



Ricerca di Sistema elettrico

## Sviluppo del Software SEAS per le diagnosi energetiche di ambienti ospedalieri dedicati alla degenza

D. Testi, D. Della Vista, E. Schito, E. Menchetti, P. Conti, W. Grassi,  
G. Fasano, P. Signoretti

## SVILUPPO DEL SW SEAS PER LE DIAGNOSI ENERGETICHE DI AMBIENTI OSPEDALIERI DEDICATI ALLA DEGENZA

D. Testi, D. Della Vista, E. Schito, E. Menchetti, P. Conti, W. Grassi (DESTEC, Università di Pisa)  
G. Fasano, P. Signoretti (ENEA)

Settembre 2014

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

Piano Annuale di Realizzazione 2013

Area: Razionalizzazione E Risparmio Nell'uso Dell'energia Elettrica

Progetto: SVILUPPO DI MODELLI PER LA REALIZZAZIONE DI INTERVENTI DI EFFICIENZA ENERGETICA SUL PATRIMONIO IMMOBILIARE PUBBLICO

Obiettivo: Edifici pubblici tipo, Indici di benchmark di consumo per tipologie di edificio ad uso ufficio e scuole, Applicabilità di tecnologie innovative e modelli per la realizzazione di interventi di efficienza energetica

Responsabile del Progetto: Gaetano Fasano, ENEA

Il presente documento descrive le attività di ricerca svolte all'interno dell'Accordo di collaborazione "Sviluppo del SW SEAS per le Diagnosi energetiche di ambienti ospedalieri dedicati alla degenza e Corsi informativi/formativi del Tool informatico semplificato per le diagnosi energetiche degli edifici "

Responsabile scientifico ENEA: Gaetano Fasano

Responsabile scientifico Univ. Pisa: Walter Grassi

## Indice

|  |    |
|--|----|
| SOMMARIO .....   | 4  |
| 1 INTRODUZIONE .....   | 5  |
| 1.1 CAMPO NORMATIVO-LEGISLATIVO DEL SETTORE .....                          | 7  |
| 2 METODOLOGIA DI CALCOLO PER I FABBISOGNI DI ARIA PRIMARIA .....           | 9  |
| 3 SEAS 3.0: MANUALE D'USO.....   | 12 |
| 3.1 MANUALE UTENTE DI SEAS 3.0.....  | 12 |
| 3.2 MANUALE UTENTE DI SEAS 3.0 – ROUTINE PER IMPIANTI FOTOVOLTAICI .....   | 61 |
| 3.3 MANUALE UTENTE DI SEAS 3.0 – ROUTINE PER IMPIANTI SOLARI TERMICI ..... | 67 |
| 3.4 MANUALE UTENTE DI SEAS 3.0 – ANALISI ECONOMICA .....                   | 74 |
| 3.4.1 <i>Simulazione degli interventi su SEAS</i> .....                    | 74 |
| 3.4.2 <i>Verifica economica della fattibilità degli interventi</i> .....   | 74 |
| 4 CONCLUSIONI.....   | 80 |
| BIBLIOGRAFIA .....   | 81 |
| BREVE CURRICULUM SCIENTIFICO DEI MEMBRI DEL GRUPPO DI LAVORO .....         | 83 |

## Sommario

Il presente report descrive i risultati dello studio svolto nell'ambito dell'Accordo di Collaborazione tra ENEA e DESTEC, per l'attività di ricerca "Sviluppo del Software SEAS per le diagnosi energetiche di ambienti ospedalieri dedicati alla degenza".

L'attività consiste in un upgrade del software SEAS 2.0, realizzato nel corso di precedenti contratti, che inizialmente offriva la possibilità di condurre diagnosi energetiche per edifici di tipo residenziale, scuole e uffici, dotati di impianti idronici per i soli servizi di riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria. L'attività in oggetto è da completarsi in un periodo biennale e prevede il miglioramento di SEAS per offrire la possibilità di eseguire diagnosi energetiche su un numero maggiore di destinazioni d'uso (alberghi e degenze ospedaliere) e su edifici dotati di impianti ad aria primaria. È inoltre prevista l'individuazione di due edifici tipo (delle due nuove destinazioni d'uso) sui quali dovrà essere testato lo sviluppo di SEAS. Inoltre sono previsti una serie di seminari formativi-informativi per presentare il software e le sue caratteristiche.

Nella prima annualità dell'accordo, sono state implementate le seguenti modifiche, come previsto da contratto:

- Possibilità di usare SEAS per ambienti non severi di edifici adibiti ad attività ospedaliera (camere di degenza, day-hospital, corsie, sale mediche e soggiorni);
- Possibilità di usare SEAS per diagnosi energetiche di edifici dotati di impianti misti aria-acqua (noti comunemente come impianti ad aria primaria).

Inoltre si è proceduto ad una preliminare risoluzione dei bug riscontrati nella precedente versione. L'attività di monitoraggio del software deve comunque continuare anche in futuro, per far sì che il software si adatti alle richieste e suggerimenti proposti dagli auditor che lo utilizzano.

Come nelle routine precedentemente implementate, anche in questo caso si è fatto riferimento per le procedure di calcolo alle UNI/TS 11300, allo stato attuale di revisione. Tuttavia, in alcuni casi si è preferito discostarsi dalla metodologia riportata in normativa a favore di metodi originali, più precisi o comunque più indicati per la procedura di diagnosi.

## 1 Introduzione

Nel presente rapporto si descrivono le attività svolte nell'ambito dell'Accordo di Collaborazione tra ENEA e Università di Pisa, Dipartimento di Ingegneria dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni (DESTEC), in seno all'Accordo di Programma MSE-ENEA sulla Ricerca di Sistema Elettrico, Piano Annuale di Realizzazione 2013, Area "Razionalizzazione e risparmio nell'uso dell'energia elettrica", Progetto "Sviluppo di modelli per la realizzazione di interventi di efficienza energetica sul patrimonio immobiliare pubblico", Obiettivo "Applicabilità di tecnologie innovative e modelli per la realizzazione di interventi di efficienza energetica".

La realizzazione del software SEAS per le diagnosi energetiche si inquadra perfettamente nell'attuale contesto normativo. In particolar modo si ricorda la Direttiva Europea 2012/27/EU del 25 Ottobre 2012[1], che prevede l'utilizzo della procedura di diagnosi energetica per riqualificare ogni anno il 3% della superficie climatizzata. Per gli edifici delle pubbliche amministrazioni, tale obbligo è in vigore a partire dal 1° Gennaio 2014, mentre per gli edifici proprietà di grandi imprese, tale obbligo è in vigore a partire dal 5 Dicembre 2015.

In Italia, la Direttiva Europea è stata recepita con il Decreto Legislativo n.102 del 4 Luglio 2014[2], che promuove l'uso efficiente dell'energia per raggiungere l'obiettivo nazionale di ridurre le richieste di energia primaria di 20 milioni di tonnellate equivalenti di petrolio entro il 2020. Per maggiori dettagli si veda il paragrafo seguente che ne fornisce una breve sintesi.

Il software SEAS (acronimo di Software Energetico per Audit Semplificati, o Simplified Energy Auditing Software) è stato sviluppato nell'ambito di precedenti Accordi di Collaborazione tra ENEA e Università di Pisa, con l'obiettivo di mettere a disposizione degli utenti del settore uno strumento per eseguire diagnosi energetiche di edifici esistenti, individuando le criticità del sistema edificio-impianto analizzato e fornendo la possibilità di individuare le strategie e gli interventi più utili per ridurre le richieste di energia. La prima versione di SEAS (SEAS 1.0) è stata descritta nel Report Rds/2012/110[3] e consisteva in una sequenza di fogli di calcolo che contenevano le metodologie e le procedure di calcolo per eseguire diagnosi energetiche, nella sola stagione invernale, di edifici con impianti idronici ad uso residenziale, ufficio e scolastico. Nella successiva versione (SEAS 2.2), elaborata nell'ambito del precedente Accordo tra ENEA e Università di Pisa, dal titolo "Realizzazione di un software con interfaccia grafica per l'audit energetico negli edifici ad uso residenziale, ufficio e scuole" (Report Rds/2013/143[4]), le procedure di calcolo per le diagnosi energetiche, precedentemente definite nella versione 1.0, sono state implementate in un software con interfaccia grafica in ambiente JAVA, per facilitare l'utilizzabilità dello strumento da parte degli utenti. SEAS 2.2, inoltre, prevede la possibilità di simulazione di edifici multi-zona (esempio tipico: utenze diverse con impianto centralizzato). Per tutte e tre le destinazioni d'uso (residenziale, ufficio, scuola), sono stati elaborati test case in cui:

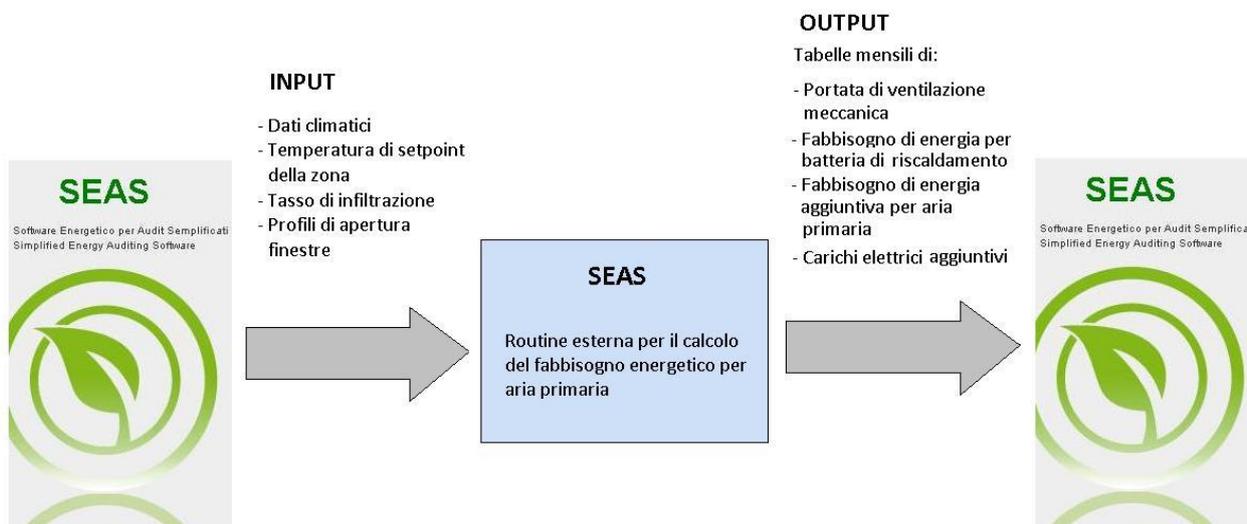
- Si procede all'audit energetico dell'edificio tipo analizzato;
- Si confrontano i risultati ottenuti (in termini di richieste di energia primaria) con le richieste di energia calcolabili a partire dalle fatturazioni dei vettori energetici, verificando quindi l'accuratezza della diagnosi;
- Si verificano, con analisi costi-benefici, i risparmi energetici ed economici ottenibili supponendo di eseguire una serie di interventi sul sistema edificio-impianto.

Nell'ambito del presente contratto (che si sviluppa su un periodo biennale) si è proceduto all'upgrade del software SEAS nella nuova versione 3.0, in cui sono state implementate le seguenti modifiche:

- È possibile eseguire diagnosi energetiche di locali considerati non severi di edifici adibiti ad attività ospedaliera (nello specifico, delle sottozone di camere di degenza, camere di day-hospital, corsie, sale mediche e soggiorni). Non è possibile, invece, utilizzare SEAS per le diagnosi energetiche di ambienti quali sale operatorie, reparti infettivi, camere bianche e, in generale, locali severi che richiedono caratteristiche termo-igrometriche specifiche o in cui siano presenti macchinari non comuni. L'implementazione della nuova destinazione d'uso ha riguardato principalmente

l’inserimento di stime per i consumi di acqua calda sanitaria (legate non alla capacità di ospitalità della struttura, come previsto in normativa, ma ai profili di utilizzo reali inseriti nel software come input); gli utilizzi aggiuntivi di energia elettrica, dovuti ad esempio ai macchinari presenti nei locali, possono essere inseriti in una casella apposita “Altri carichi elettrici interni alla zona”.

- È possibile eseguire diagnosi di edifici dotati di impianti misti aria-acqua, noti anche come impianti ad aria primaria, in riferimento comunque alla sola stagione invernale. In ogni caso, non è possibile utilizzare SEAS per la simulazione di impianti di riscaldamento totalmente ad aria, né per i servizi di raffrescamento e deumidificazione. La simulazione degli impianti ad aria primaria avviene in una routine in ambiente Matlab, per cui il flusso di dati prevede un passaggio dei dati di input da SEAS alla routine Matlab, una procedura interna alla routine secondo un proprio motore di calcolo e il successivo passaggio di dati di output dalla routine Matlab a SEAS. Uno schematico diagramma di flusso è riportato in Figura 1. All’interno di una zona simulata, è possibile l’inserimento di sottozone diverse al fine di includere locali con destinazioni o modalità d’uso diverse, ma tali da non implicare la creazione di altrettante zone differenziate (un caso tipico è quello di una scuola in cui si hanno anche alcuni uffici dedicati al personale docente). Sono inoltre stati inserite le tipologie di impianto e di controllo più frequenti: ventilatori a potenza e portate fisse o variabili (in modo discreto, con orologi di controllo o a gradini, o continuo, con inverter, saracinesche di regolazione o sistemi by-pass); impianti con batterie di riscaldamento e impianti di sola ventilazione meccanica con aria esterna ed eventuale recuperatore; controlli sulla temperatura d’immissione e sull’umidità relativa degli ambienti. Il controllo delle condizioni di immissione può essere attuato tramite valvole a tre vie (deviatrici o miscelatrici) sul circuito idronico a servizio delle batterie di pre-riscaldamento e post-riscaldamento (se presente). Maggiori dettagli sulle tipologie di impianti simulabili sono riportate nei Capitoli 2 e 3, che contengono rispettivamente la metodologia di calcolo implementata nella routine esterna per la stima di fabbisogni di aria primaria e il manuale d’uso di SEAS 3.0.



Tutte le procedure di calcolo per la diagnosi energetica sono ottenute o dalle normative di settore, in particolar modo le UNI/TS 11300 allo stato attuale di revisione, o da metodologie originali.

Nella prossima annualità, oltre a favorire la diffusione di SEAS tra gli operatori del settore tramite corsi e seminari dedicati, il contratto prevede l’ulteriore upgrade del software aggiungendo le strutture alberghiere tra le destinazioni d’uso implementate.

Dovranno inoltre essere due diagnosi energetiche (un reparto ospedaliero di degenza e un albergo), quali casi studio da aggiungere al database di SEAS, che già contiene tre edifici per le destinazioni d’uso

residenziale (villetta bifamiliare), ufficio e scuola (aule universitarie), completi di simulazione energetica ed economica di opportuni interventi di efficientamento.

## 1.1 Campo normativo-legislativo del settore

Per quanto riguarda la metodologia per effettuare la diagnosi energetica, ovvero di valutazione delle prestazioni energetiche degli edifici in condizioni di esercizio (tailored rating), non si sono registrati aggiornamenti legislativi operativi significativi rispetto a quanto descritto e analizzato nella precedente attività di Ricerca di Sistema Elettrico (Report RdS/2013/143 [4]).

Si riportano invece i principali punti di interesse del recente Decreto Legislativo n° 102 del 4 luglio 2014, in attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che va a modificare le direttive 2009/125/CE [5] e 2010/30/UE [6] e che abroga le direttive 2004/8/CE [7] e 2006/32/CE [8].

In tale decreto si recepiscono gli obblighi di riqualificazione previsti per le pubbliche amministrazioni centrali e le grandi imprese e si prevede l'istituzione di una *cabina di regia* composta dal Ministero dello Sviluppo Economico e dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, con il compito di coordinare gli interventi e le misure di efficienza energetica. Inoltre, agli Articoli 12 e 13, il decreto prevede:

- La pubblicazione di norme tecniche in materia di diagnosi energetica elaborate da UNI-CEI con la collaborazione del CTI e di ENEA;
- La stesura di un programma triennale di informazione e formazione per la promozione dell'uso efficiente dell'energia, elaborato da ENEA con la collaborazione di ESCo e associazioni di categoria per i servizi energetici.

L'obiettivo principale del decreto è quello di definire dei quadri di azione per il raggiungimento degli obiettivi nazionali di risparmio energetico entro il 2020. Sebbene vi sia un obiettivo nazionale, le regioni e gli enti locali possono concorrere al raggiungimento di tali target con propri strumenti di programmazione. In questo contesto l'ENEA dovrà proporre dei Piani di Azione Nazionali per l'efficienza energetica con interventi di medio-lungo termine per il miglioramento delle prestazioni energetiche in edilizia pubblica e privata. A tal fine risulta quanto mai opportuno lo sviluppo e la diffusione del software di diagnosi SEAS3.0 affinché possa:

- fornire un supporto operativo per i tecnici che operano nel settore al fine di valutare e quantificare correttamente gli interventi di retrofit, anche dal punto di vista economico;
- fornire ad ENEA uno strumento per la stima preventiva dell'incidenza dell'applicazione di alcune tipologie di intervento al parco edilizio nazionale.

In particolare viene posta attenzione, come indicato nella direttiva europea di riferimento, agli edifici dell'Amministrazione Centrale. Su questi è obbligatoria la riqualificazione di una quota annuale pari al 3% della superficie utile, a partire dal 2014 fino al 2020. Devono quindi essere proposti da parte dei due ministeri interessati e poi delle Amministrazioni Pubbliche centrali dei programmi di efficientamento con scadenza annuale sulla base di appropriate diagnosi energetiche, nonché deve essere comunicato da parte delle Pubbliche Amministrazioni il responsabile del procedimento. I criteri individuati per la redazione del programma sono quelli legati all'ottimizzazione dei tempi di recupero e all'eventuale presenza di finanziamenti, criteri per cui ad oggi non esistono procedure di simulazione semplificata sufficientemente attendibili e per cui SEAS3.0 andrebbe a colmare un vuoto. Anche per questa fase risulterebbe molto utile avere a disposizione un software di simulazione *ad hoc* e che già contempla come destinazioni d'uso quelle prevalentemente presenti all'interno di edifici pubblici (uffici). Sono infatti esclusi dall'applicazione, oltre a quelli già definiti dai precedenti decreti (edifici con superficie inferiore ai 500 m<sup>2</sup> e edifici che ricadono nell'elenco del D.Lgs. 42/2004), anche gli edifici adibiti a culto, che comunque non sono previsti nel SEAS3.0.

Inoltre ENEA e GSE, nel rispetto delle relative competenze, coadiuvano e coordinano le operazioni di monitoraggio e di raccolta dei dati relativi agli interventi di risparmio energetico effettuati sugli edifici delle pubbliche amministrazioni centrali. A tal fine usufruire di un unico strumento informatico di simulazione

potrebbe largamente facilitare la raccolta dei dati a partire da una unica comunicazione dei file di simulazione da parte delle singole Pubbliche Amministrazioni Centrali.

Dal decreto viene inoltre confermata l'importanza dei certificati bianchi sia in termini di incentivo agli interventi di risparmio energetico sia come efficace strumento di monitoraggio degli stessi. Viene infatti specificato che i risparmi energetici per i quali non siano stati riconosciuti titoli di efficienza energetica, riscontrabili dai bilanci energetici predisposti da imprese dotate di un sistema di gestione dell'energia secondo ISO 50001, sono comunicati dalle imprese all'ENEA.

Vengono inoltre definiti nell'Allegato 2 del decreto i criteri minimi per gli audit energetici dei sistemi di gestione dell'energia, che dovranno essere basati sui dati operativi relativi al consumo di energia basati sul profilo di carico.

Si nota quindi l'importanza non solo della realizzazione degli interventi di retrofit energetico, ma anche del loro monitoraggio (in particolar modo per quegli enti che per entità di consumi o per mancanza di ricorso a finanziamento tramite terzi o per mancanza di accesso agli incentivi, rimangono "trasparenti" e non vengono quindi registrati).

## 2 Metodologia di calcolo per i fabbisogni di aria primaria

La metodologia di calcolo della routine esterna per la stima dei fabbisogni di aria primaria segue la logica presentata schematicamente nei punti seguenti:

- Si utilizzano come dati di input di zona:
  - Quota della località in analisi, al fine di determinare la pressione esterna, utilizzando la legge dell'atmosfera standard internazionale;
  - Temperatura esterna della località, su base bi-oraria nel giorno medio mensile, corretta come descritto in [3];
  - Pressione di vapore dell'aria esterna media mensile;
  - Temperatura di set-point di riscaldamento della zona (inserita all'interno di SEAS e uguale per tutte le sottozone);
  - Portate di infiltrazione e ventilazione naturale (calcolate all'interno di SEAS in base ai dati di input inseriti dall'utente, tra cui i profili bi-orari di apertura degli infissi) ;
  - Orario giornaliero di funzionamento del ventilatore dell'aria primaria, con distinzione tra il giorno tipo lavorativo e il giorno tipo festivo (il numero di giorni festivi della settimana è anch'esso un dato che l'utente deve inserire) e numero di giorni mensili di accensione del generatore termico (si impone che questo periodo coincida con quello di accensione dell'impianto di riscaldamento);
  - Tipologie di controlli presenti, al fine di descrivere l'impiantistica esistente, tra cui: esistenza di un controllo sulla temperatura di immissione (tramite batterie di riscaldamento) e relativo set-point, esistenza di un controllo sull'umidità di zona (tramite umidificatore) e relativo set-point ed esistenza di un recuperatore di calore in un impianto di ventilazione a doppio flusso e relativa efficienza in funzione della portata;
  - Caratteristiche del ventilatore di mandata (le caratteristiche dell'eventuale ventilatore di ripresa sono considerate identiche a quelle del ventilatore di mandata), tra cui potenza nominale, portata nominale (se nota, altrimenti si calcola tramite i valori di ricambio igienico prescritti dalla normativa vigente) e tipologia di controllo della potenza, che può essere assente (numero di giri fisso), a gradini (con richiesta dei livelli di parzializzazione attuabili) oppure continua (con richiesta del livello minimo di parzializzazione raggiungibile dall'inverter);
  - Tipologia di controllo della portata nel canale di immissione (si impone che nel canale di ripresa si seguano le stesse logiche di controllo), che può essere on/off (o a scatti tra gradini) oppure continua, tramite l'utilizzo di una saracinesca di regolazione o di un by-pass;
  - Fattore di recupero termico nel canale di immissione dell'energia elettrica utilizzata dal ventilatore.
- Si utilizzano come dati di input delle sottozone presenti:
  - Superficie netta e volume netto della sottozona;
  - Destinazione d'uso della sottozona, per il calcolo dei rinnovi igienici secondo la normativa vigente;
  - Numero di persone di progetto (se noto, altrimenti si utilizzano gli indici di affollamento riportati nella normativa vigente);
  - Profili di presenza degli utenti su base bi-oraria per il giorno tipo lavorativo e il giorno tipo festivo;
  - Tipologia di attività degli utenti, per la stima della produzione di vapore per persona;
  - Tipologia di controllo della portata di ricambio nella sottozona (nessun controllo, controllo sulla presenza di utenti, controllo dell'umidità e relativo set-point, controllo del livello di CO<sub>2</sub>).

- Si calcola la portata elaborata dal ventilatore su base bi-oraria nei giorni tipo lavorativo e festivo per ogni mese, sommando i fabbisogni di portata di ogni sottozona. Nello specifico, la portata della sottozona è stimata, in funzione della tipologia di controllo, nel seguente modo:
  - Nessuna regolazione: in tal caso la portata di aria primaria all'interno della sottozona è regolata solamente dai profili di accensione e spegnimento del ventilatore (che dovranno essere riportati nella schermata principale della routine dell'aria primaria) e corrisponde ad una frazione di portata nominale del ventilatore proporzionale al rapporto tra la portata di ricambio igienica della sottozona e la portata igienica complessiva della zona.
  - Presenza: in tal caso, all'interno della sottozona è presente un sensore che aziona l'immissione nella sottozona della portata nel momento in cui rileva la presenza delle persone. La routine di aria primaria effettua il calcolo per ogni bi-ora sul giorno tipo lavorativo e sul giorno tipo festivo. A titolo esemplificativo, si consideri la bi-ora 8.00-10.00 del giorno tipo lavorativo. La routine controlla innanzitutto che, in quella bi-ora, sia prevista l'accensione del ventilatore (così come riportato nel profilo di accensione del ventilatore nella schermata principale). Se i ventilatori sono predisposti all'accensione, la routine legge il numero corrispondente riportato nel profilo di occupazione della sottozona. Se questo è 0, non è prevista ventilazione meccanica nella sottozona, nonostante l'impianto sia predisposto all'accensione. Se il numero è invece maggiore o uguale a 1, la routine considera che la portata venga immessa nella sottozona per tutta la bi-ora; la portata è calcolata come nel caso precedente. Nel caso di numero compreso tra 0 e 1, si suppone che la portata nella sottozona sia immessa per un periodo di tempo della bi-ora proporzionale al numero riportato. Il calcolo viene ovviamente ripetuto su tutti i dati di profilo.
  - Umidità: in tal caso, nella sottozona è presente un sensore di umidità che comanda l'immissione della portata nella sottozona nel caso in cui l'umidità relativa di questa superi un certo valore di soglia (riportato dall'utente nell'apposito spazio). Anche in questo caso, la routine controlla che il ventilatore sia predisposto all'accensione per ogni bi-ora considerata. La portata è fornita se il bilancio igrometrico della sottozona indica che l'umidità relativa si trova al di sopra del valore limite.
  - CO<sub>2</sub>: è presente nella sottozona un sensore di controllo di CO<sub>2</sub> che comanda l'immissione della portata quando si supera il valore limite consentito per il benessere degli occupanti. Nella routine, questo sensore è stato simulato considerando la portata di ricambio igienica prevista in normativa UNI 10339[15]. La portata di sottozona viene fornita solamente nel caso in cui, nella bi-ora, il ventilatore sia predisposto all'accensione e sia presente almeno una persona nella sottozona. La portata in immissione dipende dal numero di persone presenti riportata nel profilo. Un numero compreso tra 0 e 1 nel profilo di presenza di sottozona viene considerato come presenza di una persona per un periodo di tempo, nella bi-ora, proporzionale al numero stesso.
- Si verifica la coerenza tra le tipologia di controllo dell'impiantistica (ventilatore e circuito) e quelle di sottozona. Ad esempio, se per tutte le sottozone non è previsto alcun tipo di controllo della portata, si assume che il ventilatore operi a potenza e portata nominali. Allo stesso modo, un avviso comunica all'utente che, in presenza di più sottozone e di un umidificatore, i fabbisogni di aria primaria saranno calcolati solo nella prima sottozona; inoltre, l'umidificatore dell'impianto viene considerato attivo solo nel caso in cui nella prima sottozona (l'unica considerata dalla routine) sia presente il controllo dell'umidità.
- Una volta nota la portata complessivamente richiesta dalla zona, si determinano le caratteristiche di funzionamento del ventilatore, a seconda del controllo presente sul numero di giri del ventilatore e su quello della portata nel condotto di immissione. In particolare si calcolano a livello di zona, sempre su base bi-oraria e nei giorni tipo lavorativi e festivi di ogni mese:
  - i periodi di accensione del ventilatore o di funzionamento ai vari livelli di parzializzazione attuabili;
  - l'aumento di temperatura dell'aria di immissione originato dal ventilatore;

- l'energia elettrica utilizzata dal ventilatore;
  - l'efficienza operativa dell'eventuale recuperatore di calore, ottenuta interpolando linearmente all'interno dell'intervallo dei dati forniti dal costruttore oppure, se in estrapolazione, penalizzando linearmente fino ad un massimo di 10 punti percentuali di efficienza;
  - la temperatura effettiva di immissione, la quale – pur in presenza di un controllo sulle batterie della UTA (Unità di Trattamento dell'Aria) – può essere superiore al valore di set-point per mezzo del surriscaldamento operato del ventilatore, eventualmente coadiuvato dal recuperatore;
  - il fabbisogno termico della zona dovuto alla ventilazione meccanica, necessario per il bilancio termico dell'involucro; esso è positivo quando la temperatura di immissione è minore di quella del set-point di riscaldamento della zona; nelle tipiche condizioni di progetto degli impianti ad aria primaria con immissione di aria neutra, tale fabbisogno è nullo; pure eventuali valori negativi sono accettati e conteggiati nel bilancio d'involucro eseguito da SEAS;
  - umidità specifica dell'aria di immissione;
  - fabbisogno di energia termica alle batterie della UTA, suddiviso nelle quote sensibile e latente.
- A livello di sottozona, si possono inoltre calcolare, sempre su base bi-oraria e nei giorni tipo lavorativi e festivi di ogni mese:
- umidità relativa effettivamente raggiunta, basata sul bilancio igrometrico di ogni sottozona;
  - tasso di ricambio effettivamente operato su ogni sottozona.
- In conclusione, i principali dati biorari di zona sono aggregati su scala mensile, pesando opportunamente i giorni lavorativi e festivi della settimana. In particolare si calcolano:
- portata media di ventilazione meccanica nella zona;
  - fabbisogni di energia elettrica per la movimentazione dell'aria;
  - fabbisogni termici per il trattamento sensibile e latente dell'aria alle batterie della UTA;
  - fabbisogni termici aggiuntivi di involucro per ventilazione meccanica.

### 3 SEAS 3.0: Manuale d'uso

Nel seguito, tutte le modifiche e le aggiunte apportate alla precedente versione sono *scritte in blu*, per facilitarne il riconoscimento e l'eventuale confronto con la versione SEAS 2.0.

#### 3.1 Manuale utente di SEAS 3.0

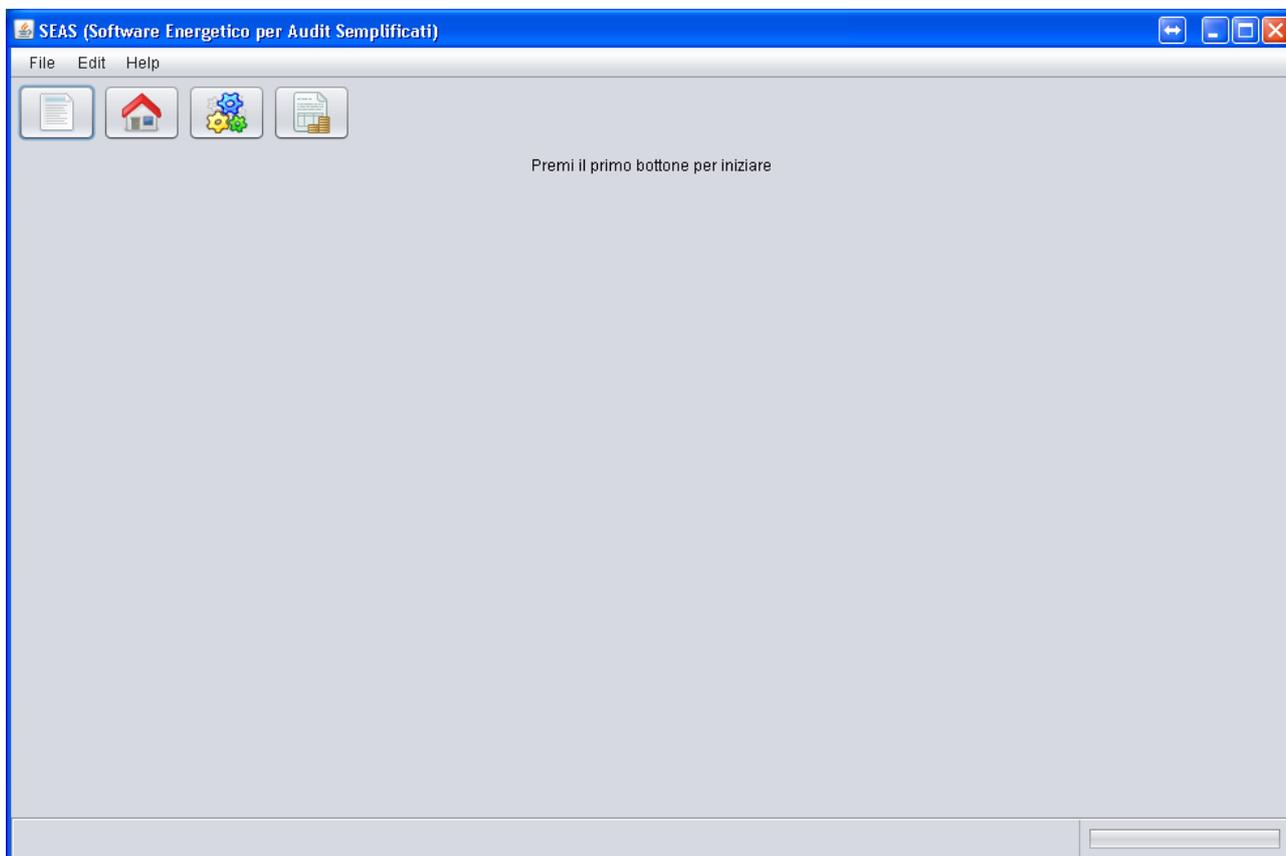
Il seguente manuale d'uso descrive tutte le schede di inserimento dei dati e le schede dei risultati, separate in quattro macrosezioni:

- 1) anagrafica e contesto geografico;
- 2) profili di utilizzo e caratterizzazione dell'involucro;
- 3) impianto di riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria;
- 4) fatturazioni energetiche e confronti coi fabbisogni calcolati.

La routine di analisi costi-benefici degli interventi di riqualificazione energetica è illustrata nella sezione finale del manuale utente. Infine, in un'apposita sezione, vengono presentati tre applicativi aggiuntivi (esterni all'ambiente JAVA), rispettivamente per il calcolo dei fabbisogni energetici per la copertura del servizio di aria primaria, per il calcolo della producibilità di energia elettrica da impianti fotovoltaici e per il calcolo della copertura del fabbisogno energetico per riscaldamento/produzione di ACS da parte di un impianto solare termico.

Il manuale intende fornire agli auditor una guida e una descrizione sommaria delle potenzialità dello strumento e dell'architettura del software in termini di input da inserire e output ottenuti per un corretto uso e per ridurre al minimo le possibilità di errore/di interpretazioni soggettive del modello.

All'apertura del software, la schermata principale si mostra come in figura.



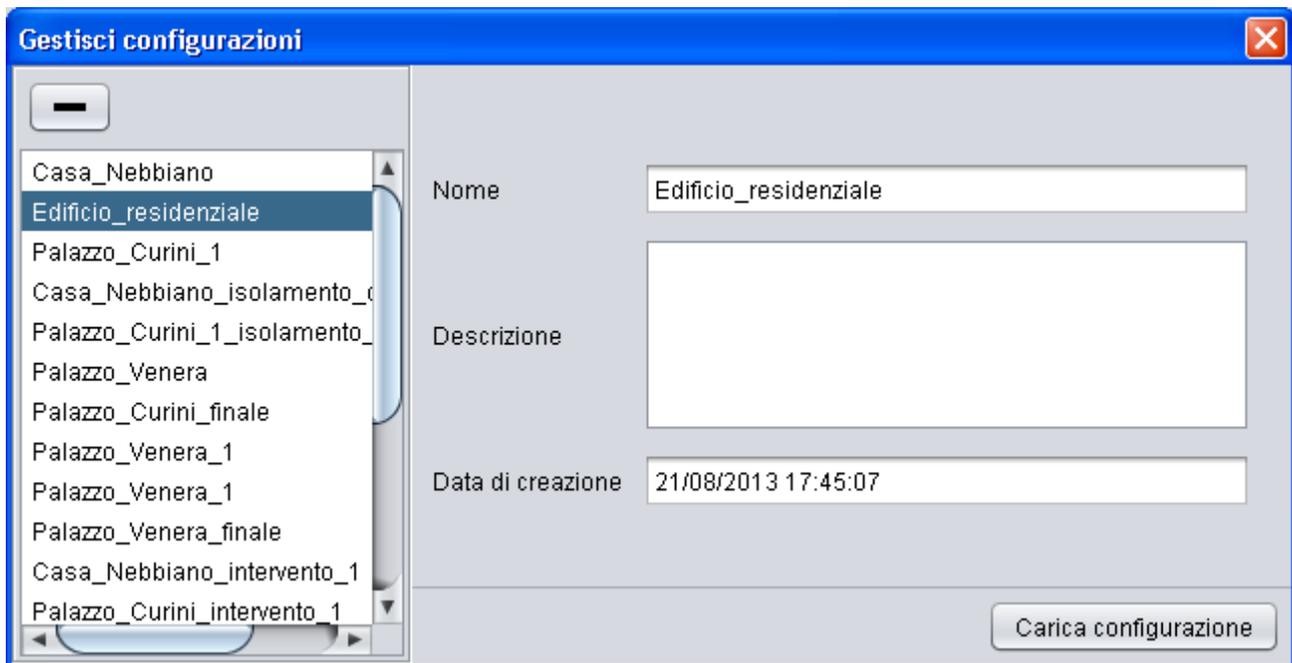
È presente in alto una barra dei menu (per poter accedere alle funzionalità più tipicamente utilizzate dall'utente), in basso invece sono presenti quattro tasti che consentono di inserire i dati per l'audit.

La barra dei menu contiene tre voci di applicazioni: File, Edit e Help.

Dal menu **File** è possibile accedere alle principali funzionalità delle applicazioni, quali il salvataggio o il caricamento di configurazioni salvate in precedenza.

Inoltre, aprendo il menu File, si leggono nel menu a tendina le seguenti voci: *Nuova Configurazione*, *Salva Configurazione*, *Salva Configurazione con nome*, *Gestisci Configurazioni*, *Importa Configurazione*, *Esporta Configurazione*, *Esci*.

Premendo il tasto *Nuova Configurazione*, il software cancella tutti i dati precedentemente inseriti e non salvati e crea una nuova configurazione per l'immissione dei dati per condurre una nuova diagnosi. Con il tasto *Salva Configurazione*, si salvano sul database MySQL installato insieme al software i dati precedentemente inseriti, con la possibilità di scegliere il nome (nel caso in cui i dati inseriti non siano mai stati salvati) oppure di salvare automaticamente i dati, senza cambiare il nome del file, se la configurazione era stata già creata in precedenza. Con il tasto *Salva Configurazione con nome*, è possibile sempre scegliere il nome del file creato: questo può risultare, ad esempio, particolarmente utile nel momento in cui si apportino delle modifiche ad un audit, ma si voglia mantenere anche il file originale (per esempio se si vogliono confrontare i risultati della simulazione "base" con quelli di una simulazione in cui è implementato un intervento di miglioramento energetico). Con il tasto *Gestisci configurazioni* viene aperta una schermata (come si vede nella seguente figura) nella quale compaiono i nomi di tutte le simulazioni salvate precedentemente sul database. In questo modo è possibile caricare la configurazione che si desidera tra le varie a disposizione.



Con il tasto *Importa configurazione*, è possibile cercare all'interno del computer il file contenente i dati di una simulazione precedentemente esportata. Per eseguire questa operazione, è infatti necessario che la configurazione non sia stata semplicemente salvata, ma esportata. Per esportare una configurazione (cioè creare il file coi dati di input inseriti in una cartella desiderata), è necessario premere il tasto *Esporta Configurazione*, presente anch'esso nel menu File.

Infine, con il tasto *Esci* si chiude SEAS. Si faccia attenzione che, se i dati inseriti non sono mai stati salvati, il programma si chiuderà senza avvisare del mancato salvataggio. Se invece si sono aggiunti nuovi dati ad una configurazione precedentemente salvata, premendo il tasto *Esci* compare un avviso che ricorda all'utente che i nuovi dati non sono ancora stati salvati, e si chiede conferma della volontà di chiudere il programma.

Tra le due opzioni di salvataggio dati, ossia *Salva Configurazione* ed *Esporta Configurazione*, si consiglia di utilizzare la prima: essa infatti, operando direttamente sul database, permette la conservazione dei dati successivamente ad un eventuale aggiornamento di versione del software che comporti aggiunte o modifiche ai campi dati. Viceversa, i file esportati non saranno più compatibili con le successive versioni del software.

Le funzioni del tasto **Edit** sono riportate successivamente.

Premendo il tasto **Help**, è possibile aprire il presente manuale, nel quale vengono spiegate le singole voci da inserire nelle varie schede presenti. L'apertura del manuale si può ottenere anche premendo il tasto F1 da tastiera.

Il menu di selezione è caratterizzato da quattro icone che indicano visivamente la suddivisione del software in quattro aree:

- 1) Area relativa ai dati generali (primo riquadro)
- 2) Area relativa all'involucro (secondo riquadro con icona di un edificio)
- 3) Area relativa all'impianto (terzo riquadro con icona di ingranaggi)
- 4) Area relativa alla fatturazione dei vettori energetici utilizzati (quarto riquadro)

Ogni area contiene delle schede relative all'inserimento dati e alla visualizzazione dei risultati. È opportuno compilare le schede in modo sequenziale, sebbene sia possibile modificare i valori di input precedentemente inseriti. Analogamente i campi di inserimento degli input all'interno della singola scheda vanno compilati in modo sequenziale, anche perché in base alle scelte effettuate si attivano e si generano o nascondono dei campi di input.

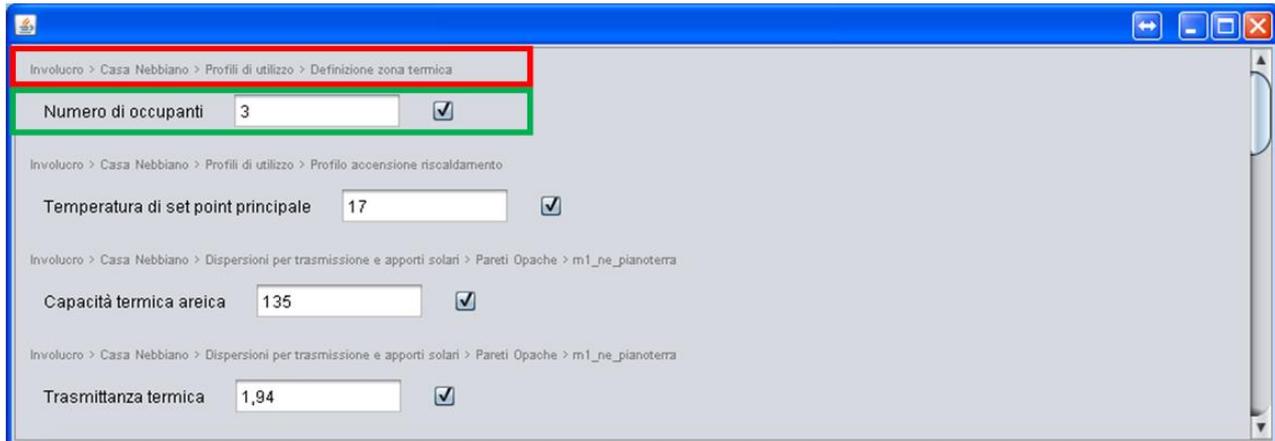
Ogni scheda (eccetto alcune schede tra cui *"Anagrafica"* e *"Output involucro"*) contiene una parte compilativa, generalmente posta a sinistra, in cui l'auditor deve inserire i dati di input, e una parte di visualizzazione dei risultati intermedi derivanti dalle scelte effettuate, generalmente posta a destra. I dati di output intermedi possono servire all'auditor per verificare la correttezza degli input inseriti.

Per la visualizzazione dei campi di inserimento dei dati di input e per la visualizzazione completa delle tabelle o dei valori dei risultati intermedi presenti nella scheda è spesso necessario, per motivi di spazio, utilizzare le barre di scorrimento presenti.

L'inserimento dei dati di input da parte dell'auditor può consistere nella scelta da un elenco o nell'inserimento di valori numerici o di testo. Per ogni dato inserito, si può (non è obbligatorio, ma è consigliato) scegliere da un elenco la fonte di provenienza. Le fonti scelte sono, come si nota dalle figure presenti nel manuale:

- 1) Analisi del sito
- 2) Dati di catalogo
- 3) Dati di progetto
- 4) Intervista all'utenza
- 5) Misurazioni dell'auditor
- 6) Normativa tecnica
- 7) Enti terzi
- 8) Altro

Per ogni dato inserito inoltre si può spuntare una casella che indica l'incertezza dell'informazione fornita. Cliccando **Edit**>>*Visualizza variabili incerte* dalla barra dei menu, l'auditor ha la possibilità, in qualunque momento, di ottenere una lista dei dati che ha marcato come incerti. Tali dati sono i primi che si consiglia di modificare nel processo di tuning dei risultati della simulazione nei confronti dei reali consumi energetici da fatturazioni, privilegiando ovviamente quelli che maggiormente influenzano i fabbisogni energetici finali. La schermata che si presenta premendo il tasto *Visualizza variabili incerte* è la seguente.



Come si può notare, ogni dato incerto viene segnalato nella schermata indicando innanzitutto la scheda nel quale è stato inserito (riquadro rosso in figura); il dato stesso invece è riportato immediatamente sotto al percorso, come si vede nel riquadro verde in figura. È possibile modificare direttamente da questa schermata il dato incerto, oppure cancellare il segno di spunta accanto al valore che indica l'incertezza del dato. Se il segno di spunta di un dato è stato disinserito, ad una successiva apertura della lista dei valori incerti da tasto *Visualizza variabili incerte*, tale dato non verrà più visualizzato nell'elenco. L'utilizzo della visualizzazione dei dati incerti può essere utile anche per effettuare un'analisi di sensibilità. Variando infatti i dati incerti, si può verificare, dall'analisi degli output, quanto la variazione dell'input modificato incida sul risultato finale. Se si nota, ad esempio, che variando un dato incerto nel range di incertezza il risultato non varia in maniera significativa, si può ritenere il dato inserito sufficientemente certo.

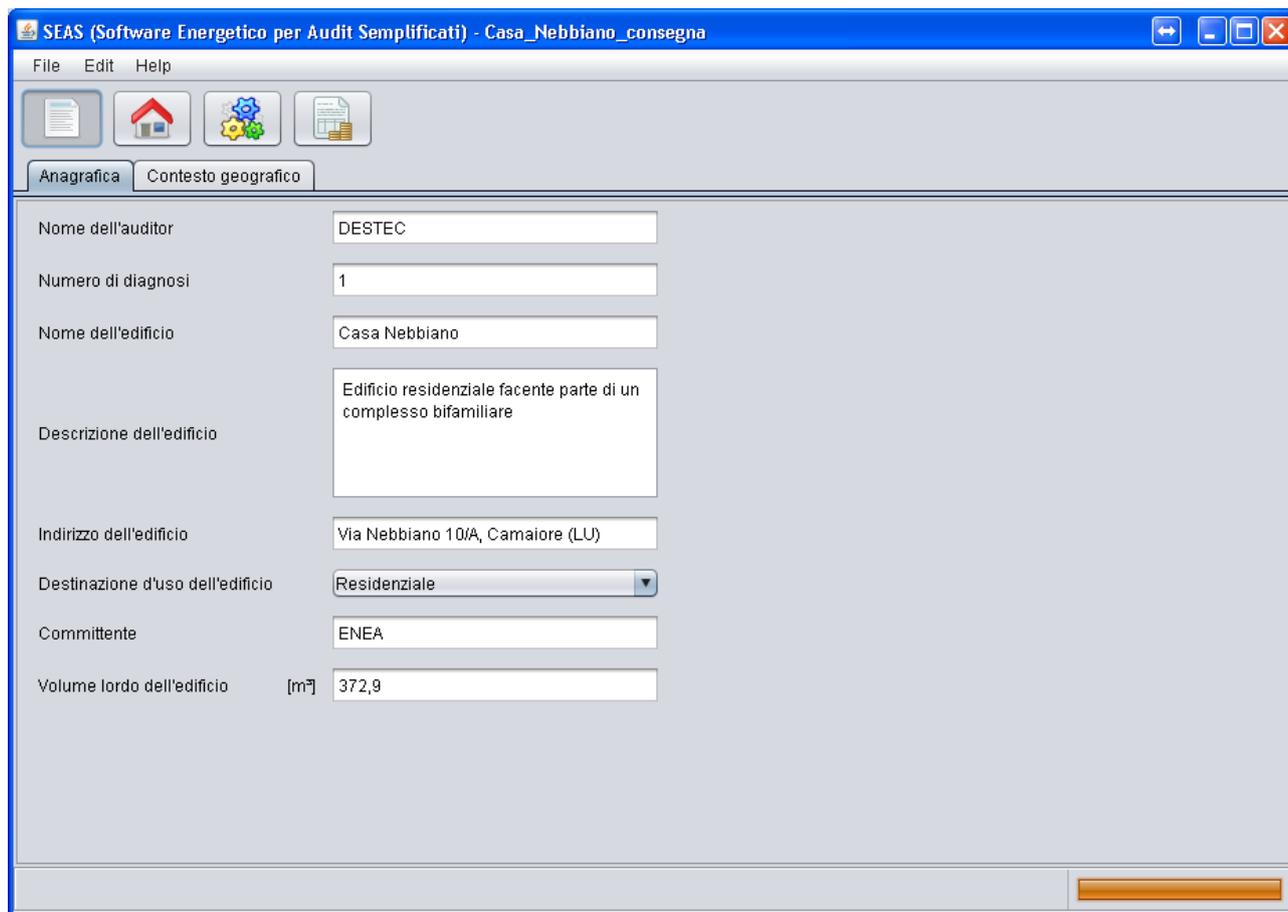
Le altre opzioni del menu **Edit** riguardano la possibilità di stampare su file un registro diversificato, a seconda dell'opzione scelta tramite il tasto *Livello LOG*. Il file è contenuto nella cartella principale di installazione di SEAS ed è nominato output.log. Per visualizzarlo, è anche possibile cliccare sul tasto *Visualizza LOG*. In particolare, in *Livello LOG*, tramite l'opzione *Info* si ottengono tabelle di risultati di dettaglio non visualizzate da interfaccia grafica e relative ai bilanci di involucro (esempio: fattore mensile di utilizzazione degli apporti gratuiti, frazione di tempo mensile in cui l'impianto di riscaldamento è acceso, fattore di riduzione del fabbisogno termico per intermittenza o attenuazione della temperatura di set-point), mentre tramite l'opzione *Debug* viene trascritta la cronologia delle operazioni effettuate dall'utente, utile in caso di necessità di assistenza. Quest'ultima è stampata sul file se si clicca sul tasto *Stampa tabella debug*. In presenza di errori viene automaticamente creato il file error.log all'interno della cartella di installazione di SEAS, il quale contiene le indicazioni utili agli sviluppatori per identificare il problema generatosi. Infine, l'opzione *Off* di *Livello LOG* disabilita la scrittura sul file output.log.

In alcuni casi sono presenti dei tasti informativi a lato delle singole voci di input, per facilitare l'immissione dei dati da parte dell'auditor. In altri casi, la modifica di alcuni dati di input può portare alla comparsa di avvisi da parte del software per richiamare l'attenzione dell'utente sulle particolari scelte effettuate.

## **A. Area relativa ai dati generali (primo pulsante)**

### **A.1 Scheda "Anagrafica"**

Questa scheda non presenta alcun risultato intermedio perché di fatto vengono richiesti soltanto alcuni dati generali della diagnosi dell'edificio e altri dati propedeutici per la scelta delle metodologie di calcolo da adottare. Alcuni campi di inserimento (quali il nome dell'edificio e la descrizione) servono principalmente all'auditor per facilitare il riconoscimento dell'edificio sottoposto a diagnosi.



SEAS (Software Energetico per Audit Semplificati) - Casa\_Nebbiano\_consegna

File Edit Help

Anagrafica **Contesto geografico**

Nome dell'auditor: DESTEC

Numero di diagnosi: 1

Nome dell'edificio: Casa Nebbiano

Descrizione dell'edificio: Edificio residenziale facente parte di un complesso bifamiliare

Indirizzo dell'edificio: Via Nebbiano 10/A, Carnaiole (LU)

Destinazione d'uso dell'edificio: Residenziale

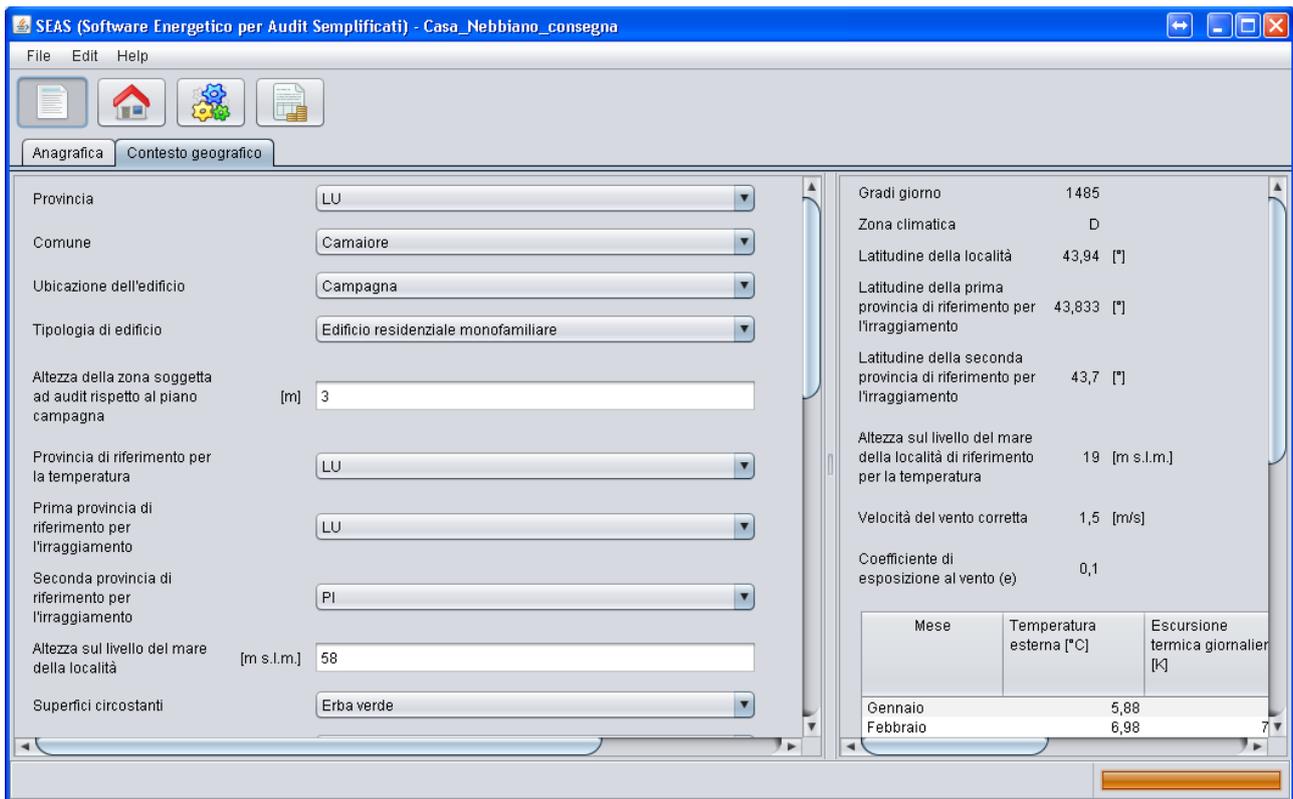
Committente: ENEA

Volume lordo dell'edificio [m³]: 372,9

## **A.2 Scheda "Contesto geografico"**

Nella parte sinistra della scheda, relativa agli input, vanno inseriti alcuni dati geografici e climatici per la corretta contestualizzazione dell'edificio.

Nella parte destra della scheda si possono visualizzare i risultati intermedi relativi ai dati climatici.



SEAS (Software Energetico per Audit Semplificati) - Casa\_Nebbiano\_consegna

File Edit Help

Anagrafica Contesto geografico

Provincia: LU  
 Comune: Camaiore  
 Ubicazione dell'edificio: Campagna  
 Tipologia di edificio: Edificio residenziale monofamiliare  
 Altezza della zona soggetta ad audit rispetto al piano campagna [m]: 3  
 Provincia di riferimento per la temperatura: LU  
 Prima provincia di riferimento per l'irraggiamento: LU  
 Seconda provincia di riferimento per l'irraggiamento: PI  
 Altezza sul livello del mare della località [m s.l.m.]: 58  
 Superfici circostanti: Erba verde

Gradi giorno: 1485  
 Zona climatica: D  
 Latitudine della località: 43,94 [°]  
 Latitudine della prima provincia di riferimento per l'irraggiamento: 43,833 [°]  
 Latitudine della seconda provincia di riferimento per l'irraggiamento: 43,7 [°]  
 Altezza sul livello del mare della località di riferimento per la temperatura: 19 [m s.l.m.]  
 Velocità del vento corretta: 1,5 [m/s]  
 Coefficiente di esposizione al vento (e): 0,1

| Mese     | Temperatura esterna [°C] | Escursione termica giornaliera [K] |
|----------|--------------------------|------------------------------------|
| Gennaio  | 5,98                     |                                    |
| Febbraio | 6,98                     |                                    |

Particolare importanza deve essere data agli input riguardanti la temperatura esterna e l'irraggiamento globale sul piano orizzontale.

Se infatti si hanno a disposizione dei dati attendibili riguardanti questi due campi (ottenuti da enti terzi o da misurazioni effettuate), questi vanno inseriti nella colonna indicata dall'intestazione "Valore noto", indicata nella seguente figura con il riquadro rosso. In caso di non inserimento manuale dei dati, il software utilizzerà direttamente i dati climatici da UNI 10349:1994[9], che compaiono nella tabella nella colonna indicata dall'intestazione "Valore da normativa", indicata in figura con il riquadro blu.

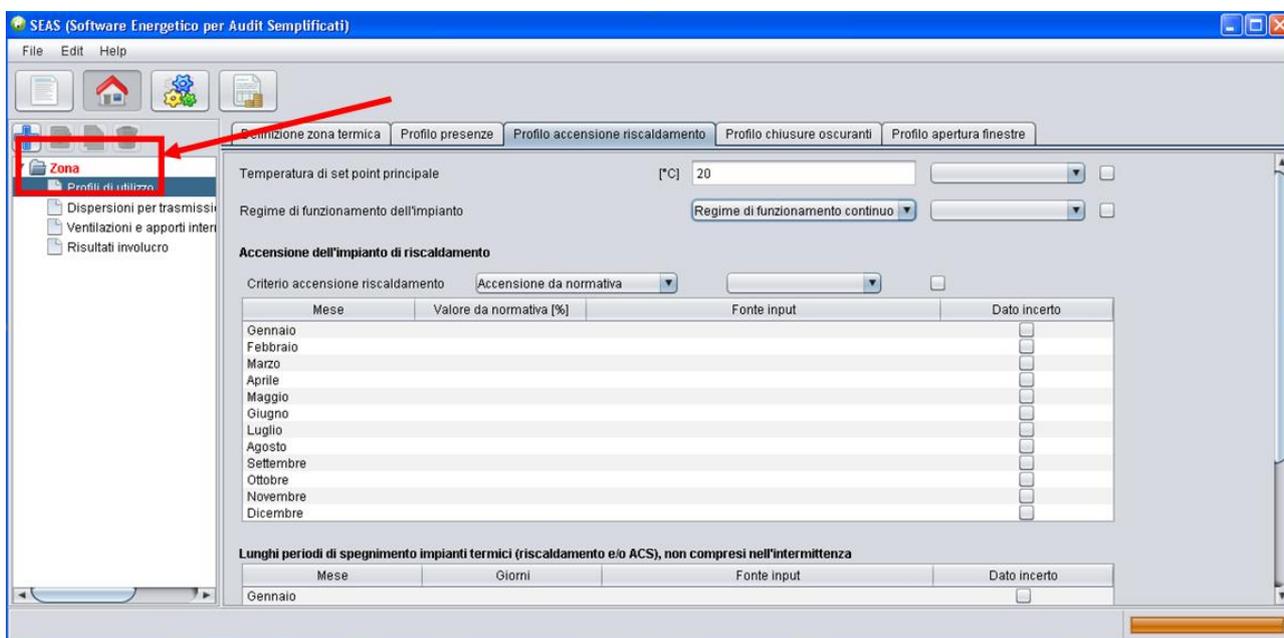
| Temperatura esterna |                  |                          |             |
|---------------------|------------------|--------------------------|-------------|
| Mese                | Valore noto [°C] | Valore da normativa [°C] | Fonte input |
| Gennaio             |                  | 5,88                     |             |
| Febbraio            |                  | 6,98                     |             |
| Marzo               |                  | 9,88                     |             |
| Aprile              |                  | 13,08                    |             |
| Maggio              |                  | 16,88                    |             |
| Giugno              |                  | 20,98                    |             |
| Luglio              |                  | 23,58                    |             |
| Agosto              |                  | 23,38                    |             |
| Settembre           |                  | 20,68                    |             |
| Ottobre             |                  | 15,58                    |             |
| Novembre            |                  | 10,68                    |             |
| Dicembre            |                  | 7,08                     |             |

## B. Area relativa all'involucro (secondo pulsante)

Cliccando sull'icona relativa all'involucro dell'edificio, comparirà una schermata vuota con il comando scritto "Aggiungi nuova zona e selezionala", per cui la prima operazione sarà quella di creare la zona termica premendo sul tasto di sinistra, indicato da un "+". In questo modo si generano tutte le schede relative alla zona creata. Si può agire sulla zona modificando il nome della stessa o eliminandola,

posizionandosi sulla stringa della zona e premendo il secondo tasto per rinominare la zona (dopo aver scritto la denominazione è sufficiente premere invio) e il terzo per eliminarla. Può essere importante per l'utente modificare il nome della zona in caso di edificio multi-zona, per un più facile riconoscimento della zona in analisi. Se vengono inserite più zone, senza che queste vengano rinominate, il software le numererà in progressione (Zona1, Zona2, ...).

Si vuole sottolineare che il nome della zona, in determinati casi, può diventare di colore rosso (come nell'immagine seguente). Ciò significa che in quella zona sono state apportate delle modifiche ad alcuni dati di input, ma che non è ancora avvenuto il ricalcolo dei risultati di involucro (utilizzati nella successiva macro-sezione di impianto). Se si vogliono quindi controllare nuovamente i risultati intermedi del fabbisogno dell'involucro, è necessario cliccare sulla scheda "Risultati involucro". In ogni caso, se l'utente non si posiziona sulla scheda "Risultati involucro", ma passa direttamente alla successiva sezione di impianto, i fabbisogni di involucro vengono ricalcolati automaticamente e si può proseguire con l'inserimento dei dati di input.



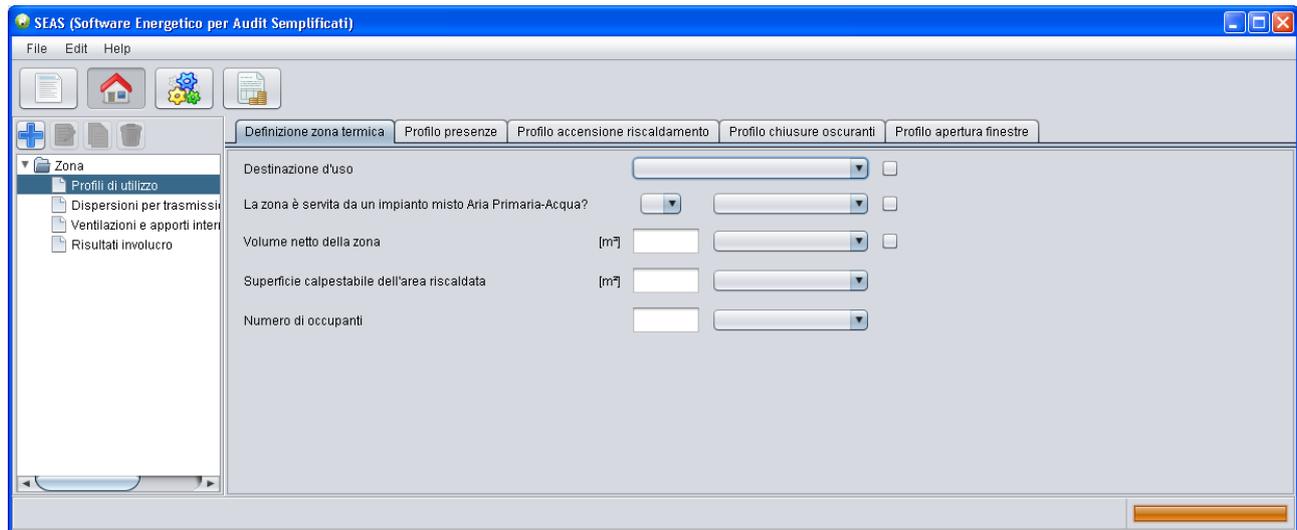
Il menu sottostante la zona indica le sezioni per l'analisi di tutti i sottosistemi in cui è suddivisa la zona e indica infine la sezione relativa al risultato finale dell'analisi energetica dell'involucro edilizio ("Risultati involucro"). Per ogni sottosistema sono poi definite le schede che dovranno essere compilate (eccetto la sezione dei risultati, "Risultati involucro" che è solo di visualizzazione).

Poiché il software può simulare sistemi multi-zona, è possibile inserire più zone termiche in parallelo utilizzando il tasto "+".

## **B.1 Profili di utilizzo**

### **B.1.1 Scheda "Definizione zona termica"**

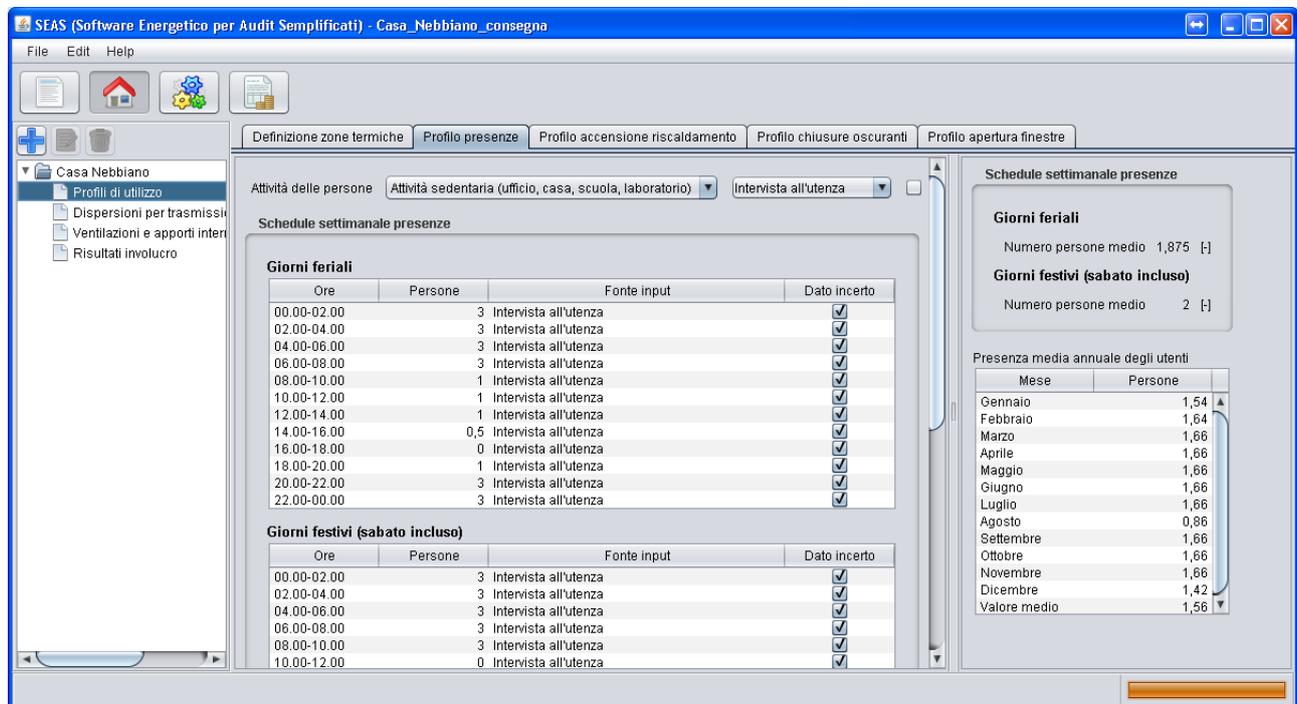
Come si nota, anche in questa scheda non si hanno risultati intermedi perché essa serve soltanto alla definizione dei dati generali della zona. In questa schermata è possibile inserire la destinazione d'uso della zona in analisi (nel caso in cui, nella scheda "Anagrafica" nella sezione relativa ai dati generali, sia stata scelta la destinazione "Mista"; nel caso in cui si sia già inserita in tale scheda una specifica destinazione d'uso, il rispettivo campo di inserimento del dato è in sola visualizzazione). In tale schermata va inserita l'eventuale presenza di un impianto misto aria-acqua. Se questo è presente, compariranno, nelle schede successive di "Profili apertura finestre" e di "Infiltrazioni e ventilazioni", degli avvisi che ricordano all'utente la scelta effettuata.



### B.1.2 Scheda "Profilo presenze"

Come si vede nella figura seguente, vi sono tre tabelle che l'auditor dovrà compilare nella seconda e eventualmente terza e quarta colonna. Le informazioni richieste hanno cadenza bioraria, come compromesso tra la precisione del dato e la velocità di inserimento, nonché la possibilità di reperibilità dello stesso da parte dell'utenza. Si consideri quindi nell'inserimento dei valori che il numero da inserire è quello medio sull'intervallo di due ore.

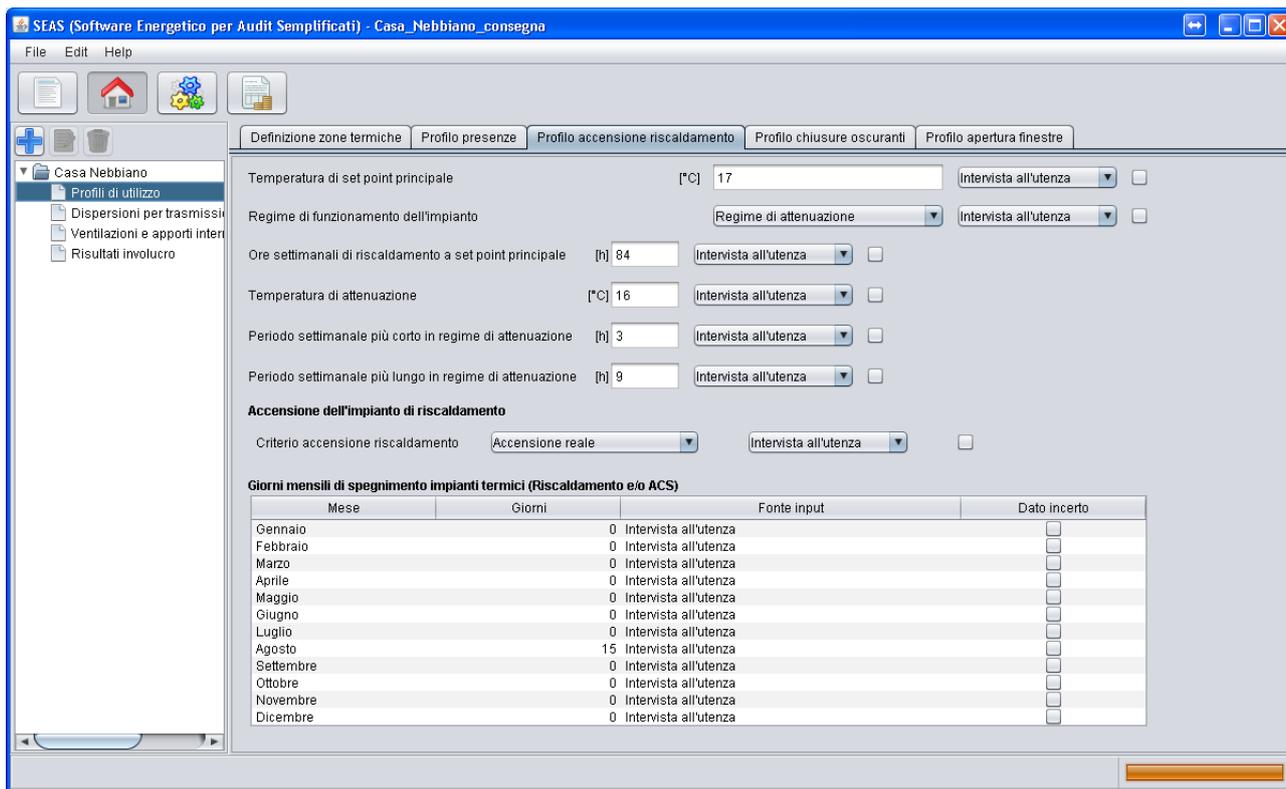
Tutti i risultati intermedi nella zona di destra sono da intendersi medi su tutte le ore del giorno.



### B.1.3 Scheda "Profilo accensione riscaldamento"

In questa scheda si richiede la definizione dei profili di accensione e di temperatura impostati per il riscaldamento. Sono presenti tre possibilità di conduzione: il regime di accensione continuo, quello intermittente e quello in attenuazione. Si ricorda che per simulare queste tre tipologie di conduzione, la

normativa UNI TS 11300-1:2008[10] rimanda, per le diagnosi energetiche, alla normativa UNI EN ISO 13790:2008[11]. In particolare, se il regime di accensione non è continuo, viene calcolato il fabbisogno di energia termica dell’involucro in regime continuo (come se non fosse presente alcun tipo di intermittenza o attenuazione), ma con termostatazione ad una temperatura di set-point diversa da quella nominale presente in regime di riscaldamento, oppure con l’applicazione di un coefficiente riduttivo al fabbisogno stesso. Dunque i dati richiesti all’auditor sono diversi in funzione della prima scelta del regime di funzionamento dell’impianto. Nella figura seguente si riporta un caso esemplificativo. Anche in questo caso non si hanno risultati intermedi da visualizzare.



#### B.1.4 Scheda “Profilo chiusure oscuranti”

In questa scheda sono richiesti i profili di utilizzo delle chiusure oscuranti presenti nelle finestre/porte della zona. Si intendono per chiusure oscuranti quei dispositivi esterni all’infisso che schermano l’irraggiamento solare, a prescindere dalla tenuta all’aria degli stessi. Questa scheda va quindi compilata non solo nel caso di avvolgibili esterni, ma anche nel caso di chiusure ad alta ventilazione (persiane comuni non regolabili, tende esterne, frangisole a lamelle fissi, pensiline, etc.).

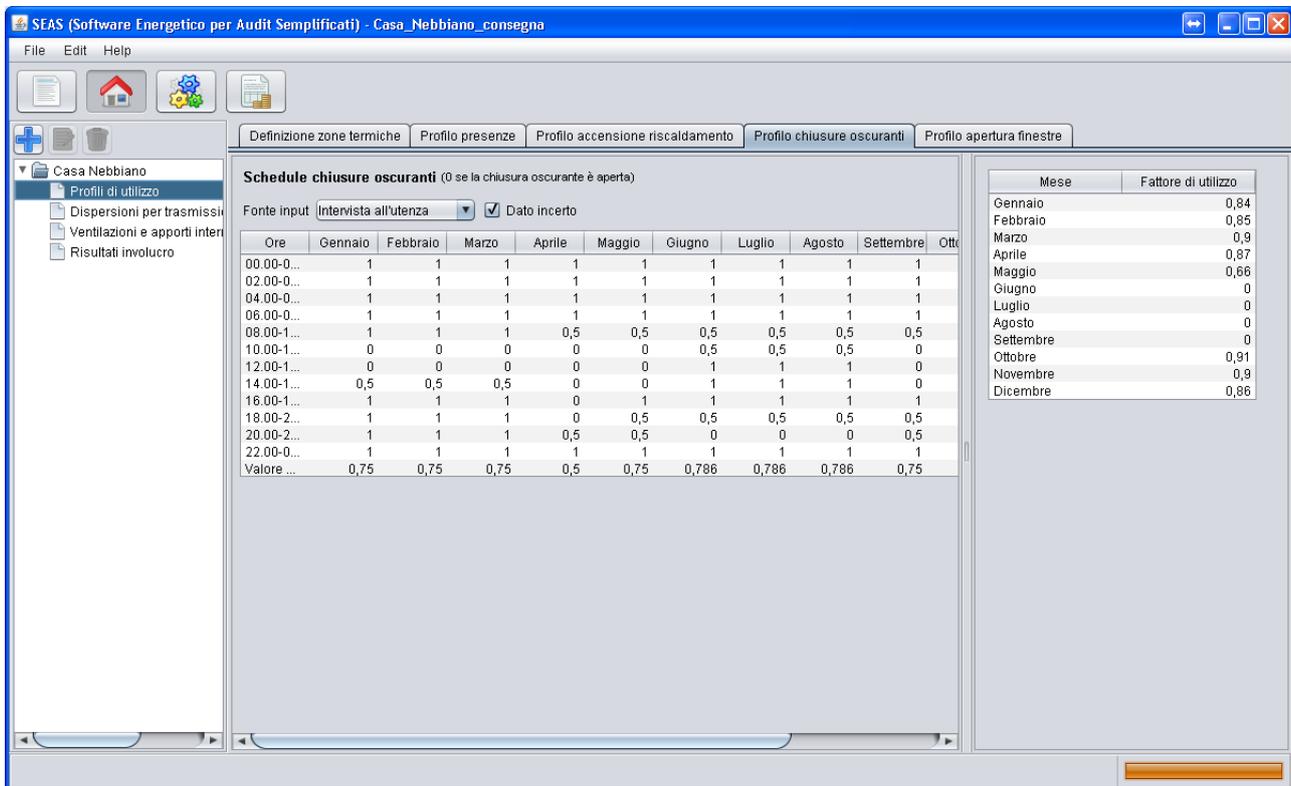
Come si nota dalla figura seguente, i valori richiesti sono unici per tutta la zona, biorari e differenziati per mese, quindi l’auditor dovrà ricavare dall’intervista all’utenza un valore medio su tutte le chiusure oscuranti presenti e sull’intervallo di tempo interessato.

Si ricorda anche che il valore da inserire è compreso tra 0 (corrispondente a chiusura oscurante non utilizzata, ovvero infisso irraggiato) e 1 (corrispondente a chiusura oscurante completamente utilizzata, ovvero infisso completamente ombreggiato).

Il valore medio che compare nell’ultima riga è quello nell’intervallo di luce medio annuale ed è stato suddiviso arbitrariamente in quattro fasce:

- Periodo invernale (gennaio, febbraio, marzo, novembre, dicembre): dalle 8:00 alle 16:00.
- Periodo estivo (giugno, luglio, agosto): dalle 6:00 alle 20:00.
- Periodo intermedio (aprile, maggio, settembre, ottobre): dalle 8:00 alle 18:00.

L'unico risultato intermedio visualizzabile è quello del fattore di utilizzo della chiusura oscurante, dato dalla media pesata della differenza di temperatura tra interno ed esterno sul profilo di utilizzo delle chiusure oscuranti con intervallo biorario.



**Schedule chiusure oscuranti** (0 se la chiusura oscurante è aperta)

Fonte input: Intervista all'utenza  Dato incerto

| Ore        | Gennaio | Febbraio | Marzo | Aprile | Maggio | Giugno | Luglio | Agosto | Settembre | Ottobre | Novembre | Dicembre |
|------------|---------|----------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|---------|----------|----------|
| 00.00-0... | 1       | 1        | 1     | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1         | 1       | 1        | 1        |
| 02.00-0... | 1       | 1        | 1     | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1         | 1       | 1        | 1        |
| 04.00-0... | 1       | 1        | 1     | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1         | 1       | 1        | 1        |
| 06.00-0... | 1       | 1        | 1     | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1         | 1       | 1        | 1        |
| 08.00-1... | 1       | 1        | 1     | 0,5    | 0,5    | 0,5    | 0,5    | 0,5    | 0,5       | 0,5     | 0,5      | 0,5      |
| 10.00-1... | 0       | 0        | 0     | 0      | 0      | 0,5    | 0,5    | 0,5    | 0,5       | 0,5     | 0        | 0        |
| 12.00-1... | 0       | 0        | 0     | 0      | 0      | 1      | 1      | 1      | 1         | 1       | 0        | 0        |
| 14.00-1... | 0,5     | 0,5      | 0,5   | 0      | 0      | 1      | 1      | 1      | 1         | 1       | 0        | 0        |
| 16.00-1... | 1       | 1        | 1     | 0      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1         | 1       | 1        | 1        |
| 18.00-2... | 1       | 1        | 1     | 0      | 0,5    | 0,5    | 0,5    | 0,5    | 0,5       | 0,5     | 0,5      | 0,5      |
| 20.00-2... | 1       | 1        | 1     | 0,5    | 0,5    | 0      | 0      | 0      | 0         | 0,5     | 0,5      | 0,5      |
| 22.00-0... | 1       | 1        | 1     | 1      | 1      | 1      | 1      | 1      | 1         | 1       | 1        | 1        |
| Valore ... | 0,75    | 0,75     | 0,75  | 0,5    | 0,75   | 0,786  | 0,786  | 0,786  | 0,786     | 0,75    |          |          |

| Mese      | Fattore di utilizzo |
|-----------|---------------------|
| Gennaio   | 0,84                |
| Febbraio  | 0,85                |
| Marzo     | 0,9                 |
| Aprile    | 0,87                |
| Maggio    | 0,66                |
| Giugno    | 0                   |
| Luglio    | 0                   |
| Agosto    | 0                   |
| Settembre | 0                   |
| Ottobre   | 0,91                |
| Novembre  | 0,9                 |
| Dicembre  | 0,86                |

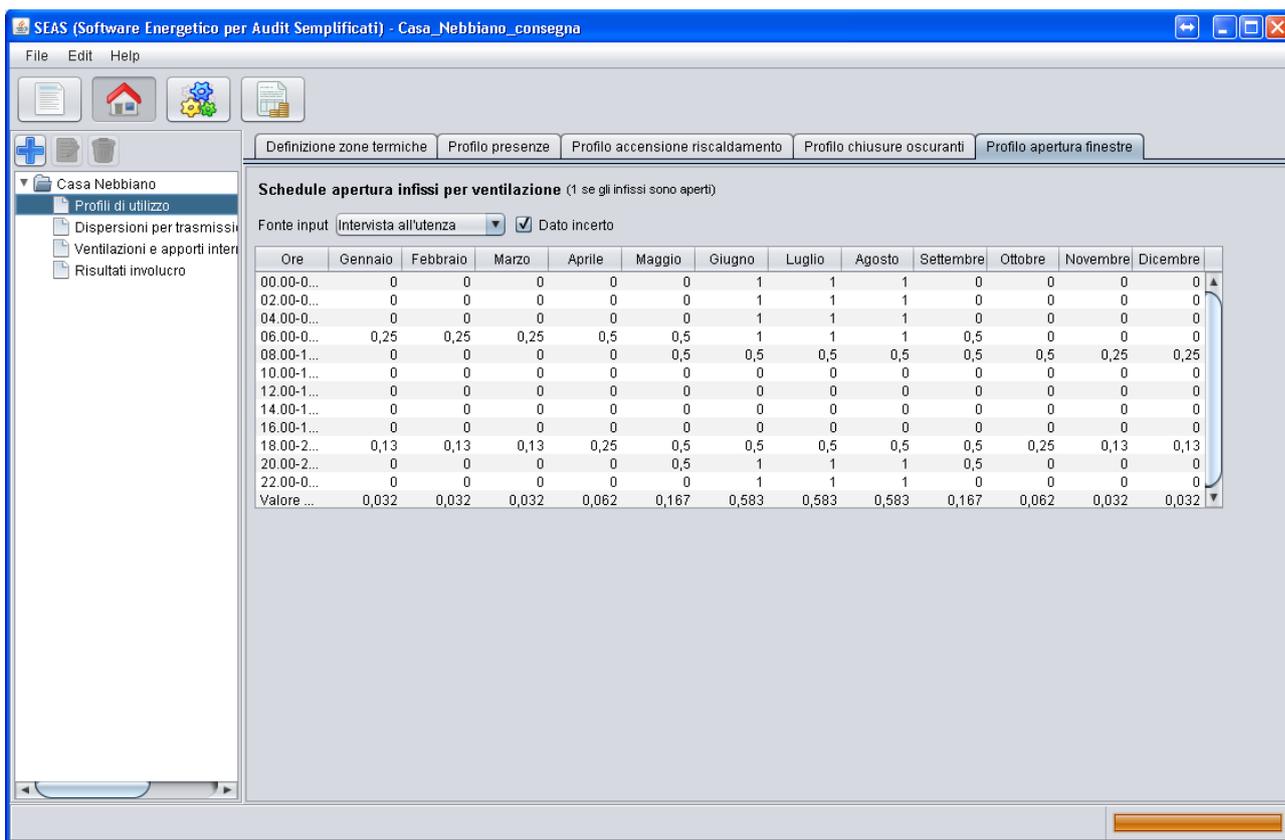
### B.1.5 Scheda "Profilo apertura finestre"

In questa scheda sono richiesti i profili di apertura degli infissi presenti (che verranno definiti nel sottosistema "Dispersioni per trasmissione", scheda "Superfici vetrate").

Come si nota dalla figura seguente, i valori richiesti sono unici per tutta la zona, biorari e differenziati per mese, quindi l'auditor dovrà ricavare dall'intervista all'utenza un valore medio su tutti i tempi di apertura degli infissi presenti in tutta la zona e sull'intervallo di tempo interessato. E' molto importante cercare di effettuare l'intervista all'utenza in modo quanto più preciso possibile (è molto frequente avere dei valori con molti decimali nella tabella).

Si ricorda anche che il valore da inserire è compreso tra 0 (corrispondente a finestra chiusa) e 1 (corrispondente a finestra aperta).

Se nella zona è presente un impianto ad aria primaria, nella scheda compare un avviso che ricorda all'utente la scelta effettuata: è infatti poco probabile che la ventilazione della zona sia effettuata naturalmente in presenza di un sistema di ventilazione meccanica (a meno che questo non sia stato progettato in maniera inadeguata).



## B.2 Dispersioni per trasmissione e apporti solari

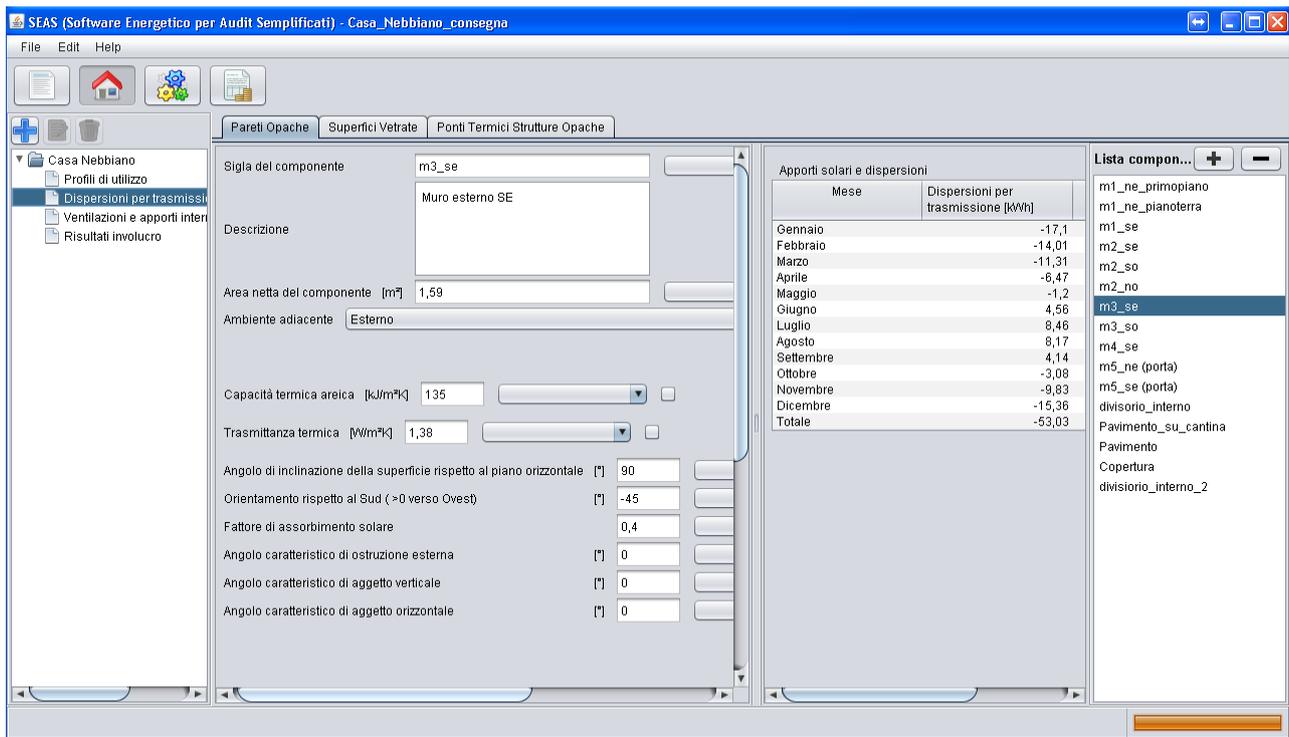
### B.2.1 Scheda "Pareti opache"

La prima schermata che l'utente troverà presenta il comando "Aggiungi nuova parete opaca e selezionala", per cui la prima operazione sarà quella di creare la prima parete opaca premendo sul tasto a destra. In questo modo si generano tutte le schede relative a tutte le pareti opache presenti, e la lista di queste comparirà sotto la "Lista componenti opachi" a destra.

In questa scheda l'auditor deve inserire tutte le pareti che delimitano la zona in esame rispetto a tutti gli ambienti confinanti (non solo l'esterno, ma anche altre zone non oggetto di diagnosi, ambienti non riscaldati, etc.). Tale precisazione è doverosa perché è importante l'inserimento anche dei divisori completamente interni alla zona, sia orizzontali che verticali, secondo quanto precisato nella UNI EN ISO 13786:2008. Si specifica che il software già duplica l'area del componente in caso di pareti completamente all'interno del volume riscaldato, ovvero nel caso di divisori interni, quindi l'auditor dovrà inserire l'area interna del componente tal quale. Per quanto riguarda invece le pareti confinanti con altri ambienti ugualmente termostataati (quindi componenti non disperdenti), la parete dovrà essere inserita tramite l'opzione "Ambiente climatizzato di altra zona termica o altro edificio". Dovranno poi essere inseriti da parte dell'auditor tutti i campi richiesti, che variano in funzione delle scelte effettuate. Si specifica che non si prevede l'inserimento della stratigrafia della parete, per cui l'auditor dovrà preventivamente calcolare la trasmittanza (utilizzando apposite banche dati e la normativa vigente) e la capacità termica specifica secondo il metodo descritto nella UNI EN ISO 13786:2008[12] (non è previsto l'utilizzo del metodo semplificato presente nella UNI/TS 11300-1, errata corrige del 20 luglio 2010[13]).

Si precisa che le superfici delle pareti opache si intendono interne, eccetto quella del pavimento per cui si tratta di area totale (come specificato nella UNI EN ISO 13370:2008[14]).

I risultati intermedi, relativi alla singola parete, sono nella tabella a destra e indicano mese per mese gli apporti solari e le dispersioni del componente, con l'ultima riga relativa al totale annuale.



SEAS (Software Energetico per Audit Semplificati) - Casa\_Nebbiano\_consegna

File Edit Help

Pareti Opache Superfici Vetrate Ponti Termici Strutture Opache

Sigla del componente: m3\_se  
Muro esterno SE

Descrizione:

Area netta del componente [m²]: 1,59  
Ambiente adiacente: Esterno

Capacità termica areica [kJ/m²K]: 135  
Trasmittanza termica [W/m²K]: 1,38

Angolo di inclinazione della superficie rispetto al piano orizzontale [\*]: 90  
Orientamento rispetto al Sud (>0 verso Ovest) [\*]: -45  
Fattore di assorbimento solare: 0,4  
Angolo caratteristico di ostruzione esterna [\*]: 0  
Angolo caratteristico di aggetto verticale [\*]: 0  
Angolo caratteristico di aggetto orizzontale [\*]: 0

Apporti solari e dispersioni

| Mese      | Dispersioni per trasmissione [KWh] |
|-----------|------------------------------------|
| Gennaio   | -17,1                              |
| Febbraio  | -14,01                             |
| Marzo     | -11,31                             |
| Aprile    | -6,47                              |
| Maggio    | -1,2                               |
| Giugno    | 4,56                               |
| Luglio    | 8,46                               |
| Agosto    | 8,17                               |
| Settembre | 4,14                               |
| Ottobre   | -3,08                              |
| Novembre  | -8,83                              |
| Dicembre  | -15,36                             |
| Totale    | -53,03                             |

Lista compon...

- m1\_ne\_primopiano
- m1\_ne\_pianoterra
- m1\_se
- m2\_se
- m2\_so
- m2\_no
- m3\_se**
- m3\_so
- m4\_se
- m5\_ne (porta)
- m5\_se (porta)
- divisorio\_interno
- Pavimento\_su\_cantina
- Copertura
- divisorio\_interno\_2

### B.2.2 Scheda "Superfici vetrate"

Questa scheda si riferisce a tutti i componenti che hanno una parte vetrata o comunque trasparente alla radiazione solare, quindi finestre, portefinestre, lucernari, etc.

Nella prima schermata l'utente troverà il comando "Aggiungi nuova superficie vetrata e selezionala", per cui la prima operazione sarà quella di creare la prima superficie vetrata premendo sul tasto a destra. In questo modo si generano tutte le schede relative a tutte le superfici vetrate presenti, e la lista di queste comparirà sotto la "Lista componenti vetrati" a destra.

Dovranno quindi essere inseriti da parte dell'auditor tutti i campi richiesti, che variano in funzione delle scelte effettuate.

Si specifica che, nel caso in cui siano presenti le chiusure oscuranti, saranno richiesti due valori:

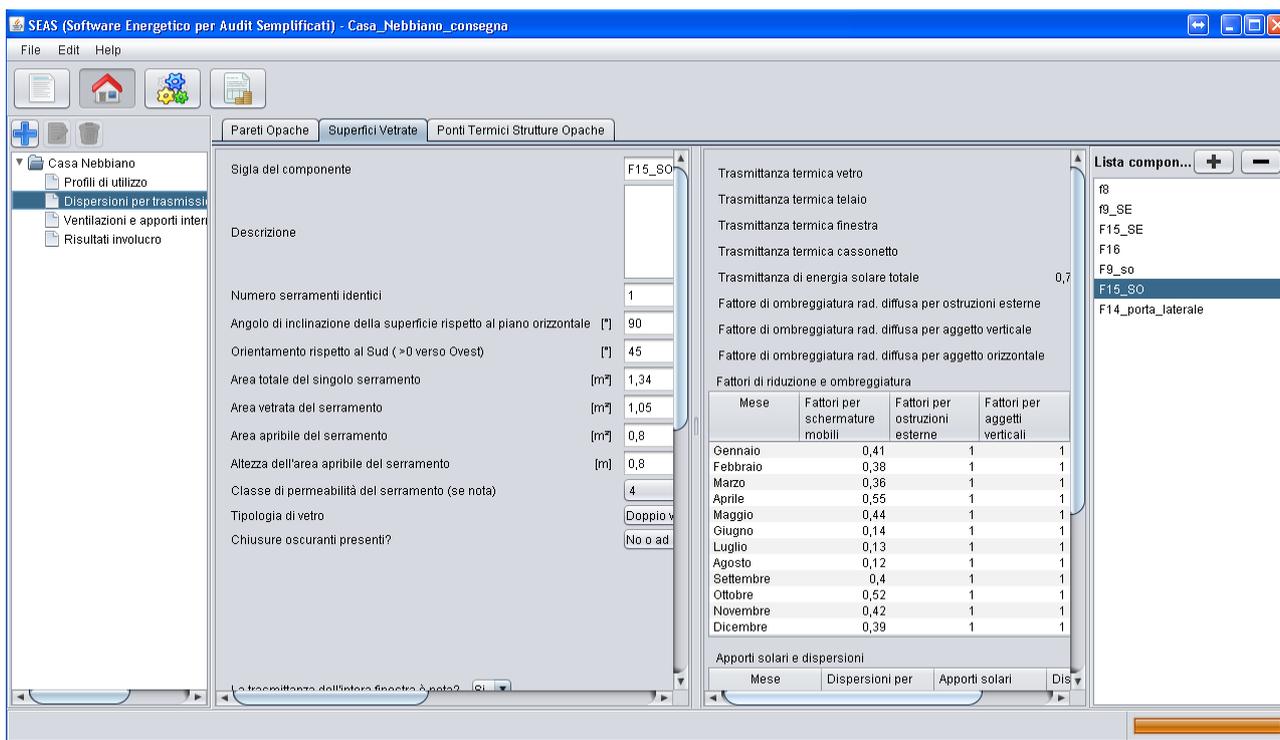
- La trasmittanza termica dell'intero serramento, compresa la chiusura oscurante: tale trasmittanza sarà utilizzata per il calcolo delle dispersioni attraverso il componente vetrato nelle ore in cui la chiusura oscurante risulta utilizzata (tali ore devono essere indicate nella scheda "Profilo chiusure oscuranti");
- La trasmittanza termica dell'intera finestra, intendendo con ciò la trasmittanza relativa ai soli telaio e vetro: tale trasmittanza sarà utilizzata per il calcolo delle dispersioni attraverso il componente finestrato nelle ore in cui la chiusura oscurante non risulta utilizzata.

I risultati intermedi, relativi alla singola parete, sono nella tabella a destra e indicano mese le variabili significative del componente e infine i risultati mese per mese in termini di apporti solari, dispersioni per trasmissione e dispersioni per ventilazione del componente, con l'ultima riga relativa al totale annuale.

Rispetto alle pareti opache si nota un numero maggiore di risultati visualizzati, perché il calcolo effettuato risulta più complesso e influenzato da più elementi.

Si ricorda che nel campo di input della classe di permeabilità del serramento, questo non va compilato se essa non è nota.

Si specifica che i ponti termici relativi alle superfici vetrate vanno inseriti nella scheda dei ponti termici, e che questi sono da computare soltanto se non già compresi nella trasmittanza nota. Occorre verificare i valori forniti dalla casa produttrice dei serramenti.

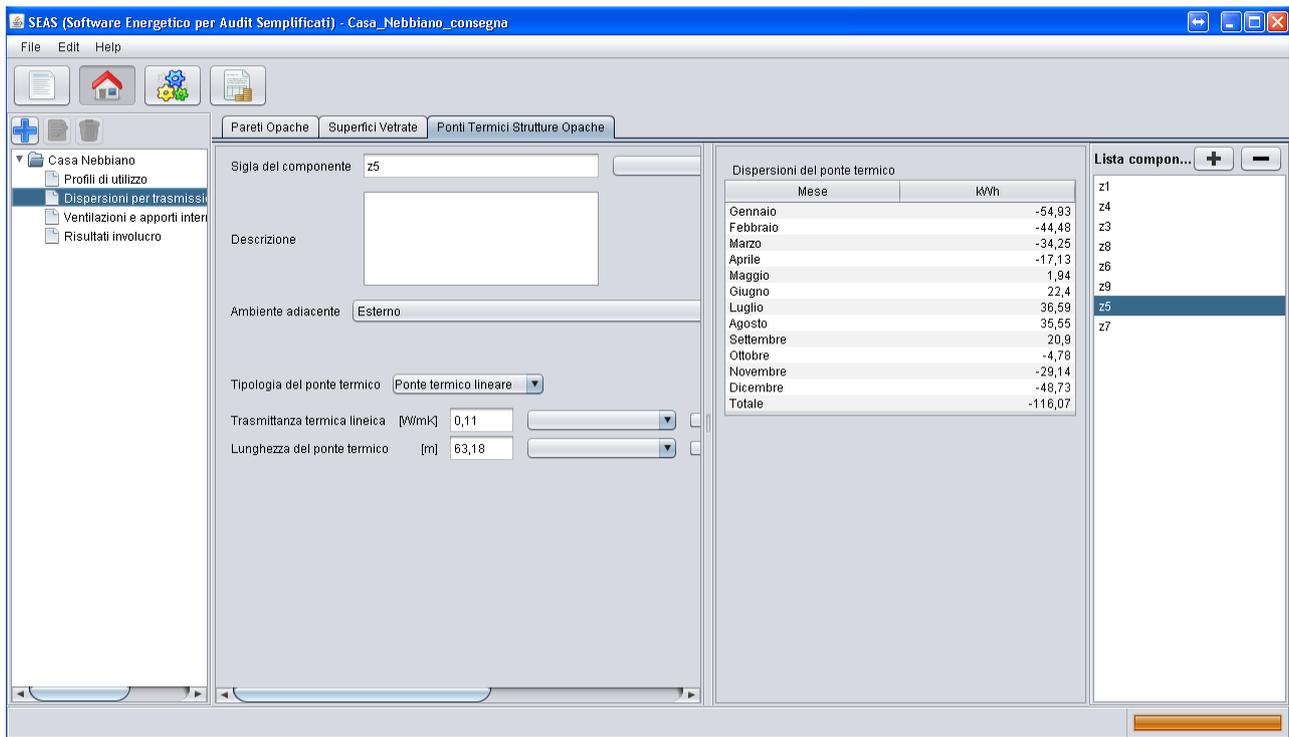


### B.2.3 Scheda "Ponti termici strutture opache"

Questa scheda si riferisce a tutti i ponti termici presenti nella struttura, siano lineari o puntuali. La prima schermata che l'utente troverà presenterà il comando "Aggiungi nuovo ponte termico e selezionalo", per cui la prima operazione sarà quella di creare il primo ponte termico premendo sul tasto a destra. In questo modo si generano tutte le schede relative a tutte i ponti termici presenti, e la lista di queste comparirà sotto la "Lista ponti termici" a destra.

Dovranno quindi essere inseriti da parte dell'auditor tutti i campi richiesti, che variano in funzione delle scelte effettuate.

I valori di trasmittanza termica lineare o puntuale sono valori di inserimento, non sono presenti cataloghi di valori disponibili. L'auditor può far riferimento a manuali europei come specificato in normativa, mentre è sconsigliato l'uso di valori utilizzati per il calcolo della potenza (ovvero valori di progetto).



The screenshot shows the SEAS software interface for component 'z5'. The main window displays the 'Ponti Termici Strutture Opache' tab. On the left, a tree view shows the project structure. The central area contains input fields for component details: 'Sigla del componente' is 'z5', 'Ambiente adiacente' is 'Esterno', 'Tipologia del ponte termico' is 'Ponte termico lineare', 'Trasmittanza termica lineica' is 0,11 W/m<sup>2</sup>K, and 'Lunghezza del ponte termico' is 63,18 m. On the right, a table shows monthly thermal bridge dispersion values in kWh, with a total of -116,07 kWh. A 'Lista compon...' panel on the far right lists components z1 through z7, with z5 highlighted.

| Mese      | kWh     |
|-----------|---------|
| Gennaio   | -54,93  |
| Febbraio  | -44,48  |
| Marzo     | -34,25  |
| Aprile    | -17,13  |
| Maggio    | 1,94    |
| Giugno    | 22,4    |
| Luglio    | 36,59   |
| Agosto    | 35,55   |
| Settembre | 20,9    |
| Ottobre   | -4,78   |
| Novembre  | -29,14  |
| Dicembre  | -48,73  |
| Totale    | -116,07 |

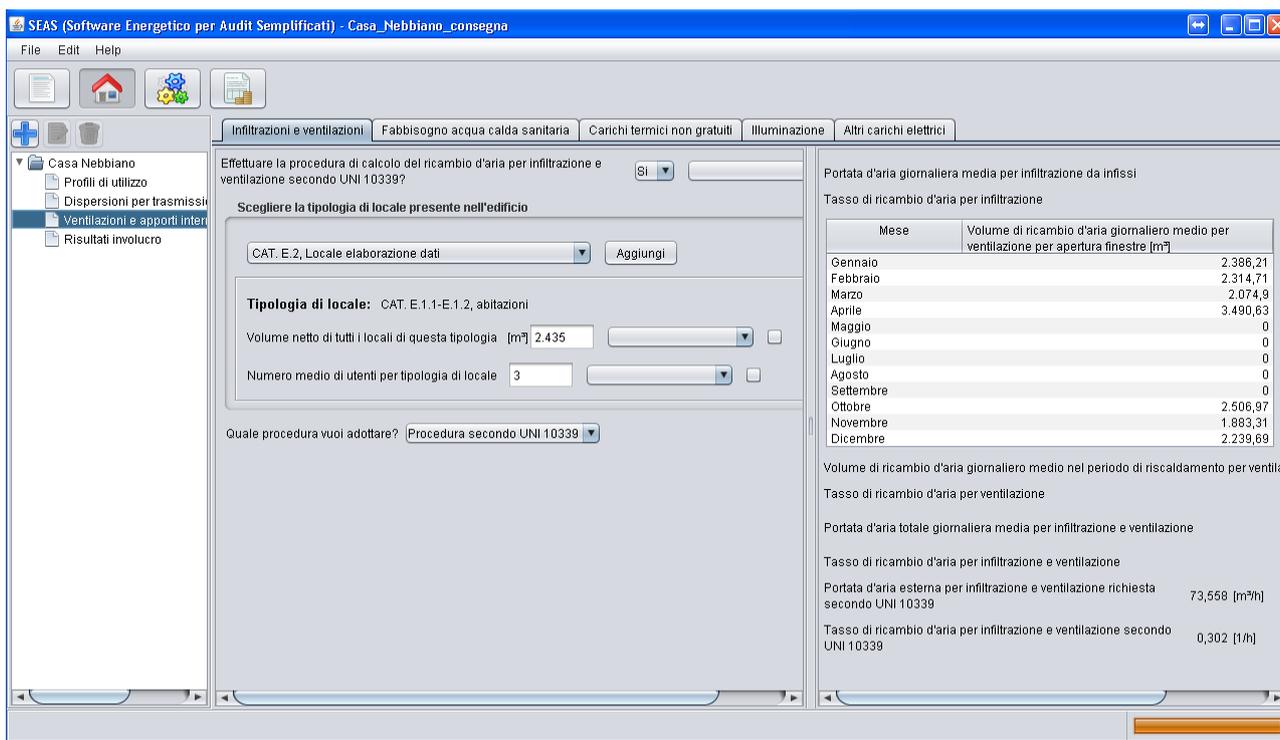
### **B.3 Ventilazioni ed apporti interni**

#### **B.3.1 Scheda "Infiltrazioni e ventilazioni"**

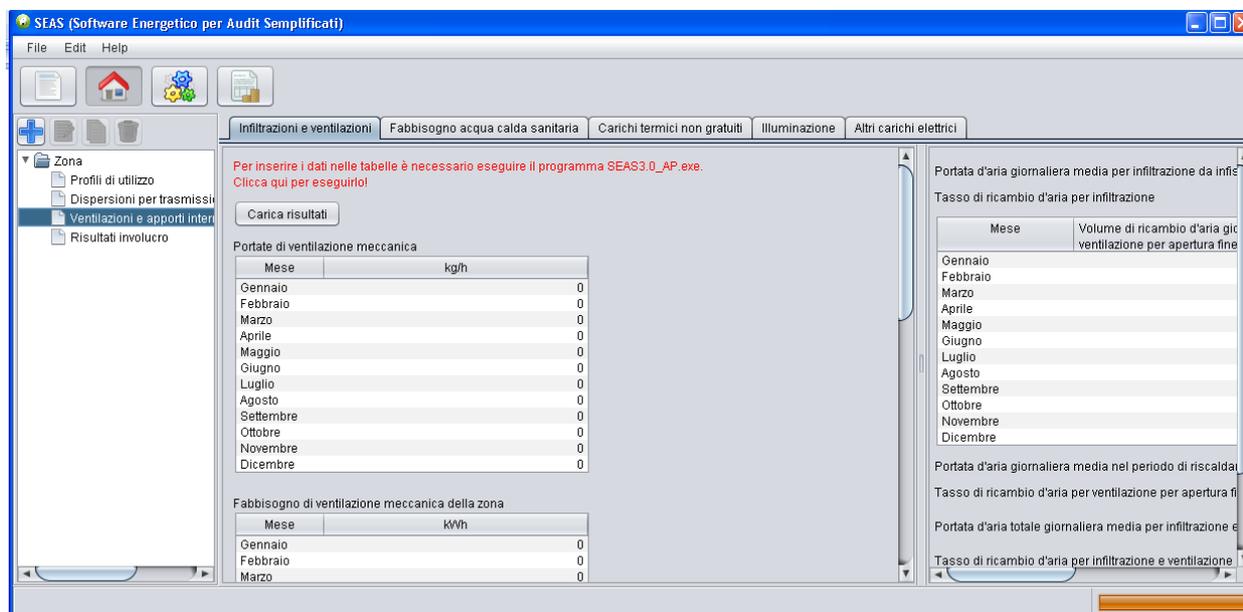
In questa scheda si visualizzano i risultati delle dispersioni per infiltrazione e ventilazione.

Nel caso in cui non sia presente un impianto ad aria primaria, le dispersioni per ventilazione sono quelle relative alle perdite dovute all'apertura delle finestre già specificati in altre schede precedenti (scheda "Superfici vetrate" e scheda "Profilo apertura finestre"), definiti "procedura realistica". Inoltre, sempre in caso di assenza di impianto ad aria primaria, si può effettuare il calcolo relativo alle dispersioni per ventilazione/infiltrazioni necessarie per il rispetto della normativa UNI 10339:1995 [15] in termini di requisiti igienici dell'aria interna (in questo caso, le infiltrazioni risultano nulle, perché già incluse nell'output delle dispersioni per ventilazione). Questo non è obbligatorio, ma può essere utilizzato come verifica del rispetto della normativa o come valore di confronto con quelli ottenuti con il metodo realistico. In coda alla scheda viene chiesto all'auditor quale procedura adottare in modo definitivo.

Nella parte destra si possono visualizzare i risultati intermedi relativi alle procedure adottate, in termini di volumi d'aria mensili, portate d'aria giornaliere medie e tassi di ricambio giornalieri medi. Si ponga particolare attenzione sul fatto che il valore del volume di ricambio di aria giornaliera medio nel periodo di riscaldamento per ventilazione è mediato effettivamente solo sui mesi in cui è utilizzato l'impianto di riscaldamento: ciò serve a non considerare i mesi estivi (non simulati nel software). Tali dati sono ricavati dagli input inseriti nel "Profilo di apertura finestre": in particolare, se in un mese specifico non è mai effettuata una ventilazione naturale per apertura finestre, il corrispettivo valore di volume di ricambio d'aria giornaliero medio per ventilazione (nella tabella degli output intermedi in "Infiltrazioni e ventilazioni") sarà nullo. Si presti attenzione quindi nella compilazione del profilo delle aperture delle finestre, per ottenere quindi risultati realistici nella sezione di ventilazione.



Nel caso invece in cui sia presente un impianto ad aria primaria, nella parte alta della schermata compare un avviso, che avverte l'utente che la compilazione della scheda può avvenire solamente tramite l'esecuzione della routine esterna sull'aria primaria.



### Routine esterna in presenza di impianto di aria primaria

Premendo il link, il software SEAS 3.0 inizializza automaticamente la routine esterna in Matlab, creando anche un file di dati contenente tutti gli input necessari alla simulazione. La routine esterna calcola le portate di aria primaria necessarie a ogni zona e i fabbisogni di energia dell'impianto. All'apertura, questa si presenta come nella figura seguente, con alcuni dati di input già inseriti automaticamente e non modificabili dall'utente.

**Aria Primaria**

**SEAS - Software Energetico per Audit Semplicati - Simplified Energy Auditing Software - versione 3.0 (settembre 2014)**  
**Routine per il calcolo del fabbisogno energetico per il servizio di aria primaria**

D. Testi, D. Della Vista, E. Schito, E. Menchetti, P. Conti, G. Diodato, S. Moncelli, W. Grassi - Università di Pisa, Dipartimento di Ingegneria dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni (DESTEC)  
 G. Fasano, P. Signoretti - Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile (ENEA), Centro Ricerche Casaccia

**Dati geografici**

PI  Altitudine provincia (m)  
 Cascina  Altitudine zona (m)

**Caratterizzazione zona**

T setpoint zona (°C)   
 Portata di infiltrazione (m³/h)   
 Volume zona (m³)

**Caratterizzazione sottozona**

| ID SOTTOZONA                                      | TIPO | SUPERFICIE (m²) | VOLUME (m³) | PORTATA (m³/h) | TASSO RICAMBIO (Vol/h) |
|---|------|-----------------|-------------|----------------|------------------------|
| <input type="button" value="Aggiungi Sottozona"/> |      |                 |             |                |                        |

**Portata di ventilazione da apertura finestre (m³/h)**

|  | Gennaio | Febbraio | Marzo | Aprile | Maggio | Giugno | Luglio | Agosto | Settembre | Ottobre | Novembre | Dicembre |
|--|---------|----------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|---------|----------|----------|
|  | 40      | 45       | 60    | 55     | 50     | 47     | 53     | 57     | 43        | 50      | 100      | 20       |

**Ventilatore**

Tipo  
 Singolo  
 Doppio

Caratteristiche del ventilatore  
 Potenza nominale (W)   
 Regolazione potenza  
 Potenza fissa   
 Portata nominale nota (m³/h)

Regolazione portata  
  
 Fattore di recupero termico all'aria

**Profilo di utilizzo del ventilatore (compreso tra 0 e 1)**

| n°giorni festivi settimanali | 0:00 - 2:00 | 2:00 - 4:00 | 4:00 - 6:00 | 6:00 - 8:00 | 8:00 - 10:00 | 10:00 - 12:00 | 12:00 - 14:00 | 14:00 - 16:00 | 16:00 - 18:00 | 18:00 - 20:00 | 20:00 - 22:00 | 22:00 - 24:00 |
|------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Lavorativo                   | 0           | 0           | 0           | 0           | 0            | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| Festivo                      | 0           | 0           | 0           | 0           | 0            | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |

**UTA**

**BATTERIA DI RISCALDAMENTO**  
 Presente  Non presente  
 T immissione nella zona (°C)

**UMIDIFICATORE**  
 Presente  Non presente  
 Umidità relativa della zona (%)

**Recuperatore**  
 Presente

Vengono ad esempio caricati automaticamente la provincia e il comune dove si trova l'edificio, i dati climatici, la temperatura di set-point di zona, i profili di apertura delle finestre e il tasso di infiltrazione. Si specifica che i dati caricati sono quelli relativi alla zona dalla quale è stata lanciata la routine esterna. Se in un edificio sono presenti più zone dotate di impianti di aria primaria, per ognuna di esse è necessario lanciare da SEAS la routine esterna. Si fa presente che ad ogni zona deve essere associata una e una sola Unità di Trattamento dell'Aria (UTA) con relativi ventilatori, mentre l'impianto che fornisce acqua calda alle batterie della UTA può servire più zone; in quest'ultimo caso, l'utente dovrà specificare i millesimi del servizio di aria primaria (si veda il successivo Paragrafo C).

In base ai dati caricati, la routine esterna ricrea l'andamento della temperatura su scala bioraria nel giorno medio mensile: questi dati, insieme agli altri dati climatici, sono visualizzabili dall'utente premendo il tasto "Visualizza dati climatici".

**Dati climatici**

|           | Temperatura esterna (°C) | Pressione di vapore esterna (Pa) | Umidità relativa esterna (%) |
|-----------|--------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| Gennaio   | 10.00                    | 790.00                           | 64.14                        |
| Febbraio  | 12.00                    | 917.00                           | 65.10                        |
| Marzo     | 14.00                    | 937.00                           | 58.27                        |
| Aprile    | 16.00                    | 1156.00                          | 63.09                        |
| Maggio    | 18.00                    | 1586.00                          | 76.10                        |
| Giugno    | 20.00                    | 1656.00                          | 69.98                        |
| Luglio    | 22.00                    | 2029.00                          | 75.65                        |
| Agosto    | 20.00                    | 2081.00                          | 87.94                        |
| Settembre | 18.00                    | 1762.00                          | 84.54                        |
| Ottobre   | 16.00                    | 1530.00                          | 83.50                        |
| Novembre  | 14.00                    | 1189.00                          | 73.94                        |
| Dicembre  | 12.00                    | 922.00                           | 65.45                        |

Temperatura esterna bioraria (°C)

|             | Gennaio | Febbraio | Marzo | Aprile | Maggio | Giugno | Luglio | Agosto | Settembre | Ottobre | Novembre | Dicembre |
|-------------|---------|----------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-----------|---------|----------|----------|
| 0.00-2.00   | 8.09    | 9.84     | 11.33 | 12.93  | 14.29  | 16.16  | 17.95  | 16.16  | 14.84     | 13.43   | 11.75    | 10.11    |
| 2.00-4.00   | 7.68    | 9.09     | 10.54 | 11.97  | 13.31  | 15.03  | 16.88  | 15.08  | 14.16     | 12.70   | 11.30    | 8.88     |
| 4.00-6.00   | 7.26    | 8.52     | 10.04 | 11.23  | 12.66  | 14.35  | 16.17  | 14.48  | 13.37     | 12.09   | 10.85    | 9.29     |
| 6.00-8.00   | 6.93    | 8.15     | 9.74  | 11.23  | 13.53  | 15.71  | 17.12  | 14.60  | 13.03     | 11.67   | 10.49    | 9.13     |
| 8.00-10.00  | 7.68    | 9.37     | 11.62 | 13.99  | 16.80  | 19.10  | 20.69  | 17.72  | 15.63     | 13.53   | 11.84    | 9.87     |
| 10.00-12.00 | 10.08   | 12.47    | 15.58 | 18.86  | 21.38  | 23.39  | 25.45  | 23.36  | 20.94     | 18.06   | 15.17    | 12.16    |
| 12.00-14.00 | 13.57   | 15.85    | 18.36 | 20.98  | 23.12  | 25.09  | 27.36  | 25.64  | 23.54     | 20.94   | 18.32    | 15.61    |
| 14.00-16.00 | 15.06   | 17.45    | 19.45 | 21.62  | 23.45  | 25.54  | 27.83  | 26.12  | 24.10     | 21.77   | 19.40    | 17.00    |
| 16.00-18.00 | 14.15   | 16.70    | 18.65 | 20.66  | 22.69  | 24.75  | 27.12  | 25.52  | 22.75     | 20.53   | 18.23    | 15.85    |
| 18.00-20.00 | 11.49   | 13.97    | 16.28 | 18.44  | 20.83  | 22.94  | 25.21  | 23.24  | 20.15     | 17.65   | 15.26    | 13.23    |
| 20.00-22.00 | 9.50    | 11.81    | 14.00 | 16.11  | 18.22  | 20.45  | 22.60  | 20.48  | 17.77     | 15.38   | 13.19    | 11.34    |
| 22.00-24.00 | 8.67    | 10.78    | 12.42 | 14.09  | 15.71  | 17.63  | 19.62  | 17.72  | 15.85     | 14.15   | 12.38    | 10.69    |

L'utente deve inserire prima le caratteristiche di ogni sottozona facente parte della macro-zona: per far ciò deve cliccare sul tasto "Aggiungi sottozona" e si aprirà una schermata come la seguente.

**SchedaSottozona**

ID sottozona:  Chiudi e salva

Caratterizzazione sottozona

Superficie netta (m²):  Volume netto (m³):  Tipo di sottozona:  T di setpoint zona (°C):

Produzione di calore sensibile e latente, per persona, secondo VDI 2078

Tipo di attività:  Leggera  Moderata  Pesante

|                            | Carichi |
|----------------------------|---------|
| Totale, per persona (W)    | 120     |
| Sensibile, per persona (W) | 93.7500 |
| Latente, per persona (W)   | 26.2500 |
| Latente, per persona (g/h) | 36.2500 |

Determinazione persone sottozona

È noto il numero delle persone di progetto della sottozona?

n° persone di progetto:  Indice di affollamento per m²:

Portata di aria esterna secondo UNI10339

Portata di aria esterna di progetto (l/s per persona)

Altitudine di riferimento (m)

Tasso di ricambio aria di progetto (Vol/h)

Portata di progetto (m³/h)

Modalità di controllo della portata:  Nessuna  Presenza persone

Umidità (%)   C O<sub>2</sub>

Profilo di occupazione (numero di persone)

|            | 0:00 - 2:00 | 2:00 - 4:00 | 4:00 - 6:00 | 6:00 - 8:00 | 8:00 - 10:00 | 10:00 - 12:00 | 12:00 - 14:00 | 14:00 - 16:00 | 16:00 - 18:00 | 18:00 - 20:00 | 20:00 - 22:00 | 22:00 - 24:00 |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Lavorativo | 0           | 0           | 0           | 3           | 8            | 10            | 8             | 10            | 7             | 3             | 0             | 0             |
| Festivo    | 0           | 0           | 0           | 0           | 0            | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |

Oltre agli ovvi dati riguardanti la superficie utile e il volume netto della sottozona, vanno inseriti:

- Il numero di progetto delle persone della sottozona, che può essere inserito manualmente dall'utente oppure può essere inserito in automatico dal programma utilizzando gli indici di affollamento della normativa UNI 10339, Appendice A[15] e la superficie utile. Nel caso di

residenziale, non è necessario inserire tale valore, in quanto si utilizza il valore standard di 0.5 vol/h di tasso di ricambio;

- Il tipo di attività degli utenti della zona (leggera, moderata o pesante): il programma calcola la produzione di calore (nelle due quote sensibile e latente) in base al numero di progetto delle persone della sottozona precedentemente specificato;
- Il profilo di occupazione della sottozona, con cadenza bioraria nel giorno tipo annuale lavorativo e festivo;
- Le modalità di regolazione della portata nella sottozona. Sono previste quattro modalità: nessuna regolazione, regolazione basata sulla presenza degli utenti, sulla misurazione dell'umidità relativa, sulla misurazione della quantità di CO<sub>2</sub>. Un'analisi più approfondita di queste quattro modalità di regolazione è spiegata nel precedente Capitolo 2.

Una volta inseriti tutti i dati, premendo il tasto “Chiudi e salva”, la schermata di sottozona si chiude, riportando sulla schermata principale della routine alcuni dei dati di sottozona inseriti. Se si vogliono modificare alcuni dati di una sottozona già inserita, bisogna cliccare due volte sulla cella della tabella “Caratterizzazione sottozone” contenente l'ID della sottozona da modificare. Compare in tal modo un pop-up, che chiede all'utente se voglia modificare o eliminare la sottozona. In caso di errore, l'utente può cliccare su “Annulla”, evitando quindi sia la modifica sia l'eliminazione della sottozona.

Si sottolinea che è fondamentale l'inserimento di almeno una sottozona per procedere con il calcolo. Se infatti l'auditor non inserisce neanche una sottozona, la routine dà un segnale di errore.

L'utente deve infine inserire i dati riguardanti l'impianto di aria primaria, in particolare:

- Il tipo di ventilatore (singolo, ossia ventilatore sulla mandata o ripresa; doppio, ossia sia sulla mandata che sulla ripresa);
- Le caratteristiche del ventilatore di mandata (in caso di ventilatore a doppio flusso, si assume che le caratteristiche del ventilatore di mandata coincidano con quelle del ventilatore di ripresa);
- Il profilo di utilizzo del ventilatore, su periodo bi-orario, per il giorno tipo lavorativo e il giorno tipo festivo (specificando quanti giorni, nella zona, vengano considerati “festivi” su una settimana, che di default sono posti pari a 2);
- La presenza o meno della batteria di riscaldamento, dell'umidificatore e del recuperatore.

Per verificare la correttezza delle scelte effettuate, si può premere il tasto “Visualizza schema impiantistico”, che fa aprire una nuova schermata nel quale è riportato uno schema semplificato dell'impianto in base ai componenti che l'auditor ha classificato come “presenti” nell'impianto.

Tra le caratteristiche del ventilatore, vanno riportate la potenza nominale (e, se nota, la portata nominale), nonché le modalità di regolazione della potenza del ventilatore (potenza fissa, regolazione a gradini, numero di giri modulabile con inverter) e le modalità di regolazione della portata (on/off, saracinesca di regolazione, by-pass). La scelta del tipo di regolazione del ventilatore comporta la visualizzazione, nella schermata, di specifici campi di inserimento dati (se si sceglie la regolazione di potenza con inverter, viene chiesto all'utente di inserire il valore minimo di parzializzazione, mentre, scegliendo la regolazione a gradini, vengono richiesti i livelli di parzializzazione presenti).

È inoltre presente il campo “Fattore di recupero termico all'aria” (di default pari a 1), in cui l'utente deve inserire un valore compreso tra 0 e 1 che indica la parte di energia di compressione del ventilatore che è ceduta all'aria sotto forma di energia termica.

Nella sezione relativa alla batteria di riscaldamento, è possibile inserire la temperatura di immissione dell'aria nella zona, che quindi può anche non essere neutra (cioè non essere alla stessa temperatura di set-point della zona sulla quale si ha il servizio di aria primaria). Nel caso in cui la temperatura di immissione sia minore di quella di set-point, sarà presente un carico aggiuntivo sensibile di energia, a carico delle unità di emissione presenti nella zona. Se la batteria di riscaldamento non è presente, si suppone che il ventilatore immetta direttamente aria alla temperatura esterna.

Nella sezione relativa all'umidificatore, è possibile inserire il valore di umidità relativa da inseguire nella zona (di default è il 50%). È importante sottolineare che l'umidificatore di zona è presente solamente nel caso in cui ci sia almeno una sottozona con controllo di umidità, altrimenti la routine considera l'umidificatore non presente.

Nella sezione del recuperatore (se presente), è possibile inserire i valori di efficienza a più livelli di portata. La routine calcola il valore di efficienza del recuperatore relativo all'effettiva portata circolante.

Una volta inseriti tutti i dati, premendo il tasto "Calcola" comparirà una schermata con i risultati ottenuti, in una tabella (un esempio della quale è visibile nella figura successiva) in cui compaiono i dati mensili di portata oraria di immissione in zona, i fabbisogni aggiuntivi termici d'involucro (nel caso in cui l'aria in immissione non sia neutra, e quindi a carico dei terminali di emissione di zona), il fabbisogno termico alle batterie della UTA (diviso anche nelle due quote di sensibile e latente) e i carichi elettrici dovuti ai ventilatori e circolatori dell'impianto.

|           | Portata di zona (m³/h) | Fabbisogno termico d'involucro per ventilazione meccanica (kWh) | Fabb. termico batterie UTA (kWh) | Fabb. UTA, quota sensibile (kWh) | Fabb. UTA, quota latente (kWh) | Fabb. elettrico ventilatori (kWh) |
|-----------|------------------------|---|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| Gennaio   | 198.00                 | -4.35   | 4.55                             | 0.31                             | 4.24                           | 13.50                             |
| Febbraio  | 198.00                 | -4.69   | 0.75                             | 0.41                             | 0.33                           | 14.00                             |
| Marzo     | 198.00                 | -5.36   | 0.81                             | 0.47                             | 0.13                           | 15.50                             |
| Aprile    | 198.00                 | -5.39   | 0.47                             | 0.47                             | 0.00                           | 15.00                             |
| Maggio    | 198.00                 | -5.65   | 0.38                             | 0.38                             | 0.00                           | 15.50                             |
| Giugno    | 198.00                 | -5.49   | 0.32                             | 0.32                             | 0.00                           | 15.00                             |
| Luglio    | 198.00                 | -5.79   | 0.43                             | 0.43                             | 0.00                           | 15.50                             |
| Agosto    | 198.00                 | -5.88   | 0.58                             | 0.58                             | 0.00                           | 15.50                             |
| Settembre | 198.00                 | -5.47   | 0.53                             | 0.53                             | 0.00                           | 15.00                             |
| Ottobre   | 198.00                 | -5.42   | 0.49                             | 0.49                             | 0.00                           | 15.50                             |
| Novembre  | 198.00                 | -5.01   | 0.37                             | 0.37                             | 0.00                           | 15.00                             |
| Dicembre  | 198.00                 | -3.67   | 0.46                             | 0.23                             | 0.23                           | 11.50                             |

Nella scheda di Risultati, è presente un tasto "Visualizza dati di dettaglio", viene aperto automaticamente un file contenente i risultati dettagliati del calcolo, quali, per esempio:

- l'andamento dell'umidità interna e la portata e il tasso di ventilazione meccanica nel giorno tipo lavorativo e festivo, per ogni sottozona, su periodo bi-orario per ogni mese.
- Il tempo di accensione del ventilatore di zona, l'efficienza del recuperatore e le caratteristiche dell'aria di immissione (in termini di temperatura e umidità) nel giorno tipo lavorativo e festivo, su periodo bi-orario per ogni mese.

Infine, tornando nella schermata principale e premendo il tasto "Chiudi tutto e salva", la routine crea automaticamente un file con i dati di output che saranno importati in SEAS cliccando il tasto "Carica risultati": il software caricherà automaticamente i risultati calcolati dalla routine esterna dell'aria primaria e li visualizzerà nelle relative tabelle. Contemporaneamente, tutte le sottofinestre della routine esterna verranno chiuse automaticamente.

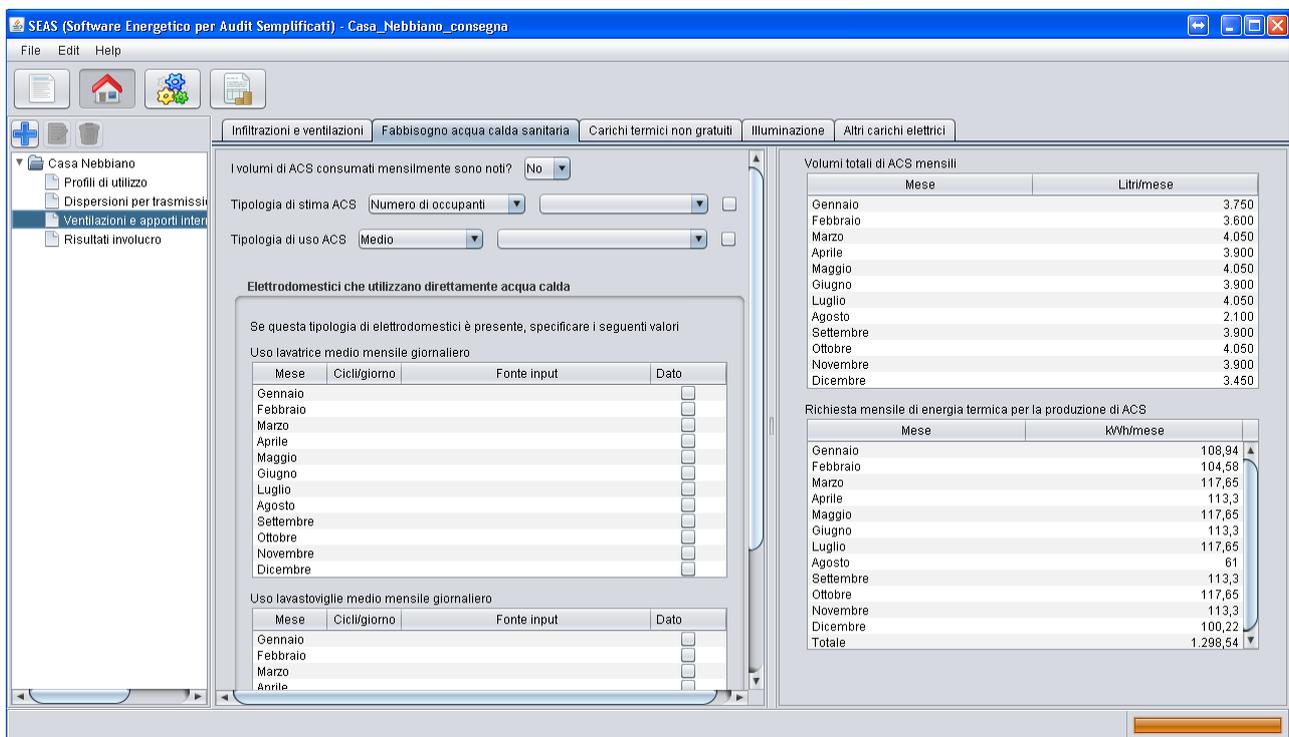
### B.3.2 Scheda "Fabbisogno acqua calda sanitaria"

Questa scheda è relativa alla definizione delle richieste mensili di acqua calda sanitaria. L'auditor ha la possibilità di definire in modo esplicito le richieste quantitative mensili di acqua calda sanitaria: questi valori vengono suddivise le richieste per usi igienici/alimentari tradizionali e per eventuale alimentazione diretta di elettrodomestici (lavatrici e lavastoviglie). Se questo dato non è noto, in funzione della destinazione d'uso dell'edificio vengono adottate le stime della normativa, in relazione alla superficie utile

della zona o al numero di occupanti (in caso residenziale) oppure in base ad alcuni indici caratterizzanti, sempre definiti da normativa (ad esempio, in caso di presenza di bar e catering, è richiesto il numero di coperti). Nel caso residenziale viene richiesto all'auditor di fornire anche una stima dell'utilizzo di ACS da parte del committente. Dal relativo menu a tendina è possibile scegliere tra tre valori: uso ridotto, medio ed elevato (corrispondenti, rispettivamente, ad un utilizzo di 30, 50 e 70 litri/persona al giorno). Nel caso di degenze ospedaliere, viene chiesto se la zona in analisi è una zona di day-hospital o se invece è una zona in cui è previsto il pernottamento, in quanto questo dato discrimina il valore medio di richiesta di acqua calda sanitaria.

Nella maggior parte delle destinazioni d'uso, secondo la normativa UNI/TS 11300-2[16], le richieste di acqua calda sanitaria sono legate alla capacità di ospitalità della struttura: tuttavia, questo dato non è molto significativo perché non tiene conto della reale presenza di persone che utilizzano il servizio. Per questo motivo, in SEAS, le richieste di acqua calda sanitaria sono invece legate ai profili di utilizzo reali inseriti nel software come input.

Nella parte destra si possono visualizzare i risultati intermedi relativi alle procedure adottate, in termini di volumi d'acqua mensili e energia termica media per la produzione di acqua calda sanitaria.



**SEAS (Software Energetico per Audit Semplificati) - Casa\_Nebbiano\_consegna**

File Edit Help

Infiltrazioni e ventilazioni Fabbisogno acqua calda sanitaria Carichi termici non gratuiti Illuminazione Altri carichi elettrici

I volumi di ACS consumati mensilmente sono noti?  No

Tipologia di stima ACS Numero di occupanti

Tipologia di uso ACS Medio

Elettrodomestici che utilizzano direttamente acqua calda

Se questa tipologia di elettrodomestici è presente, specificare i seguenti valori

Uso lavatrice medio mensile giornaliero

| Mese      | Cicli/giorno | Fonte input | Dato                     |
|-----------|--------------|-------------|--------------------------|
| Gennaio   |              |             | <input type="checkbox"/> |
| Febbraio  |              |             | <input type="checkbox"/> |
| Marzo     |              |             | <input type="checkbox"/> |
| Aprile    |              |             | <input type="checkbox"/> |
| Maggio    |              |             | <input type="checkbox"/> |
| Giugno    |              |             | <input type="checkbox"/> |
| Luglio    |              |             | <input type="checkbox"/> |
| Agosto    |              |             | <input type="checkbox"/> |
| Settembre |              |             | <input type="checkbox"/> |
| Ottobre   |              |             | <input type="checkbox"/> |
| Novembre  |              |             | <input type="checkbox"/> |
| Dicembre  |              |             | <input type="checkbox"/> |

Uso lavastoviglie medio mensile giornaliero

| Mese     | Cicli/giorno | Fonte input | Dato                     |
|----------|--------------|-------------|--------------------------|
| Gennaio  |              |             | <input type="checkbox"/> |
| Febbraio |              |             | <input type="checkbox"/> |
| Marzo    |              |             | <input type="checkbox"/> |
| Aprile   |              |             | <input type="checkbox"/> |

Volumi totali di ACS mensili

| Mese      | Litri/mese |
|-----------|------------|
| Gennaio   | 3.750      |
| Febbraio  | 3.600      |
| Marzo     | 4.050      |
| Aprile    | 3.900      |
| Maggio    | 4.050      |
| Giugno    | 3.900      |
| Luglio    | 4.050      |
| Agosto    | 2.100      |
| Settembre | 3.900      |
| Ottobre   | 4.050      |
| Novembre  | 3.900      |
| Dicembre  | 3.450      |

Richiesta mensile di energia termica per la produzione di ACS

| Mese      | kWh/mese |
|-----------|----------|
| Gennaio   | 108,94   |
| Febbraio  | 104,58   |
| Marzo     | 117,65   |
| Aprile    | 113,3    |
| Maggio    | 117,65   |
| Giugno    | 113,3    |
| Luglio    | 117,65   |
| Agosto    | 61       |
| Settembre | 113,3    |
| Ottobre   | 117,65   |
| Novembre  | 113,3    |
| Dicembre  | 100,22   |
| Totale    | 1.298,54 |

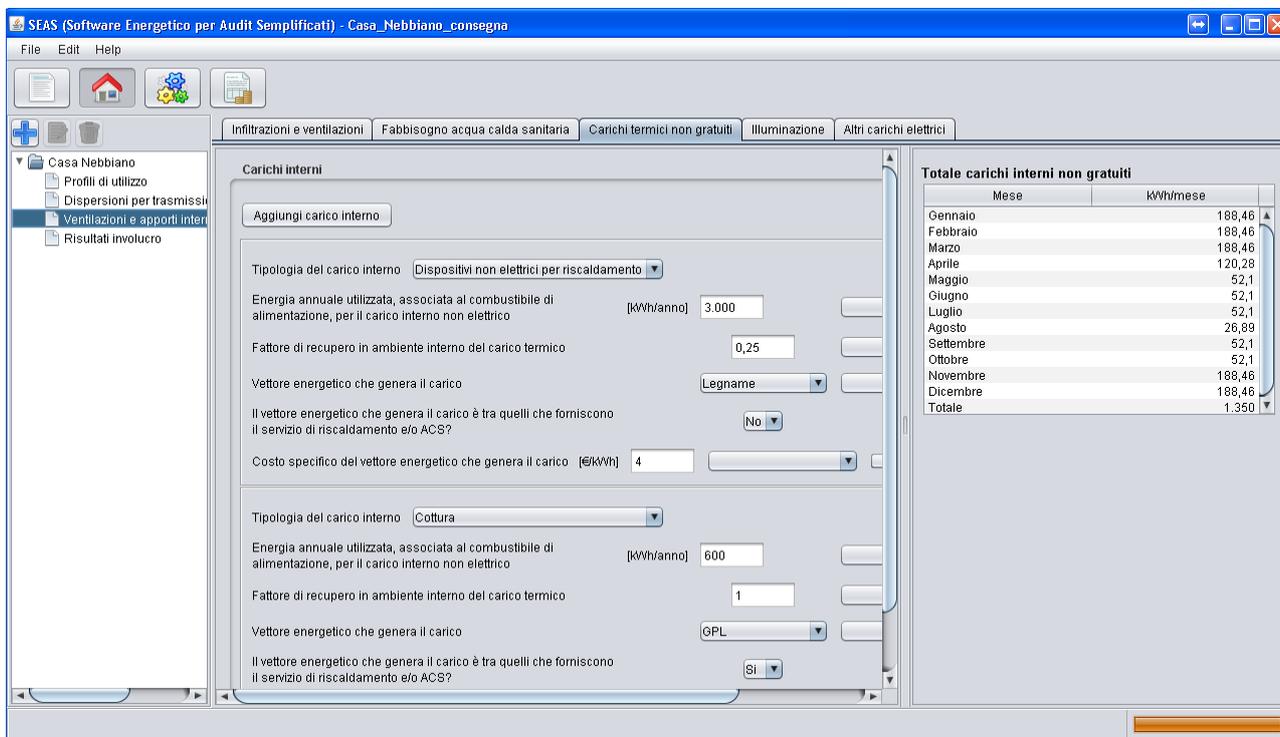
### B.3.3 Scheda "Carichi termici non gratuiti"

Questa scheda va compilata soltanto se sono presenti dei carichi interni non elettrici (altrimenti inseriti nelle schede "Illuminazione" o "Altri carichi elettrici"), quindi non conteggiati precedentemente (come apporti interni) e che prevedano una spesa di vettore energetico, quindi non gratuiti. Alcuni esempi classici sono la cucina, che, specialmente nei casi di utilizzo intensivo, comporta un notevole apporto di calore interno, e per la quale comunque si ha una spesa di combustibile (tipicamente gas metano). Un altro esempio di frequente applicazione è quello del caminetto o della stufa economica, che devono essere inseriti invece nella categoria "Dispositivi non elettrici per riscaldamento".

Per questi dispositivi occorre che l'auditor calcoli la spesa economica annuale (tramite i rifornimenti di combustibile, tramite le fatture dedicate, tramite misure e stime), l'energia termica associata al combustibile (tramite il potere calorifico inferiore dello stesso) e quindi che stimi il fattore di recupero dell'energia in modo da poter determinare la quota di apporto interno.

L'ultima informazione è utile per poter effettuare un eventuale storno dalle fatture relative al vettore di approvvigionamento per il riscaldamento e l'acqua calda sanitaria dovuto al consumo per carichi energetici già qui conteggiati.

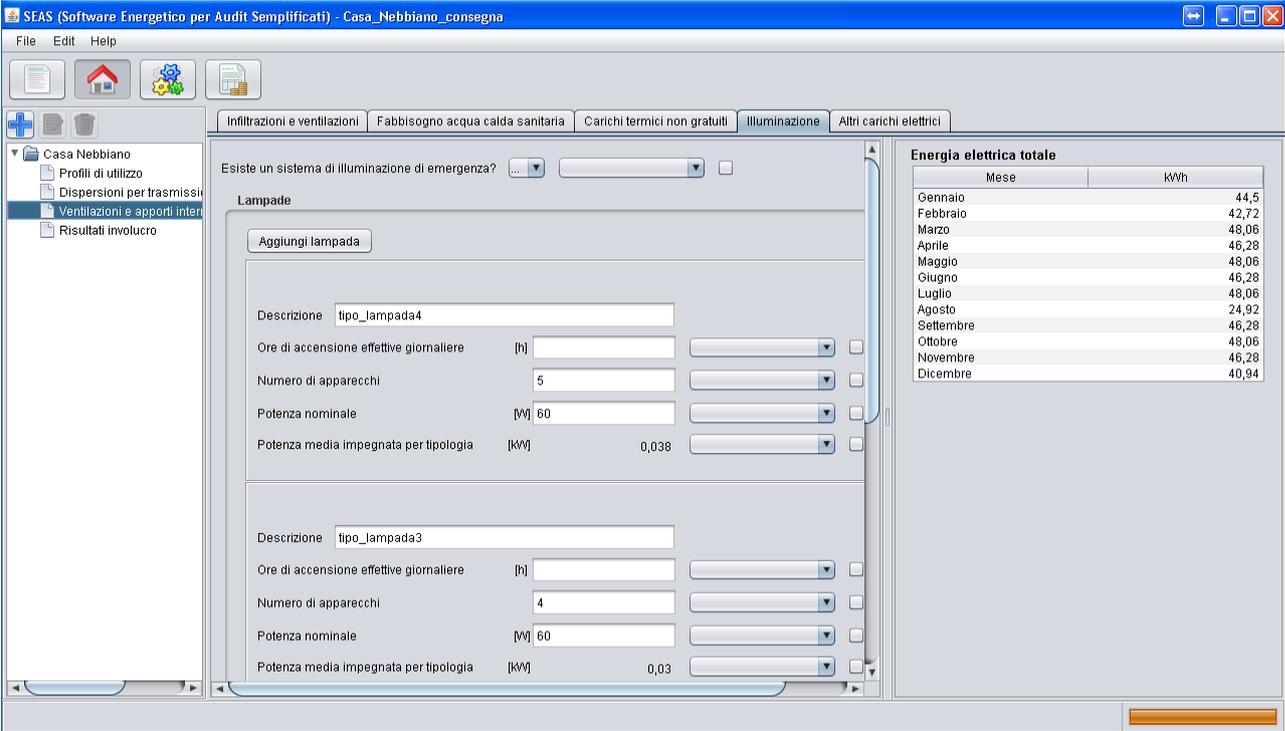
Nell'area a destra si visualizzano al solito i risultati intermedi mese per mese.



### B.3.4 Scheda "Illuminazione"

In questa scheda si inseriscono tutti i dati relativi agli apparecchi di illuminazione presenti nella zona. Nel caso di edificio non residenziale, possono essere inseriti dei dati relativi all'eventuale sistema di illuminazione di emergenza. Inoltre, attraverso l'apposito tasto, è possibile inserire le caratteristiche degli apparecchi di illuminazione presenti, in termini di potenza nominale e numero di ore medie di utilizzo (nonché il numero di apparecchi illuminanti dello stesso tipo presenti). Nel caso di edificio non residenziale, si utilizzano i dati presenti in normativa per il calcolo dei fattori di controllo dell'illuminazione e di occupazione dell'edificio. Il fattore di utilizzo del daylight viene invece calcolato automaticamente dal software sfruttando i dati inseriti dall'auditor in termini di presenza di persone nell'edificio durante la giornata. Devono essere inseriti anche dati relativi all'eventuale presenza del sistema di controllo dell'illuminazione. Come nel caso precedente, è possibile utilizzare il tasto "Aggiungi lampada" per inserire i dati riguardanti gli apparecchi di illuminazione presenti. Nel caso di edificio non residenziale, però, è richiesto solamente l'inserimento nel numero di apparecchi uguali presenti per ogni categoria e la potenza nominale delle lampade. Il numero di ore di utilizzo delle lampade è desunto dai profili inseriti nelle relative schede. In entrambi i casi, il numero di apparecchi da considerare è quello relativo ai dispositivi effettivamente utilizzati: non bisogna necessariamente riferirsi alla potenza installata.

I risultati intermedi nella parte destra della scheda sono dati dalla somma degli apparecchi illuminanti inseriti e degli eventuali ulteriori sistemi presenti.



The screenshot shows the SEAS software interface for 'Casa\_Nebbiano\_consegna'. The 'Altri carichi elettrici' (Other electrical loads) tab is active. The main workspace is divided into two sections: 'Lampade' (Lamps) and 'Energia elettrica totale' (Total electricity consumption).

**Lampade Configuration:**

Esiste un sistema di illuminazione di emergenza?

**Lampada 4:**

- Descrizione: tipo\_lampada4
- Ore di accensione effettive giornaliere [h]:
- Numero di apparecchi: 5
- Potenza nominale [W]: 60
- Potenza media impegnata per tipologia [kW]: 0,038

**Lampada 3:**

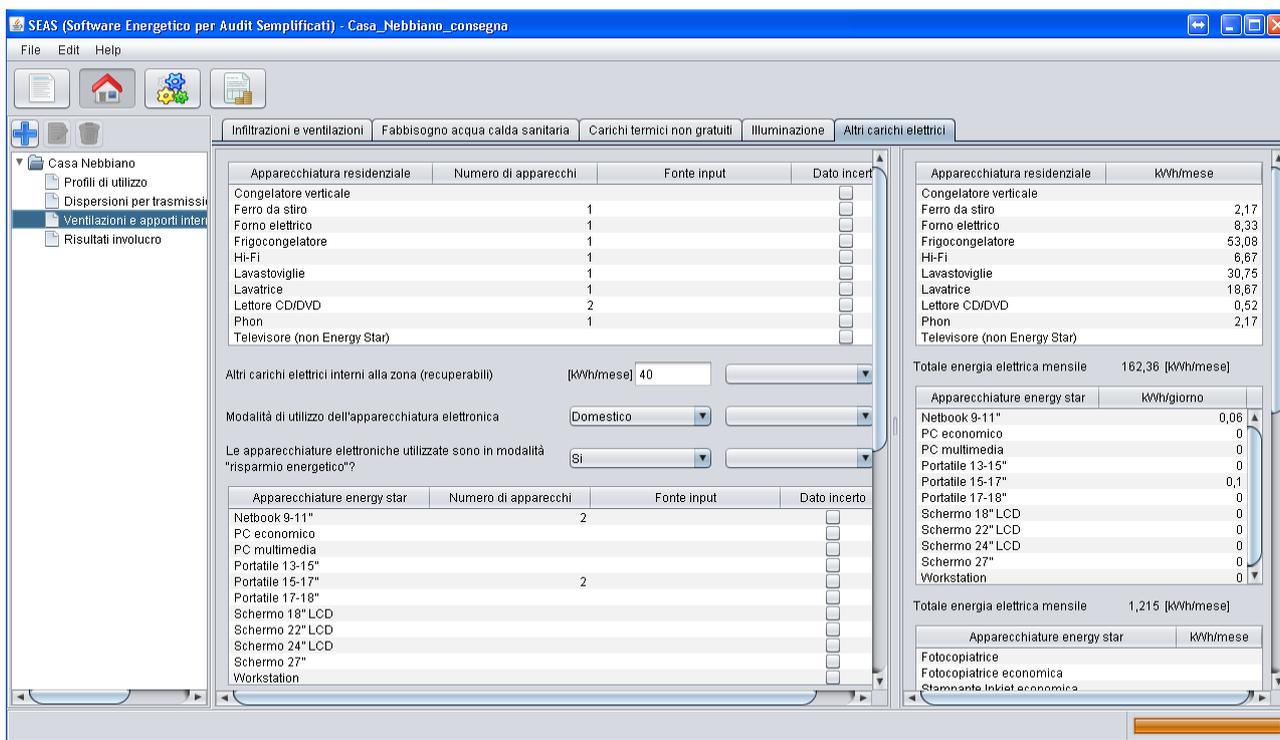
- Descrizione: tipo\_lampada3
- Ore di accensione effettive giornaliere [h]:
- Numero di apparecchi: 4
- Potenza nominale [W]: 60
- Potenza media impegnata per tipologia [kW]: 0,03

**Energia elettrica totale:**

| Mese      | kWh   |
|-----------|-------|
| Gennaio   | 44,5  |
| Febbraio  | 42,72 |
| Marzo     | 48,06 |
| Aprile    | 46,28 |
| Maggio    | 48,06 |
| Giugno    | 46,28 |
| Luglio    | 48,06 |
| Agosto    | 24,92 |
| Settembre | 46,28 |
| Ottobre   | 48,06 |
| Novembre  | 46,28 |
| Dicembre  | 40,94 |

### B.3.5 Scheda "Altri carichi elettrici"

Questa scheda presenta un database di dispositivi elettrici che possono essere presenti e quindi sia costituire dei carichi termici interni aggiuntivi rispetto agli apporti per illuminazione sia definire il profilo di assorbimento elettrico. L'auditor, per gli apparecchi tabellati, deve soltanto inserire il numero per ogni tipologia. Il software associa, ad ogni apparecchio, un valore tipico di energia per il suo utilizzo: in alcuni casi si utilizza un valore tipico giornaliero, in altri casi si utilizza invece un valore mensile. È possibile inoltre inserire valori di energia utilizzati all'interno della zona, e quindi recuperabili, non associabili alle apparecchiature elettriche elencate.

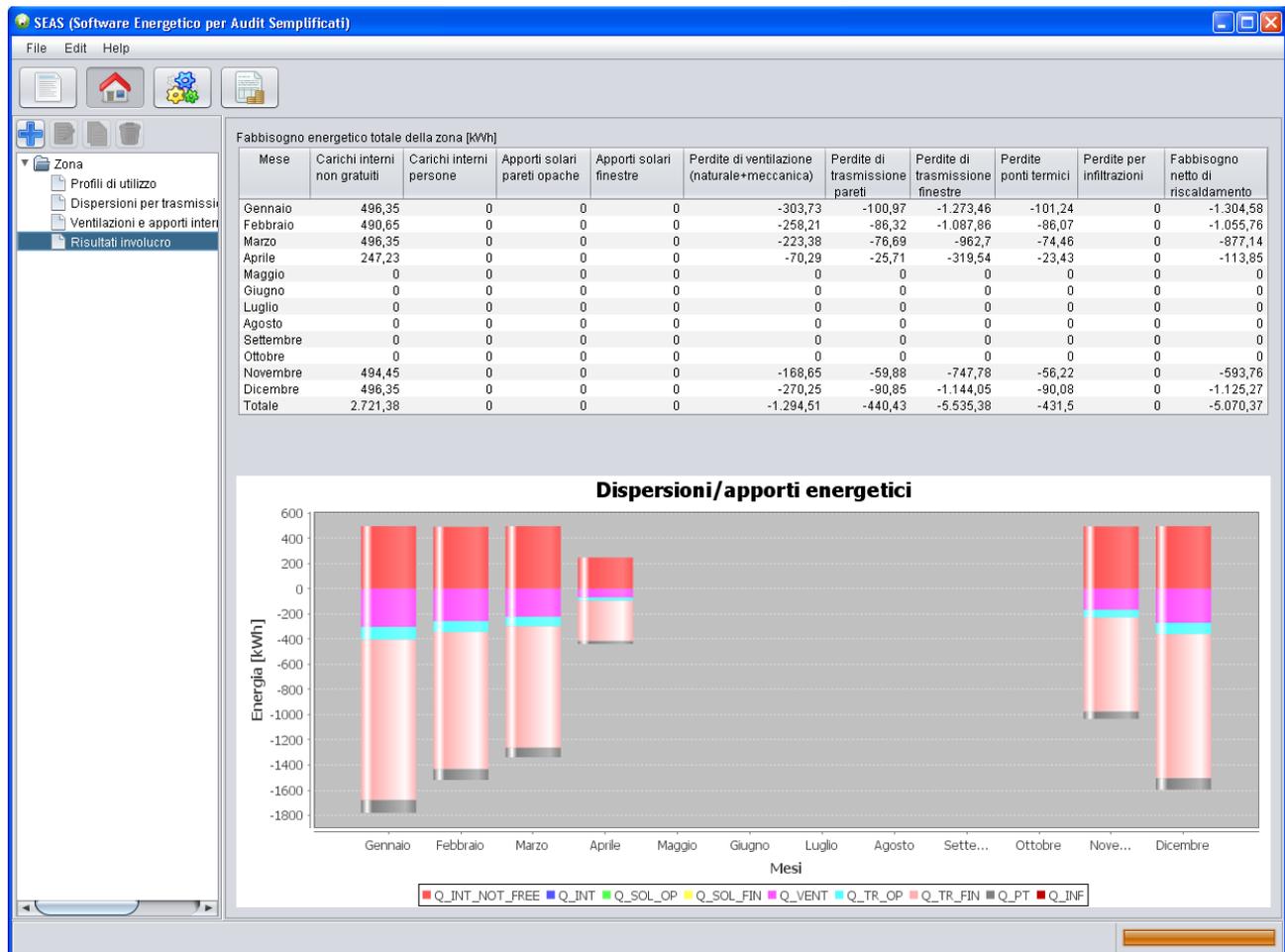


#### B.4 Scheda "Risultati involucro"

In questa scheda vengono visualizzati i dati di output intermedi riguardanti il solo involucro. La scheda è suddivisa in due parti: nella parte superiore sono visualizzati i vari contributi al bilancio energetico, comprensivi di segno per differenziare le dispersioni dagli apporti, ed il fabbisogno energetico complessivo della singola zona; nella parte inferiore invece i dati della tabella sono riportati in un istogramma.

Nella tabella sono riportati, nell'ordine, i carichi energetici non gratuiti (ad esempio quelli elettrici e i carichi termici), i carichi interni gratuiti (dovuti, ad esempio alla presenza delle persone), gli apporti solari tramite i componenti opachi e finestrati, le dispersioni per ventilazione (naturale e meccanica, se presente), le dispersioni per trasmissione attraverso i componenti opachi, i componenti finestrati e i ponti termici e le perdite per infiltrazione (se non si è scelta la procedura di calcolo della UNI 10339:1995[15], nel qual caso esse risultano nulle); nell'ultima colonna, invece, è riportato il fabbisogno complessivo richiesto dall'involucro. Si ricorda, a tal proposito, che il fabbisogno energetico complessivo della zona non è dato dalla somma algebrica dei vari contributi al bilancio, ma vengono utilizzati anche il fattore di utilizzazione degli apporti gratuiti ed il fattore correttivo (per tenere conto del regime di attenuazione e di intermittenza).

Cliccando su questa scheda, il software lancia tutte le routine per il calcolo del fabbisogno di involucro. L'utente deve quindi aspettare l'aggiornamento dei risultati, che verranno inseriti nell'apposita tabella.



### B.5 Configurazione multi-zona

Il software SEAS consente di effettuare diagnosi con approccio multi-zona.

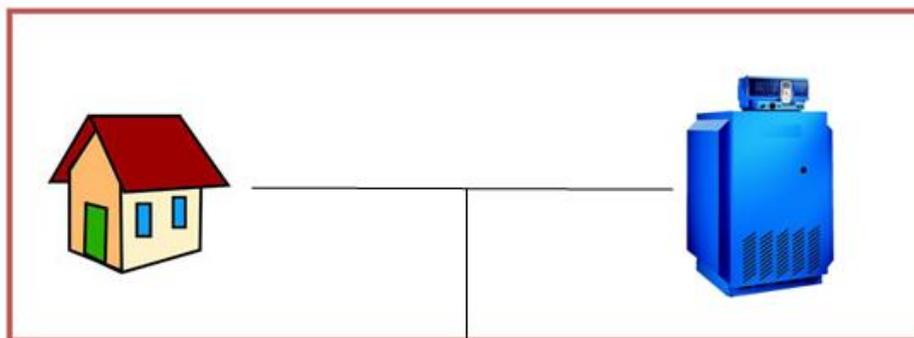
All'involucro relativo alla singola zona simulata può essere associato un impianto autonomo, un impianto centralizzato che serve altre zone non simulate nell'audit o un impianto a servizio di più zone simulate nella stessa diagnosi. In questi ultimi casi i valori millesimali di energia inseriti per gli usi di riscaldamento, produzione ACS, **aria primaria**, **cottura** e elettricità, destinata alla zona in esame, saranno diversi da mille.

L'auditor inserirà, nella prima scheda dell'area impianto, il valore millesimale dedicato alla zona in esame.

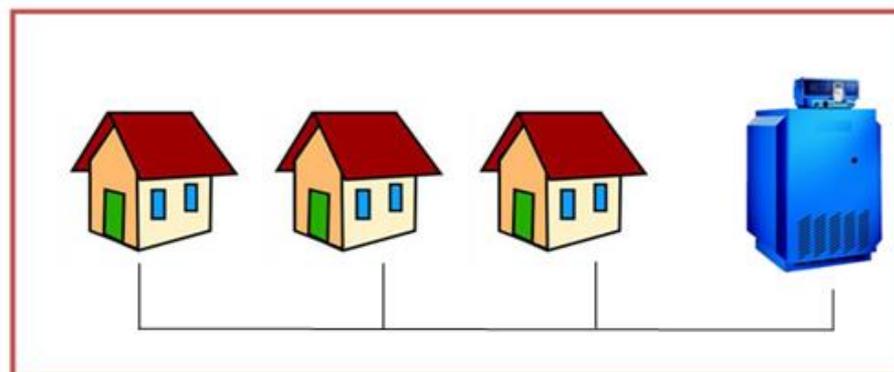
Nella figura seguente sono indicate, in maniera schematica, le varie configurazioni che è possibile simulare in SEAS. In tutti i casi, il riquadro rosso definisce il sistema simulato.



Millesimi di gas = 1000  
(impianto autonomo)



Inserimento dei millesimi da parte dell'auditor (impianto centralizzato, una zona simulata)



Inserimento manuale dei millesimi (impianto centralizzato, multizona)

Nel caso di impianto multi-zona, l'auditor può utilizzare più metodi per il calcolo dei millesimi. Può ad esempio effettuare una ripartizione in base alla superficie o alla potenza installata. Può però anche utilizzare i risultati parziali dell'audit, nel caso in cui tutte le zone servite dall'impianto siano simulate. In tal caso, si consiglia all'auditor di compilare tutte le schede dell'involucro per tutte le zone e anche le prime schede ("Emissione" e "Regolazione") della macro-area relativa all'impianto. Nella parte destra della schermata della scheda "Regolazione" l'auditor può utilizzare la tabella "Energie in entrata al sottosistema di regolazione" (incorniciata in rosso nella figura seguente) per ricavare le energie in ingresso al sottosistema di regolazione per ogni zona e, dalla somma delle stesse, quella totale dell'intero edificio soggetto ad audit; calcolando il fabbisogno della singola zona rispetto al fabbisogno totale l'auditor può ricavare i millesimi relativi a ciascuna zona ed inserirli nella schermata generale (di una zona) della macro-area di impianto (cliccando sul nome della zona).

SEAS (Software Energetico per Audit Semplificati) - Casa\_Nebbiano\_consegna

File Edit Help

Tipo di regolazione: Solo per singolo ambiente

Tipo di terminali: Radiatori, convettori

Caratteristiche della regolazione: On off

Rendimento di regolazione

| Mese      | %  |
|-----------|----|
| Gennaio   | 94 |
| Febbraio  | 94 |
| Marzo     | 94 |
| Aprile    | 94 |
| Maggio    | 94 |
| Giugno    | 94 |
| Luglio    | 94 |
| Agosto    | 94 |
| Settembre | 94 |
| Ottobre   | 94 |
| Novembre  | 94 |
| Dicembre  | 94 |

Energie in entrata al sottosistema di regolazione

| Mese      | Fabbisogno di energia in ingresso al sottosistema [kWh] |
|-----------|---|
| Gennaio   | 1.680,99  |
| Febbraio  | 1.170,51  |
| Marzo     | 572,49  |
| Aprile    | 111,2   |
| Maggio    | 0   |
| Giugno    | 0   |
| Luglio    | 0   |
| Agosto    | 0   |
| Settembre | 0   |
| Ottobre   | 0   |
| Novembre  | 755,93  |
| Dicembre  | 1.542,27  |
| Totale    | 5.833,39  |

SEAS (Software Energetico per Audit Semplificati) - gengaudit

File Edit Help

E' presente un generatore combinato ACS+RISC? No

E' presente un generatore esclusivamente dedicato all'Aria Primaria? Si

Temperatura media acqua nelle batterie della UTA [°C] 50 (50)

Millesimi

|                        |  |
|------------------------|--|
| Servizio ACS           |  |
| Servizio Riscaldamento |  |
| Servizio Elettrico     |  |
| Servizio Cottura       |  |
| Servizio Aria Primaria |  |

Carichi elettrici esterni alla zona [kWh/anno]

Si ripete qui la procedura da adottare dopo aver completato la parte relativa all'involucro di tutte le zone interessate:

- 1) Compilare le schede di "Regolazione" ed "Emissione" per tutte le zone soggette ad audit (es. Zona A e Zona B);
- 2) Calcolare a parte i millesimi delle zone facendo riferimento alle energie in ingresso al sottosistema di regolazione delle zone analizzate;
- 3) Inserire, nella scheda Generale dell'impianto della zona caratterizzata dalla temperatura di mandata più alta (es. Zona A), i millesimi della zona per i vari servizi;
- 4) Continuare l'analisi dell'impianto, passando alla scheda "Distribuzione RISC", compilando i dati richiesti solo nella zona in cui sono stati inseriti i millesimi (es. Zona A). A partire dalla scheda di "Distribuzione RISC", l'impianto non è più considerato come caratteristico della zona, ma è considerabile come centralizzato. La distribuzione analizzata non è quindi quella della zona, ma dell'impianto. Per tale motivo i millesimi vanno inseriti nella zona caratterizzata dai terminali di emissione con la temperatura di mandata maggiore: in tal caso, infatti, le perdite di distribuzione saranno calcolate con i valori di temperatura dell'acqua maggiori.

Questa metodologia può essere adottata anche nel caso in cui si voglia confrontare la ripartizione millesimale ottenuta con altri approcci (es. superficie, potenza installata) con quella che si ottiene dai dati parziali dell'audit.

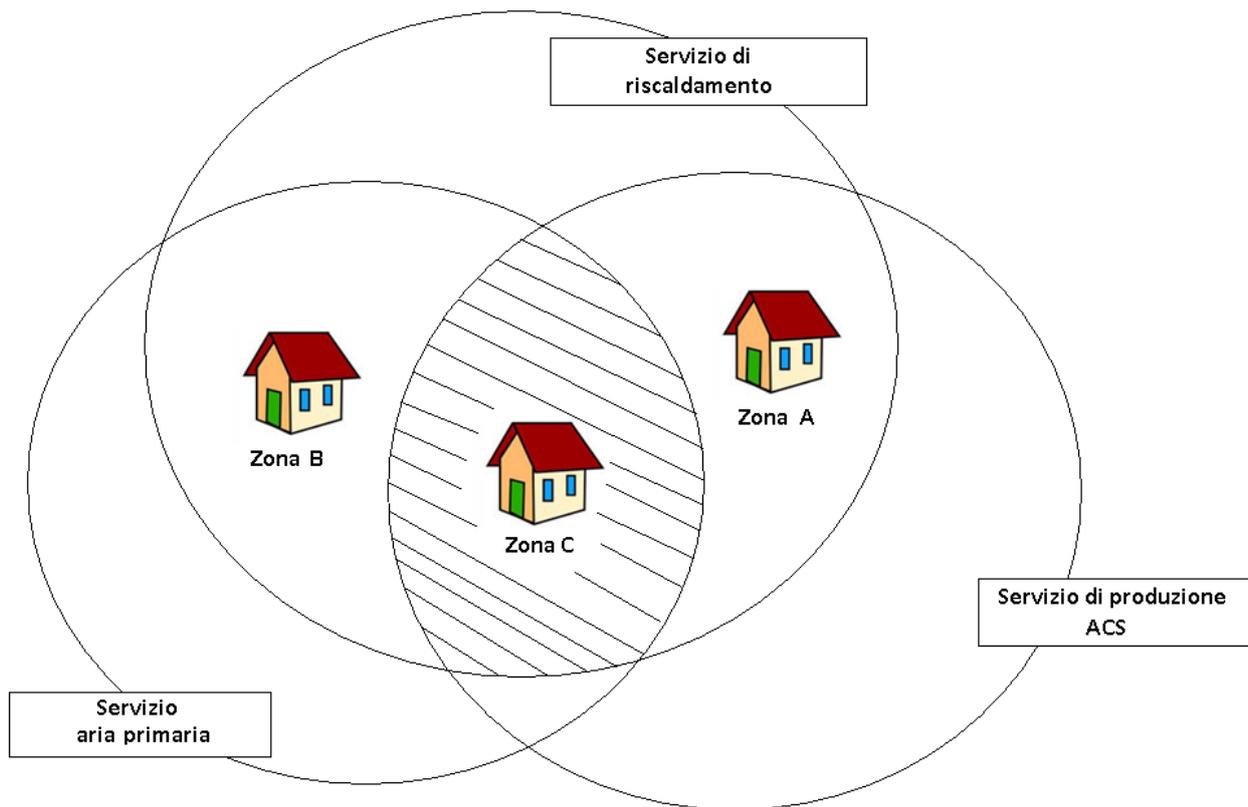
### ***Casi particolari***

In questo paragrafo si vuole descrivere come affrontare con SEAS alcuni casi particolari, in cui si esegue la diagnosi di un edificio multi-zona, le cui zone non condividono gli stessi servizi.

Il primo caso particolare è quello di un edificio composto da tre zone:

- La zona A, oltre al servizio di riscaldamento, ha anche il servizio di produzione di acqua calda sanitaria ma non quello di aria primaria: di conseguenza avrà millesimi di riscaldamento < 1000, millesimi di produzione di ACS < 1000;
- La zona B, oltre al servizio di riscaldamento, ha il servizio di aria primaria ma non quello di produzione di ACS: di conseguenza avrà millesimi di riscaldamento < 1000 e millesimi di aria primaria < 1000;
- La zona C ha tutti e tre i servizi: riscaldamento, produzione di acqua calda sanitaria e aria primaria. Di conseguenza avrà millesimi di riscaldamento, produzione di ACS e aria primaria < 1000.

Il caso proposto è rappresentato schematicamente nella figura seguente.

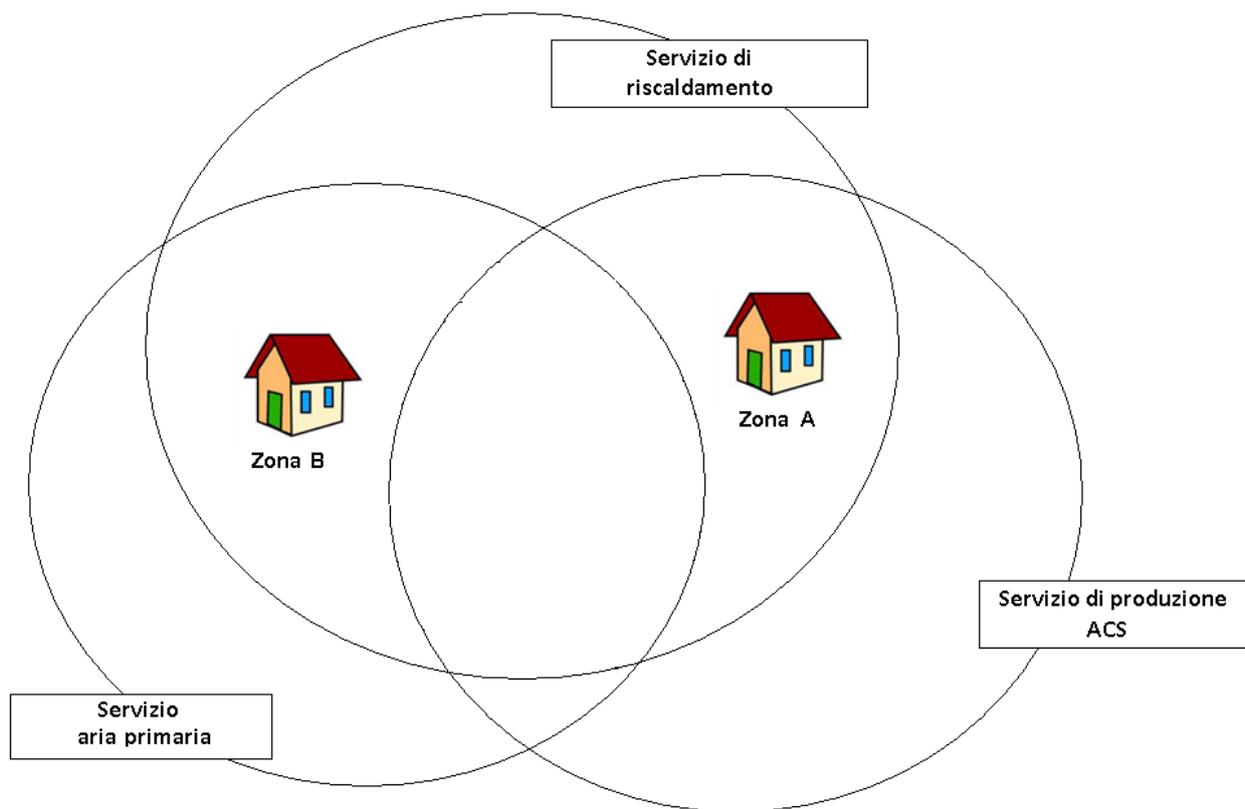


In questo caso, è necessario inserire le caratteristiche degli impianti nella zona C, che è l'unica zona con tutti i servizi e quindi alla fine della simulazione della quale verranno calcolate le richieste di energia primaria di tutti i servizi (usando i relativi millesimi).

Il secondo caso particolare è quello in cui non è presente una zona con tutti i servizi: ad esempio, un edificio costituito da due zone:

- La zona A con servizi di riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria (millesimi di produzione di ACS = 1000, millesimi di riscaldamento < 1000);
- La zona B con servizi di riscaldamento e aria primaria (millesimi di aria primaria = 1000, millesimi di riscaldamento < 1000).

Il caso proposto è rappresentato schematicamente nella figura seguente.



In tal caso non è possibile scegliere una sola zona, in quanto un servizio non verrebbe calcolato, essendo i relativi fabbisogni nulli. È quindi necessario portare avanti in parallelo entrambe le zone. In particolare, ci sono quattro sottocasi possibili:

- 1) Sono presenti tre generatori diversi, uno per ogni servizio. Non essendoci generatori combinati, nella zona A si inseriranno i dati riguardanti il generatore di ACS; nella zona B si inseriranno i dati del generatore di aria primaria. I dati riguardanti il servizio di riscaldamento possono essere indifferentemente inseriti in una zona o nell'altra, inserendo, per la zona scelta, i relativi millesimi di riscaldamento.
- 2) È presente un generatore combinato per i servizi di riscaldamento e produzione di ACS, mentre il generatore di aria primaria è diverso. In tal caso, è necessario inserire nella zona B i dati riguardanti l'impianto di aria primaria, e nella zona A i dati del generatore combinato. Non è possibile calcolare i fabbisogni di riscaldamento nella zona B, in quanto il generatore combinato agisce con priorità sulla produzione di acqua calda sanitaria. È quindi necessario calcolare prima le ore utilizzate dal generatore per soddisfare i fabbisogni di produzione di ACS della zona A; nelle ore rimanenti, il generatore soddisferà i fabbisogni di riscaldamento di entrambe le zone. I millesimi di riscaldamento saranno inseriti nella zona A.
- 3) È presente un generatore combinato per i servizi di riscaldamento ed aria primaria. In tal caso, si inseriranno nella zona A i dati di input dell'impianto per la produzione di ACS, mentre si inseriranno nella zona B i dati di input dell'impianto combinato di riscaldamento e aria primaria. I millesimi di riscaldamento saranno inseriti nella zona B.
- 4) È presente un generatore combinato per tutti e tre i servizi. Questo è sicuramente il caso più complicato da simulare per l'utente. Il generatore combinato deve essere simulato infatti nella zona A, che è l'unica con i fabbisogni di ACS, che sono soddisfatti prioritariamente dal generatore, facendo diminuire quindi il numero di ore in cui il generatore è predisposto a soddisfare le richieste di riscaldamento di entrambe le zone e quelle di aria primaria della zona B. I millesimi da inserire nella sezione di riscaldamento della zona A, tuttavia, saranno millesimi "fittizi", che tengono conto

dei servizi di riscaldamento e di aria primaria (si considereranno, infatti, i carichi dovuti all'aria primaria come carichi aggiuntivi "fittizi" di riscaldamento). Tali millesimi fittizi saranno calcolati utilizzando per la zona A i soli fabbisogni di riscaldamento (visibili negli output intermedi della scheda di Regolazione) e per la zona B la somma dei fabbisogni di riscaldamento (visibili negli output intermedi della scheda di Regolazione) e dei fabbisogni termici alle batterie della UTA (riportati nella scheda di "Infiltrazioni e ventilazioni" della zona B) divisi per i millesimi di aria primaria. Una volta inseriti i dati caratteristici dell'impianto di generazione, attraverso i millesimi "fittizi" è possibile risalire ai fabbisogni di energia primaria al generatore necessari per il riscaldamento della zona A, per il riscaldamento della zona B e per le batterie della UTA della zona B.

Per una più facile comprensione di quest'ultimo sottocaso, si consideri il seguente esempio esplicativo. La zona A è caratterizzata da un fabbisogno di energia per riscaldamento totale di 700 kWh (tale valore è quello riportato nei risultati intermedi della scheda di "Regolazione" della zona A). La zona B è caratterizzata da un fabbisogno di energia per riscaldamento totale di 1000 kWh (sempre riportato nei risultati intermedi della scheda di "Regolazione" della zona B). Inoltre, la zona B ha anche un fabbisogno di energia per le batterie della UTA di 500 kWh. Tornando alla scheda dei millesimi, l'utente inserirà nella zona A il valore 1000 per il servizio di produzione di ACS. Inserirà anche il valore di millesimi "fittizi" per il servizio di riscaldamento pari a 318 (calcolato come  $\frac{700 \cdot 1000}{700 + 1000 + 500}$ ), ricordando anche gli altri valori di millesimi "fittizi" di riscaldamento: 454 millesimi per il riscaldamento della zona B (calcolati come  $\frac{1000 \cdot 1000}{700 + 1000 + 500}$ ), e 228 per il servizio di aria primaria della zona B (calcolato come  $\frac{500 \cdot 1000}{700 + 1000 + 500}$ ).

Si procede quindi nell'inserimento degli altri dati di input nella sola zona A. Nella scheda di Risultati audit, l'utente ha a disposizione sia il valore di fabbisogno di energia primaria per riscaldamento relativo alla sola zona A, sia quello riguardante l'intero impianto centralizzato, da cui può ricavare il fabbisogno necessario alla zona B per i due servizi di riscaldamento e aria primaria. Utilizzando i millesimi "fittizi" della zona B per i due servizi, può quindi calcolare la quota di energia necessaria per il riscaldamento della zona B e quella per il servizio di aria primaria.

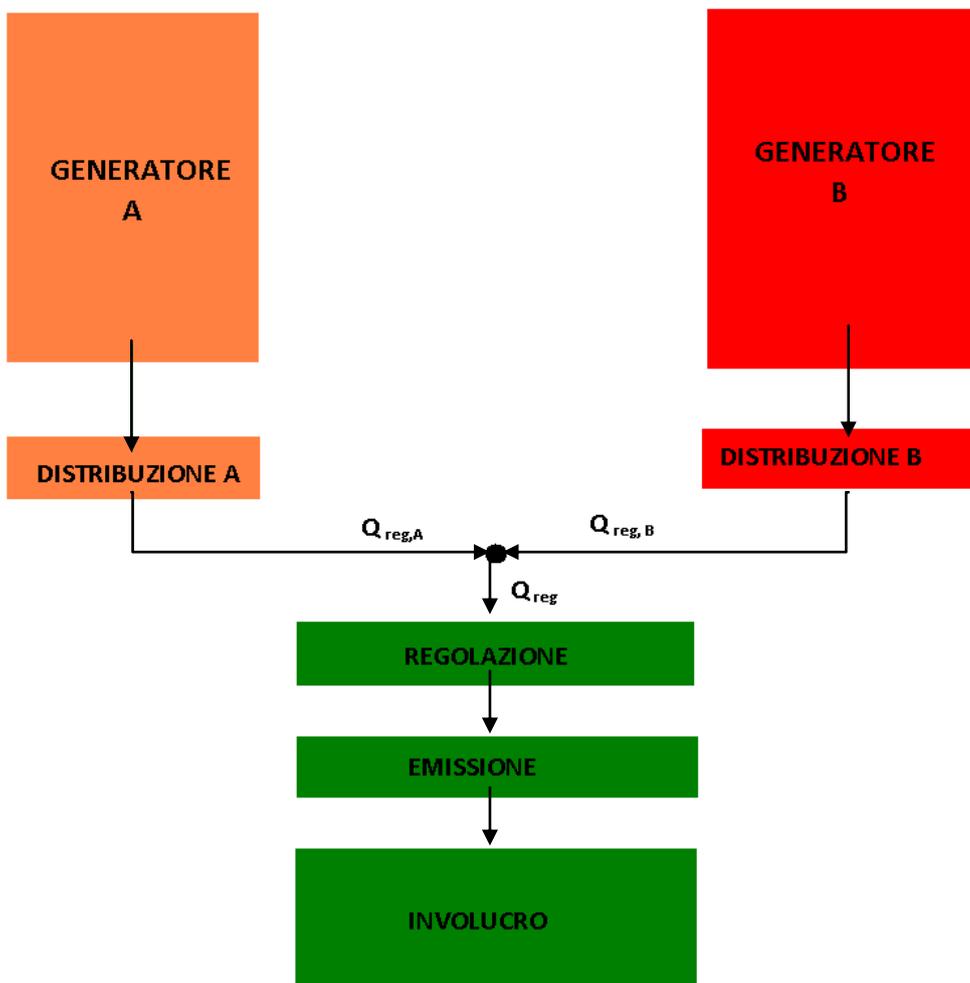
## **B.6 Modalità multi-generatore**

Come già detto, non è possibile eseguire con SEAS diagnosi di sistemi multi-generatore. È infatti possibile, nella sezione di generazione, inserire al massimo un generatore per servizio. Di conseguenza, ad esempio nel caso di sistemi con generatore di back-up, è possibile che l'unico generatore inserito non riesca a soddisfare interamente il fabbisogno di energia, ed il fattore di carico risultante del generatore sarà maggiore di 1.

In questo paragrafo viene spiegata una metodologia per la diagnosi di sistemi multi-generatore.

Si consideri il caso di una diagnosi in cui il fabbisogno energetico dell'unico involucro è soddisfatto da due generatori, detti Generatore A e Generatore B. Non si consideri, per questo caso esemplificativo, la produzione di ACS.

I due diversi sistemi di generazione convergono nell'unico sottosistema di regolazione, come si nota nella seguente figura.



Il fabbisogno necessario al sottosistema di involucro,  $Q_{reg}$ , può idealmente essere suddiviso in due fabbisogni, ognuno dei quali soddisfatto da uno dei due generatori.

Si definisca quindi il rapporto:

$$\alpha = \frac{Q_{reg,A}}{Q_{reg}}$$

Tale valore può essere in prima approssimazione calcolato dall'auditor:

- Nel caso di generatori in parallelo, l'attribuzione della quota di energia soddisfatta da un generatore rispetto agli altri deve essere arbitrariamente scelta dall'auditor, per esempio utilizzando dati di contabilizzazione;
- Nel caso di generatori in cascata, in prima approssimazione si può affermare che il rapporto  $\alpha$  precedentemente definito coincide proprio con l'inverso del fattore di carico (>1) riportato nella schermata di output dei generatori (inserendo 1000 millesimi nella scheda di caratterizzazione).

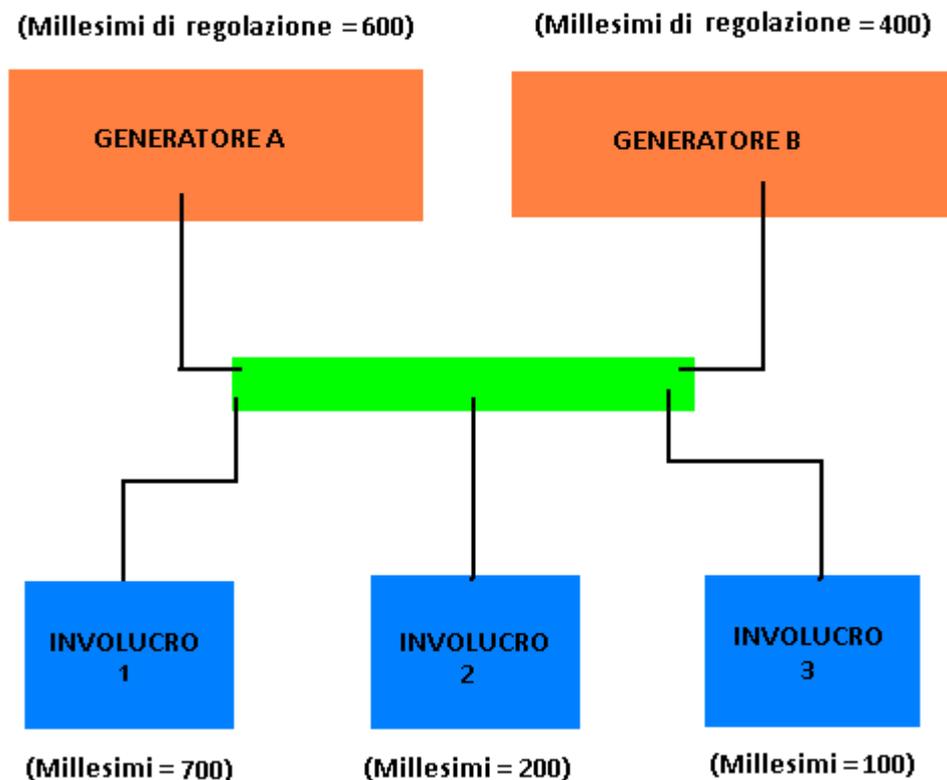
La procedura da seguire per la diagnosi di questa configurazione è la seguente:

- Creare con SEAS due diagnosi. In ognuna di esse l'auditor inserirà i dati caratteristici dell'involucro e dei sottosistemi di emissione e regolazione. I due file serviranno ognuno per la simulazione di un generatore: quindi verranno salvati un "file A" e un "file B";
- Nel "file A", nella casella di inserimento dei millesimi di riscaldamento, si inserisca il valore  $\frac{1000}{\alpha}$ : in questo caso, tale valore sarà quindi maggiore di 1000. Ciò sta ovviamente a significare

che il generatore A contribuisce al fabbisogno di solamente una parte del fabbisogno complessivamente richiesto dall'involucro.

- Sempre nel "file A", si continui l'inserimento dei dati riguardanti tutti i sottosistemi di impianto fino alla generazione. Inserire quindi i dati relativi al generatore A.
- Una volta terminato l'inserimento dei dati, nella schermata di Output del generatore, si verifichi il valore del fattore di carico. Se tale valore risulta maggiore di 1, l'auditor dovrà tornare nella scheda di caratterizzazione dell'impianto e modificare il numero di millesimi inseriti, aumentandolo. Questa procedura dovrà continuare fino a quando non si otterrà il valore unitario per il fattore di carico del generatore A.
- Noto il valore di millesimi esatto per il "file A", è possibile ricavare il valore esatto di  $\alpha$  e di conseguenza calcolare il valore  $\frac{1000}{1-\alpha}$ , che corrisponde ai millesimi che dovranno essere inseriti nella scheda di caratterizzazione dell'impianto del "file B". Sempre in questo ultimo file, l'auditor inserirà tutti i dati caratteristici dell'impianto, dalla distribuzione sino al generatore B.

Una procedura del tutto analoga può essere adottata anche nel caso di sistemi multi-zona e multi-generatore. Si consideri, a titolo esemplificativo, il seguente sistema, in cui sono presenti tre zone, il cui fabbisogno complessivo è soddisfatto da due generatori. Non è possibile suddividere il sistema ulteriormente, per esempio individuando le zone servite ipoteticamente soltanto dal generatore A.



In tal caso, si dovrà procedere nel seguente modo:

- Creare due file SEAS, nel quale andranno inserite le caratteristiche di involucro, emissione e regolazione delle tre zone (zona 1, zona 2 e zona 3);

- Scegliere la zona caratterizzata dalla temperatura di mandata maggiore (esempio: quella che utilizza radiatori); se tutte le zone sono riscaldate con la stessa tipologia di emissione, si può scegliere una zona qualsiasi. In questo caso si suppone di inserire i valori nella zona 1;
- Inserire, nella scheda di caratterizzazione dell’impianto, un valore dei millesimi pari a  $\frac{x_{reg,1}}{\alpha_{reg,A}} \cdot 1000$ , in cui  $x_{reg,1}$  rappresentano i millesimi della zona, arrivando al sottosistema di regolazione in uscita (cioè al fabbisogno richiesto al sottosistema di regolazione della zona A), mentre  $\alpha_{reg,A}$  rappresentano i millesimi di regolazione del generatore A in ingresso. Si prosegue quindi all’inserimento dei dati caratterizzanti tutti i vari sottosistemi di impianto fino alla generazione, inserendo i dati del generatore A. Si controlla che il fattore di carico del generatore A sia unitario, altrimenti si modificano i valori di millesimi sia di “zona”, sia di “regolazione” (a seconda di quali si reputino più incerti);
- Una volta individuati i valori definitivi di  $x_{reg,1}$  e  $\alpha_{reg,A}$ , nella seconda simulazione SEAS creata si inserisce il valore  $\frac{x_{reg,1}}{1 - \alpha_{reg,A}} \cdot 1000$  e si prosegue nell’inserimento dei dati caratterizzanti tutti i vari sottosistemi di impianto fino alla generazione, inserendo i dati del generatore B.

Nel caso di generatori di back-up, è possibile che questi vengano utilizzati soprattutto nei periodi di maggiore richiesta: in tal caso, il fattore di carico del generatore risulterà maggiore di 1 solamente in alcuni mesi della stagione di riscaldamento.

Si consideri, sempre a titolo esemplificativo, il caso di una diagnosi in cui SEAS fornisca come output un dato di fattore di carico maggiore di 1 solamente per i mesi di gennaio e dicembre, in cui effettivamente l’utenza riconosce di utilizzare un generatore di back-up.

Inserendo tutti gli output forniti da SEAS, per semplicità, in un’unica tabella, si ottengono questi risultati (si noti che i valori di fattori di carico maggiori di 1 vengono visualizzati in rosso).

| Mese      | Fattore di carico del generatore A | Fabbisogno fornito dal generatore A | Fabbisogno fornito dal generatore B |
|-----------|------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Gennaio   | 1.3                                | 2210                                | -                                   |
| Febbraio  | 0.9                                | 1800                                | -                                   |
| Marzo     | 0.8                                | 751                                 | -                                   |
| Aprile    | 0.5                                | 180                                 | -                                   |
| Maggio    | -                                  | -                                   | -                                   |
| Giugno    | -                                  | -                                   | -                                   |
| Luglio    | -                                  | -                                   | -                                   |
| Agosto    | -                                  | -                                   | -                                   |
| Settembre | -                                  | -                                   | -                                   |
| Ottobre   | -                                  | -                                   | -                                   |
| Novembre  | 0.8                                | 840                                 | -                                   |
| Dicembre  | 1.2                                | 2150                                | -                                   |

Come si nota, sono forniti i valori del fattore di carico (maggiore di 1) anche per i mesi di dicembre e gennaio, insieme ai fabbisogni forniti dal generatore inserito. Nella realtà il generatore A non copre l'intero fabbisogno richiesto, ma parte di questo è soddisfatto dal generatore B. In questo caso, l'auditor deve inserire, in un foglio di calcolo, i valori di fabbisogno fornito dal generatore A per tutti i mesi della stagione di riscaldamento ad esclusione di gennaio e dicembre. Questi valori sono validi e quindi possono essere confrontati con i valori ricavati da fatturazione. In seguito, l'auditor modificherà il valore dei millesimi nella scheda di caratterizzazione dell'impianto, inserendo il valore 1200 (ricordando che  $\alpha = 1/1.2$  e che il valore dei millesimi da inserire è  $1000/\alpha$ ). Lasciando i dati del generatore A, SEAS fornirà il valore del fabbisogno fornito dal generatore A nel solo mese di dicembre (a patto, ovviamente, che il corrispondente fattore di carico sia unitario). L'auditor deve quindi copiare questo dato nella cella relativa al mese di Dicembre, per il fabbisogno fornito dal generatore A. Per il fabbisogno fornito dal generatore B, l'auditor inserirà i millesimi nella scheda di caratterizzazione dell'impianto pari a  $1000/(1-\alpha)$ , cioè 5882, e proseguirà inserendo i dati dalla distribuzione fino alla generazione dell'impianto B. Alla fine dell'inserimento, il valore del fabbisogno energetico soddisfatto dal generatore B dovrà essere copiato dall'auditor nel foglio di calcolo creato precedentemente. La stessa identica procedura verrà ripetuta per il calcolo del fabbisogno soddisfatto dal generatore A e da generatore B per il mese di gennaio: in questo caso si inserirà dapprima il valore di 1300 millesimi (con  $\alpha = 1/1.3$ ), usando i dati del generatore A; in seguito si inserirà il valore  $1000/(1-\alpha)$ , pari a 4348, inserendo poi i dati del generatore B. Anche questi dati andranno poi inseriti nel foglio di calcolo creato per fare il confronto con le fatturazioni.

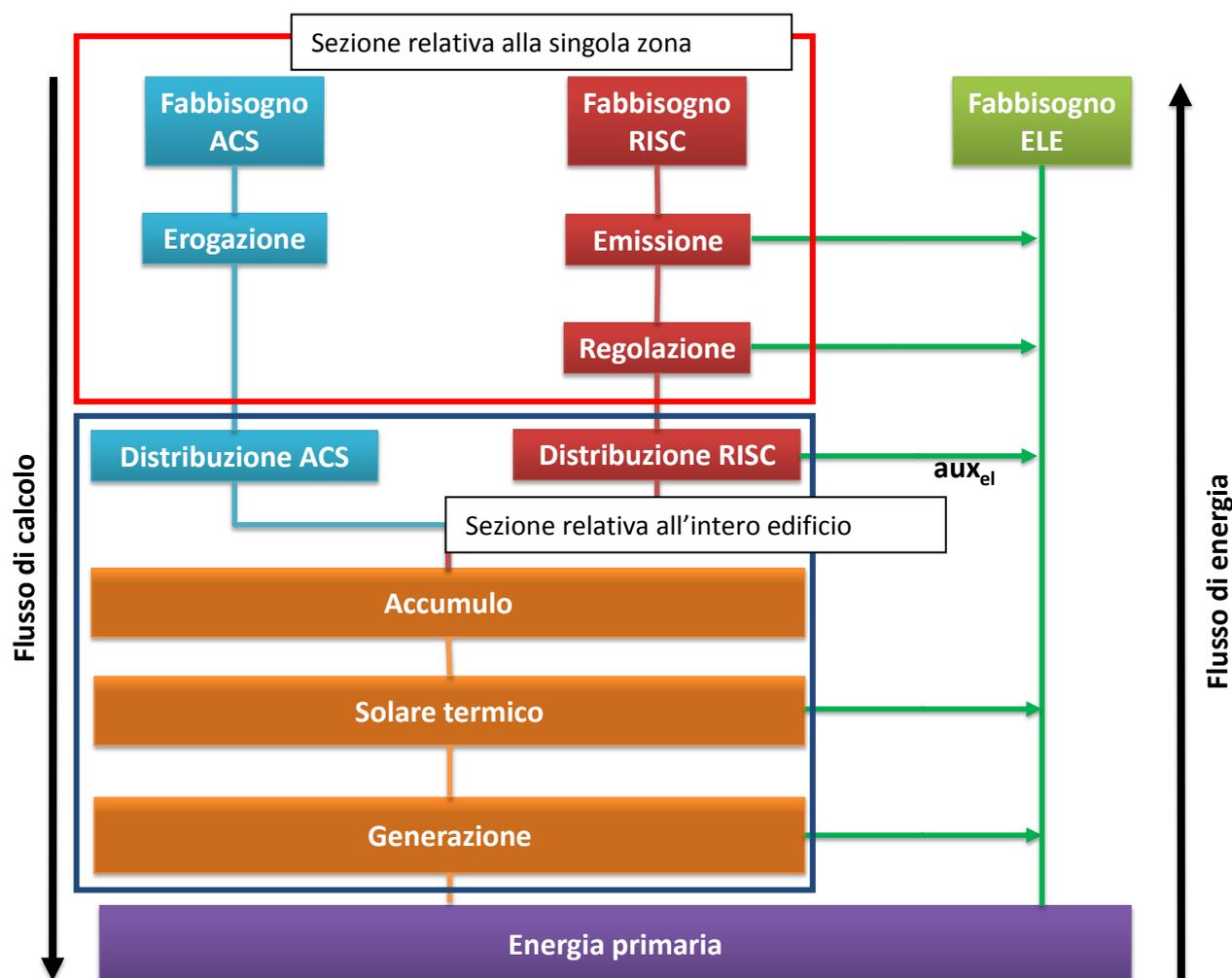
### **C. Area relativa all'impianto (terzo pulsante)**

Il software sfrutta la procedura di calcolo proposto dalle normative vigenti (serie UNI/TS 11300) per la determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria. Per maggiori informazioni sull'approccio metodologico alle diagnosi energetiche implementate nel software, è possibile riferirsi ai rapporti[17][3][4].

Le sezioni implementate all'interno dell'area impianto del software, siano esse relative all'impianto di zona o a quello globale, sono le seguenti:

- Scheda di caratterizzazione dell'impianto;
- scheda di emissione;
- scheda di regolazione;
- scheda di distribuzione per servizio di riscaldamento;
- scheda di distribuzione per servizio di ACS;
- scheda relativa agli accumuli;
- scheda dell'impianto solare termico;
- scheda di generazione per servizio di ACS;
- scheda di generazione per servizio di riscaldamento;
- scheda per carichi elettrici esterni;
- scheda per impianto fotovoltaico;
- scheda dei risultati dell'audit di zona.

Nella figura seguente è schematizzato il flusso di dati tra le diverse schede sopra elencate (*"flusso di calcolo"*), che, come noto, ha verso opposto a quello dei flussi energetici. Si parte dai fabbisogni di involucro e "risalendo" i sottosistemi coerentemente alla struttura ed alle connessioni tra i componenti, si ottiene il consumo totale di energia primaria. La procedura consente di determinare: rendimento, perdite e consumo energetico degli ausiliari di ogni sottosistema permettendo il controllo e la valutazione dell'impatto che ognuno di questi ha sulla prestazione energetica totale del sistema edificio-impianto.



### Descrizione dell'interfaccia dell'area "Impianto"

A destra dell'icona relativa all'involucro è presente una icona (con ingranaggi) che riguarda l'analisi dei componenti dell'impianto presenti all'interno della zona termica oggetto dell'audit.

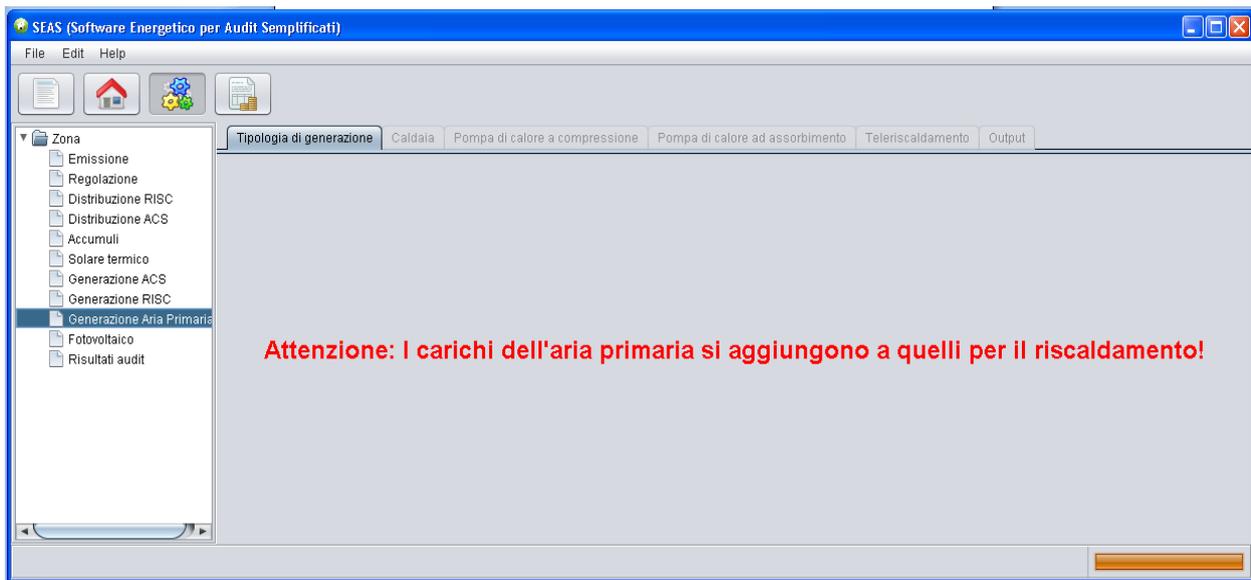
Cliccando sull'icona relativa all'impianto di zona comparirà una schermata coi nomi dei servizi (riscaldamento, ACS, aria primaria, cottura e elettrico) in cui occorre inserire i valori dei millesimi manualmente. Si ricorda che il valore dei millesimi è un intero (i valori decimali vengono automaticamente approssimati al valore intero corrispondente). La logica con cui devono essere inseriti i valori dei millesimi è descritta nel paragrafo B.5. Si ricorda che, in caso di configurazione multi-zona, è opportuno compilare i valori dei millesimi solamente dopo aver compilato le schede di "Emissione" e "Regolazione". In questa sezione devono essere inseriti anche eventuali carichi elettrici a carico della zona, ma non indicati nelle precedenti schede "Illuminazione" e "Altri carichi elettrici", nella sezione Involucro, in quanto non recuperabili termicamente all'interno della zona (esempio: lampade per l'illuminazione di un terrazzo).

Si ricorda che il campo "Millesimi di aria primaria" si riferisce al generatore che fornisce calore alle batterie di riscaldamento delle UTA. È previsto, infatti, che ogni UTA serva una e una sola zona, e che invece sia possibile, per un generatore, fornire calore a batterie di riscaldamento di più UTA e quindi di più zone (quindi, in questo specifico caso, i millesimi di aria primaria di ogni zona saranno < 1000). Infine viene richiesto all'utente di specificare:

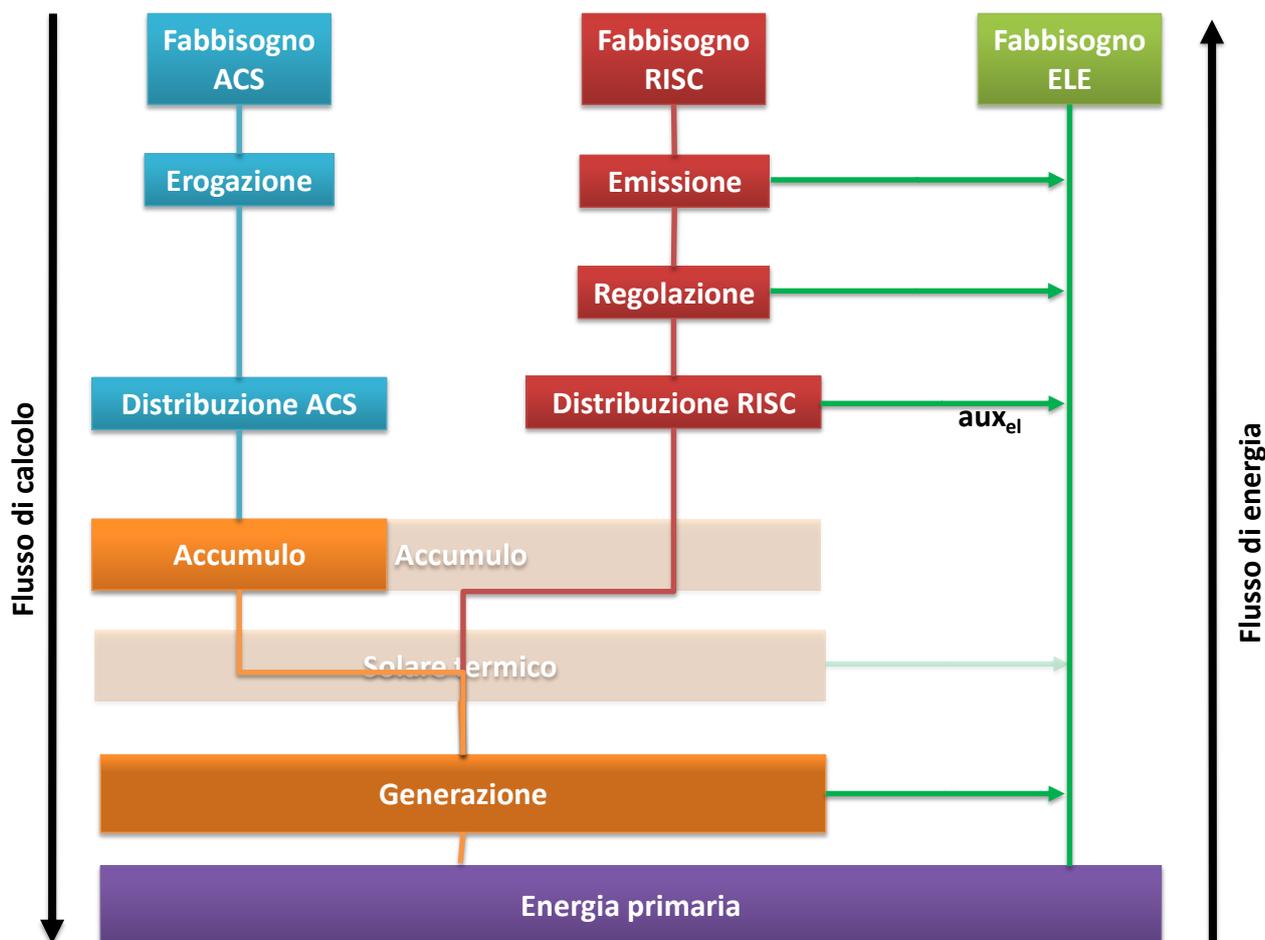
- se è presente un generatore combinato per i servizi di riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria;
- se è presente un generatore esclusivamente dedicato all'aria primaria (questa domanda compare solamente nel caso in cui la zona analizzata abbia un impianto di aria primaria).

Nel caso in cui non sia presente l'impianto di aria primaria e ci sia un generatore combinato per i servizi di riscaldamento e produzione di ACS, nella successiva scheda di generazione verrà chiesto all'utente di inserire i dati caratteristici del generatore solo in una scheda ("Generazione ACS"), mentre l'altra ("Generazione RISC") sarà disabilitata all'inserimento di dati.

Se è presente anche il servizio di aria primaria, ma il generatore non è esclusivamente dedicato a tale servizio, comparirà, nella scheda "Generazione Aria Primaria", un avviso che comunica all'utente che i carichi del generatore dovuti al servizio di aria primaria saranno aggiunti al generatore destinato al riscaldamento (che coincide col generatore per la produzione di ACS nel caso questi due servizi siano resi da un unico generatore combinato). Non è prevista la possibilità che il servizio di aria primaria sia reso dal generatore adibito alla produzione di ACS, nel caso questo non coincida anche con il generatore adibito al riscaldamento.



Se una delle schede non viene compilata, il calcolo procede "bypassando" la scheda vuota e utilizzando i risultati delle schede finora compilate come dati di input delle schede successive. Questo processo è illustrato nella figura seguente, in cui non è presente né il sottosistema di accumulo per il riscaldamento, né il solare termico.



### C.1 Scheda "Emissione"

Nel software sono implementate le quattro tipologie più comuni di terminali ad acqua (radiatori, termoconvettori, ventilconvettori, pannelli radianti). L'auditor deve inserire la potenza nominale dei terminali presenti esclusivamente all'interno della zona oggetto dell'audit e valutarne i relativi rendimenti di emissione: tali valori possono essere inseriti manualmente, oppure possono essere calcolati automaticamente dal software secondo i prospetti presentati dalla normativa UNI/TS 11300-2, nella versione andata in inchiesta pubblica (con scadenza: 29/09/2013)[17]. L'inserimento manuale è consigliato unicamente se l'auditor ritiene di trovarsi ad analizzare situazioni particolari dove i valori di riferimento della normativa potrebbero non essere rappresentativi. Accanto ad ogni terminale di emissione, è presente un campo in cui l'utente può inserire il valore della temperatura caratteristica media del circuito. In corrispondenza del campo, è riportato per ogni terminale una temperatura tipica "di default", per indirizzare l'utente nella scelta del valore. Se comunque tale valore non è noto, l'utente può lasciare vuoto il campo e il software utilizzerà automaticamente per i calcoli il valore di default riportato accanto al campo di input.

Nella parte destra della schermata saranno visualizzati i rendimenti mensili di emissione (tabella superiore) ed il riepilogo dei fabbisogni di energia elettrica (nel caso di ventilconvettori) e termica in ingresso al sottosistema.

SEAS (Software Energetico per Audit Semplificati) - gengaudit

File Edit Help

genga

- Emissione
  - Regolazione
  - Distribuzione RISC
  - Distribuzione ACS
  - Accumuli
  - Solare termico
  - Generazione ACS
  - Generazione RISC
  - Generazione Aria Primaria
  - Fotovoltaico
  - Risultati audit

Potenza installata nella zona

Radiatori [kW] 20      Temperatura media acqua nei terminali [°C] 70 (70)

Termoconvettori [kW]      [°C]      (70)

Aerotermi e Ventilconvettori [kW]      [°C]      (50)

Pannelli Radianti [kW]      [°C]      (32.5)

Tipo inserimento Valori da prospetto

Tipologia terminali Radiatori su parete esterna

Temperatura di mandata di progetto [°C] 75

Parete riflettente No

Parete esterna non isolata ( $U > 0.8 \text{ W/m}^2\text{K}$ ) Si

Rendimento di emissione

| Mese      | %     |
|-----------|-------|
| Gennaio   | 92,67 |
| Febbraio  | 92,67 |
| Marzo     | 92,67 |
| Aprile    | 92,67 |
| Maggio    | 92,67 |
| Giugno    | 92,67 |
| Luglio    | 92,67 |
| Agosto    | 92,67 |
| Settembre | 92,67 |
| Ottobre   | 92,67 |
| Novembre  | 92,67 |
| Dicembre  | 92,67 |

Energie in entrata al sottosistema di emissione

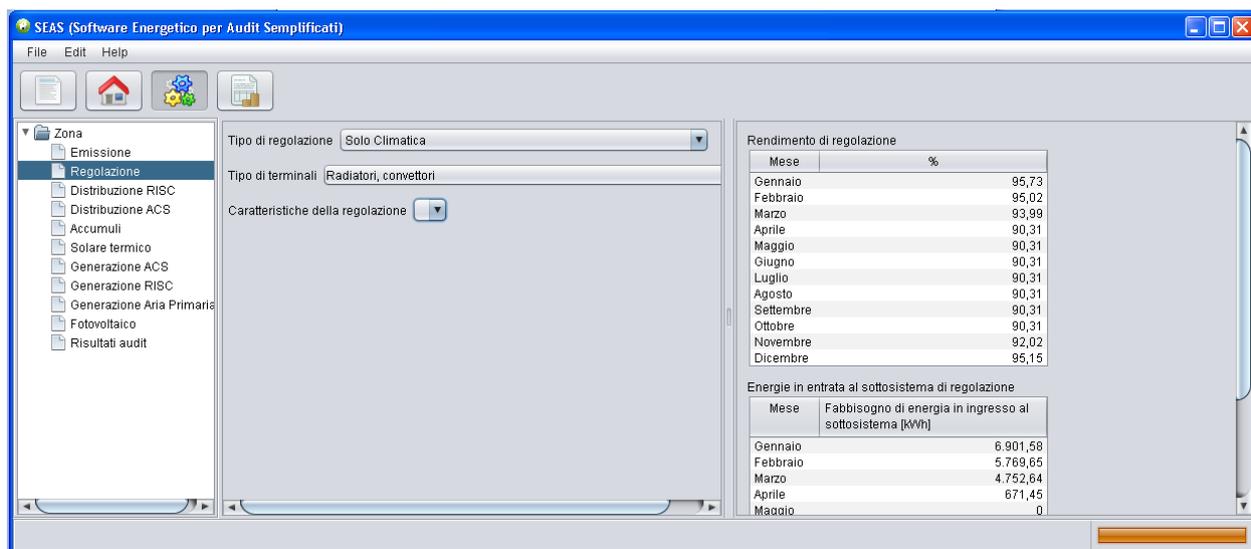
| Mese      | Energia elettrica ausiliari [kWh] | Fabbisogno energia in ingresso al sottosistema [kWh] |
|-----------|-----------------------------------|--|
| Gennaio   | 0                                 | 1.135,13   |
| Febbraio  | 0                                 | 825,76   |
| Marzo     | 0                                 | 548,18   |
| Aprile    | 0                                 | 100,67   |
| Maggio    | 0                                 | 0  |
| Giugno    | 0                                 | 0  |
| Luglio    | 0                                 | 0  |
| Agosto    | 0                                 | 0  |
| Settembre | 0                                 | 0  |
| Ottobre   | 0                                 | 0  |
| Novembre  | 0                                 | 485,49   |
| Dicembre  | 0                                 | 996,61   |
| Totale    | 0                                 | 4.091,83   |

## C.2 Scheda "Regolazione"

In questa scheda deve essere inserita la tipologia di regolazione in accordo coi prospetti forniti dalla UNI/TS 11300-2, versione andata in inchiesta pubblica fino al 29/09/2013 (di seguito indicata come UNI/TS 11300-2-IP2013[18]). I tre dati di input necessari al calcolo del rendimento di regolazione sono:

- la tipologia di terminale di emissione;
- la tipologia del sistema di regolazione;
- la logica di controllo (on/off, PI, PID).

Una volta impostate le opzioni nei tre menu a tendina, nella parte destra della schermata comparirà il valore corrispondente del rendimento di regolazione ed il riepilogo dei fabbisogni di energia termica in ingresso al sottosistema.



### C.3 Scheda "Distribuzione RISC"

La scheda relativa al sottosistema di distribuzione è suddivisa in quattro sezioni principali selezionabili dai menu "a linguetta" evidenziati nella figura seguente.

Si ricorda che a partire da questa scheda l'impianto analizzato in caso di diagnosi dell'involucro multi-zona è quello relativo all'intero edificio (vedi figura del paragrafo C).

La scheda "Metodo semplificato" viene utilizzata per valutare le perdite del sottosistema di distribuzione utilizzando un metodo basato sui rendimenti forniti dalla normativa UNI/TS 11300-2-IP2013[18]. Sono richiesti i seguenti dati di input:

- a) tipologia di rete;
- b) numero di piani;
- c) livello di isolamento delle tubazioni.

Inoltre viene effettuata una correzione del valore del rendimento nominale in funzione della temperatura media del fluido termovettore. Quest'ultimo parametro può essere inserito manualmente dall'auditor, oppure si può lasciare la valutazione al software. Il metodo semplificato è applicabile solo in caso di destinazione d'uso residenziale e per le tipologie di impianto presenti nei prospetti della norma sopra citata. Nel caso in cui l'auditor ritenga di dover analizzare analiticamente solo alcuni tratti di tubazione è possibile utilizzare il "Metodo semplificato" insieme al "Calcolo analitico". Un esempio può essere costituito da tubazioni non isolate che percorrono per un lungo tratto ambienti non climatizzati se non addirittura esterni. Il software utilizzerà i valori tabellati del rendimento di distribuzione per calcolare le perdite principali e vi aggiungerà i valori risultanti dall'analisi delle tubazioni attraverso il calcolo analitico.

Per tutte le destinazioni d'uso non residenziali è obbligatorio utilizzare esclusivamente la scheda "Calcolo Analitico". Nella parte destra della schermata è possibile aggiungere i tratti di tubazione che presentano caratteristiche simili in termini di isolamento. Dovranno poi essere specificati tutte le informazioni riguardanti la lunghezza, il diametro, l'isolamento e il posizionamento delle tubazioni. Il software calcolerà le perdite di tutti i tratti di tubazione inserite e le sommerà ottenendo le perdite totali ed il flusso di energia in ingresso al sottosistema.

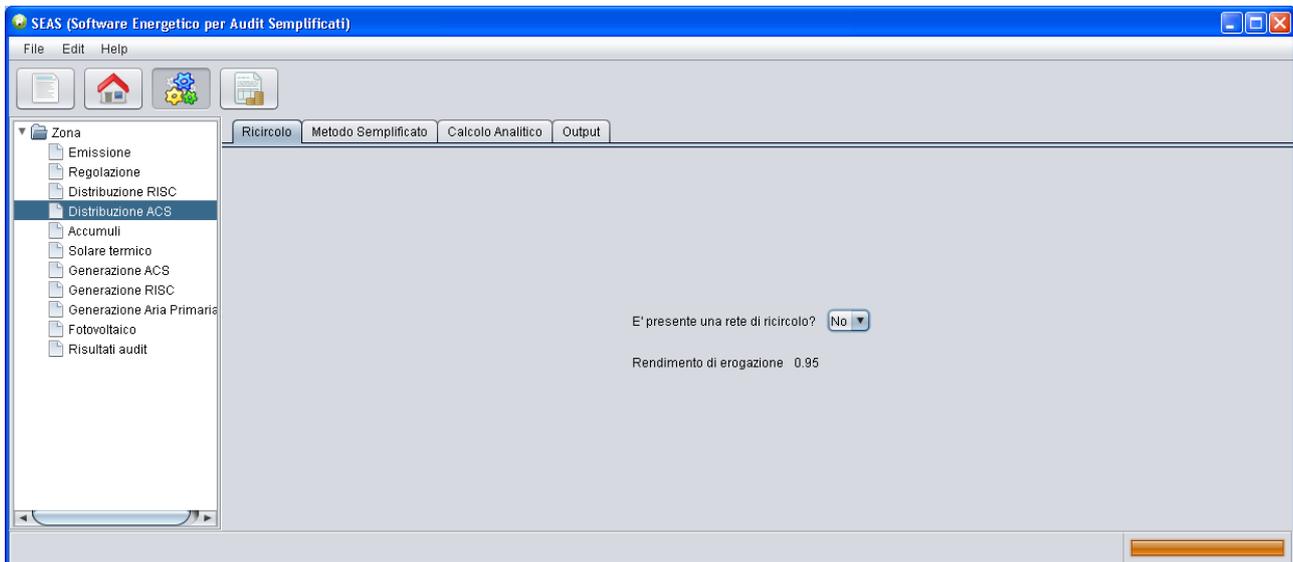
La scheda "Ausiliari" è dedicata alla valutazione dei consumi di energia elettrica per gli ausiliari di circolazione (elettro-circolatori e pompe). Nella parte destra della schermata è possibile aggiungere i singoli dispositivi presenti nell'impianto; successivamente, nella schermata principale, l'auditor dovrà inserire tutte le informazioni necessarie al calcolo (potenza elettrica nominale, il tipo di motore elettrico ed il tipo di controllo); infine, il software effettuerà la valutazione del consumo di energia elettrica attraverso la metodologia prevista dalla normativa UNI/TS 11300-2-IP2013[18].

Nella scheda “Output” vengono riportati i risultati complessivi di tutta la procedura di analisi del sottosistema di distribuzione: nelle due tabelle sono riportati il rendimento del sottosistema e i fabbisogni di energia termica in uscita dal sottosistema di accumulo. Poiché viene considerata la distribuzione dell’impianto, in caso multi-zona, si stimano trascurabili le perdite nel sistema di distribuzione delle singole zone.



#### C.4 Scheda “Distribuzione ACS”

In questo foglio di calcolo vengono calcolate le perdite e il fabbisogno di energia in ingresso al sistema di distribuzione dell’ACS. Anche in questo caso, nella scheda sono presenti più sezioni.



In accordo alla normativa UNI/TS 11300-2-IP2013[18] è possibile scegliere tra due metodologie “Metodo semplificato” e “Calcolo analitico”. Il programma disattiverà automaticamente la scheda “Metodo semplificato” se viene dichiarata la presenza di una rete di ricircolo.

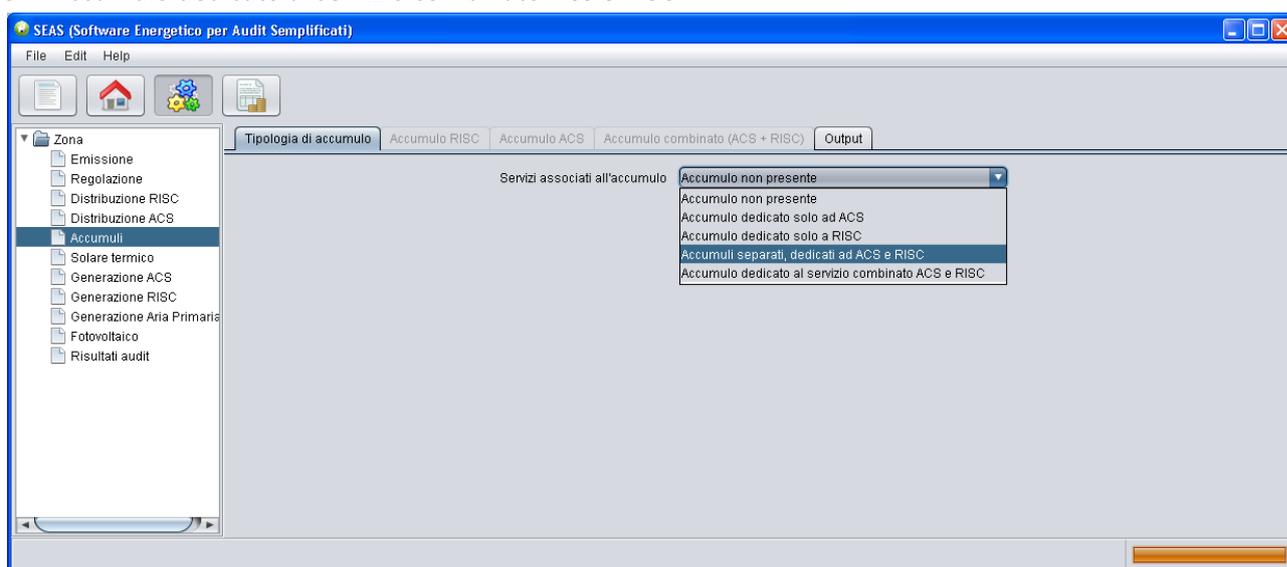
Il “Metodo semplificato” si basa sui rendimenti e sui coefficienti di recupero riportati in normativa. Non sono richieste quindi informazioni aggiuntive.

Per la metodologia “*Calcolo analitico*” (obbligatoria nel caso di presenza di rete di ricircolo) la modalità di inserimento dei dati è analoga a quella descritta nella scheda “*Distribuzione RISC*”. Dovranno poi essere specificati tutte le informazioni riguardanti la lunghezza, il diametro, l’isolamento e il posizionamento delle tubazioni. Il software calcolerà le perdite di tutti i tratti di tubazione inserite e le sommerà ottenendo le perdite totali ed il flusso di energia in ingresso al sottosistema.

### **C.5 Scheda “Accumulo”**

Nella sezione relativa al sottosistema di accumulo è possibile inserire tutti i serbatoi presenti nella zona. Nella scheda iniziale, “*Tipologia di accumulo*”, si sceglie la tipologia di accumulo presente nella zona tra varie opzioni presenti in un menu a tendina:

1. Accumulo non presente
2. Accumulo dedicato solo ad ACS
3. Accumulo dedicato solo a RISC
4. Accumuli separati, dedicati ad ACS e RISC
5. Accumulo dedicato al servizio combinato ACS e RISC



A seconda della scelta effettuata nella prima scheda, quelle seguenti verranno attivate o disattivate per facilitare l’inserimento dei dati da parte dell’auditor. Ad esempio, scegliendo l’opzione “*Accumuli separati, dedicati ad ACS e RISC*”, verrà disattivata la scheda “*Accumulo combinato (ACS + RISC)*”. In ogni caso verrà mantenuta attiva la scheda “*Output*”, dove vengono visualizzati i principali risultati della scheda di accumulo, quali le perdite termiche e il rendimento di accumulo. Questi dati vengono calcolati in funzione delle caratteristiche costruttive, del grado di isolamento e dell’ambiente dove è collocato il serbatoio. La normativa cui si fa riferimento è sempre la UNI/TS 11300-2:2008[16]. Per il calcolo delle perdite di accumulo, sia nel caso in cui sia destinato alla produzione di ACS che nel caso di servizio di riscaldamento, il numero dei giorni di utilizzo è quello dell’intero mese (senza considerare eventuali giorni di spegnimento dell’impianto). Per quanto riguarda l’accumulo combinato, le procedure di calcolo sono quelle relative ai due servizi suddividendo l’accumulo in funzione dei relativi fabbisogni.

Si ricorda che non è possibile inserire, in queste schede, i dati degli accumuli legati al solare termico, che devono essere inseriti nell’apposita routine dedicata.

## C.6 Scheda "Solare termico"

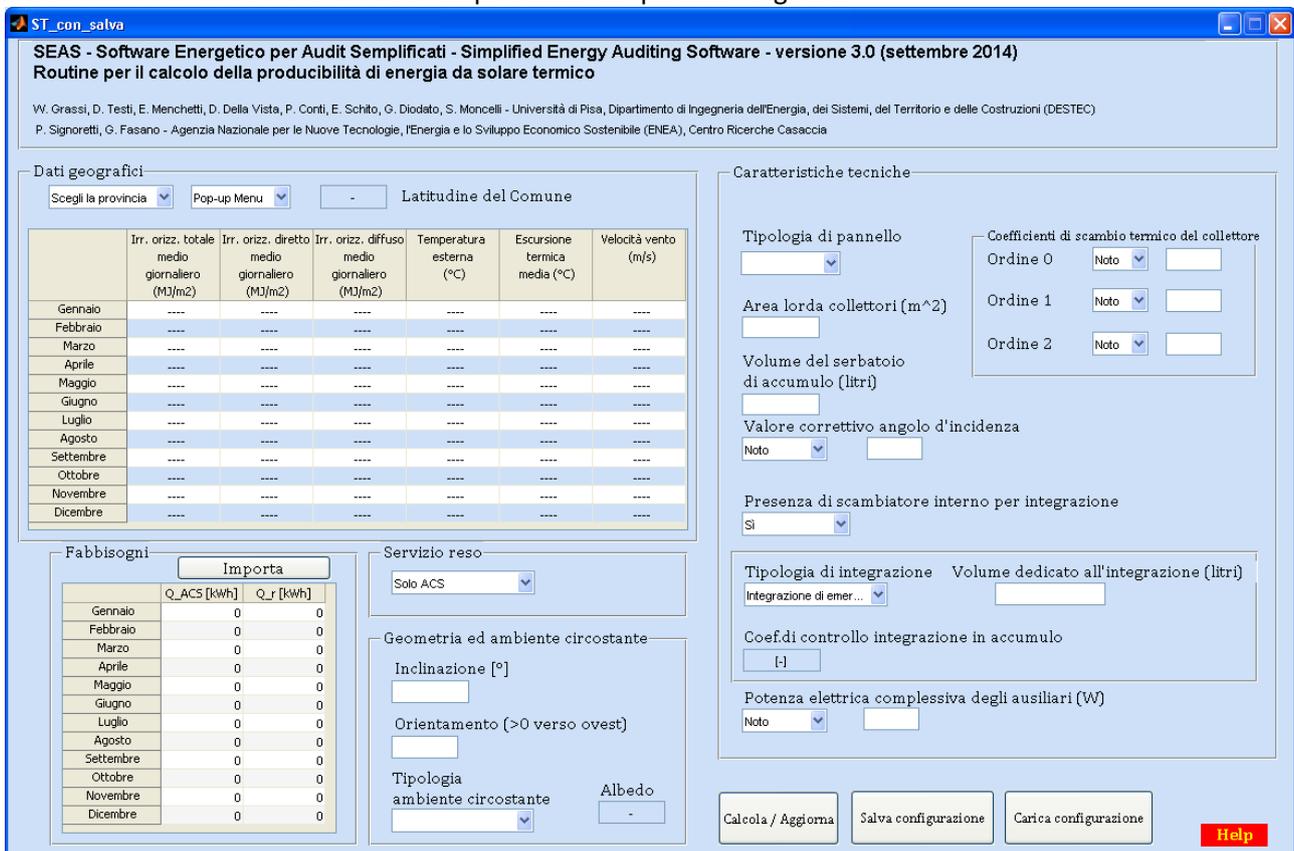
È stata creata una routine esterna per simulare le prestazioni di un impianto solare termico destinato alla produzione di ACS, all'integrazione con l'impianto di riscaldamento esistente o a entrambi.

La normativa di riferimento è la UNI/TS 11300-4:2012[19], che utilizza il metodo *f-chart*[20] ed è possibile simulare soltanto i collettori ad acqua. Analogamente a quanto specificato per i generatori, poiché non è stata prevista la presenza di più di un impianto solare termico, nel caso occorre inserire un impianto "equivalente" a quelli presenti. L'operazione di sintesi di più impianti in uno equivalente, consigliata esclusivamente se gli impianti hanno caratteristiche simili, è affidata all'auditor.

Per maggiori dettagli sulle procedure usate nella routine esterna, si rimanda al Paragrafo 3.3.

Per quanto riguarda l'accumulo dell'impianto solare termico (da non confondere con l'eventuale accumulo dell'impianto), nel caso di servizio combinato (riscaldamento e produzione di ACS), le procedure di calcolo sono quelle relative ai due servizi suddividendo l'accumulo in funzione dei relativi fabbisogni.

I dati richiesti nella routine di calcolo separata sono riportati in figura.



**SEAS - Software Energetico per Audit Semplificati - Simplified Energy Auditing Software - versione 3.0 (settembre 2014)**  
Routine per il calcolo della producibilità di energia da solare termico

W. Grassi, D. Testi, E. Menchetti, D. Della Vista, P. Conti, E. Schito, G. Diodato, S. Moncelli - Università di Pisa, Dipartimento di Ingegneria dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni (DESTEC)  
P. Signoretto, G. Fasano - Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile (ENEA), Centro Ricerche Casaccia

**Dati geografici**

Scegli la provincia  Pop-up Menu  Latitudine del Comune

|           | Irr. orizz. totale medio giornaliero (MJ/m2) | Irr. orizz. diretto medio giornaliero (MJ/m2) | Irr. orizz. diffuso medio giornaliero (MJ/m2) | Temperatura esterna (°C) | Escursione termica media (°C) | Velocità vento (m/s) |
|-----------|--|---|---|--------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Gennaio   | ----   | ----  | ----  | ----                     | ----                          | ----                 |
| Febbraio  | ----   | ----  | ----  | ----                     | ----                          | ----                 |
| Marzo     | ----   | ----  | ----  | ----                     | ----                          | ----                 |
| Aprile    | ----   | ----  | ----  | ----                     | ----                          | ----                 |
| Maggio    | ----   | ----  | ----  | ----                     | ----                          | ----                 |
| Giugno    | ----   | ----  | ----  | ----                     | ----                          | ----                 |
| Luglio    | ----   | ----  | ----  | ----                     | ----                          | ----                 |
| Agosto    | ----   | ----  | ----  | ----                     | ----                          | ----                 |
| Settembre | ----   | ----  | ----  | ----                     | ----                          | ----                 |
| Ottobre   | ----   | ----  | ----  | ----                     | ----                          | ----                 |
| Novembre  | ----   | ----  | ----  | ----                     | ----                          | ----                 |
| Dicembre  | ----   | ----  | ----  | ----                     | ----                          | ----                 |

**Caratteristiche tecniche**

Tipologia di pannello

Area lorda collettori (m<sup>2</sup>)

Volume del serbatoio di accumulo (litri)

Valore correttivo angolo d'incidenza

Presenza di scambiatore interno per integrazione

Tipologia di integrazione  Volume dedicato all'integrazione (litri)

Coef. di controllo integrazione in accumulo

Potenza elettrica complessiva degli ausiliari (W)

**Fabbisogni**

|           | Q_ACS [kWh] | Q_r [kWh] |
|-----------|-------------|-----------|
| Gennaio   | 0           | 0         |
| Febbraio  | 0           | 0         |
| Marzo     | 0           | 0         |
| Aprile    | 0           | 0         |
| Maggio    | 0           | 0         |
| Giugno    | 0           | 0         |
| Luglio    | 0           | 0         |
| Agosto    | 0           | 0         |
| Settembre | 0           | 0         |
| Ottobre   | 0           | 0         |
| Novembre  | 0           | 0         |
| Dicembre  | 0           | 0         |

**Servizio reso**

Solo ACS

**Geometria ed ambiente circostante**

Inclinazione [°]

Orientamento (>0 verso ovest)

Tipologia ambiente circostante  Albedo

Calcola / Aggiorna Salva configurazione Carica configurazione Help

I risultati della routine devono essere riportati manualmente nella scheda "Solare termico" in SEAS 3.0 e sono relativi alle percentuali di copertura del fabbisogno associato all'impianto (fabbisogno per riscaldamento o fabbisogno per produzione di ACS o entrambi se impianto combi-system) e all'energia elettrica associata agli ausiliari.

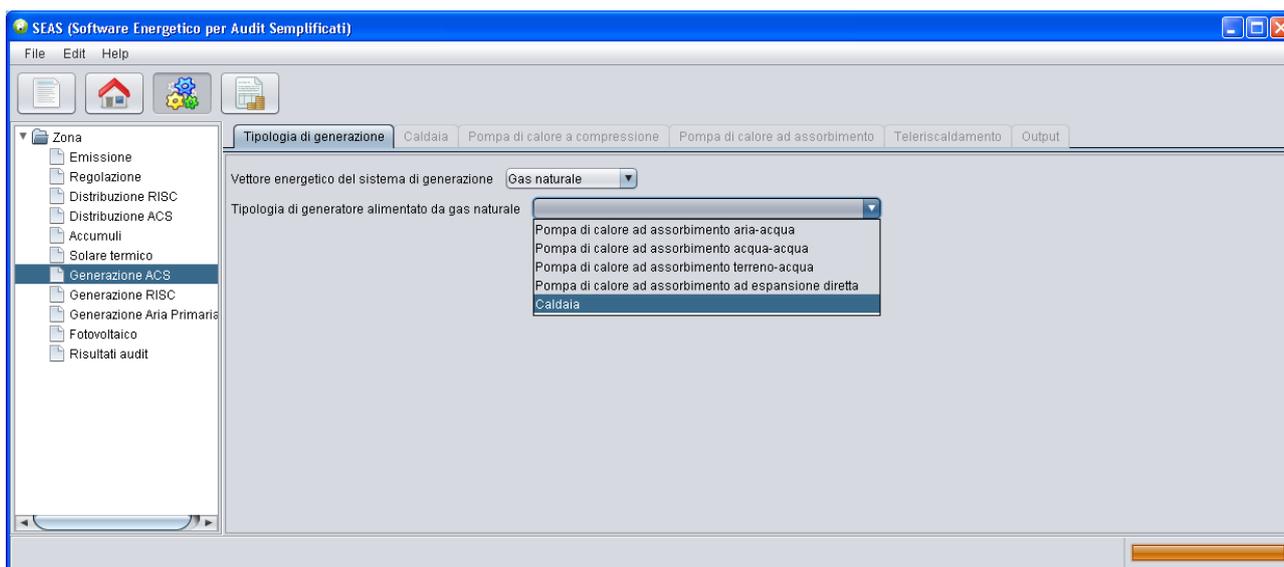
## C.7 Scheda "Generazione ACS"

Nella sezione "Generazione ACS" deve essere inserito il generatore di ACS presente e relativo alla zona termica analizzata (o all'insieme di zone, nel caso di simulazione multi-zona). Nel caso di generatore

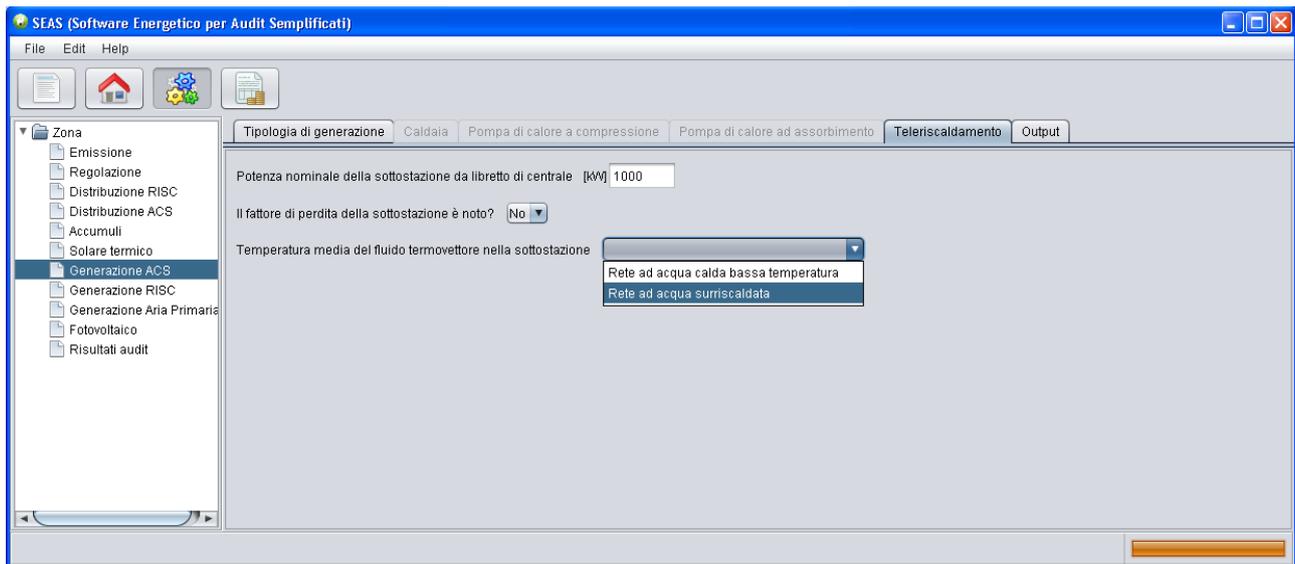
combinato (produzione di ACS e riscaldamento con lo stesso generatore) l'auditor dovrà compilare solamente questa scheda. Nel menu a linguetta, nella prima scheda, "Tipologia di generazione", è possibile scegliere il tipo di generatore usato per la produzione dell'ACS, scegliendo da menu a tendina anche il vettore energetico utilizzato. I vettori energetici presenti (o le tipologie di generazione) sono:

- Cippato;
- Gasolio;
- Teleriscaldamento;
- Elettrico;
- Olio combustibile;
- Gas naturale;
- GPL;
- Pellet;
- Legname;
- Altro combustibile (da utilizzarsi nel caso in cui si utilizzi un combustibile non presente nell'elenco). In questo caso, nella scheda di confronto con le fatturazioni, l'auditor dovrà inserire un valore sul potere calorifico del combustibile, in kWh<sub>th</sub>/u.c. (unità di combustibile – per esempio kg, m<sup>3</sup>...).

A seconda della scelta effettuata, le successive schede verranno attivate o disattivate.



In ogni scheda di caratterizzazione del generatore, l'auditor deve inserire degli input specifici (ad esempio, potenza e rendimento in caso nominale di una caldaia e potenza richiesta agli ausiliari, non comprendendo le pompe di circolazione, che invece sono da inserire nella scheda "Distribuzione ACS" ...). Nelle schede di caratterizzazione del generatore, è spesso necessario inserire la tipologia di generatore, cioè se il generatore in analisi è modulante o di tipo on-off. La scelta tra queste due tipologie influenza notevolmente il calcolo delle prestazioni del generatore. In ogni caso, la scheda di output riporta i valori mensili del fattore di carico (il fattore di carico in potenza è sempre unitario, in quanto si suppone che per la produzione di ACS il generatore operi a potenza nominale; tuttavia, il fattore di carico qui riportato si riferisce al rapporto di energie, inteso come il rapporto tra energia erogata e massima potenza erogabile dal generatore operando a potenza costante per l'intero tempo di predisposizione all'accensione), l'energia termica in ingresso al sottosistema di generazione, l'efficienza dello stesso e l'energia elettrica richiesta agli ausiliari. Per maggiori dettagli si rimanda al paragrafo C.10.



### **C.8 Scheda "Generazione RISC"**

La scheda "Generazione RISC" è del tutto analoga alla scheda precedentemente descritta di "Generazione ACS". Se, nella scheda di caratterizzazione dell'impianto, è stata spuntata la scelta "Impianto combinato ACS e RISC", la scheda di generazione per il riscaldamento risulta inattiva: il calcolo delle prestazioni per la produzione di energia per riscaldamento viene effettuato utilizzando i dati inseriti nella scheda precedente. Si suppone che il generatore operi con priorità per la produzione di ACS. Nella scheda di output sono riportati i valori mensili del fattore di carico, l'energia termica in ingresso al sottosistema di generazione, l'efficienza dello stesso e l'energia elettrica richiesta agli ausiliari. Se il fattore di carico risulta maggiore di 1, comparirà un segnale di avvertimento. Il software prosegue comunque i calcoli utilizzando il rendimento di generazione collegato al fattore di carico 1. Per il campo di input della potenza elettrica per gli ausiliari si ricorda che questi non comprendono le pompe di circolazione, che invece sono da inserire nella scheda "Distribuzione RISC" ...).

Per una spiegazione più dettagliata della procedura per il calcolo degli output, si rimanda al successivo paragrafo C.10.

### **C.9 Scheda "Generazione Aria Primaria"**

La scheda "Generazione Aria Primaria" è del tutto analoga alle due schede di generazione precedentemente spiegate. In questa scheda devono essere inseriti i dati caratterizzanti il sistema di generazione utilizzato per il riscaldamento dell'aria primaria dalla temperatura esterna alla temperatura di set-point desiderato (in genere, questa coincide con la temperatura di set-point di zona: in tal caso l'aria è definita neutra).

I dati dell'impianto devono essere inseriti in questa scheda solamente nel caso in cui sia presente un generatore dedicato esclusivamente a questo servizio.

Nel caso in cui il generatore per l'aria primaria coincida con quello usato per il servizio di riscaldamento (come specificato nella scheda generale dell'impianto), non sarà necessario inserire i dati inseriti precedentemente nella scheda di "Generazione RISC": i carichi aggiuntivi dell'aria primaria si sommeranno a quelli del riscaldamento, e la scheda "Generazione Aria Primaria" verrà inabilitata automaticamente.

### **C.10 Calcolo delle prestazioni dei vari tipi di generatore**

In questo paragrafo sono spiegate le semplificazioni e i cambiamenti effettuati rispetto alla metodologia presentata in UNI/TS 11300 – 2[16] e UNI/TS 11300-4[19].

In presenza di più generatori assimilabili tra loro (alimentati dallo stesso vettore energetico e con caratteristiche tecniche simili), si consiglia, poiché il software non consente le analisi multi-generatore, di inserire un unico generatore equivalente, con caratteristiche medie tra quelle effettive delle due macchine, e con potenze termica ed elettrica degli ausiliari date dalla somma dei singoli valori.

Nel caso in cui i generatori abbiano caratteristiche diverse (ad esempio, una caldaia e una pompa di calore), e servano due zone ben distinte, si consiglia di effettuare due diagnosi diverse e di sommare i fabbisogni di energia primaria finali. In caso di generatori in cascata o in parallelo, si consiglia di seguire la metodologia proposta nel Paragrafo B.6.

Di conseguenza, poiché non è possibile l’inserimento di più generatori, è possibile che negli output compaiano valori di fattori di carico maggiori di uno. Effettivamente, ci sono due possibilità per cui il fattore di carico del generatore può risultare maggiore di uno:

- Presenza di un generatore ausiliario (generatore di back-up) oltre a quello simulato: in tal caso si consiglia di agire come specificato precedentemente;
- Sovrastima del fabbisogno richiesto al generatore: in tal caso si consiglia di effettuare il tuning sui dati più incerti.

Di seguito sono presentate le metodologie per il calcolo delle prestazioni per tipologia di generatore (connesso al vettore energetico considerato).

#### **Caldaia**

A questa metodologia fanno riferimento le caldaie a gas naturale, a GPL, a gasolio, a olio combustibile e che usano un generico altro combustibile (non biomassa). Non è richiesta la specifica sulla tipologia di caldaia (a condensazione o tradizionale), per cui tutti i dati di input, compreso il rendimento di generazione, devono essere calcolati da parte dell’auditor facendo riferimento alla UNI/TS 11300-2[16]. Particolare attenzione deve essere posta alle temperature di mandata e di ritorno al generatore per la corretta valutazione del rendimento della macchina.

I dati di input da inserire sono: la potenza termica nominale, il rispettivo rendimento, la potenza elettrica richiesta agli ausiliari a pieno carico e la tipologia di generatore (on-off o modulante). Quest’ultimo dato determina la metodologia di calcolo utilizzata:

- Se il generatore è modulante, l’auditor deve specificare anche il fattore di carico di modulazione (tipicamente 0.3), il rendimento al carico parziale e la potenza elettrica degli ausiliari a carico parziale. Non si tiene conto delle perdite dovute all’accensione e spegnimento del generatore. Come nella metodologia descritta in normativa, non viene considerata la presenza dell’accumulo. Si ipotizza che il generatore sia sempre acceso in tutte le ore di predisposizione all’accensione: sono escluse, quindi, solo le ore relative ai giorni di spegnimento dell’impianto. Inoltre si ipotizza che il rendimento della macchina per fattori di carico minori di quello specificato sia pari al rendimento al carico parziale. Nel caso di generatore combinato, il fattore di carico per il riscaldamento ( $FC_{risc,comb}$ ) è calcolato come il rapporto tra il fabbisogno richiesto per riscaldamento ( $E_{risc}$ ) e l’energia totale disponibile al generatore (con potenza nominale), una volta coperto il fabbisogno per la produzione di ACS.

$$FC_{risc,comb} = \frac{E_{risc}}{P_{nom}(t_{TOT} - t_{ACS})} [-]$$

Dove  $t_{TOT}$  è il tempo di predisposizione all’accensione, pari al tempo del mese esclusi i giorni di spegnimento dell’impianto e  $t_{ACS}$  è il tempo equivalente necessario alla copertura del fabbisogno di ACS in ipotesi di potenza nominale del generatore. Nel caso in cui il fabbisogno per produzione di ACS determini un tempo equivalente ( $t_{ACS}$ ) maggiore del tempo totale di predisposizione all’accensione, il fattore di carico  $FC_{risc,comb}$  viene comunque assunto unitario.

- Se il generatore è di tipo on-off, si considera un fattore di carico unitario su tutto il periodo di predisposizione all'accensione calcolato in funzione dei giorni effettivi di utilizzo dell'impianto rispetto al totale mensile (non sono quindi considerati i giorni di spegnimento dell'impianto, inseriti dall'auditor nella scheda "Profilo accensione riscaldamento"). Questa semplificazione non tiene conto delle perdite dovute all'accensione e spegnimento del generatore. Come nella metodologia descritta in normativa, non viene considerata la presenza dell'accumulo. Se il generatore è di tipo combinato, valgono le stesse considerazioni riportate per il generatore modulante.

### **Caldia a biomassa**

A questa metodologia fanno riferimento le caldaie a cippato, a legname, a pellet e che usano una generica biomassa. Non è richiesta la specifica sulla tipologia di caldaia (a condensazione o tradizionale), per cui tutti i dati di input, compreso il rendimento di generazione, devono essere calcolati da parte dell'auditor facendo riferimento alla UNI/TS 11300-4[19]. Per questa tipologia di generatore, valgono le stesse considerazioni riportate sopra, sia per la caldaia modulante sia per la caldaia on-off.

### **Resistenza elettrica**

Per questa tipologia di generatore (scalda-acqua elettrici) si assume sempre rendimento unitario. La potenza termica nominale di input è quindi quella elettrica di targa. Tutte le considerazioni sul fattore di carico sono identiche a quelle precedentemente riportate per la caldaia on-off. Non devono assolutamente essere inserite in questa sezione eventuali stufe elettriche, o terminali (convettori o strisce radianti) elettriche: questi componenti devono infatti essere messi nella scheda di carichi elettrici, tra gli "Altri carichi elettrici presenti nella zona (recuperabili)".

### **Teleriscaldamento**

Per questa tipologia di generatore viene implementata tal quale la procedura prevista nelle normativa UNI/TS 11300-4[19]. Tutte le considerazioni sul fattore di carico sono identiche a quelle precedentemente riportate per la caldaia on-off.

### **Pompa di calore ad assorbimento aria-acqua, acqua-acqua, terreno-acqua, ad espansione diretta**

A questa metodologia fanno riferimento tutte le pompe di calore con sorgenti specificate nel titolo e alimentate esclusivamente a gas naturale. I dati di input da inserire sono relativi alla tipologia di macchina (modulante o on-off), alle prestazioni della macchina e alle temperature delle sorgenti fredda e calda a cui queste prestazioni fanno riferimento. È inoltre richiesta la temperatura di distillazione della miscela. Come precedentemente specificato, nel caso di pompa di calore on-off, il fattore di carico è unitario in tutto il periodo di predisposizione all'accensione e si seguono precisamente le indicazioni fornite nel paragrafo 9.4.4.2 della UNI/TS 11300-4 [19] per quanto riguarda un calcolo medio delle prestazioni, tenendo conto quindi delle fasi di accensione/spegnimento della macchina; se invece la pompa di calore è modulante, il fattore correttivo delle prestazioni per fattori di carico inferiori a 0.5 viene considerato comunque unitario (a differenza della procedura specificata nel paragrafo succitato): in genere, infatti, le pompe di calore sono caratterizzate da rendimenti più elevati a carico parziale, cosa di cui non si tiene conto nella Normativa (secondo cui il COP rimane invariato per fattori di carico compresi tra 50% e 100%, mentre diminuisce al di sotto del valore a carico parziale). Per questo motivo si ipotizza anche che non vi siano riduzioni di prestazioni al di sotto del valore del 50% della potenza nominale: non si effettuano quindi correzioni del COP.

**Pompa di calore a compressione elettrica aria-acqua, acqua-acqua, terreno-acqua, ad espansione diretta**

A questa metodologia fanno riferimento tutte le pompe di calore con sorgenti specificate nel titolo e alimentate esclusivamente a energia elettrica. I dati di input da inserire sono relativi alla tipologia di macchina (modulante o on-off), alle prestazioni della macchina e alle temperature delle sorgenti fredda e calda a cui queste prestazioni fanno riferimento.

Tutte le precisazioni riguardo al fattore correttivo delle prestazioni della macchina ai carichi parziali sono analoghe a quelle specificate per le pompe di calore ad assorbimento.

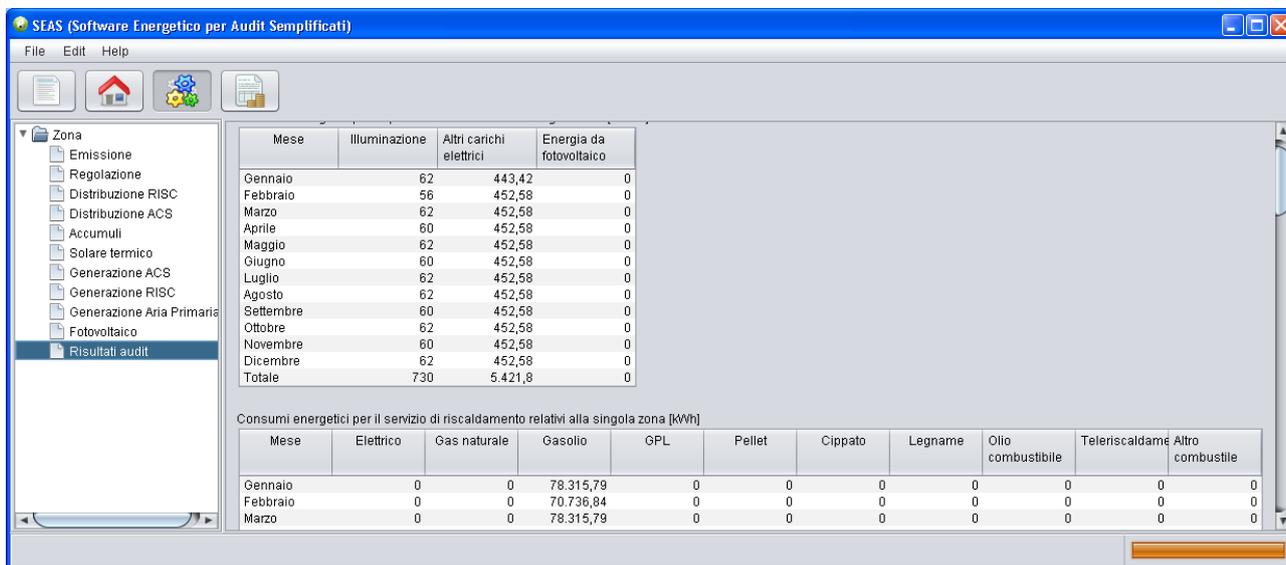
**C.11 Scheda “Fotovoltaico”**

In questa sezione è disponibile il calcolo della producibilità di energia elettrica da impianti fotovoltaici. Le procedure implementate sono due: la metodologia descritta nella UNI/TS 11300-4:2012 [19] e il più accurato metodo di Evans [21]. Dalla scheda presente in SEAS è possibile aprire una routine esterna, all’interno della quale l’auditor inserirà i dati richiesti. Lo specifico funzionamento del tool è descritto nel paragrafo 3.2.

**C.12 Scheda “Risultati audit”**

Nella sezione “Risultati audit” vengono visualizzati i risultati della procedura di audit riferiti alla singola zona termica, se ci si trova all’interno dell’area “Impianto di zona”, oppure riferiti alla totalità dell’impianto, se ci si trova all’interno dell’area “Impianto globale”.

I risultati sono suddivisi per servizio (elettrico, riscaldamento, ACS, cottura e totali) e per vettore energetico.



**D. Area relativa alla fatturazione delle spese energetiche**

A destra delle icone relative all’impianto è presente l’icona che simboleggia le fatturazioni economiche, rappresentata con un’immagine con dei fogli e delle monete. In questa sezione vanno inserite le fatturazioni di tutti i vettori energetici che alimentano o la specifica zona termica in esame in modo esclusivo (caso mono-zona), o l’intero edificio, comprendente tutte le zone servite dall’impianto (caso multi-zona, con tutte le zone soggette ad audit), o la zona soggetta ad audit ma non servita dall’impianto in modo esclusivo (alimentazione anche di altre zone non simulate e considerate con i millesimi). Ad

esclusione del solo caso di audit in configurazione mono-zona, le fatturazioni energetiche da inserire da parte dell'auditor devono essere quelle complessive dell'intero sistema edificio-impianto (cioè le fatturazioni relative ai 1000 millesimi, anche se la zona soggetto ad audit ha ripartizione millesimale sull'impianto < 1000).

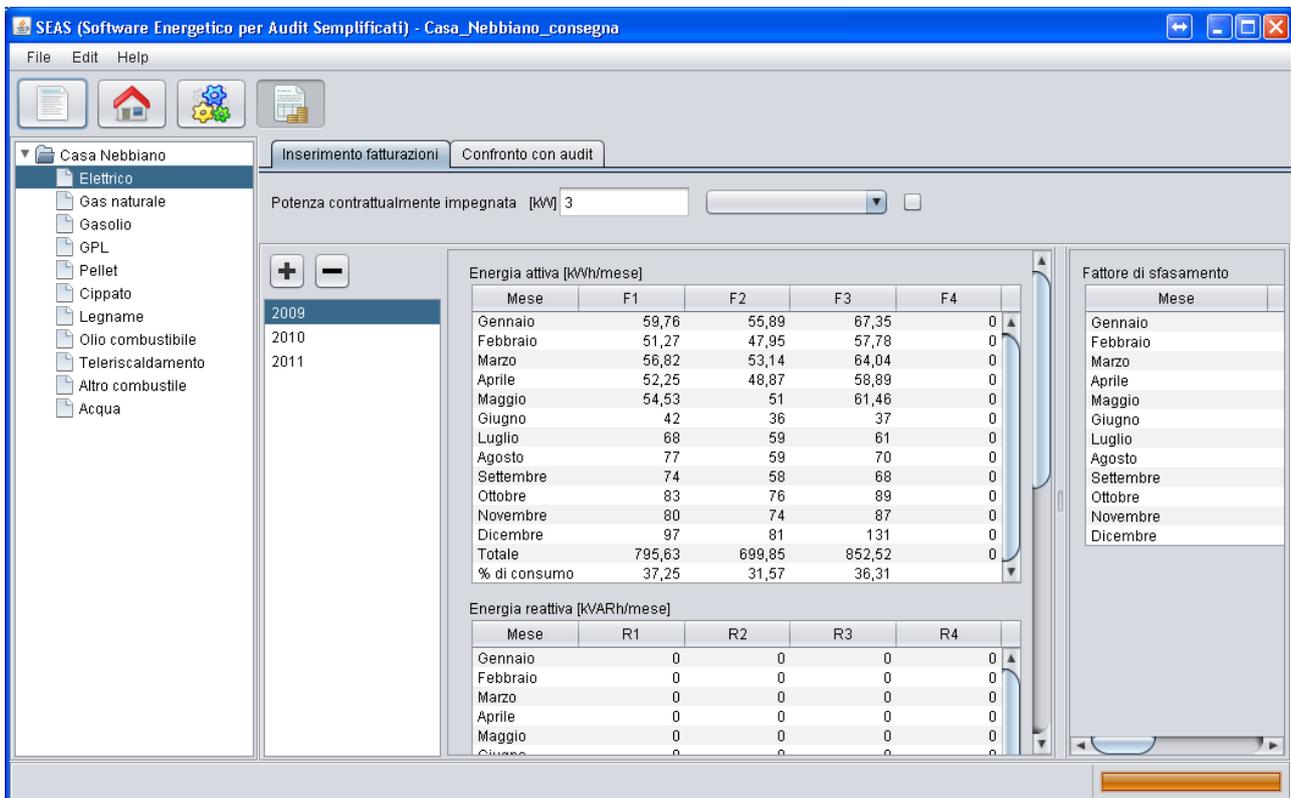
### **D.1 Scheda "Inserimento fatturazioni"**

I dati da inserire sono quelli presenti nelle fatture energetiche. Per ogni vettore la struttura di inserimento dei dati è modulare sugli anni significativi di consumo a disposizione. Si raccomanda di non inserire dati relativi ad anni non significativi (in cui ad esempio vi è stata una prolungata assenza degli utenti o in anni con clima particolarmente anomalo).

Con il termine zona in seguito è indicato sia una zona unica che un insieme di zone se viene effettuata una simulazione multi-zona.

I dati di consumo da inserire prevedono un lavoro preventivo di analisi da parte dell'auditor sia in termini di individuazione dei contatori che servono la zona che di reperimento delle fatture cartacee, sia in termini di ripartizione dei consumi (nel caso di contatori che non servono unicamente la zona soggetta ad audit), sia in termini di calcolo del consumo mensile, quando la fatturazione non sia mensile. Infine si ricorda che, se non già presente il dispositivo a bordo contatore, l'auditor può tener conto della correzione dei consumi con il fattore correttivo opportunamente specificato in fattura e dipendente dai dati climatici, inserendolo come campo di input. Se, in caso di contatore unico che serve anche altri edifici, sono presenti dati di contabilizzazione, diretta o indiretta, è obbligatorio farne uso per determinare i millesimi della sezione simulata.

Si specifica che in caso di molteplici fatture di uno stesso vettore energetico per la stessa zona occorre sommare, mese per mese, i consumi.



SEAS (Software Energetico per Audit Semplificati) - Casa\_Nebbiano\_consegna

File Edit Help

Inserimento fatturazioni Confronto con audit

Potenza contrattualmente impegnata [kW] 3

| Energia attiva [kWh/mese] |        |        |        |    |  |
|---------------------------|--------|--------|--------|----|--|
| Mese                      | F1     | F2     | F3     | F4 |  |
| 2009                      |        |        |        |    |  |
| Gennaio                   | 59,76  | 55,89  | 67,35  | 0  |  |
| Febbraio                  | 51,27  | 47,95  | 57,78  | 0  |  |
| Marzo                     | 56,82  | 53,14  | 64,04  | 0  |  |
| Aprile                    | 52,25  | 48,87  | 58,89  | 0  |  |
| Maggio                    | 54,53  | 51     | 61,46  | 0  |  |
| Giugno                    | 42     | 36     | 37     | 0  |  |
| Luglio                    | 68     | 59     | 61     | 0  |  |
| Agosto                    | 77     | 59     | 70     | 0  |  |
| Settembre                 | 74     | 58     | 68     | 0  |  |
| Ottobre                   | 83     | 76     | 89     | 0  |  |
| Novembre                  | 80     | 74     | 87     | 0  |  |
| Dicembre                  | 97     | 81     | 131    | 0  |  |
| Totale                    | 795,63 | 699,85 | 852,52 | 0  |  |
| % di consumo              | 37,25  | 31,57  | 36,31  |    |  |

| Energia reattiva [kVARh/mese] |    |    |    |    |  |
|-------------------------------|----|----|----|----|--|
| Mese                          | R1 | R2 | R3 | R4 |  |
| Gennaio                       | 0  | 0  | 0  | 0  |  |
| Febbraio                      | 0  | 0  | 0  | 0  |  |
| Marzo                         | 0  | 0  | 0  | 0  |  |
| Aprile                        | 0  | 0  | 0  | 0  |  |
| Maggio                        | 0  | 0  | 0  | 0  |  |
| Giugno                        | 0  | 0  | 0  | 0  |  |
| Luglio                        | 0  | 0  | 0  | 0  |  |
| Agosto                        | 0  | 0  | 0  | 0  |  |
| Settembre                     | 0  | 0  | 0  | 0  |  |
| Ottobre                       | 0  | 0  | 0  | 0  |  |
| Novembre                      | 0  | 0  | 0  | 0  |  |
| Dicembre                      | 0  | 0  | 0  | 0  |  |

Fattore di sfasamento

| Mese      |  |
|-----------|--|
| Gennaio   |  |
| Febbraio  |  |
| Marzo     |  |
| Aprile    |  |
| Maggio    |  |
| Giugno    |  |
| Luglio    |  |
| Agosto    |  |
| Settembre |  |
| Ottobre   |  |
| Novembre  |  |
| Dicembre  |  |

**D.2 Scheda “Confronto con audit”**

Nella sezione “Confronto con audit” l’auditor può confrontare i risultati della simulazione energetica (in termini di richieste di energia elettrica e termica dei vari vettori utilizzati, già presentata nella scheda “Risultati audit” della sezione di Impianto) coi dati reali di fatturazione. È mostrato anche lo scarto percentuale (per i vari vettori) tra l’energia totale calcolata tramite l’audit e quella rilevata dalle fatturazioni: per facilitarne la lettura è prevista la colorazione dello sfondo delle caselle con i colori rossi, giallo e verde a seconda che lo scarto tra consumi da fatturazioni e consumi da audit sia maggiore del 15%, compreso tra 10% e 15% ed inferiore al 10%. Sono mostrati anche gli scarti percentuali su base mensile, ma possono risultare meno significativi a causa della frequenza di lettura dei contatori o di rifornimento di combustibile.

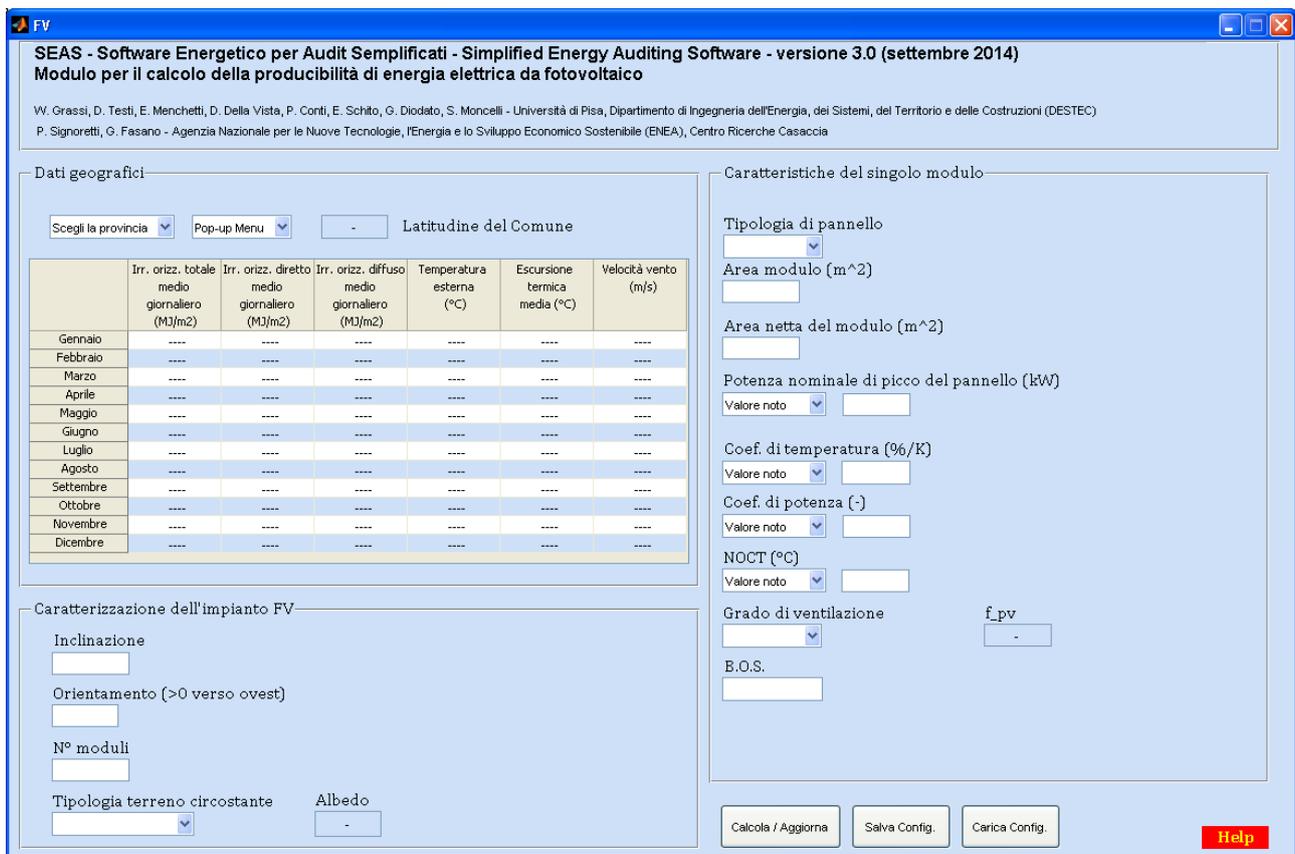
### 3.2 Manuale utente di SEAS 3.0 – routine per impianti fotovoltaici

È possibile utilizzare un modulo esterno di SEAS per il calcolo della producibilità di energia elettrica da impianti fotovoltaici.

Analogamente a quanto specificato per i generatori, poiché non è stata prevista la presenza di più di un impianto fotovoltaico, nel caso occorre inserire un impianto “equivalente” a quelli presenti. L’operazione di sintesi di più impianti in uno equivalente, consigliata esclusivamente se gli impianti hanno caratteristiche simili, è affidata all’auditor. Di seguito si riportano le ipotesi semplificative alla base del calcolo:

- Si trascura il decadimento temporale delle prestazioni del modulo fotovoltaico, sia quelle presenti nelle prime ore di esposizione (circa il 3-5% rispetto alla potenza di targa, ma tali valori raggiungono il 25% nel caso di moduli a silicio amorfo), sia quelle riguardanti il peggioramento delle prestazioni del modulo nel tempo. Quest’ultima valutazione è molto aleatoria e dipende da molteplici fattori, quali la manutenzione del sistema, gli eventuali danni fisici sul sistema di incapsulamento dei moduli e quant’altro. In letteratura si possono trovare valori di variazione di potenza per moduli in silicio cristallino di circa 0,1-0,5% annuo.
- Non si calcolano in modo analitico eventuali ombreggiamenti presenti dovuti ad oggetti orizzontali o verticali. Questo tipo di ombreggiamento viene conteggiato, in modo approssimato, all’interno del rendimento B.O.S.. Si considera invece l’ostruzione dovuta ad ostacoli all’orizzonte nel calcolo della radiazione solare tramite UNI/TR 11328[22].

La schermata principale della routine è riportata nella figura seguente.



The screenshot shows the main interface of the SEAS software. The title bar reads "SEAS - Software Energetico per Audit Semplificati - Simplified Energy Auditing Software - versione 3.0 (settembre 2014) Modulo per il calcolo della producibilità di energia elettrica da fotovoltaico". Below the title bar, there is a header with the authors' names and affiliations: "W. Grassi, D. Testi, E. Menchetti, D. Della Vista, P. Conti, E. Schito, G. Diodato, S. Moncelli - Università di Pisa, Dipartimento di Ingegneria dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni (DESTEC) P. Signoretto, G. Fasano - Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile (ENEA), Centro Ricerche Casaccia".

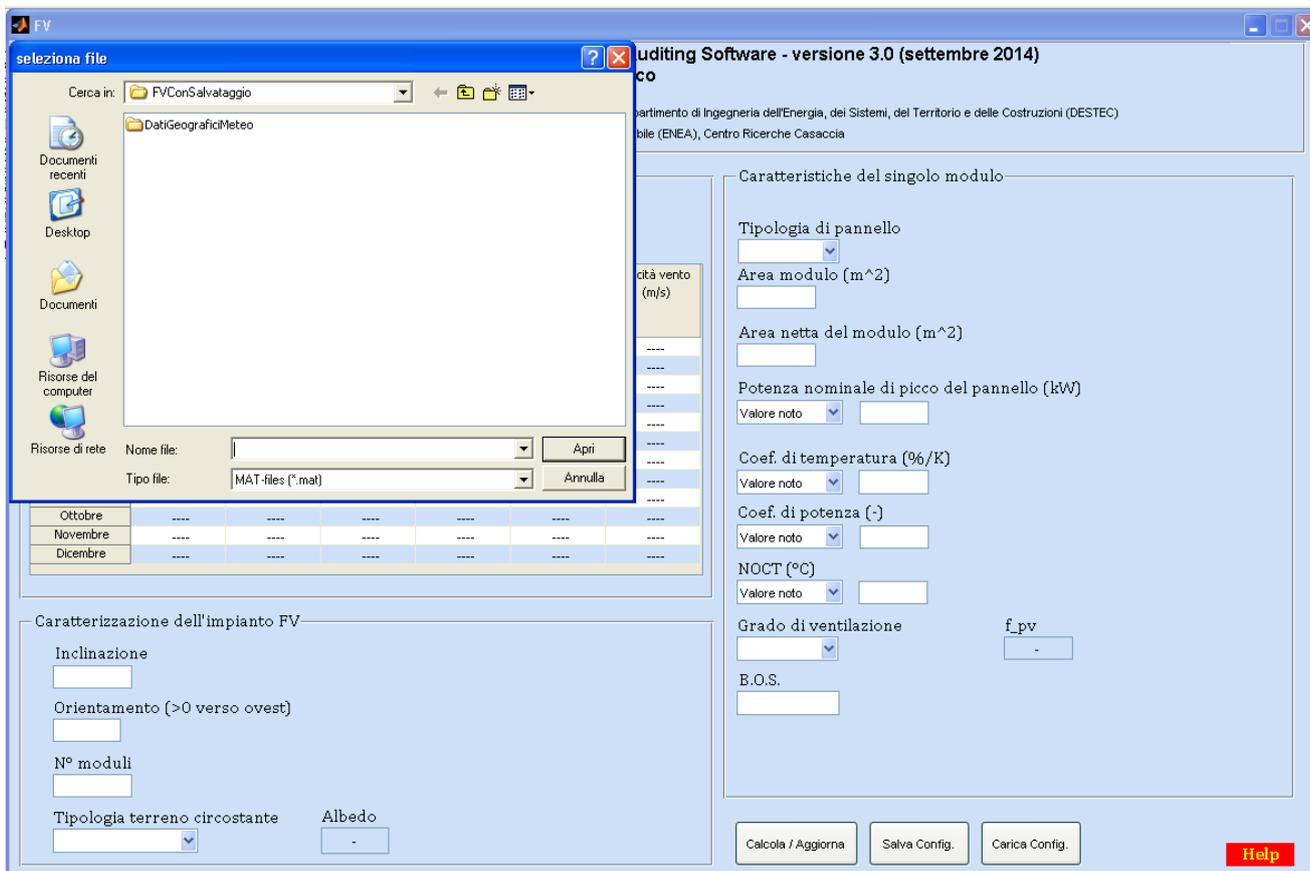
The interface is divided into several sections:

- Dati geografici:** Includes a dropdown for "Scegli la provincia", a "Pop-up Menu" button, and a text field for "Latitudine del Comune". Below this is a table with columns for months (Gennaio to Dicembre) and rows for irradiation types: "Irr. orizz. totale medio giornaliero (MJ/m2)", "Irr. orizz. diretto medio giornaliero (MJ/m2)", "Irr. orizz. diffuso medio giornaliero (MJ/m2)", "Temperatura esterna (°C)", "Escursione termica media (°C)", and "Velocità vento (m/s)".
- Caratteristiche del singolo modulo:** Includes a dropdown for "Tipologia di pannello", text fields for "Area modulo (m^2)", "Area netta del modulo (m^2)", and "Potenza nominale di picco del pannello (kW)". It also has dropdowns for "Valore noto" and input fields for "Coef. di temperatura (%/K)", "Coef. di potenza (-)", and "NOCT (°C)".
- Caratterizzazione dell'impianto FV:** Includes an input field for "Inclinazione", a dropdown for "Orientamento (>0 verso ovest)", an input field for "N° moduli", a dropdown for "Tipologia terreno circostante", and an input field for "Albedo".
- Other parameters:** Includes a dropdown for "Grado di ventilazione" and an input field for "f\_pv".

At the bottom right, there are four buttons: "Calcola / Aggiorna", "Salva Config.", "Carica Config.", and "Help".

Sono presenti, in basso a destra, quattro pulsanti, con i quali è possibile eseguire o aggiornare il calcolo della routine (tasto “Calcola/aggiorna”), salvare la configurazione creata (“Salva configurazione”), ricaricare una configurazione creata precedentemente (“Carica configurazione”) o aprire il presente manuale (tasto “Help”). Le configurazioni salvate tramite questa routine hanno estensione .MAT.

Si noti che, nel caricare una configurazione precedentemente creata, è necessario scegliere, dal menu a tendina, la dizione “Tutti i file” (o “All files”) nella scelta per Tipo di file.



La schermata iniziale è suddivisa in tre sezioni: Dati geografici, Caratterizzazione dell'impianto FV, Caratteristiche del singolo modulo.

Nella sezione Dati geografici è richiesto all'utente di inserire, dagli appositi menu a tendina, la provincia e il comune dove si trova (o dove si progetta di costruire) l'impianto fotovoltaico in analisi. Nella tabella immediatamente sottostante compariranno automaticamente (in sola visualizzazione) i valori, presi da normativa UNI 10349:1994[9], riguardanti l'irraggiamento medio giornaliero su piano orizzontale (nelle tre componenti totale, diretto e diffuso), la temperatura esterna e l'escursione termica media e la velocità media del vento. È possibile scegliere tra 103 province, mancando nell'elenco le ultime province costituite (in quanto per esse non sono disponibili ufficialmente dati climatici): Olbia-Tempio, Ogliastra, Medio Campidano, Carbonia-Iglesias, Monza e Brianza, Fermo, Barletta-Andria-Trani. Se l'impianto in analisi si trova in una di queste province, l'utente dovrà fare riferimento alla precedente provincia di appartenenza oppure a quella più vicina geograficamente. Si faccia attenzione che i dati climatici inseriti riguardano la provincia di appartenenza, e non è prevista alcuna interpolazione sui dati per calcolare dati climatici più specifici per il comune in cui si progetta di costruire l'impianto.

In seguito l'utente dovrà inserire dati riguardanti la caratterizzazione dell'impianto fotovoltaico, in termini di inclinazione media rispetto al piano orizzontale, orientamento rispetto al Sud (prendendo positivi i valori di orientamento verso ovest) e la tipologia di terreno circostante (che influenza il valore di albedo che tiene conto dell'irraggiamento incidente sul pannello riflesso dalle superfici adiacenti). Non è possibile, invece, tenere conto di eventuali ombreggiamenti dovuti, ad esempio, ad ostruzioni esterne o oggetti verticali: si

assume infatti che l'impianto venga (o sia stato) installato a opportuna distanza da strutture che possano comprometterne l'irraggiamento.

Nella sezione successiva, riguardante le caratteristiche del singolo modulo, è richiesto l'inserimento di alcuni dati riguardanti il singolo modulo, tipicamente forniti dai costruttori. Il dato più importante da inserire è la tipologia di pannello, da scegliersi da apposito menu a tendina. Questo influenza infatti la producibilità del modulo, in quanto tipologie diverse hanno tipicamente rendimenti diversi. È richiesto inoltre l'inserimento del valore dell'area complessiva e dell'area netta del modulo, nonché i valori della potenza di picco del modulo, del coefficiente di temperatura e di potenza e del NOCT. Se non si è a conoscenza di tali valori, è possibile inserirne automaticamente dei valori tipici scegliendo dal menu a tendina "Valore non noto": in questo caso per il calcolo della producibilità verranno utilizzati dei valori tipici tabellati in base alla tipologia di pannello. La mancanza dell'inserimento della tipologia di pannello porta alla comparsa di un messaggio di errore.

**SEAS - Software Energetico per Audit Semplificati - Simplified Energy Auditing Software - versione 3.0 (settembre 2014)**  
**Modulo per il calcolo della producibilità di energia elettrica da fotovoltaico**

W. Grassi, D. Testi, E. Menchetti, D. Della Vista, P. Conti, E. Schito, G. Diodato, S. Moncelli - Università di Pisa, Dipartimento di Ingegneria dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni (DESTEC)  
P. Signoretto, G. Fasano - Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile (ENEA), Centro Ricerche Casaccia

**Dati geografici**

AO:  Ayas:  45.93 Latitudine del Comune

|           | Irr. orizz. totale medio giornaliero (MJ/m2) | Irr. orizz. diretto medio giornaliero (MJ/m2) | Irr. orizz. diffuso medio giornaliero (MJ/m2) | Temperatura esterna (°C) | Escursione termica media (°C) | Velocità vento (m/s) |
|-----------|--|---|---|--------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Gennaio   | 5.30   | 2.90  | 2.40  | -0.30                    | 8.10                          | 2.60                 |
| Febbraio  | 8.00   | 4.60  | 3.40  | 2.60                     | 9.00                          | 2.60                 |
| Marzo     | 12.10  | 7.20  | 4.90  | 6.70                     | 10.10                         | 2.60                 |
| Aprile    | 15.70  | 9.00  | 6.70  | 11.00                    | 10.50                         | 2.60                 |
| Maggio    | 18.20  | 10.30   | 7.90  | 14.70                    | 11.60                         | 2.60                 |
| Giugno    | 19.90  | 11.50   | 8.40  | 18.70                    | 11.90                         | 2.60                 |
| Luglio    | 21.00  | 13.00   | 8.00  | 20.50                    | 12.10                         | 2.60                 |
| Agosto    | 17.50  | 10.40   | 7.10  | 19.40                    | 11.50                         | 2.60                 |
| Settembre | 13.20  | 7.60  | 5.60  | 15.90                    | 10.00                         | 2.60                 |
| Ottobre   | 8.70   | 4.80  | 3.90  | 10.30                    | 8.90                          | 2.60                 |
| Novembre  | 6.10   | 3.50  | 2.60  | 4.80                     | 7.50                          | 2.60                 |
| Dicembre  | 4.80   | 2.70  | 2.10  | 0.80                     | 7.40                          | 2.60                 |

**Caratterizzazione dell'impianto FV**

Inclinazione:   
Orientamento (>0 verso ovest):   
N° moduli:   
Tipologia terreno circostante:   
Albedo:

**Caratteristiche del singolo modulo**

Tipologia di pannello:   
Area modulo (m<sup>2</sup>):   
Area netta del modulo (m<sup>2</sup>):   
Potenza nominale di picco del pannello (kW):  **INSERISCI LA TIPOLOGIA DI PANNELLO**  
Coef. di temperatura (%/K):  **INSERISCI LA TIPOLOGIA DI PANNELLO**  
Coef. di potenza (-):    
NOCT (°C):  **INSERISCI LA TIPOLOGIA DI PANNELLO**  
Grado di ventilazione f<sub>pV</sub>:    
B.O.S.:

Calcola / Aggiorna    Salva Config.    Carica Config.    **Help**

Un analogo messaggio di errore viene visualizzato nel caso in cui l'area netta del modulo sia maggiore dell'area lorda.

**SEAS - Software Energetico per Audit Semplificati - Simplified Energy Auditing Software - versione 3.0 (settembre 2014)**  
**Modulo per il calcolo della producibilità di energia elettrica da fotovoltaico**

W. Grassi, D. Testi, E. Menchetti, D. Della Vista, P. Conti, E. Schito, G. Diodato, S. Moncelli - Università di Pisa, Dipartimento di Ingegneria dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni (DESTEC)  
 P. Signoretti, G. Fasano - Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile (ENEA), Centro Ricerche Casaccia

Dati geografici

AO:  Ayas  45.93  Latitudine del Comune

|           | Irr. orizz. totale<br>giornaliero<br>(MJ/m2) | Irr. orizz. diretto<br>giornaliero<br>(MJ/m2) | Irr. orizz. diffuso<br>giornaliero<br>(MJ/m2) | Temperatura<br>esterna<br>(°C) | Escursione<br>termica<br>media (°C) | Velocità vento<br>(m/s) |
|-----------|--|---|---|--------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|
| Gennaio   | 5.30   | 2.90  | 2.40  | -0.30                          | 8.10                                | 2.60                    |
| Febbraio  | 8.00   | 4.60  | 3.40  | 2.60                           | 9.00                                | 2.60                    |
| Marzo     | 12.10  | 7.20  | 4.90  | 6.70                           | 10.10                               | 2.60                    |
| Aprile    | 15.70  | 9.00  | 6.70  | 11.00                          | 10.50                               | 2.60                    |
| Maggio    | 18.20  | 10.30   | 7.90  | 14.70                          | 11.60                               | 2.60                    |
| Giugno    | 19.90  | 11.50   | 8.40  | 18.70                          | 11.90                               | 2.60                    |
| Luglio    | 21.00  | 13.00   | 8.00  | 20.50                          | 12.10                               | 2.60                    |
| Agosto    | 17.50  | 10.40   | 7.10  | 19.40                          | 11.50                               | 2.60                    |
| Settembre | 13.20  | 7.60  | 5.60  | 15.90                          | 10.00                               | 2.60                    |
| Ottobre   | 8.70   | 4.80  | 3.90  | 10.30                          | 8.90                                | 2.60                    |
| Novembre  | 6.10   | 3.50  | 2.60  | 4.80                           | 7.50                                | 2.60                    |
| Dicembre  | 4.80   | 2.70  | 2.10  | 0.80                           | 7.40                                | 2.60                    |

Caratterizzazione dell'impianto FV

Inclinazione:

Orientamento (>0 verso ovest):

N° moduli:

Tipologia terreno circostante:  Albedo:

Caratteristiche del singolo modulo

Tipologia di pannello:

Area modulo (m<sup>2</sup>):  **ATTENZIONE: L'AREA NETTA E' SUPERIORE ALLA LORDA**

Area netta del modulo (m<sup>2</sup>):

Potenza nominale di picco del pannello (kW):

Coef. di temperatura (%/K):

Coef. di potenza (-):

NOCT (°C):

Grado di ventilazione:  f\_pv

B.O.S.:

Calcola / Aggiorna    Salva Config.    Carica Config.    Help

Infine è richiesto il valore del B.O.S (Balance of System), da scegliersi tipicamente tra i valori di 0.8 e 0.9, e una stima del grado di ventilazione del pannello, che influenza la temperatura della cella e quindi il rendimento del modulo stesso.

**SEAS - Software Energetico per Audit Semplificati - Simplified Energy Auditing Software - versione 3.0 (settembre 2014)**  
**Modulo per il calcolo della producibilità di energia elettrica da fotovoltaico**

W. Grassi, D. Testi, E. Menchetti, D. Della Vista, P. Conti, E. Schito, G. Diodato, S. Moncelli - Università di Pisa, Dipartimento di Ingegneria dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni (DESTEC)  
P. Signoretti, G. Fasano - Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile (ENEA), Centro Ricerche Casaccia

Dati geografici

AO:  Ayas:  45.93 Latitudine del Comune

|           | Irr. orizz. totale medio giornaliero (MJ/m2) | Irr. orizz. diretto medio giornaliero (MJ/m2) | Irr. orizz. diffuso medio giornaliero (MJ/m2) | Temperatura esterna (°C) | Escursione termica media (°C) | Velocità vento (m/s) |
|-----------|--|---|---|--------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Gennaio   | 5.30   | 2.90  | 2.40  | -0.30                    | 8.10                          | 2.60                 |
| Febbraio  | 8.00   | 4.60  | 3.40  | 2.60                     | 9.00                          | 2.60                 |
| Marzo     | 12.10  | 7.20  | 4.90  | 6.70                     | 10.10                         | 2.60                 |
| Aprile    | 15.70  | 9.00  | 6.70  | 11.00                    | 10.50                         | 2.60                 |
| Maggio    | 18.20  | 10.30   | 7.90  | 14.70                    | 11.60                         | 2.60                 |
| Giugno    | 19.90  | 11.50   | 8.40  | 18.70                    | 11.90                         | 2.60                 |
| Luglio    | 21.00  | 13.00   | 8.00  | 20.50                    | 12.10                         | 2.60                 |
| Agosto    | 17.50  | 10.40   | 7.10  | 19.40                    | 11.50                         | 2.60                 |
| Settembre | 13.20  | 7.60  | 5.60  | 15.90                    | 10.00                         | 2.60                 |
| Ottobre   | 8.70   | 4.80  | 3.90  | 10.30                    | 8.90                          | 2.60                 |
| Novembre  | 6.10   | 3.50  | 2.60  | 4.80                     | 7.50                          | 2.60                 |
| Dicembre  | 4.80   | 2.70  | 2.10  | 0.80                     | 7.40                          | 2.60                 |

Caratterizzazione dell'impianto FV

Inclinazione:

Orientamento (>0 verso ovest):

N° moduli:

Tipologia terreno circostante:

Albedo:

Caratteristiche del singolo modulo

Tipologia di pannello:

Area modulo (m<sup>2</sup>):

Area netta del modulo (m<sup>2</sup>):

Potenza nominale di picco del pannello (kW):

Coef. di temperatura (%/K):

Coef. di potenza (-):

NOCT (°C):

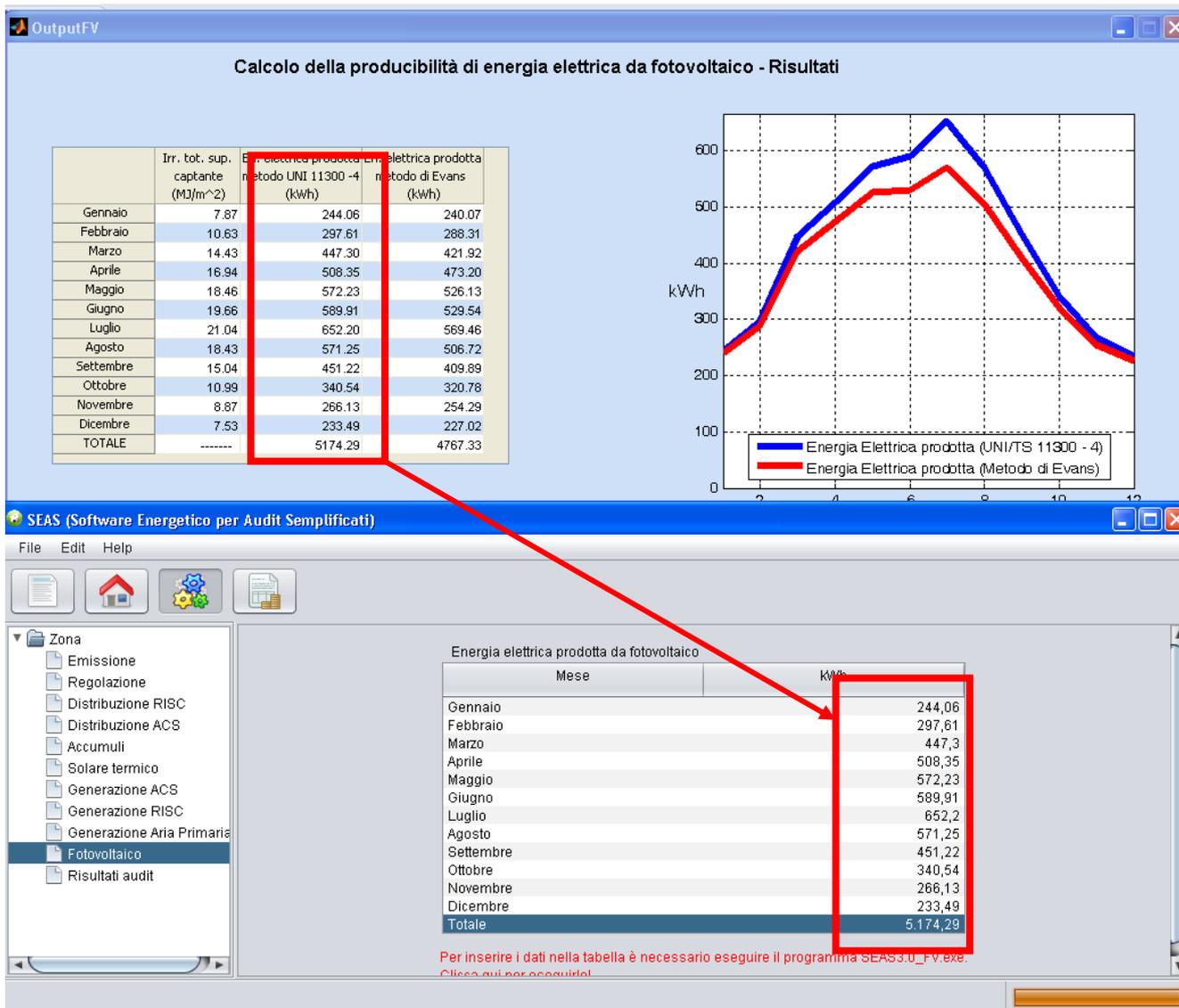
Grado di ventilazione:  f<sub>pV</sub>

E.O.S.:

Calcola / Aggiorna Salva Config. Carica Config. Help

Una volta inseriti tutti i valori richiesti, premendo il tasto "Calcola/aggiorna", il software calcolerà la producibilità di energia elettrica tramite due metodi diversi: quello descritto in UNI/TS 11300-4:2012[18] e il metodo di Evans[21]. Nella schermata di output, di cui un esempio è riportato in figura seguente, è presente una tabella in cui compaiono i valori dell'irraggiamento giornaliero medio mensile sulla superficie captante (con l'inclinazione e l'orientamento inseriti dall'utente) e i valori dell'energia elettrica prodotta mensilmente secondo i due metodi. Sono riportati anche le ore equivalenti di funzionamento secondo le due metodologie (date dal rapporto della producibilità elettrica complessiva annuale diviso la potenza complessiva di picco dell'intero impianto) e un grafico in cui si riportano i valori della producibilità mensile stimata.

L'auditor dovrà, infine, scegliere una tra le due metodologie utilizzate nella routine e copiare i valori delle energie elettriche prodotte mensilmente dall'impianto fotovoltaico all'interno della tabella editabile presente in SEAS.

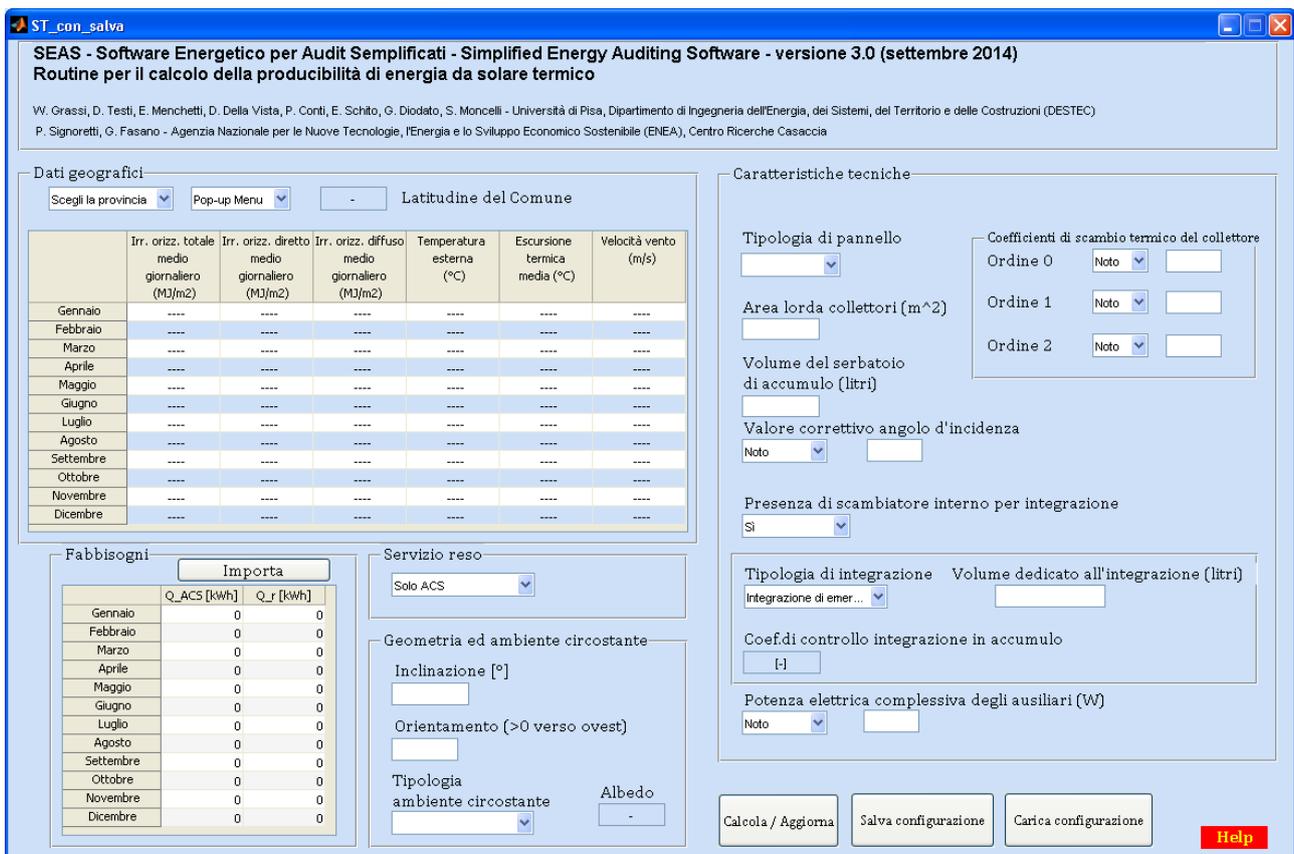


### 3.3 Manuale utente di SEAS 3.0 – routine per impianti solari termici

Il calcolo delle prestazioni degli impianti solari termici viene effettuato con una routine esterna, che è possibile aprire cliccando sull'apposito link presente nella scheda "Solare termico". Il metodo proposto è valido per impianti ad acqua di tipo a circolazione naturale, a circolazione forzata, a svuotamento, con serbatoio di preriscaldamento, con serbatoio distinto di integrazione termica. Si fa riferimento alla UNI/TS 11300-4 [19] per l'intera procedura. I valori dei coefficienti numerici X e Y devono essere compresi rispettivamente tra 1 e 18 e tra 1 e 3, pena l'inapplicabilità del metodo. Il superamento di questo limite viene indicato con un avviso di errore. Si ipotizza l'assenza di ostruzioni solari laterali o puntuali (aggetti verticali, antenne, alberi...). Di seguito si riportano alcune ulteriori ipotesi semplificative:

- Le perdite termiche recuperate dall'impianto che vanno a diminuire il fabbisogno per riscaldamento non determinano un nuovo conteggio del fattore di copertura dell'impianto solare (non si effettua un ciclo iterativo data la piccola entità delle perdite stesse).
- Le perdite termiche recuperabili e recuperate dai tratti di tubazione di collegamento tra il serbatoio di accumulo e il generatore ausiliario (nonché chiaramente quelle relative a tutti i tratti di tubazione a valle dell'impianto solare, sia per fornitura di ACS sia per riscaldamento) sono escluse dalla routine e devono invece essere inserite in quello della distribuzione relativa.
- Le perdite termiche dei tratti di tubazione che collegano i collettori solari con il serbatoio di accumulo sono già comprese nel calcolo dei fattori adimensionali X e Y.

Analogamente alla routine del fotovoltaico, la schermata si presenta come in figura seguente.



**SEAS - Software Energetico per Audit Semplificati - Simplified Energy Auditing Software - versione 3.0 (settembre 2014)**  
Routine per il calcolo della producibilità di energia da solare termico

W. Grassi, D. Testi, E. Menchetti, D. Della Vista, P. Conti, E. Schito, G. Diodato, S. Moncelli - Università di Pisa, Dipartimento di Ingegneria dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni (DESTEC)  
P. Signoretti, G. Fasano - Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile (ENEA), Centro Ricerche Casaccia

**Dati geografici**

Scegli la provincia  Pop-up Menu  Latitudine del Comune

|           | Irr. orizz. totale medio giornaliero (MJ/m <sup>2</sup> ) | Irr. orizz. diretto medio giornaliero (MJ/m <sup>2</sup> ) | Irr. orizz. diffuso medio giornaliero (MJ/m <sup>2</sup> ) | Temperatura esterna (°C) | Escursione termica media (°C) | Velocità vento (m/s) |
|-----------|---|--|--|--------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Gennaio   | ----  | ----   | ----   | ----                     | ----                          | ----                 |
| Febbraio  | ----  | ----   | ----   | ----                     | ----                          | ----                 |
| Marzo     | ----  | ----   | ----   | ----                     | ----                          | ----                 |
| Aprile    | ----  | ----   | ----   | ----                     | ----                          | ----                 |
| Maggio    | ----  | ----   | ----   | ----                     | ----                          | ----                 |
| Giugno    | ----  | ----   | ----   | ----                     | ----                          | ----                 |
| Luglio    | ----  | ----   | ----   | ----                     | ----                          | ----                 |
| Agosto    | ----  | ----   | ----   | ----                     | ----                          | ----                 |
| Settembre | ----  | ----   | ----   | ----                     | ----                          | ----                 |
| Ottobre   | ----  | ----   | ----   | ----                     | ----                          | ----                 |
| Novembre  | ----  | ----   | ----   | ----                     | ----                          | ----                 |
| Dicembre  | ----  | ----   | ----   | ----                     | ----                          | ----                 |

**Caratteristiche tecniche**

Tipologia di pannello

Area lorda collettori (m<sup>2</sup>)

Volume del serbatoio di accumulo (litri)

Valore correttivo angolo d'incidenza

Presenza di scambiatore interno per integrazione

Tipologia di integrazione  Volume dedicato all'integrazione (litri)

Coef.di controllo integrazione in accumulo

Potenza elettrica complessiva degli ausiliari (W)

**Fabbisogni**

|           | Q_ACS [kWh] | Q_r [kWh] |
|-----------|-------------|-----------|
| Gennaio   | 0           | 0         |
| Febbraio  | 0           | 0         |
| Marzo     | 0           | 0         |
| Aprile    | 0           | 0         |
| Maggio    | 0           | 0         |
| Giugno    | 0           | 0         |
| Luglio    | 0           | 0         |
| Agosto    | 0           | 0         |
| Settembre | 0           | 0         |
| Ottobre   | 0           | 0         |
| Novembre  | 0           | 0         |
| Dicembre  | 0           | 0         |

**Servizio reso**

Solo ACS

**Geometria ed ambiente circostante**

Inclinazione [°]

Orientamento (>0 verso ovest)

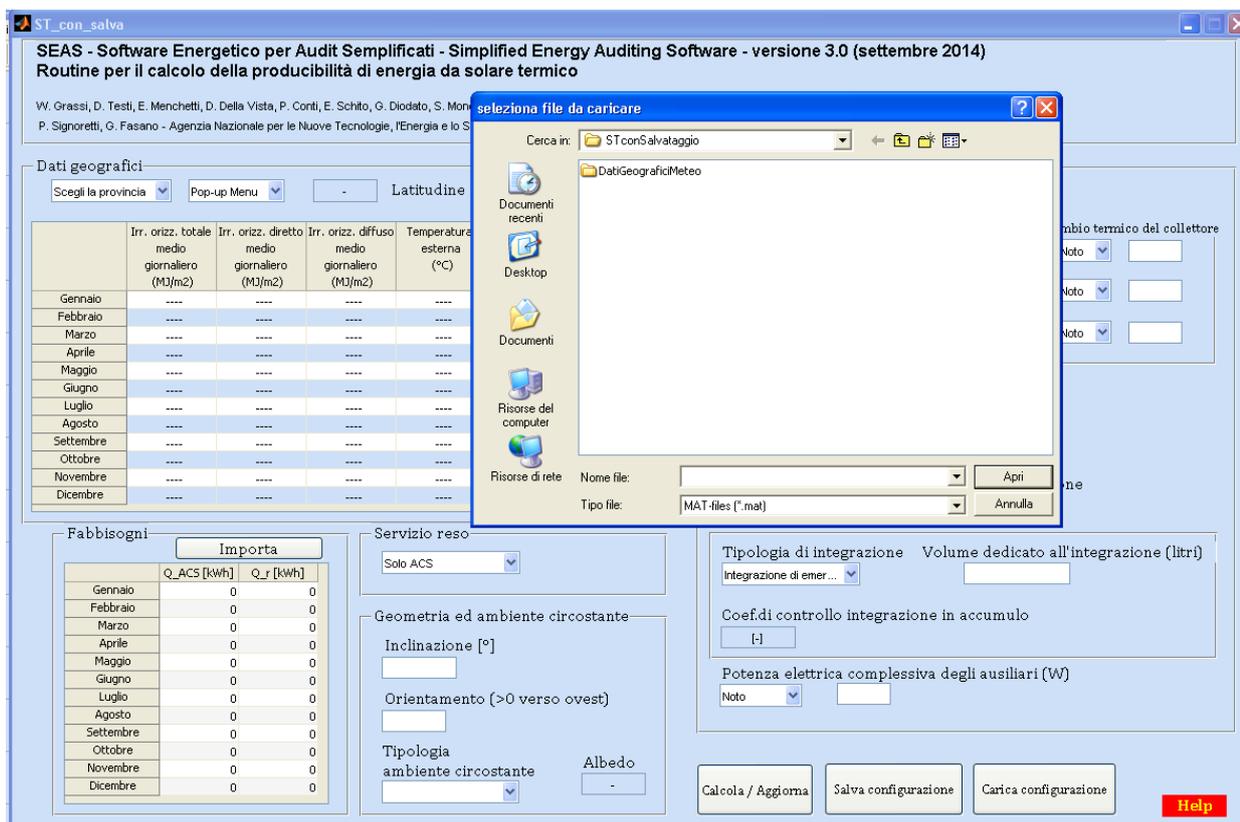
Tipologia ambiente circostante  Albedo

Calcola / Aggiorna Salva configurazione Carica configurazione Help

Oltre agli input che devono essere inseriti dall'auditor, sono presenti, in basso a destra, quattro pulsanti, con i quali è possibile eseguire o aggiornare il calcolo della routine (tasto "Calcola/aggiorna"), salvare la configurazione creata ("Salva configurazione"), ricaricare una configurazione creata precedentemente

“Carica configurazione”) o aprire il presente manuale (tasto “Help”). Le configurazioni salvate tramite questa routine hanno estensione .MAT.

La figura seguente è esemplificativa su come si deve procedere nel salvare una configurazione con questa routine. Il procedimento di caricamento di un file precedentemente creato è del tutto analogo a quello previsto per la routine del fotovoltaico, spiegata precedentemente. Anche in questo caso, nel caricare una configurazione precedentemente creata, è necessario scegliere, dal menu a tendina, la dizione “Tutti i file” (o “All files”) nella scelta per Tipo di file.



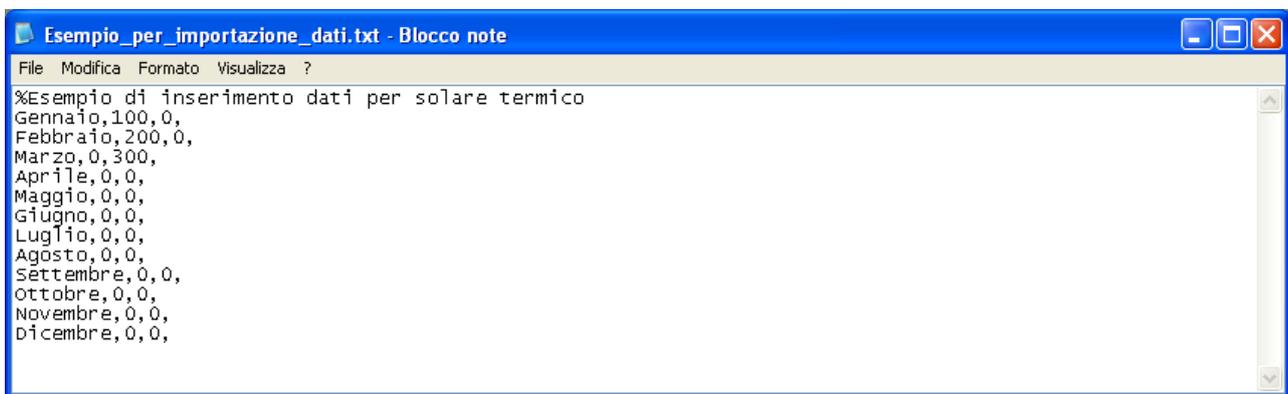
Gli input che l'auditor deve inserire sono così suddivisi:

- Input relativo alla tipologia di produzione (impianto per riscaldamento, per produzione ACS o combinato).
- Input sui dati geografici;
- Input sui fabbisogni di ACS e di riscaldamento richiesti;
- Input su geometria e ambiente circostante l'impianto;
- Input sulle caratteristiche del pannello.

Nella sezione dedicata agli **input geografici** devono essere inseriti la provincia e il comune di riferimento. Nella tabella immediatamente sottostante compariranno automaticamente (in sola visualizzazione) i valori, presi da normativa UNI 10349:1994[9], riguardanti l'irraggiamento medio giornaliero su piano orizzontale (nelle tre componenti totale, diretto e diffuso), la temperatura esterna e l'escursione termica media e la velocità media del vento. Sono presenti 103 province e mancano le ultime costituite (in quanto per esse non sono disponibili ufficialmente dati climatici): Olbia-Tempio, Ogliastra, Medio Campidano, Carbonia-Iglesias, Monza e Brianza, Fermo, Barletta-Andria-Trani. Se l'impianto in analisi si trova in una di queste province, l'utente dovrà fare riferimento alla precedente di appartenenza oppure a quella più vicina geograficamente. Si faccia attenzione che i dati climatici inseriti riguardano la provincia di appartenenza, e

non è prevista alcuna interpolazione per calcolare dati climatici più specifici per il comune in cui si progetta di costruire l'impianto.

Successivamente, nella sezione **Fabbisogni**, è possibile importare o inserire manualmente nella routine i fabbisogni mensili di ACS e di riscaldamento (in kWh) richiesti dal sistema edificio – impianto. L'impianto solare termico contribuirà al soddisfacimento di uno o di entrambi i servizi. Nella sezione immediatamente successiva, **Servizio reso**, è presente nella schermata un menu a tendina con il quale l'auditor può scegliere il tipo di servizio al quale l'impianto è dedicato: solo ACS, solo riscaldamento, combinato ACS e riscaldamento. Anche nel caso in cui si sia scelto un servizio dedicato (es. solo per ACS), verranno comunque visualizzati i fabbisogni anche dell'altro servizio (cioè il riscaldamento, in questo caso specifico). Il tasto "Importa" permette di caricare automaticamente i dati di energia richiesta per ACS e/o riscaldamento da un file .txt: in tal caso, il file deve avere precisamente la formattazione indicata in figura seguente.



```

Esempio_per_importazione_dati.txt - Blocco note
File Modifica Formato Visualizza ?
%Esempio di inserimento dati per solare termico
Gennaio,100,0,
Febbraio,200,0,
Marzo,0,300,
Aprile,0,0,
Maggio,0,0,
Giugno,0,0,
Luglio,0,0,
Agosto,0,0,
Settembre,0,0,
Ottobre,0,0,
Novembre,0,0,
Dicembre,0,0,
  
```

Nella sezione **Geometria ed ambiente circostante**, occorre inserire i dati relativi all'inclinazione e all'orientamento dei pannelli solari, nonché la tipologia di ambiente circostante. Nel caso di simulazione di impianti con caratteristiche geometriche diverse, è demandato all'auditor la scelta dei valori medi o comunque più significativi da inserire in questa sezione.

Nella sezione **Caratteristiche tecniche**, occorre scegliere o inserire alcune caratteristiche tecniche e geometriche dell'impianto. Per quanto riguarda i coefficienti di scambio termico del collettore, questi possono essere inseriti manualmente dall'auditor (se noti) oppure si possono usare quelli di default riportati nella UNI/TS 11300-4[19]. Se è presente uno scambiatore dedicato all'integrazione all'interno dell'accumulo, la schermata si mostra come nella seguente figura e verranno richiesti i dati aggiuntivi riguardanti la tipologia di integrazione (in base alla quale viene indicato un coefficiente di controllo dell'integrazione in accumulo) e il volume dedicato all'integrazione (tipicamente la quota del serbatoio attribuibile alla serpentina di integrazione).

**ST\_con\_salva**  
**SEAS - Software Energetico per Audit Semplificati - Simplified Energy Auditing Software - versione 3.0 (settembre 2014)**  
**Routine per il calcolo della producibilità di energia da solare termico**

W. Grassi, D. Testi, E. Menchetti, D. Della Vista, P. Conti, E. Schito, G. Diodato, S. Moncelli - Università di Pisa, Dipartimento di Ingegneria dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni (DESTEC)  
 P. Signoretti, G. Fasano - Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile (ENEA), Centro Ricerche Casaccia

**Dati geografici**  
 LE Gallipoli 40.11 Latitudine del Comune

|           | Irr. orizz. totale giornaliero (MJ/m2) | Irr. orizz. diretto giornaliero (MJ/m2) | Irr. orizz. diffuso giornaliero (MJ/m2) | Temperatura esterna (°C) | Escursione termica media (°C) | Velocità vento (m/s) |
|-----------|--|---|---|--------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Gennaio   | 6.80                                   | 3.80                                    | 3.00                                    | 9.00                     | 6.90                          | 4.00                 |
| Febbraio  | 9.80                                   | 5.80                                    | 4.00                                    | 9.30                     | 7.40                          | 4.00                 |
| Marzo     | 13.60                                  | 8.10                                    | 5.50                                    | 11.40                    | 8.10                          | 4.00                 |
| Aprile    | 18.90                                  | 12.10                                   | 6.80                                    | 14.70                    | 9.40                          | 4.00                 |
| Maggio    | 23.60                                  | 16.30                                   | 7.30                                    | 18.90                    | 10.00                         | 4.00                 |
| Giugno    | 26.10                                  | 18.70                                   | 7.40                                    | 23.40                    | 10.80                         | 4.00                 |
| Luglio    | 27.20                                  | 20.70                                   | 6.50                                    | 26.10                    | 10.70                         | 4.00                 |
| Agosto    | 24.00                                  | 18.00                                   | 6.00                                    | 25.90                    | 10.40                         | 4.00                 |
| Settembre | 17.90                                  | 12.50                                   | 5.40                                    | 23.00                    | 9.60                          | 4.00                 |
| Ottobre   | 12.30                                  | 8.10                                    | 4.20                                    | 18.50                    | 8.00                          | 4.00                 |
| Novembre  | 7.40                                   | 4.10                                    | 3.30                                    | 14.30                    | 7.00                          | 4.00                 |
| Dicembre  | 5.90                                   | 3.20                                    | 2.70                                    | 10.70                    | 6.60                          | 4.00                 |

**Fabbisogni**  
 Importa

|           | Q_ACS [kWh] | Q_r [kWh] |
|-----------|-------------|-----------|
| Gennaio   | 1400        | 0         |
| Febbraio  | 1400        | 0         |
| Marzo     | 1400        | 0         |
| Aprile    | 1400        | 0         |
| Maggio    | 1400        | 0         |
| Giugno    | 1400        | 0         |
| Luglio    | 1400        | 0         |
| Agosto    | 1400        | 0         |
| Settembre | 1400        | 0         |
| Ottobre   | 1400        | 0         |
| Novembre  | 1400        | 0         |
| Dicembre  | 1400        | 0         |

**Servizio reso**  
 Solo ACS

**Geometria ed ambiente circostante**  
 Inclinazione [°] 30  
 Orientamento (>0 verso ovest) 45  
 Tipologia ambiente circostante Tetti o terrazzi in bit...  
 Albedo 0.13

**Caratteristiche tecniche**  
 Tipologia di pannello Collettori pia...  
 Coefficienti di scambio termico del collettore  
 Ordine 0 Non... 0.76  
 Ordine 1 Non... 15  
 Ordine 2 Non... 0  
 Area lorda collettori (m^2) 10  
 Volume del serbatoio di accumulo (litri) 150  
 Valore correttivo angolo d'incidenza Non noto 1  
 Presenza di scambiatore interno per integrazione Si  
 Tipologia di integrazione Integrazione di emer... Volume dedicato all'integrazione (litri) 50  
 Coef. di controllo integrazione in accumulo 0.3  
 Potenza elettrica complessiva degli ausiliari (W) Non noto 100

Calcola / Aggiorna Salva configurazione Carica configurazione Help

Se invece non è presente uno scambiatore interno per l'integrazione, la schermata si mostrerà come nella seguente figura.

ST\_con\_salva

**SEAS - Software Energetico per Audit Semplificati - Simplified Energy Auditing Software - versione 3.0 (settembre 2014)**  
**Routine per il calcolo della producibilità di energia da solare termico**

W. Grassi, D. Testi, E. Menchetti, D. Della Vista, P. Conti, E. Schito, G. Diodato, S. Moncelli - Università di Pisa, Dipartimento di Ingegneria dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni (DESTEC)  
P. Signoretti, G. Fasano - Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile (ENEA), Centro Ricerche Casaccia

**Dati geografici**

LE Gallipoli 40.11 Latitudine del Comune

|           | Irr. orizz. totale giornaliero (MJ/m2) | Irr. orizz. diretto giornaliero (MJ/m2) | Irr. orizz. diffuso giornaliero (MJ/m2) | Temperatura esterna (°C) | Escursione termica media (°C) | Velocità vento (m/s) |
|-----------|--|---|---|--------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Gennaio   | 6.80                                   | 3.80                                    | 3.00                                    | 9.00                     | 6.90                          | 4.00                 |
| Febbraio  | 9.80                                   | 5.80                                    | 4.00                                    | 9.30                     | 7.40                          | 4.00                 |
| Marzo     | 13.60                                  | 8.10                                    | 5.50                                    | 11.40                    | 8.10                          | 4.00                 |
| Aprile    | 18.90                                  | 12.10                                   | 6.80                                    | 14.70                    | 9.40                          | 4.00                 |
| Maggio    | 23.60                                  | 16.30                                   | 7.30                                    | 18.90                    | 10.00                         | 4.00                 |
| Giugno    | 26.10                                  | 18.70                                   | 7.40                                    | 23.40                    | 10.80                         | 4.00                 |
| Luglio    | 27.20                                  | 20.70                                   | 6.50                                    | 26.10                    | 10.70                         | 4.00                 |
| Agosto    | 24.00                                  | 18.00                                   | 6.00                                    | 25.90                    | 10.40                         | 4.00                 |
| Settembre | 17.90                                  | 12.50                                   | 5.40                                    | 23.00                    | 9.60                          | 4.00                 |
| Ottobre   | 12.30                                  | 8.10                                    | 4.20                                    | 18.50                    | 8.00                          | 4.00                 |
| Novembre  | 7.40                                   | 4.10                                    | 3.30                                    | 14.30                    | 7.00                          | 4.00                 |
| Dicembre  | 5.90                                   | 3.20                                    | 2.70                                    | 10.70                    | 6.60                          | 4.00                 |

**Caratteristiche tecniche**

Tipologia di pannello: Collettori pia...  
Coefficienti di scambio termico del collettore:  
Ordine 0: Non... 0.76  
Ordine 1: Non... 15  
Ordine 2: Non... 0

Area lorda collettori (m^2): 10  
Volume del serbatoio di accumulo (litri): 150  
Valore correttivo angolo d'incidenza: Non noto 1  
Presenza di scambiatore interno per integrazione: No

Potenza elettrica complessiva degli ausiliari (W): Non noto 100

**Fabbisogni**

Importa

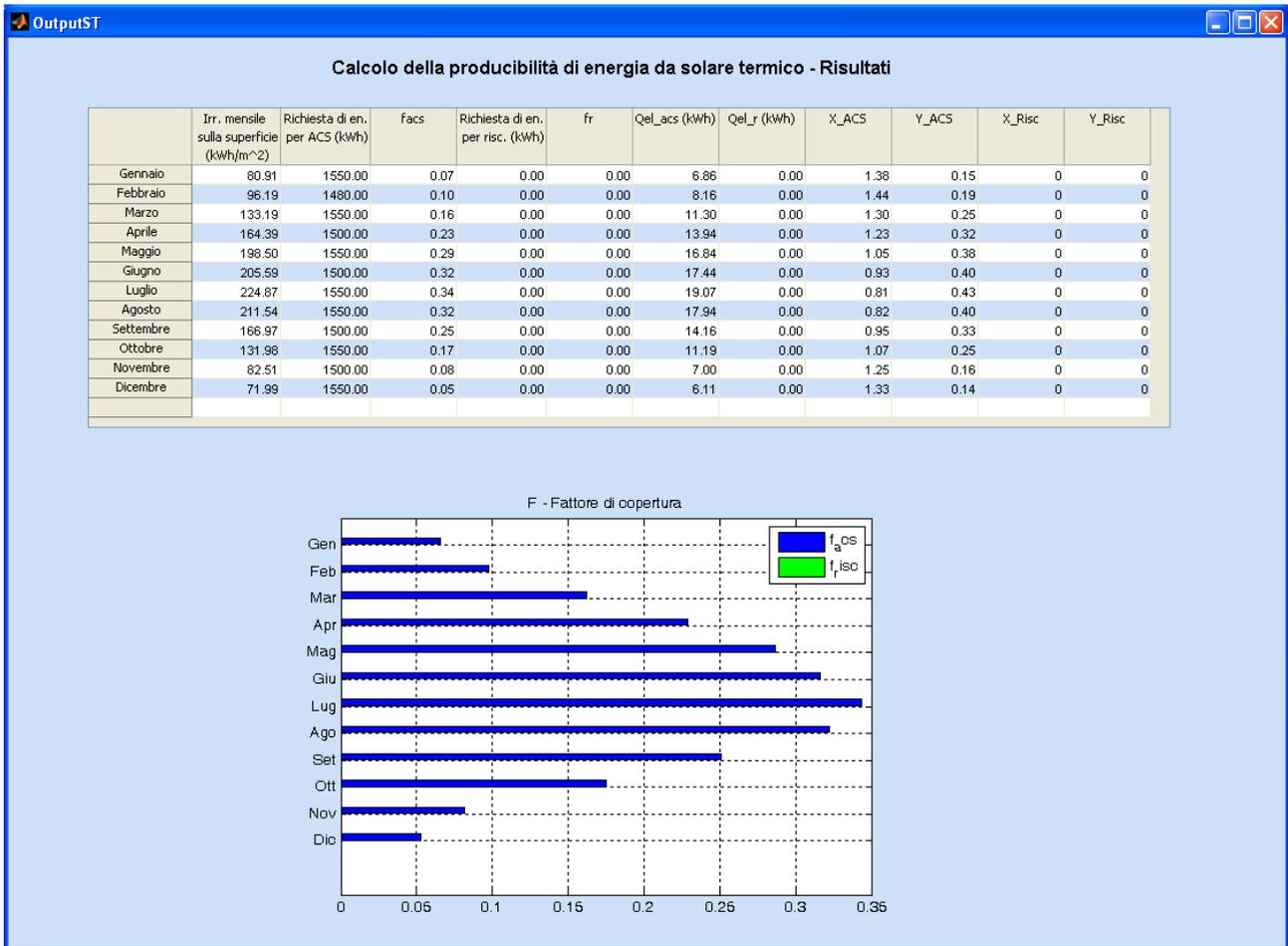
|           | Q_ACS [kWh] | Q_r [kWh] |
|-----------|-------------|-----------|
| Gennaio   | 1400        | 0         |
| Febbraio  | 1400        | 0         |
| Marzo     | 1400        | 0         |
| Aprile    | 1400        | 0         |
| Maggio    | 1400        | 0         |
| Giugno    | 1400        | 0         |
| Luglio    | 1400        | 0         |
| Agosto    | 1400        | 0         |
| Settembre | 1400        | 0         |
| Ottobre   | 1400        | 0         |
| Novembre  | 1400        | 0         |
| Dicembre  | 1400        | 0         |

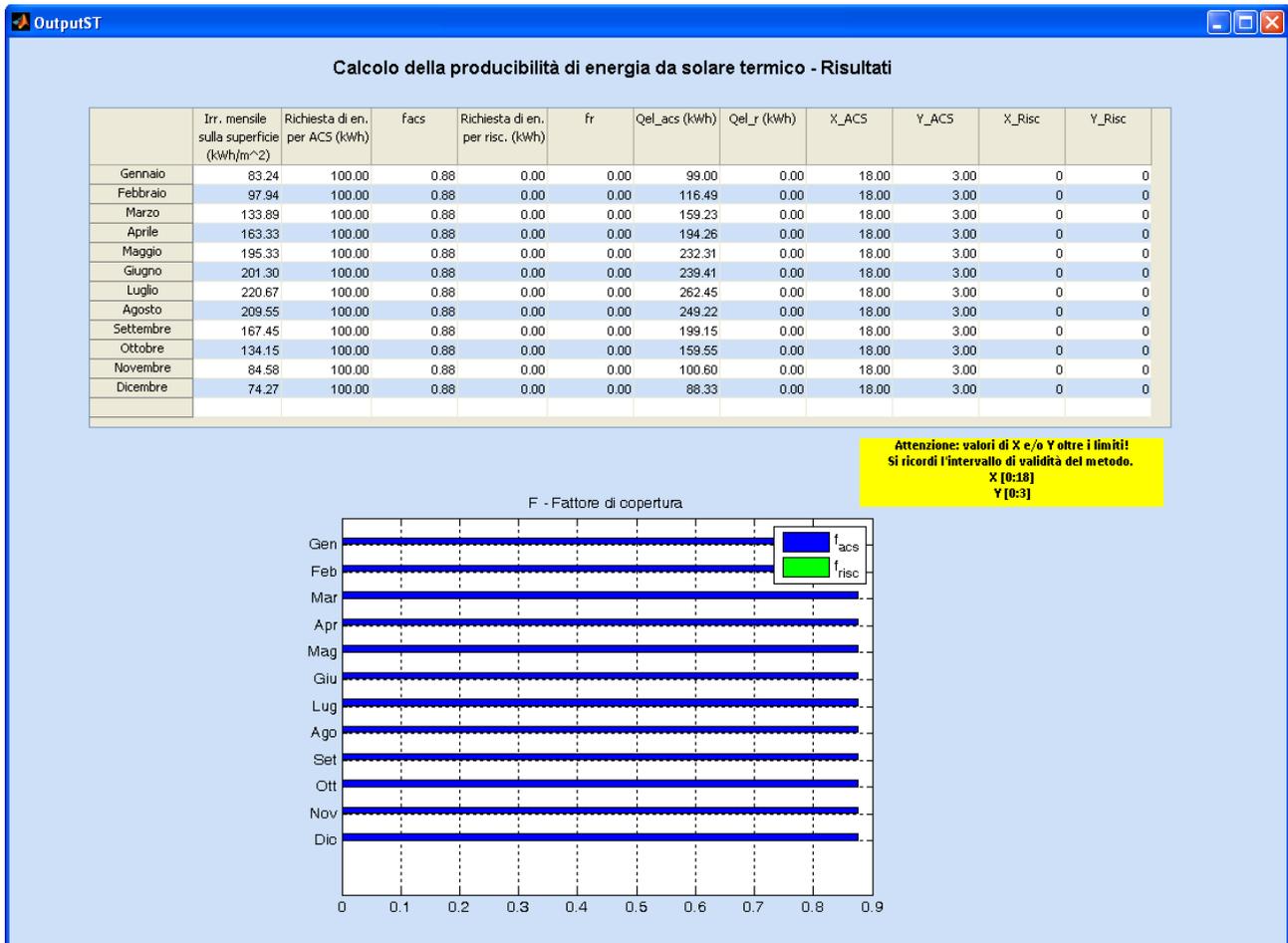
Servizio reso: Solo ACS

Geometria ed ambiente circostante:  
Inclinazione [°]: 30  
Orientamento (>0 verso ovest): 45  
Tipologia ambiente circostante: Tetti o terrazzi in bit...  
Albedo: 0.13

Calcola / Aggiorna Salva configurazione Carica configurazione Help

Terminato l'inserimento dei dati, premendo il tasto "Calcola/aggiorna" si apre una schermata di risultati, dove vengono presentati i fattori di copertura dei fabbisogni di ACS e/o di riscaldamento, in base al servizio scelto nonché i valori di energia elettrica per l'alimentazione degli ausiliari. Nella tabella dei risultati sono presenti anche i valori dei coefficienti numerici X e Y per entrambi i servizi (ACS e riscaldamento). Questi valori sono riportati perché possono risultare significativi per l'auditor per verificare la validità del programma. Si ricorda infatti che X deve essere compreso tra 0 e 18 e Y tra 0 e 3. Nel caso in cui tali valori siano superati, viene visualizzato un messaggio di errore. Nella parte inferiore viene inoltre presentato un istogramma nel quale, per ogni mese, è rappresentato il fattore di copertura dei due servizi (valore da 0 a 1).





Una volta terminato il calcolo, l'auditor dovrà copiare i dati di output ed inserirli nell'apposita schermata di SEAS, per proseguire la diagnosi.

### 3.4 Manuale utente di SEAS 3.0 – Analisi Economica

La routine di calcolo “Analisi Economica” (percorso: ../SEAS/Analisi\_Economica/Analisi\_Economica.exe) permette una valutazione dell’efficacia economica di un intervento simulato sull’edificio o sulla parte di edificio soggetta ad audit.

#### 3.4.1 Simulazione degli interventi su SEAS

Con SEAS è possibile eseguire anche una simulazione per verificare i risparmi conseguibili su un edificio soggetto ad audit, ipotizzando di eseguire un intervento di efficientamento energetico. L’intervento può riguardare una parte o l’intero edificio soggetto ad audit. In tutti i casi, è sufficiente salvare il file con un altro nome, sul quale poi sarà possibile eseguire le modifiche ipotizzate.

Nel caso in cui l’intervento venga eseguito su tutto l’edificio, cioè nel caso in cui ci sia un’unica zona (coincidente con l’edificio) o nel caso in cui tutte le zone dell’edificio siano simulate (si sono cioè riportate tutte le zone nella sezione di involucro), i millesimi da inserire nella sezione di caratterizzazione dell’impianto generalmente coincidono con i millesimi riportati nel caso pre-intervento. In caso di multi-zona, si consiglia comunque all’auditor di ricalcolare i millesimi da inserire andando a verificare i fabbisogni di energia in ingresso al sottosistema di regolazione di tutte le zone simulate.

Nel caso in cui, invece, si sia simulata solamente una zona di un edificio più grande servito dallo stesso impianto, e ipotizzando di effettuare un intervento solamente nella zona simulata, l’auditor deve ricordarsi di andare a modificare, nel file di simulazione, il numero di millesimi del servizio sul quale si è intervenuti.

Alla fine della simulazione, gli output significativi non saranno ovviamente quelli di confronto con le fatturazioni, ma solamente quelli di energia richiesta (per tutti i vettori). Questi output possono essere utilizzati per verificare i risparmi e altri parametri economici conseguibili con l’intervento simulato.

#### 3.4.2 Verifica economica della fattibilità degli interventi

I dati dei fabbisogni energetici prima dell'intervento ed in seguito all'intervento saranno inseriti manualmente dall’auditor negli appositi campi, così come per tutti gli altri dati di input richiesti. La compilazione dei valori di input può essere effettuata anche importando un file di testo (con estensione \*.sea) caratterizzato dalla formattazione sotto riportata in cui si specificano tutti i dati richiesti. Tale tipologia di compilazione può essere utilizzata anche come file di archivio delle varie analisi economiche degli interventi di efficientamento proposti. Una volta completato l’inserimento direttamente sul file di analisi o l’importazione tramite file di testo \*.sea dei parametri economici, si potrà procedere con il calcolo degli indicatori caratteristici dell’intervento.

```

CasoStudio2_intervento3new.sea - Blocco note
File Modifica Formato Visualizza ?
Consumi,,
energia elettrica,30821,
gas naturale,0,
cippato,64250,
gasolio,0,
telerscaldamento,0,
olio combustibile,0,
GPL,0,
pellet,0,
legname,0,
altro combustibile,0,
Energia elettrica prodotta annualmente da fotovoltaico dopo l'intervento,0,
Costo Energia,,
energia elettrica (basato sull'ultimo anno di fatturazione disponibile),0.195,
gas naturale (basato sull'ultimo anno di fatturazione disponibile),0,
cippato,0.04,
gasolio (basato sull'ultimo anno di fatturazione disponibile),0,
telerscaldamento,0,
olio combustibile,0,
GPL,0,
pellet,0,
legname,0,
altro combustibile (basato sull'ultimo anno di fatturazione disponibile),0,
Conto Energia,,
Numero di anni di concessione del conto energia (fotovoltaico) per l'intervento,0,
Valore conto energia per l'intervento,0,
TEE,,
Risparmio annuo di energia termica valorizzabile in Titoli di Efficienza Energetica (TEE o certificati bianchi),0,
Risparmio annuo di energia elettrica valorizzabile in TEE,0,
Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria (da pi- recente Delibera AEEG),2.17,
Numero di anni di concessione dei TEE,0,
Valore dei TEE,0,
VITA UTILE,,
Vita utile stimata dell'intervento,15,
Costi annui di manutenzione e utilizzo,250,
INVESTIMENTO,,
"Quota dell'investimento per l'intervento immediatamente stanziata (investimento lordo senza sottrarre eventuali incentivi o sovvenzioni)",1,
Durata dell'eventuale finanziamento ottenuto per l'intervento,0,
Importo annuo da corrispondere per il finanziamento dell'intervento,0,
Incentivi o sovvenzioni di tipo rateizzato per l'intervento (diverse da conto energia e TEE),0,
Durata degli incentivi rateizzati,0,
Incentivi o sovvenzioni di tipo "una tantum" per l'intervento (diverse da conto energia e TEE),0,
TASSI,,
Tasso di interesse periodico,2,
Tasso di inflazione,2,
Tasso aumento costo energia elettrica,3,
Tasso aumento costo gas naturale,3,
Tasso aumento costo cippato,3,
Tasso aumento costo gasolio,0,
Tasso aumento costo telerscaldamento,0,
Tasso aumento olio combustibile,0,
Tasso aumento costo GPL,0,
Tasso aumento costo Pellet,0,
Tasso aumento costo legname,0,
Tasso aumento costo altro combustibile,0,
Tasso di aumento dei TEE,0,
SISTEMA ESISTENTE,,
Costo,6000,
Vita residua,5,
Vita utile,15,
Linea 1, colonna 1

```

Si analizzano qui le varie sezioni della schermata di inserimento dati.

**GUIAnalisiEconomica**

**SEAS - Software Energetico per Audit Semplificati - Simplified Energy Auditing Software - versione 3.0 (settembre 2014)**  
**Analisi Economica degli Interventi di Efficiamento Energetico**

W. Grassi, D. Testi, E. Menchetti, D. Della Vista, P. Conti, E. Schito, G. Diiodato, S. Moncelli - Università di Pisa, Dipartimento di Ingegneria dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni (DESTEC)  
 P. Signoretti, G. Fasano - Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile (ENEA), Centro Ricerche Casaccia

**Usi energetici**

Importa dati pre-intervento   
 Importa dati post-intervento

|                    | Consumi pre-intervento (kWh/anno) | Consumi post-intervento (kWh/anno) | Prezzo dell'energia (€/kWh) | Tasso annuo di aumento prezzo energia (%) |
|--------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------------------|---|
| En. elettrica      | 0                                 | 0                                  | 0                           | 0   |
| Gas naturale       | 0                                 | 0                                  | 0                           | 0   |
| Cappato            | 0                                 | 0                                  | 0                           | 0   |
| Gasolio            | 0                                 | 0                                  | 0                           | 0   |
| Teleriscaldamento  | 0                                 | 0                                  | 0                           | 0   |
| Olio combustibile  | 0                                 | 0                                  | 0                           | 0   |
| GPL                | 0                                 | 0                                  | 0                           | 0   |
| Pellet             | 0                                 | 0                                  | 0                           | 0   |
| Legname            | 0                                 | 0                                  | 0                           | 0   |
| Altro combustibile | 0                                 | 0                                  | 0                           | 0   |

En.elettrica da fotovoltaico prodotta pre-intervento [kWh/anno]  Edit Text    En.elettrica da fotovoltaico prodotta post-intervento [kWh/anno]  Edit Text

**Dati sistema esistente**

Prezzo sistema esistente [€]  
 Vita residua [anni]  
 Vita utile [anni]  
 Prezzo manutenzione [€/anno]

**Dati nuovo sistema**

**Vita utile e manutenzione**

Vita utile [anni]  
 Prezzi stimati per la manutenzione [€/anno]

**Investimento**

Quota per l'investimento immediatamente stanziata, lorda (senza sottrarre incentivi e/o sovvenzioni) [€]  
 Importo annuo da corrispondere per il finanziamento dell'intervento [€/anno]     Durata di un eventuale finanziamento [anni]

**Tassi annui**

Tasso d'interesse [%]  
 Tasso d'inflazione [%]  
 Tasso di aumento dei TEE [%]

**TEE (Certificati Bianchi)**

Risparmio annuo di energia termica valorizzabile in TEE [kWh/anno]  
 Risparmio annuo di energia elettrica valorizzabile in TEE [kWh/anno]  
 N° anni di concessione dei TEE  
 Valore dei TEE per l'intervento [€/TEP]

**Calcola** **Help**

**Conto Energia (Fotovoltaico)**

N° anni di concessione del conto energia  
 Valore della tariffa incentivante [€/kWh]

**Altri incentivi**

Una Tantum [€]  
 Inc. rateizzati [€]  
 Durata Inc. rateizzati [Anni]

Fattore di conversione en. elettrica - en. primaria

**Parametri per confronto tra interventi diversi**

Caso singolo   
 Massima disponibilità iniziale per l'investimento [€]  
 Massima disponibilità annuale per investimenti rateizzati [€/anno]  
 Durata investimento [anni]

È possibile effettuare l'analisi economica soltanto di un intervento realizzato in un'unica diagnosi, confrontando questa con la diagnosi relativa al caso "base" (corrispondente alla situazione attuale). Nel caso di interventi multipli simulati in una unica diagnosi, sono rimandate all'auditor le valutazioni economiche a partire dai dati di risparmio energetico.

Nella sezione **Usi energetici** si devono inserire i dati relativi ai consumi dei vari vettori energetici nelle due situazioni pre- e post-intervento. Tali dati sono i risultati del file di diagnosi (SEAS 3.0). L'auditor dovrà inoltre inserire, vettore per vettore, il prezzo dell'energia (espresso in €/kWh) e il tasso annuo di aumento del prezzo. Nelle due caselle al di sotto della tabella, devono essere inseriti i valori di energia elettrica prodotta da fotovoltaico prima e dopo l'intervento. Tutti i dati di ingresso, come già specificato, possono essere direttamente inseriti manualmente nei campi di input dall'auditor oppure vengono compilati importando il file \*.sea con formattazione opportuna. Questa considerazione vale per tutti gli input e quindi non verrà specificata per le sezioni successive.

Nella sezione **Dati sistema esistente**, vengono richiesti i dati relativi ai componenti oggetto dell'intervento di riqualificazione. Si precisa che questa sezione va compilata soltanto se l'intervento prevede una sostituzione del componente in oggetto. In caso contrario va compilata soltanto la voce "costi di manutenzione". Ad esempio, per interventi di cappotto sulle pareti verticali per cui si ha soltanto un'integrazione sull'elemento non si deve compilare questa sezione. In tutti gli altri casi, sono in particolare richiesti:

- il prezzo del componente esistente oggetto dell'intervento, come se se ne dovesse comprare uno di analoghe caratteristiche tecniche, allo stato attuale;
- La vita residua del componente esistente oggetto dell'intervento;
- La vita utile del componente esistente oggetto dell'intervento, ipotizzando di comprarne uno con caratteristiche tecniche analoghe a quello presente;
- Il costo annuale della manutenzione del componente esistente oggetto dell'intervento.

Ad esempio, se si suppone di sostituire una caldaia esistente, si dovrà inserire il prezzo attuale di una caldaia analoga a quella esistente, che sarà caratterizzata da un valore di vita utile specificato dalla casa produttrice. Inoltre si dovrà inserire la vita residua e il costo annuo di manutenzione della caldaia esistente. Nella sezione **Tassi annui**, occorre inserire il tasso di interesse col quale verrebbe remunerato l'investimento, il tasso di inflazione e il tasso di aumento dei Titoli di Efficienza Energetica (o Certificati Bianchi), quando presenti.

La sezione **Dati Nuovo Sistema** è invece relativa ai dati del nuovo componente oggetto dell'intervento, in particolare al valore della sua vita utile e a tutti i costi di manutenzione annuali relativi.

Nella sezione **Investimento** occorre invece inserire i dati relativi alle risorse economiche destinate agli interventi di risparmio energetico per l'intervento in oggetto. In particolare occorre inserire la quota economica immediatamente stanziata e quella invece che si intenda eventualmente chiedere in prestito in forma rateizzata con il numero di anni del finanziamento richiesto. L'ammontare totale dell'investimento è dato dalla somma dei due contributi (come specificato in formula):

$$INV = INV_0 + \sum_{i=1}^{\text{anno finanziamenti}} \frac{\text{rata}_i}{\left(1 + \frac{t_{\text{infl}}}{100}\right)^i}$$

Nel caso in cui tutta la somma dell'investimento sia direttamente stanziata, si lasceranno vuoti i campi relativi al finanziamento e viceversa.

*INVsdcsdsd*

Nella sezione **TEE (Certificati bianchi)** devono essere inseriti, solo quando effettivamente se ne usufruisca, i dati relativi al risparmio annuo di energia termica e/o elettrica incentivato tramite TEE, il numero di anni per i quali si ottengono i TEE e il valore economico del TEE (valore di mercato al momento della diagnosi). Quest'ultimo dato verrà attualizzato nel tempo con il tasso specificato nella sezione relativa.

Analogamente, per gli incentivi alla produzione di energia elettrica da impianti fotovoltaici occorre compilare la sezione **Conto Energia (Fotovoltaico)** con i dati della tariffa incentivante e con il numero di anni di concessione dell'incentivo.

Nel caso ci siano altri incentivi non contemplati nelle precedenti sezioni, si possono inserire nella sezione **Altri incentivi**. In particolare sono previsti incentivi "una tantum" (ad esempio finanziamenti a fondo perduto ad opera di enti locali) o incentivi rateizzati per i quali oltre alla quota annua occorre inserire anche il numero di anni di incentivazione. In questo caso si suppone che questi non abbiano un tasso di incremento.

*Viene anche visualizzato il fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria, come da Delibera EEN 3/08. Questo dato è precompilato, ma può essere modificato da parte dell'auditor nel caso di dati più precisi o particolari.*

*La sezione **Parametri per confronto tra interventi diversi** è presente soltanto nel caso si vogliano comparare tra loro due o più interventi di risparmio energetico effettuati rispetto ad una stessa situazione di base. Tale confronto non si effettua su una sola schermata di analisi economica, ma occorre definire in questa sezione dei dati di riferimento che rendano comparabili i risultati delle singole analisi economiche relativi ai singoli interventi. Ad esempio, se si vogliono confrontare un intervento di sostituzione degli infissi e un intervento di sostituzione del generatore, occorrerà effettuare due singole analisi economiche definendo gli stessi dati nella sezione **Parametri per confronto tra interventi diversi**. I risultati quindi sono confrontabili tra loro per effettuare comparazione tra le due scelte.*

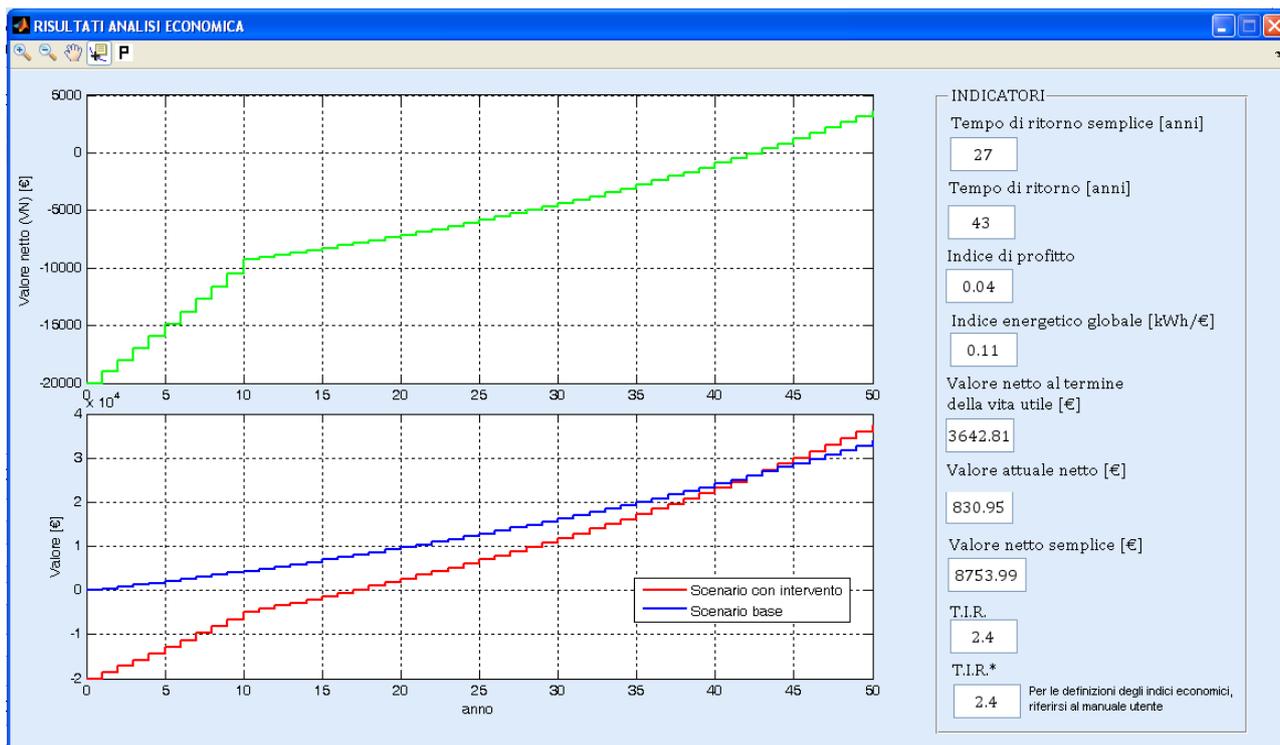
I principali dati da inserire sono relativi alla massima disponibilità di investimento, intesa sia come risorse economiche stanziabili all'inizio che come risorse finanziabili (e finanziate) rateizzate su un numero di anni da specificare nell'apposito campo. La massima disponibilità è quindi il massimo investimento tra i due interventi che si intende confrontare. In entrambi i file di analisi economica andrà inserito lo stesso valore di massima disponibilità iniziale, anche se solo in uno dei due casi questa coinciderà con l'effettivo

investimento per realizzare l'intervento oggetto dell'analisi economica. Nell'altro caso la rimanente quota di risorsa economica si considera come investita al tasso di interesse specificato nella sezione Tassi annui.

**Finestra dei risultati**

Una volta compilati tutti i campi (inserendo zeri nelle sezioni che non interessano), è possibile avviare il calcolo.

I risultati dell'analisi economica consistono nella visualizzazione degli indici economici sotto riportati.



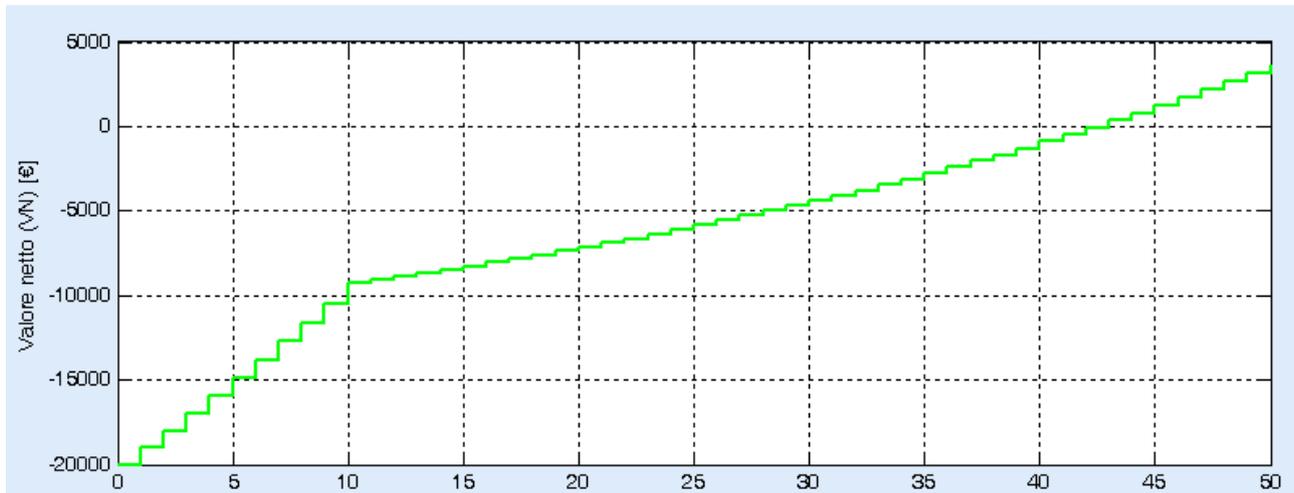
- **TEMPO DI RITORNO SEMPLICE (TRS):** è il tempo in cui il valore netto semplice si annulla;
- **TEMPO DI RITORNO (TR):** è il tempo in cui il valore netto si annulla;
- **INDICE DI PROFITTO (IP):** è definito come il VAN diviso l'investimento iniziale (INV);
- **INDICE ENERGETICO GLOBALE (IEG):** definito come il rapporto tra l'energia primaria<sup>1</sup> risparmiata a seguito dell'intervento e l'investimento dell'intervento (INV), come definito precedentemente;
- **VALORE NETTO (VN<sub>i</sub>):** è, anno per anno, la differenza della cumulata dei flussi di cassa tra lo scenario con intervento e lo scenario base, considerando il tasso di interesse, il tasso di inflazione e i tassi di aumento dei TEE e dei prezzi dell'energia;
- **VALORE NETTO SEMPLICE (VNS<sub>i</sub>):** è, anno per anno, la differenza della cumulata dei flussi di cassa tra lo scenario con intervento e lo scenario base, ipotizzando il tasso di interesse, il tasso di inflazione e i tassi di aumento dei TEE e dei prezzi dell'energia nulli;
- **VALORE ATTUALIZZATO NETTO (VAN):** è il valore netto al termine della vita utile attualizzato, definito con la formula  $VAN = VN_n / \left(1 + \frac{t_{infl}}{100}\right)^n$ ;
- **TASSO INTERNO DI RENDIMENTO (TIR):** è il tasso interno del rendimento che rende nullo il VAN;
- **TASSO INTERNO DI RENDIMENTO PESATO SUGLI INVESTIMENTI NON EFFETTUATI (TIR\*):** tasso interno di rendimento, tenendo conto della totale somma che si è disposti ad investire per

<sup>1</sup> Per l'energia termica da biomasse (cippato, pellet, legna...) il fattore di conversione in energia primaria viene assunto pari a 0.3.

effettuare azioni di risparmio energetico e dell'effettiva somma spesa o depositata a tasso di interesse interno fissato. È definito come  $TIR^* = \frac{TIR \cdot INV + t_{int} \cdot (INV_{max} - INV)}{INV_{max}}$

Inoltre vengono riportati due grafici: il primo presenta il valore del flusso di cassa relativo allo scenario base e il valore del flusso di cassa relativo allo scenario dell'investimento in tutti gli anni della vita utile; il secondo invece riporta il valore netto anno per anno in tutti gli anni di vita utile, dato dalla differenza delle due curve, così come specificato nella formula:

$$VN(i) = V_{scenarioinv}(i) - V_{scenariobase}(i)$$



## 4 Conclusioni

L'obiettivo del lavoro descritto nel presente rapporto è l'upgrade del software SEAS 2.0, un software sviluppato dal gruppo di lavoro nell'ambito di precedenti contratti tra Università di Pisa, ENEA e Ministero dello Sviluppo Economico. Nella sua precedente versione, il software (dotato di interfaccia grafica) poteva essere utilizzato per la procedura di diagnosi energetica di edifici con destinazione d'uso residenziale, uffici e scuole. Il software SEAS 2.0 era stato testato e validato su tre edifici a destinazione d'uso diversa (residenziale, uffici e scuole), sui quali si è verificata la sufficiente accuratezza del software per la stima dei flussi energetici termici ed elettrici. Per i tre edifici, sono state anche effettuate le stime dei risparmi energetici conseguibili attraverso una serie di interventi di riqualificazione energetica suggeriti e le relative analisi costi-benefici.

Il presente accordo prevede l'upgrade del software in un periodo biennale. Nella prima annualità era prevista l'ampliamento delle destinazioni d'uso simulabili, aggiungendo le degenze ospedaliere, e la possibilità di simulare gli impianti misti aria-acqua, comunemente noti come impianti ad aria primaria. Il software, flessibile e user-friendly, nella sua ultima versione, svolge il calcolo dei fabbisogni dei vettori energetici per i servizi di riscaldamento (esclusi gli impianti a tutta aria), produzione di ACS, aria primaria, energia elettrica per illuminazione ed altri usi finali. I sistemi che utilizzano fonti rinnovabili implementati sono: pannelli solari termici, impianti fotovoltaici, pompe di calore, generatori a biomassa. Tutte le procedure di calcolo sono aggiornate alle più recenti normative tecniche del settore, anche se in alcuni casi si sono utilizzate metodologie originali e più adatte alla procedura di audit. È presente anche una routine per l'analisi costi-benefici delle possibili azioni di retrofit energetico proposti dall'auditor.

È possibile utilizzare il software per la simulazione di singole zone o di edifici multi-zona, nonché per verificare l'efficacia e la fattibilità di interventi di riqualificazione, sia dal punto di vista energetico che economico.

Viene fornito anche un manuale utente completo che facilita l'utilizzo di SEAS.

Nella prossima annualità è previsto l'ulteriore ampliamento delle destinazioni d'uso simulabili, aggiungendo gli ambienti alberghieri. È prevista anche la validazione del software tramite due nuovi casi studio. È necessario comunque un periodo di monitoraggio del software e suo eventuale aggiornamento, per tener conto delle richieste e dei suggerimenti provenienti dagli auditor nell'utilizzo di SEAS.

## Bibliografia

- [1] Direttiva 2012/27/EU del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 Ottobre 2012, sull'efficienza energetica. 2012
- [2] Decreto Legislativo n. 102, 4 luglio 2014, Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana
- [3] Grassi W., Testi D., Menchetti E., Conti P., Della Vista D., Schito E., Fasano G., Signoretti P., *Sviluppo di un software applicativo per l'audit energetico negli edifici ad uso residenziale e terziario*, Report di Ricerca di Sistema, RdS/2012/110. 2012
- [4] Grassi W., Testi D., Menchetti E., Della Vista D., Conti P., Schito E., Diodato G., Moncelli S., Signoretti P., Fasano G., *Realizzazione di un software con interfaccia grafica per l'audit energetico negli edifici ad uso residenziale, uffici e scuole*, Report di Ricerca di Sistema, RdS/2013/143. 2013
- [5] Direttiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 21 Ottobre 2009, *relativa all'istituzione di un quadro per l'elaborazione di specifiche per la progettazione ecocompatibile dei prodotti connessi all'energia*. 2009
- [6] Direttiva 2010/30/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 19 Maggio 2010, *concernente l'indicazione del consumo di energia e di altre risorse dei prodotti connessi all'energia, mediante l'etichettatura ed informazioni uniformi relative ai prodotti*. 2010
- [7] Direttiva 2004/8/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio dell'11 febbraio 2004, *sulla promozione della cogenerazione basata su una domanda di calore utile nel mercato interno dell'energia*. 2004
- [8] Direttiva 2006/32/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 5 aprile 2006, *concernente l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici*. 2006
- [9] UNI 10349:1994, *Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici*. 1994
- [10] UNI/TS 11300-1:2008, *Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale*, 2008
- [11] UNI EN ISO 13790:2008, *Prestazione energetica degli edifici. Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento*, 2008
- [12] UNI EN ISO 13786:2001, *Prestazione termica dei componenti per edilizia. Caratteristiche termiche dinamiche. Metodi di calcolo*. 2008
- [13] UNI/TS 11300-1, *Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale*, Errata Corrige del 20 luglio 2010
- [14] UNI EN ISO 13370:2008, *Prestazione termica degli edifici. Trasferimento di calore attraverso il terreno. Metodi di calcolo*. 2008
- [15] UNI 10339:1995, *Impianti aeraulici a fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura*. 1995
- [16] UNI/TS 11300-2:2008, *Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria*, 2008
- [17] Conti P., Della Vista D., Fantozzi F., Fasano G., Grassi W., Manetti R., Menchetti E., Schito E., Signoretti P., Testi D., *Definizione di una metodologia per l'audit energetico negli edifici ad uso residenziale e terziario*, Report Ricerca di Sistema RdS/2011/143. 2011

- [18] UNI/TS 11300-2:2013, Bozza di Norma in inchiesta pubblica, *Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria*, 2013
- [19] UNI/TS 11300-4:2012, *Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria*, 2012
- [20] Beckman W. A., Klein S. A., Duffie J. A., 1977, *Solar heating design by the  $f$ -chart method*, Wiley-Interscience, New York.
- [21] Evans D. L., 1981, Simplified method for predicting photovoltaic array output, *Solar Energy*, vol. 27, n.6, pp. 555-560.
- [22] UNI/TR 11328-1:2009, *Energia solare. Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Parte 1: Valutazione dell'energia raggiante ricevuta*, 2009

## Breve curriculum scientifico dei membri del gruppo di lavoro

**Daniele Testi**, nato a Pietrasanta (LU) nel 1977, dal 2011 è Ricercatore Universitario di Fisica Tecnica presso il DESTEC, Università di Pisa. Laureato con lode in Ingegneria Aerospaziale (2002), Dottore di Ricerca in Energetica Elettrica e Termica (2006), Assegnista di Ricerca (2006-2009) e Borsista di Ricerca (2010-2011) presso l'Università di Pisa. Ha svolto supporto alla didattica per i corsi di Termodinamica Applicata, Fisica Tecnica e Termoenergetica dell'Edificio. Attualmente è titolare del corso di Complementi di Termofluidodinamica e codocente del corso di Risparmio Energetico in Edilizia, Laurea Magistrale in Ingegneria Energetica. Principali campi di studio: termofluidodinamica monofase e bifase, tecniche d'incremento dello scambio termico convettivo, tecniche di misura nella fisica tecnica, scambiatori e dissipatori di calore, microgravità, termofisica degli ambienti abitati, impianti di climatizzazione, efficienza energetica nell'edilizia, pianificazione energetica. Per la sua Tesi di Ph.D., ha ottenuto il premio europeo "EUROTHERM Young Scientist Award", conferito con cadenza quadriennale. Autore di oltre 50 pubblicazioni, di cui 20 su rivista scientifica internazionale, le altre come atti di congressi nazionali e internazionali e rapporti finali di ricerca istituzionale. Docente in numerosi corsi di formazione, master e seminari sulla gestione dell'energia, la certificazione energetica degli edifici e gli impianti termotecnici. Titolare di consulenze o collaboratore per vari contratti di ricerca nell'ambito della diagnosi, dell'efficienza, della normativa, della pianificazione e della conversione energetica.

**Davide Delle Vista**, nato nel 1977 a Cascina (PI), laureato con lode in Ingegneria Aerospaziale all'Università di Pisa (2004). Tecnico di laboratorio ed elaborazione dati dal 2004 presso il DESTEC, Università di Pisa, con esperienza nella realizzazione di programmi di acquisizione dati, nella messa a punto di apparecchiature sperimentali, nell'esecuzione di misure termofluidodinamiche e di monitoraggio energetico degli ambienti abitati e nella simulazione dinamica dei sistemi edificio-impianto. Ha collaborato alla stesura del Piano Energetico della Provincia di Pisa (2009).

**Eva Schito**, nata a Pisa nel 1990, ha conseguito con lode la Laurea Magistrale in Ingegneria Energetica presso l'Università di Pisa (luglio 2013), discutendo la tesi dal titolo "Modellizzazione dinamica di un sistema pompa di calore – edificio". Ha ottenuto l'Attestato di Merito previsto per gli studenti del Percorso di Eccellenza. Attualmente è Dottoranda di Ricerca in Ingegneria dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni presso l'Università di Pisa. I suoi principali campi di interesse sono: modellizzazione *cycle-based* delle pompe di calore e progettazione ottimizzata, simulazione dinamica e riqualificazione energetica degli edifici, anche di valore storico. Nel 2008 è risultata vincitrice del Primo Posto nella Categoria Singoli Studenti del Concorso Nazionale "IV Edizione delle Olimpiadi della Scienza – Premio Green Scuola – Energie alternative e ambiente: la produzione sostenibile di energia", indetto dal Ministero dell'Istruzione, Università e Ricerca e dal Consorzio Interuniversitario "La Chimica per l'Ambiente" (INCA). Esperto Junior CasaClima e Socia dell'Associazione Italiana Condizionamento dell'Aria Riscaldamento e Refrigerazione (AiCARR) e della Fisica Tecnica. Ha collaborato come Borsista col DESTEC, Università di Pisa, nell'ambito di contratti di ricerca e consulenza nel campo della diagnosi e simulazione energetica degli edifici e dei sistemi energetici.

**Elena Menchetti**, nata a Poggibonsi (SI) nel 1983, ha conseguito con lode la Laurea Specialistica in Ingegneria Energetica presso l'Università di Pisa (marzo 2008). Ha lavorato per cinque anni presso il Servizio Energy Manager dell'Università di Pisa come tecnico nell'ambito dell'analisi e riqualificazione del parco edilizio universitario, della gestione e ripartizione delle spese energetiche, dell'integrazione di impianti rinnovabili, delle certificazioni e diagnosi energetiche degli edifici. Attualmente è in servizio presso il Settore Prevenzione Incendi e Ottimizzazione del Patrimonio Edilizio dell'Ufficio Tecnico dell'Università di Pisa. Dal gennaio 2014 è Energy Manager dell'Università di Pisa. Collabora dal 2008 col DESTEC, Università di Pisa, nell'ambito di contratti di ricerca e consulenza nel campo della diagnosi e simulazione energetica degli edifici e dei sistemi energetici.

**Paolo Conti**, nato a Jesi (AN) nel 1987, ha conseguito la Laurea Specialistica con lode in Ingegneria Energetica presso l'Università di Pisa, discutendo la tesi "Simulazione di reti di distribuzione e terminali per impianti di condizionamento ad acqua". Attualmente è Dottorando di Ricerca in Energetica Elettrica e Termica, con afferenza al DESTEC, Università di Pisa. La sua Borsa di Studio è interamente finanziata dal Fondo Giovani del MIUR sul tema di ricerca "Risparmio energetico e microgenerazione distribuita". L'attività di ricerca riguarda l'applicazione della risorsa geotermica per la climatizzazione invernale ed estiva degli edifici. I suoi settori principali d'interesse professionale sono: gli impianti di climatizzazione ad acqua e ad aria, lo sviluppo di modelli al computer per la simulazione e la valutazione delle prestazioni energetiche dei sistemi edificio-impianto, lo studio e sviluppo di metodologie per la diagnosi energetica negli edifici, l'individuazione di buone pratiche di progettazione e gestione dei sistemi edifici-impianto. Socio dell'Associazione Italiana Condizionamento dell'Aria Riscaldamento e Refrigerazione (AiCARR) e dell'Unione Geotermica Italiana (UGI), dal 2011 partecipa ad un'attività a supporto del Gestore Servizi Energetici (GSE), volta alla rilevazione dati ed al monitoraggio sullo sviluppo in Italia delle applicazioni per usi termici della risorsa geotermica. I risultati di questo lavoro sono stati adottati dal GSE, dal Ministero dello Sviluppo Economico e compaiono nei dati Eurostat.

**Walter Grassi**, nato a Napoli nel 1948, dal 1999 è professore ordinario di Fisica Tecnica presso il Dipartimento di Ingegneria dell'Energia, dei Sistemi, del Territorio e delle Costruzioni (DESTEC) dell'Università di Pisa. Titolare dei corsi di Termoenergetica dell'Edificio e di Risparmio Energetico in Edilizia del Corso di Laurea in Ingegneria Energetica. Per molti anni è stato Energy Manager dell'Università di Pisa e membro del Comitato Tecnico per la Gestione dell'Energia della Giunta Regionale Toscana. È stato Presidente dell'Agenzia Energetica Regionale Toscana. Direttore del Dipartimento di Energetica dell'Università di Pisa dal 2006 al 2010, attualmente è Presidente dell'Unione Geotermica Italiana (UGI).