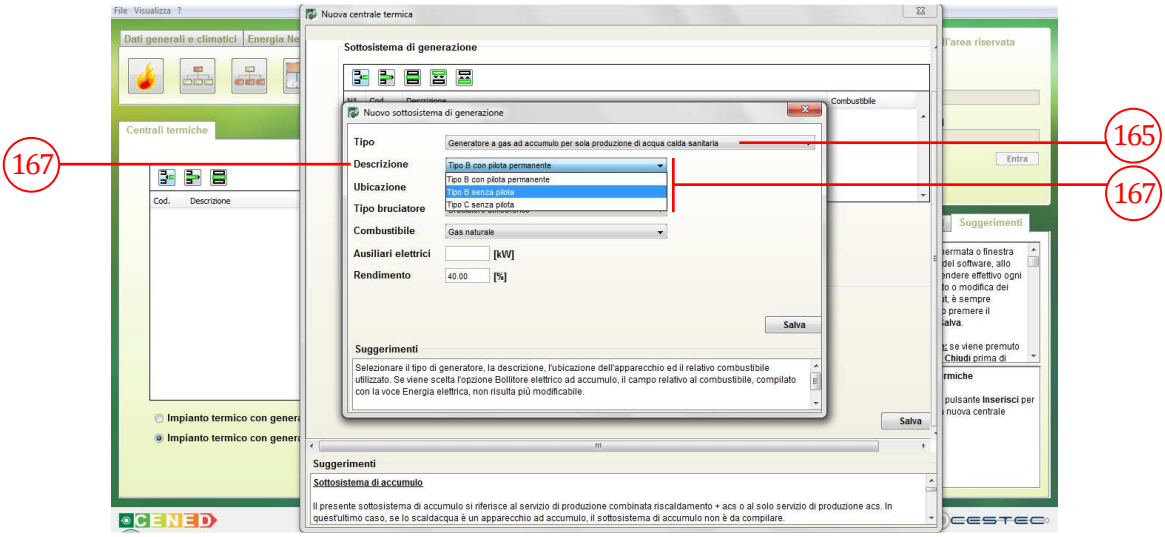

Figura 12.112: Nuovo sottosistema di generazione, Descrizione.

Successivamente nel campo **Ubicazione** (168) è necessario selezionare dal menù a tendina la collocazione del generatore, scegliendo tra le proposte:

- **Ambiente esterno**;
- **In ambiente a temperatura controllata**;
- **In ambiente non riscaldato**.

Per la definizione del significato dei vari ambienti si veda il paragrafo 12.3.1.1.2.

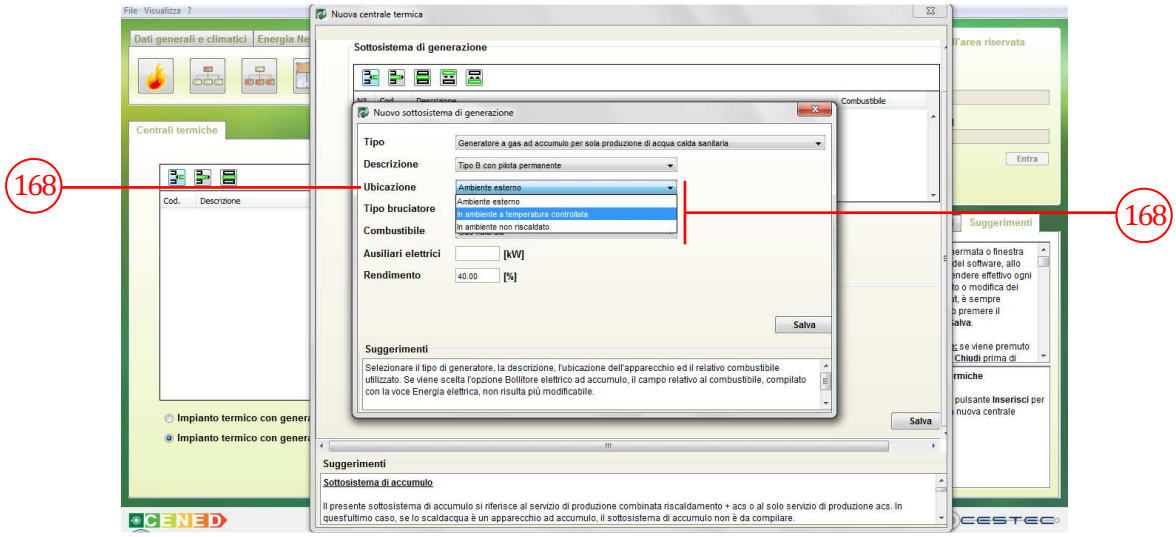

Figura 12.113: Nuovo sottosistema di generazione, Ubicazione.

Nel campo **Tipo bruciatore** (169) viene richiesto di scegliere dal menù a tendina una tra le opzioni proposte:

- **Bruciatore atmosferico**;
- **Bruciatore ad aria soffiata**.

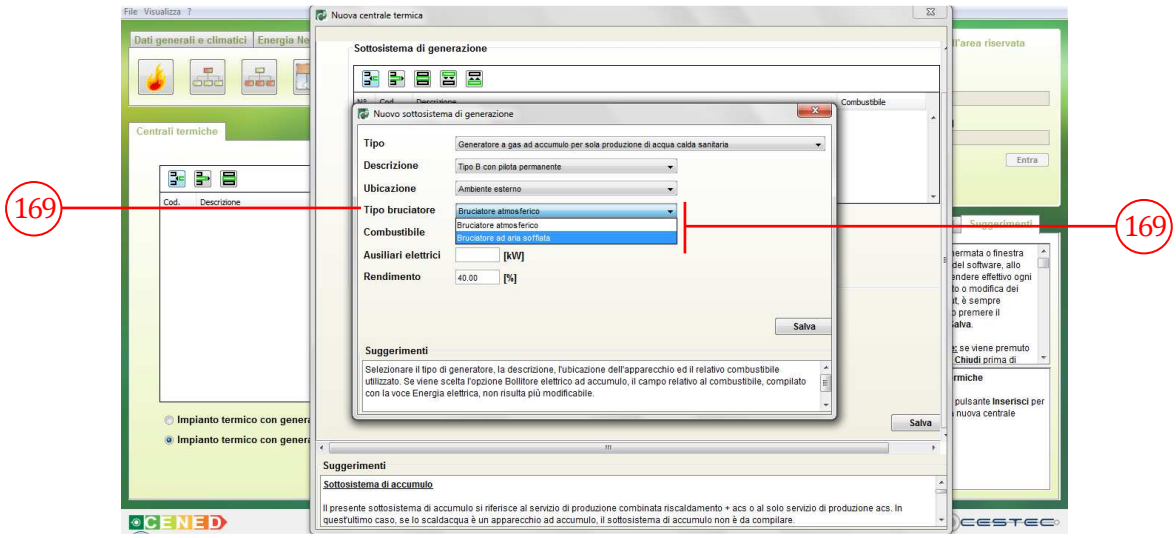

Figura 12.114: Nuovo sottosistema di generazione, Tipo bruciatore.

Nel caso in cui sia stato scelto il tipo di **Bollitore elettrico ad accumulo** (165), il campo **Tipo di bruciatore** (169) non risulta attivo.

Nel campo **Combustibile** (170) è necessario selezionare dal menù a tendina il tipo di fonte energetica utilizzata, scegliendo tra le proposte:

- **Gas naturale**;
- **GPL**;
- **Gasolio**;
- **Olio combustibile**;
- **Biomassa**.

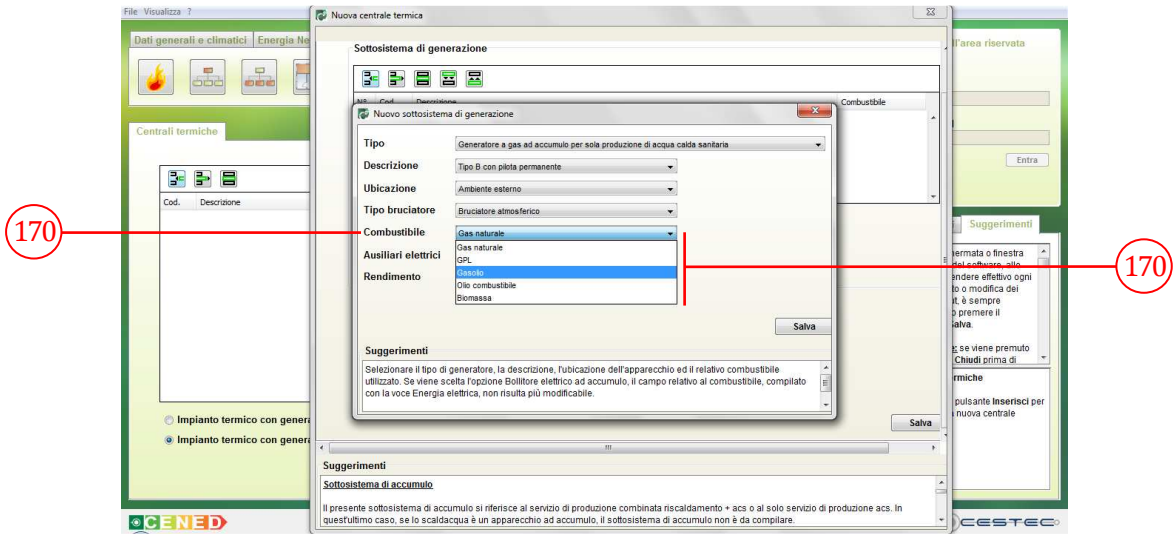

Figura 12.115: Nuovo sottosistema di generazione, Combustibile.

Nel caso in cui sia stato scelto il tipo di **Bollitore elettrico ad accumulo** (165), il campo **Combustibile** (170) risulta non selezionabile e visualizza la voce **Energia elettrica** (170).

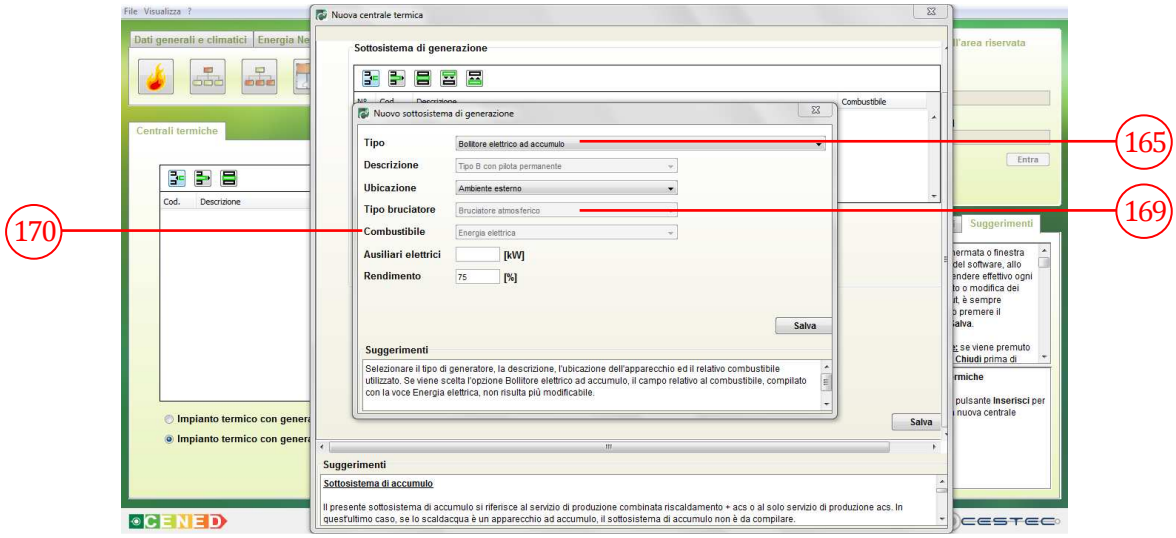

Figura 12.116: Nuovo sottosistema di generazione,
Tipo di bruciatore e Combustibile (bollitore elettrico ad accumulo).

Nel campo **Ausiliari elettrici** (171) si richiede di inserire la potenza elettrica degli ausiliari al sottosistema di generazione.

Nel caso in cui il sistema di produzione dell'ACS sia costituito da un bollitore elettrico, nel campo **Ausiliari elettrici** (171) non si deve inserire il dato di potenza elettrica di tale apparecchio, ma è necessario indicare solo eventuali ausiliari elettrici presenti in esso. Gli ausiliari elettrici da inserire possono essere, ad esempio, costituiti da pompe di circolazione del circuito primario associato al generatore per la produzione di acqua calda sanitaria. Non sono, quindi, da

intendersi ausiliari le resistenze elettriche che determinano il dato di potenza elettrica dell'apparecchio, in quanto queste concorrono, tramite il rendimento di generazione, alla determinazione del valore di $E_{HW,x,g,in}$, dove x dipende dal tipo di vettore energetico associato alla produzione di ACS. I valori nel campo **Ausiliari elettrici** (171) determinano, invece, il valore di $W_{HW,g}$. Si veda in merito lo schema riportato nella figura 13 del d.d.g. n. 5796 e la sua applicazione nella figura 12 del d.d.g. n. 5796 relativamente al sottosistema G_{HW}.

Infine, per terminare la compilazione dei dati relativi al nuovo sottosistema di generazione, al fine di definire le caratteristiche del generatore è necessario determinare il valore di rendimento.

Nel caso in cui si abbia a disposizione un valore fornito dal costruttore è necessario digitare tale dato nella casella **Rendimento** (166), in caso contrario il software associa di default un valore di rendimento in funzione del tipo e della descrizione dell'apparecchio.

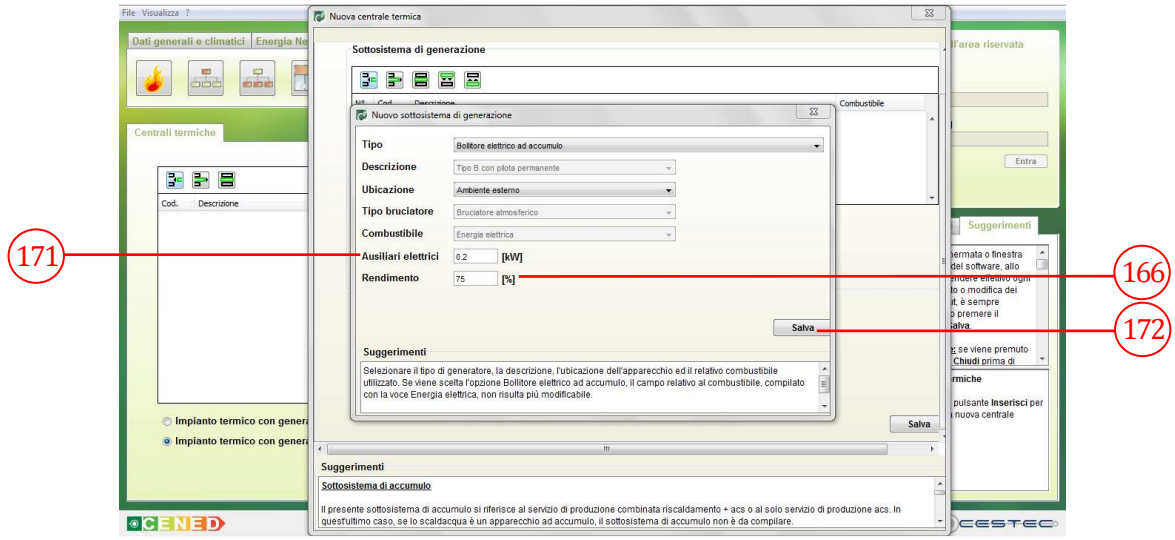

Figura 12.117: Nuovo sottosistema di generazione, Ausiliari elettrici e Rendimento.

Al termine dell'inserimento dei dati, al fine di poter accedere alla finestra di riepilogo è necessario premere il pulsante **Salva** (172).

12.3.1.2.13 Elimina sottosistema di generazione

Nella finestra pop-up di riepilogo, nel campo **Sottosistema di generazione** (34) è possibile visualizzare i dati salienti di tutti i generatori precedentemente inseriti (43) (N°, codice, Descrizione, Combustibile).

Per cancellare un generatore dall'elenco dei generatori costituenti la centrale termica è necessario selezionare la riga di riferimento e cliccare il pulsante **Elimina sottosistema di generazione** (173).

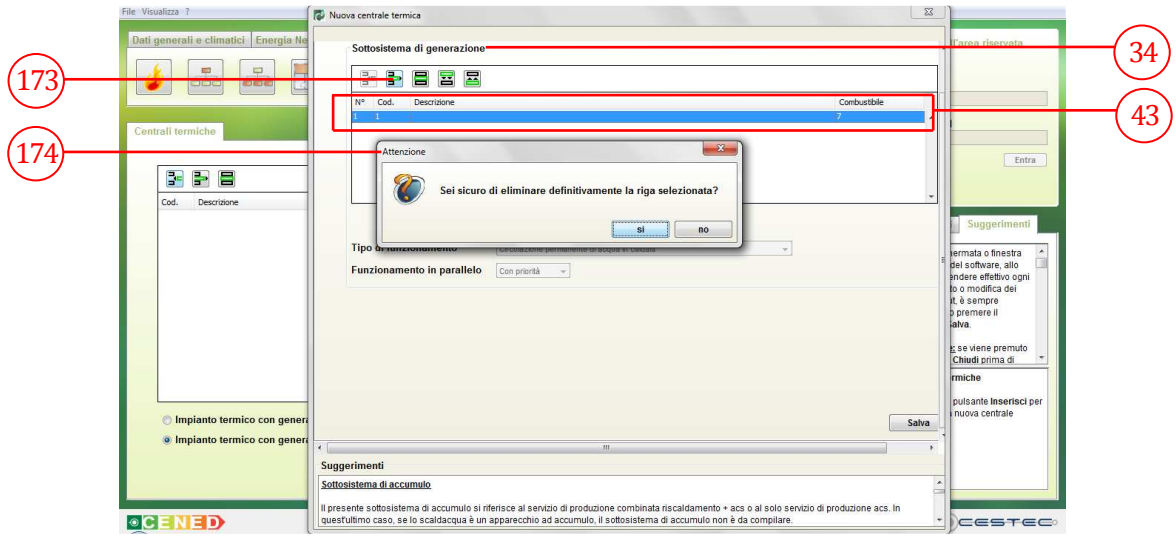

Figura 12.118: Finestra pop-up Attenzione, Elimina sottosistema di generazione.

In questo caso, prima di procedere alla effettiva eliminazione del sottosistema di generazione precedentemente inserito, la finestra pop-up **Attenzione** (174) chiede un'ulteriore selezione del pulsante **sì** per eliminare definitivamente il sottosistema di generazione.

12.3.1.2.14 Modifica sottosistema di generazione

Per apportare variazioni alla definizione del sottosistema di generazione è necessario selezionare la riga relativa al generatore da cambiare e premere il pulsante **Modifica sottosistema di generazione** (175) e procedere con la modalità prevista per l'inserimento di un nuovo generatore.

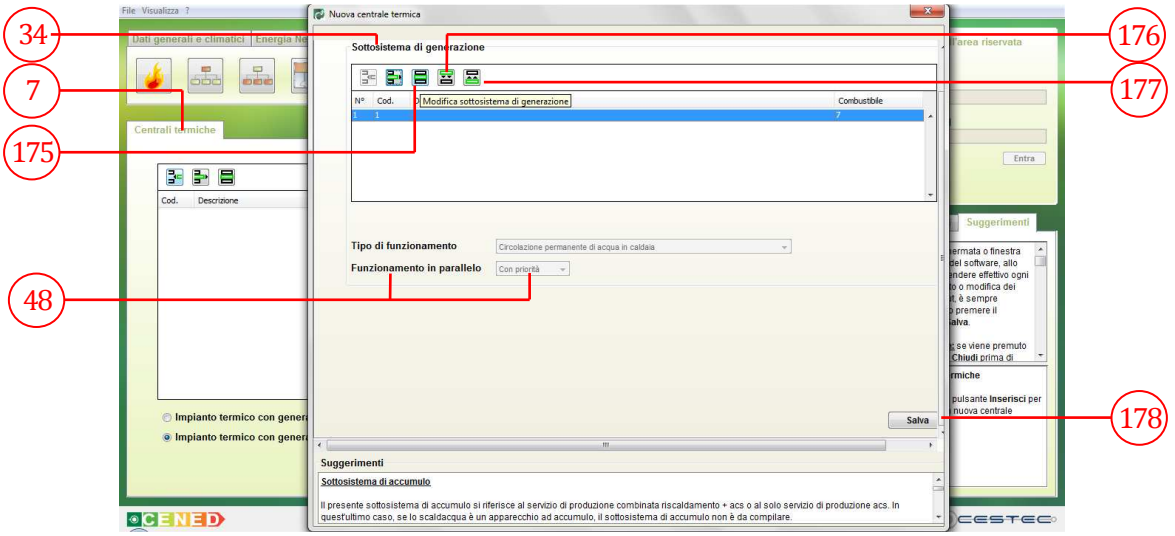

Figura 12.119: Modifica sottosistema di generazione.

12.3.1.2.15 Sposta sottosistema di generazione

Per apportare variazioni alla definizione della gerarchia associata al sottosistema di generazione è necessario selezionare la riga relativa al generatore di cui modificare la posizione e premere il pulsante **Sposta in giù** (176) o **Sposta in su** (177) al fine di aumentare o diminuire la priorità di accensione dello stesso.

Nel caso in cui venga selezionata l'opzione di funzione **Con priorità** (48) (cfr. paragrafo 12.3.1.2), il cambiamento dell'ordine dei generatori inseriti all'interno della centrale termica modifica la gerarchia del funzionamento "a cascata" degli apparecchi, determinandone le modalità ed i tempi di accensione.

Allo scopo di rendere effettiva la definizione del **Sottosistema di generazione** (34) è necessario cliccare sul pulsante **Salva** (178) e ritornare al sottomodulo **Centrali termiche** (7).

12.3.1.2.16 Ripartizione potenze termiche ed elettriche al generatore

Al termine della definizione di ciascuna centrale termica compare la finestra pop-up **Ripartizione potenze termiche ed elettriche al generatore** (179) richiede di selezionare uno dei radio button a disposizione:

- **Ripartizione in funzione del volume lordo servito dal generatore** (180);
- **Ripartizione in funzione del fabbisogno di energia netta** (181);
- **Nessuno dei precedenti** (182), se la centrale termica in via di definizione serve tutti e soli i subalterni oggetto del presente ACE.

Se la centrale termica in via di definizione serve anche altri subalterni non oggetto del presente ACE, è necessario selezionare la modalità di ripartizione ed inserire i relativi valori nelle caselle **Volume lordo totale servito dal generatore** (183) [m^3] o di **Fabbisogno totale delle zone servite dal generatore** (184) [kWh]. Entrambi i valori devono intendersi calcolati in riferimento a tutti i subalterni, anche non oggetto del presente ACE, serviti dal generatore definito.

Tale ripartizione consente di considerare le potenze termiche ed elettriche dei generatori proporzionate all'oggetto di riscaldamento.

Se disponibile, la ripartizione secondo il **Fabbisogno totale delle zone servite dal generatore** (184) [kWh] produce risultati meno approssimati.

Qualora venga selezionata l'opzione **Nessuno dei precedenti** (182), le caselle di cui sopra non risultano editabili.

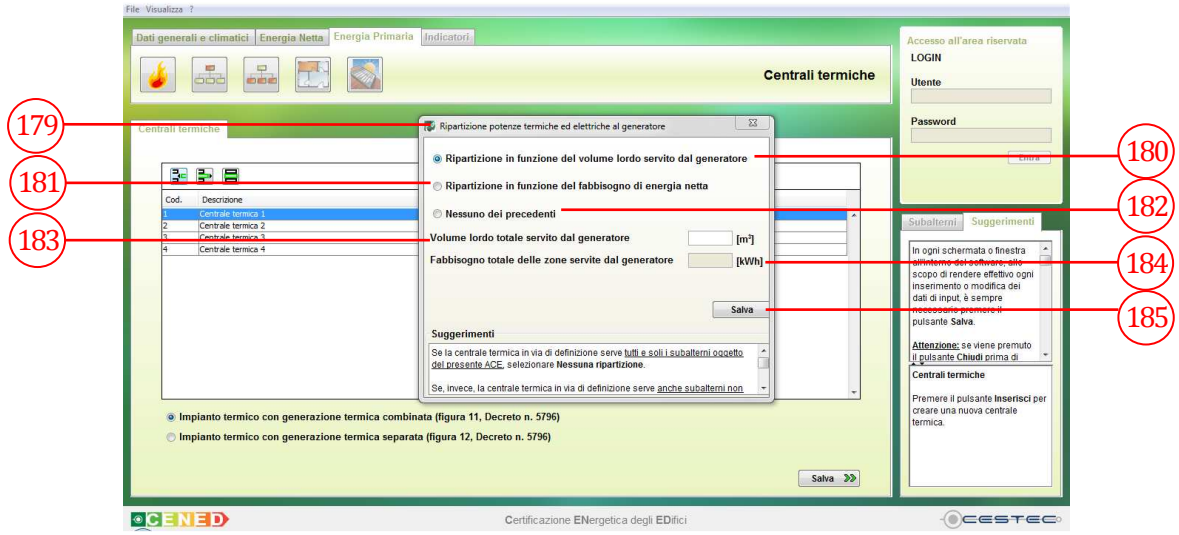

Figura 12.120: Ripartizione potenze termiche ed elettriche al generatore.

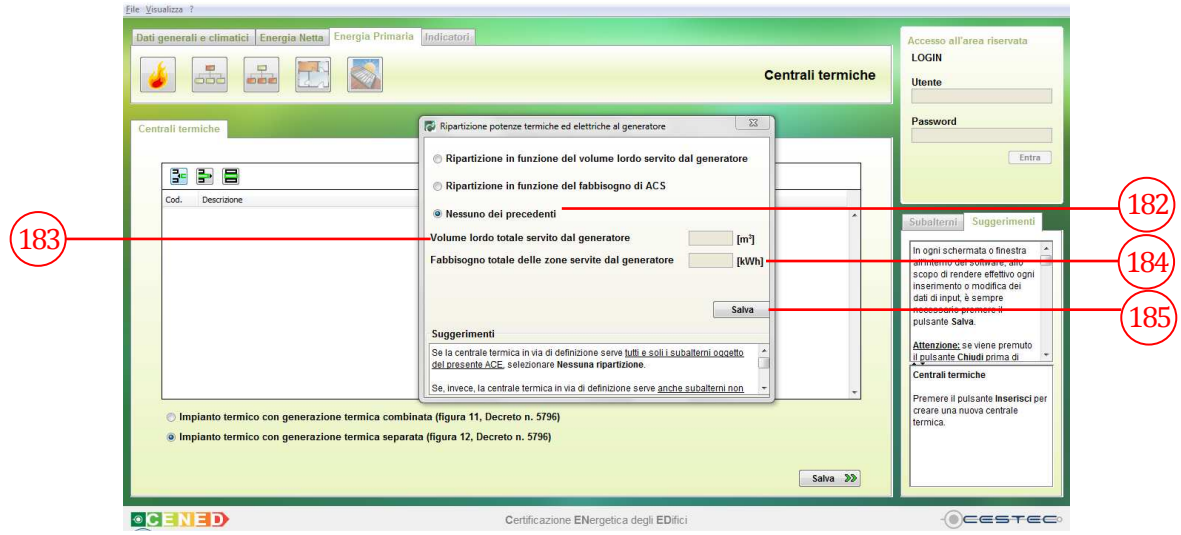

Figura 12.121: Senza ripartizione potenze termiche ed elettriche al generatore.

Nel caso di centrale termica con generazione separata asservita alla sola produzione di acqua calda sanitaria, le opzioni previste nella finestra pop-up **Ripartizione potenze termiche ed elettriche** sono:

-**Ripartizione in funzione del volume lordo servito dal generatore**;

-**Ripartizione in funzione del fabbisogno di energia ACS**);

-**Nessuno dei precedenti**, se la centrale termica in via di definizione serve tutti e soli i subalterni oggetto del presente ACE.

Una volta effettuata la selezione dell'opzione di ripartizione e l'inserimento del dato ad essa collegato è necessario premere il pulsante **Salva** (185) per proseguire.

12.3.1.3 Elimina centrale termica

Nella schermata di riepilogo **Centrali termiche** (7) è possibile visualizzare tutte le centrali termiche precedentemente inserite.

Per cancellare una centrale termica dall'elenco precedentemente definito è necessario selezionare la riga di riferimento e cliccare il pulsante **Elimina centrale termica** (12).

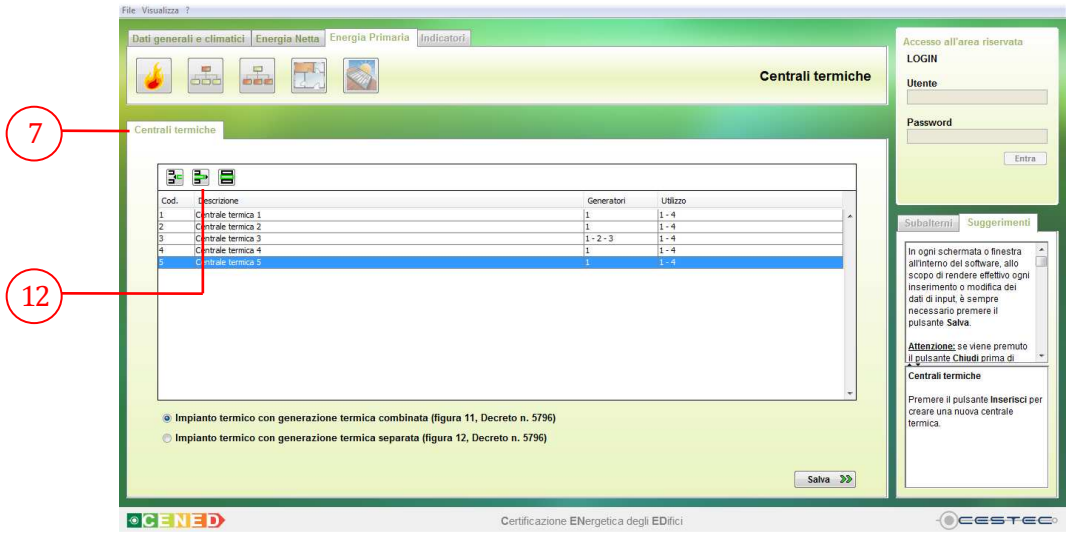

Figura 12.122: Elimina centrale termica.

Il software, tramite la finestra pop-up **Attenzione** (186), avviserà del fatto che l'eliminazione della centrale termica comporta la perdita dei dati inseriti e delle associazioni ai sistemi impiantistici collegati ad essa.

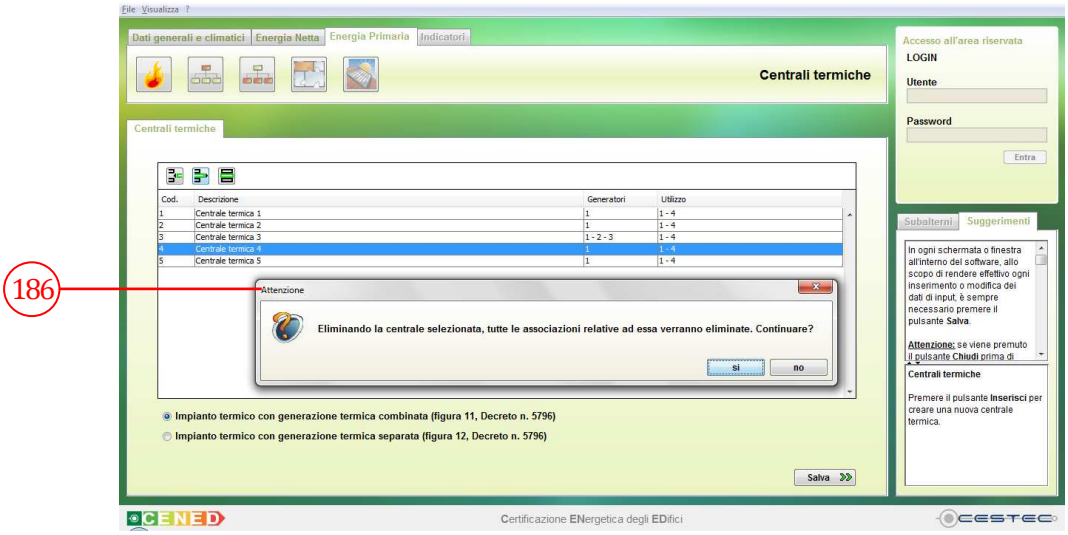

Figura 12.123: Finestra pop-up Attenzione, Elimina centrale termica, messaggio di attenzione.

12.3.1.4 Modifica centrale termica

Per apportare variazioni alla definizione della centrale termica è necessario selezionare la riga relativa alla centrale da cambiare e premere il pulsante **Modifica centrale termica** (13) e procedere con la modalità prevista per l'inserimento di una nuova centrale.

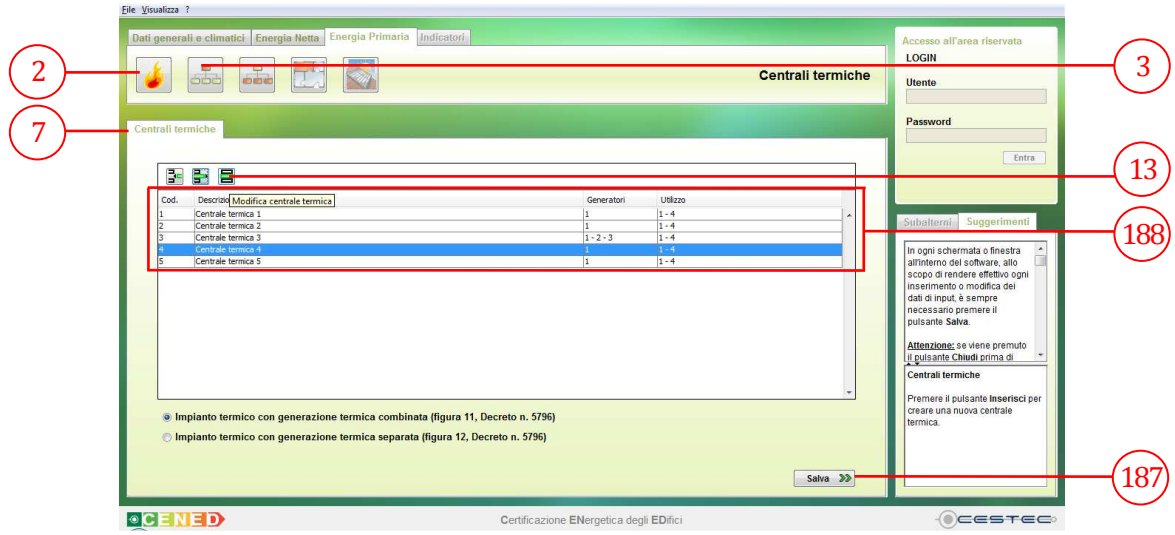

Figura 12.124: Modifica centrale termica.

Per ragioni connesse alle impostazioni del calcolo, la funzione **Modifica centrale termica** (189) non consente il cambiamento delle opzioni selezionate nel campo **Servizio (Utilizzo)** (190). È possibile modificare solo la **Descrizione** (191).

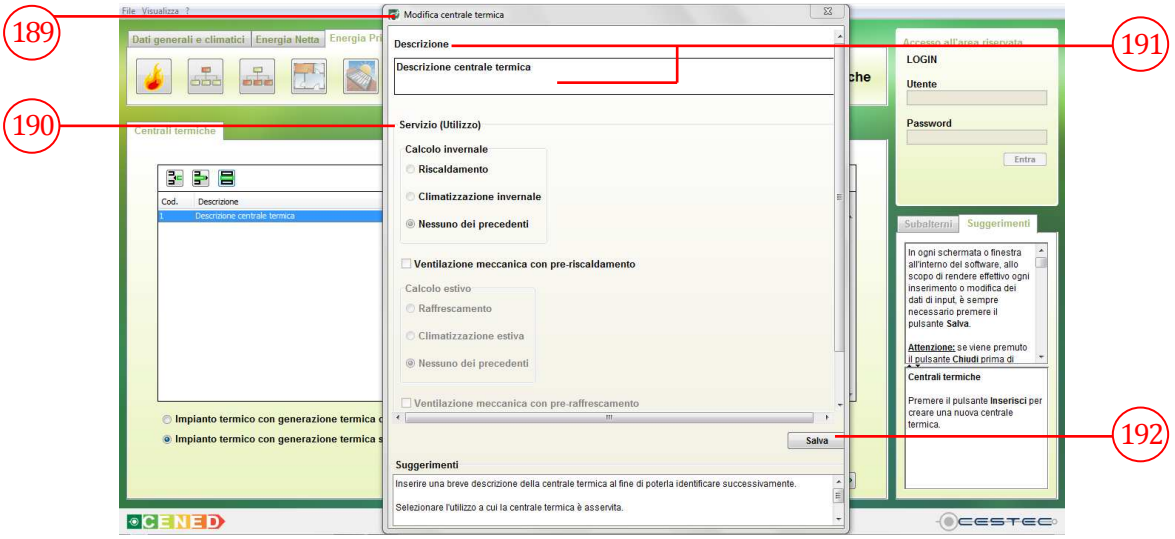

Figura 12.125: Modifica centrale termica, impossibilità di modifica del Servizio (Utilizzo).

Nel caso in cui si abbia la necessità di modificare l'utilizzo a cui la centrale termica è asservita è necessario eliminare la centrale termica con i dati errati (paragrafo 12.3.1.3) ed inserirne una nuova con i dati corretti (paragrafo 12.3.1).

Per procedere nella modifica della centrale termica è necessario cliccare su **Salva** (192). La finestra **Modifica centrale termica** (189) permette di accedere e modificare le caratteristiche del **Sottosistema di accumulo** (193) e del **Sottosistema di generazione** (194), così come descritto nei paragrafi 12.3.1.1 e 12.3.1.2 .

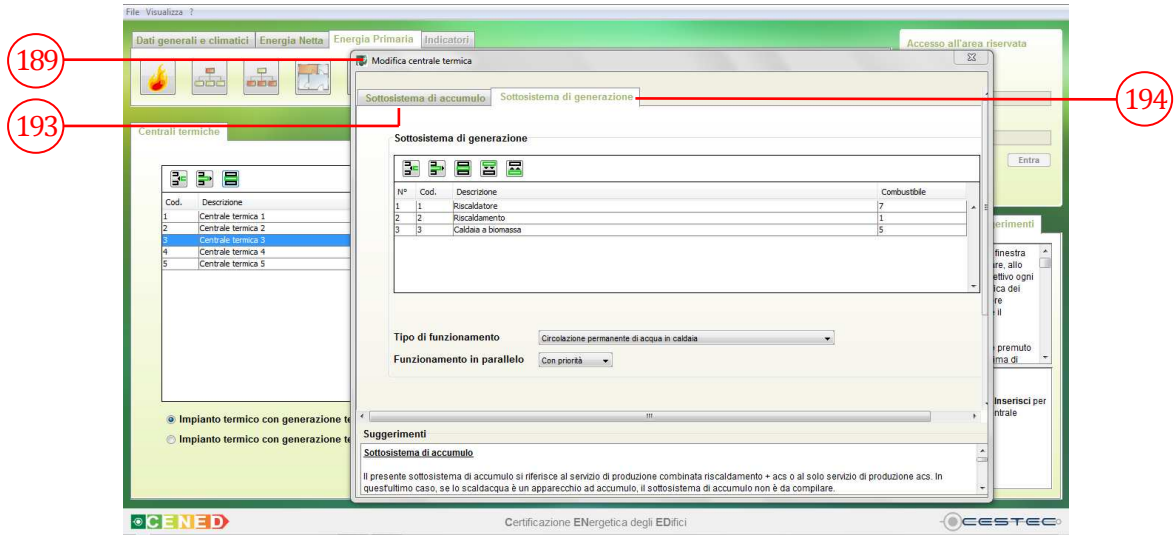

Figura 12.126: Modifica centrale termica, modifica delle caratteristiche del Sottosistema di accumulo e del Sottosistema di generazione.

Al fine di rendere effettiva la definizione dei dati inseriti nel campo **Centrali termiche** (7) del sottomodulo **Centrali termiche** (2) è necessario cliccare sul pulsante **Salva** (187) ed accedere al sottomodulo **Sistemi impiantistici** (3).

Le principali informazioni relative alle centrali termiche inserite, quali il Codice numerico di identificazione, la descrizione associata a ciascuna centrale termica, il numero di generatori e l'utilizzo delle centrali termiche (1 = riscaldamento, 2 = climatizzazione invernale, 3 = ventilazione meccanica, 4 = produzione di acqua calda sanitaria), sono riportate nella schermata di riepilogo (188).