



**Adequacy, Reliability  
and AssessmentTool**

**v1.0**

**Manuale Utente**

# Sommario

<b>1. INSTALLAZIONE</b>	<b>5</b>
1.1 INSTALLAZIONE DEL SOFTWARE	5
1.2 INSTALLAZIONE DI OPENDSS	7
1.3 INSTALLAZIONE DI GLPK	11
1.4 INSTALLAZIONE DELLE RETI BENCHMARK (OPZIONALE)	13
<b>2. INTERFACCIA PRINCIPALE</b>	<b>14</b>
2.1 AVVIO DEL SOFTWARE	15
2.1.1 IMPORTA FILE DSS	16
2.1.2 APRI RETE	17
2.1.3 BENCHMARK	17
2.1.4 CREA NUOVA RETE	19
2.1.5 OPTIMAL STORAGE	19
2.2 FUNZIONALITÀ GENERICHE DEL TOOL	20
2.2.1 RESET DELLA RETE	20
2.2.2 PROFILI STANDARD	20
2.2.2.1 Parametri dei profili di carico e generazione	22
2.3 IL MODELLO DI RETE	23
<b>3. DETTAGLI DEGLI ELEMENTI</b>	<b>24</b>
3.1 SEZIONE LOADFLOW	24
3.1.1 SOTTOSEZIONE CONNESSIONI	24
3.1.2 SOTTOSEZIONE PARAMETRI	25
3.1.2.1 2w Transformer	25
3.1.2.2 AC-BESS	26
3.1.2.3 AC-Line	27
3.1.2.4 AC-Load	28
3.1.2.5 AC-Node	29
3.1.2.6 AC-PV	30
3.1.2.7 AC-Wind	31
3.1.2.8 DC-BESS	32
3.1.2.9 DC-DC-Conv	33
3.1.2.10 AC-Line	34
3.1.2.11 AC-Load	35
3.1.2.12 AC-Node	36
3.1.2.13 AC-PV	37
3.1.2.14 AC-Wind	38
3.1.2.15 DC-BESS	39
3.1.2.16 DC-DC-Conv	40

3.1.2.17 DC-Line	41
3.1.2.18 DC-Load	42
3.1.2.19 DC-Node	42
3.1.2.20 DC-PV	43
3.1.2.21 DC-Wind	44
3.1.2.22 External Grid	44
3.1.2.23 PWM	45
3.1.2.24 Switch	45
3.1.3 SOTTOSEZIONE RISULTATI	46
<b>3.2 SEZIONE PROFILI</b>	<b>47</b>
<b>3.3 SEZIONE AFFIDABILITÀ</b>	<b>49</b>
3.3.1 SOTTOSEZIONE PARAMETRI	49
3.3.2 SOTTOSEZIONE RISULTATI	49
<b>3.4 SEZIONE ANOMALIE</b>	<b>51</b>
<b>3.5 GESTIONE ELEMENTI DI RETE</b>	<b>54</b>
3.5.1 AGGIUNGI ELEMENTI ALLA RETE	54
3.5.2 ELIMINARE UN ELEMENTO DI RETE	55
3.5.3 RINOMINARE UN ELEMENTO DI RETE	55
<b>4. LOADFLOW</b>	<b>56</b>
<b>4.1 I RISULTATI GLOBALI DEL LOADFLOW</b>	<b>56</b>
<b>4.2 DETTAGLI DEI RISULTATI DEL LOADFLOW</b>	<b>57</b>
<b>4.3 LOADFLOW E PROFILI DI CARICO E GENERAZIONE</b>	<b>58</b>
4.3.1 LOADFLOW PUNTUALE	58
4.3.2 LOADFLOW SU UN INTERVALLO TEMPORALE	58
<b>5. CALCOLO DELL’AFFIDABILITÀ</b>	<b>61</b>
<b>5.1 INPUT DEL CALCOLO</b>	<b>62</b>
<b>5.2 PROFILO DI TEMPERATURA</b>	<b>63</b>
5.2.1 I PULSANTI DI AZIONE	64
5.2.2 CREAZIONE GUIDATA	64
<b>5.3 RISULTATI</b>	<b>66</b>
<b>6. ANOMALIE</b>	<b>67</b>
<b>6.1 REQUISITI MINIMI</b>	<b>67</b>
<b>6.2 CALCOLO DELLE ANOMALIE E RISULTATI</b>	<b>67</b>
<b>7. ADEGUATEZZA</b>	<b>69</b>
<b>7.1 REQUISITI MINIMI</b>	<b>69</b>
<b>7.2 CALCOLO DELL’ADEGUATEZZA E RISULTATI</b>	<b>69</b>

7.2.1	PROFILI DI POTENZA	70
7.2.2	DEMAND NOT SERVED (DNS)	70
7.2.3	LOSS OF LOAD EXPECTATION (LOLE)	70
7.2.4	EXPECTED ENERGY NOT SUPPLIED (EENS)	70
<b>8.</b>	<b>OPTIMAL NETWORK RECONFIGURATION (ONR)</b>	<b>71</b>
<b>8.1</b>	<b>REQUISITI MINIMI</b>	<b>71</b>
<b>8.2</b>	<b>ACCESSO ALLA FUNZIONALITÀ ONR</b>	<b>71</b>
8.2.1	GRAFI PRE-ONR	72
8.2.2	INDICI PRE-ONR	73
8.2.3	VIOLAZIONI PRE-ONR	75
<b>8.3</b>	<b>RISULTATI</b>	<b>76</b>
<b>9.</b>	<b>OPTIMAL STORAGE</b>	<b>78</b>
<b>9.1</b>	<b>REQUISITI MINIMI</b>	<b>78</b>
<b>9.2</b>	<b>ACCESSO ALLA FUNZIONALITÀ ONR</b>	<b>78</b>
9.2.1	LO SCENARIO	78
9.2.2	I PARAMETRI DI INPUT	80
<b>9.3</b>	<b>RISULTATI</b>	<b>80</b>
<b>10.</b>	<b>STAMPA REPORT</b>	<b>83</b>

# 1. Installazione

## 1.1 Installazione del software

Il software presenta una visibilità ottimale su monitor con risoluzione 1920 x 1080 px o superiori, e una scala di ridimensionamento del layout pari al 100%.

Per installare il software, fare doppio click sul file ARStool100installer.exe per iniziare il processo di installazione.

Inizialmente verrà chiesto il percorso di installazione (Figura 1). Una volta selezionato, cliccare su Avanti.

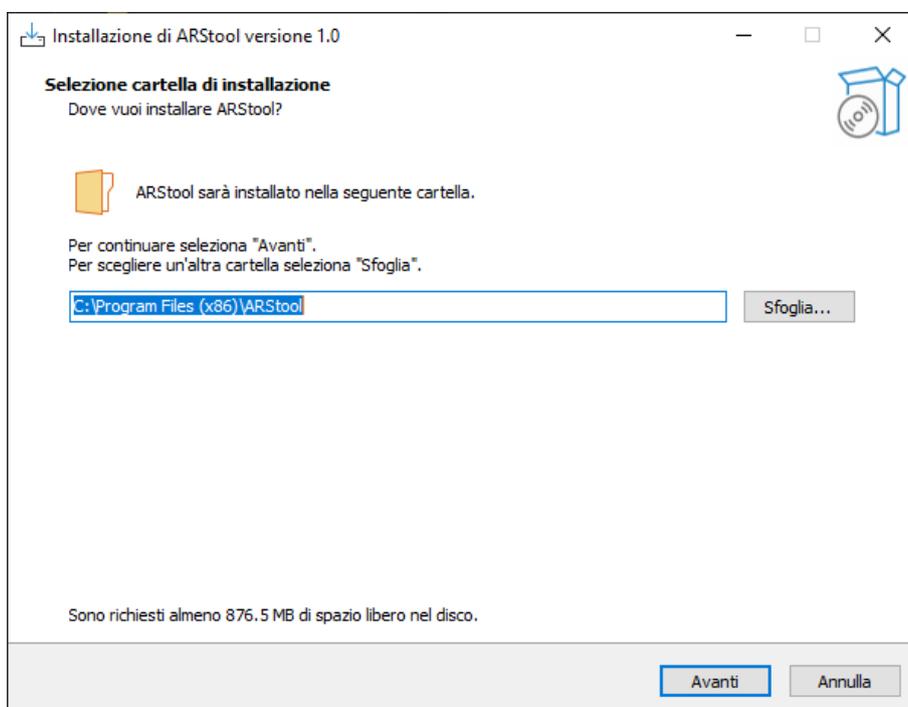


Figura 1. Selezione del percorso di installazione

Quindi viene chiesto (Figura 2) se si vuole aggiungere il collegamento al software sul desktop (spuntando l'apposita casella). Una volta effettuata la scelta cliccare su Avanti.

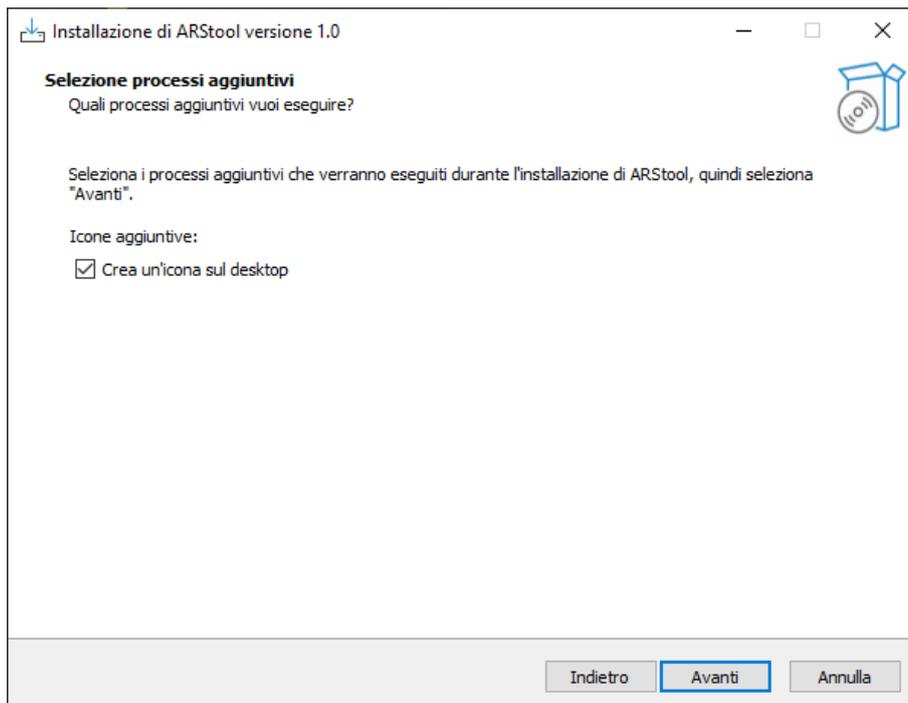


Figura 2. Aggiunta del collegamento sul desktop

Verrà mostrato il riepilogo dei dati di installazione (Figura 3). Se si vuole apportare delle modifiche cliccare su Indietro per accedere alle schermate precedenti; se i dati di installazione sono corretti, cliccare su Installa per avviare l'installazione del software.

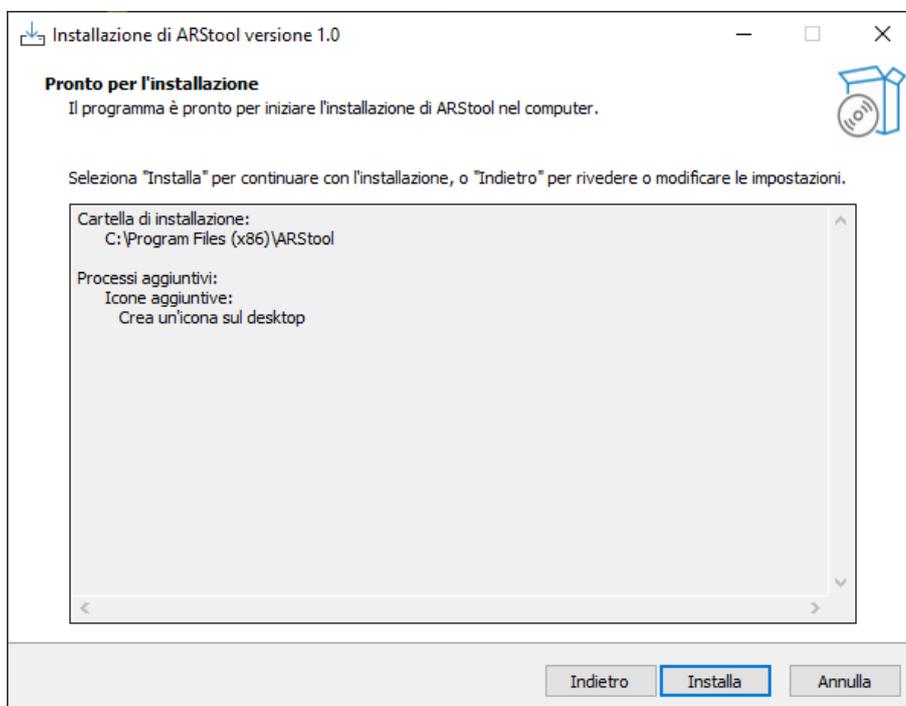


Figura 3. Riepilogo parametri di installazione

Al termine dell'installazione, verrà mostrata la finestra di installazione completata (Figura 4). Deselezionare la casella Avvia ARStool e cliccare su Fine.

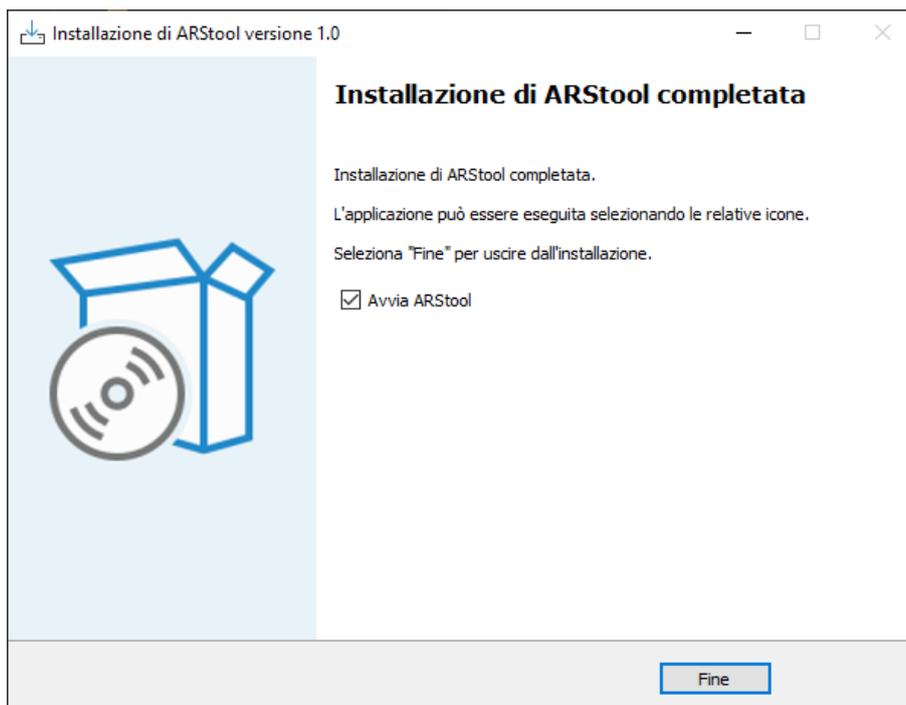


Figura 4. Riepilogo di installazione terminata

## 1.2 Installazione di OpenDSS

Per ottenere tutte le funzionalità di ARStool, è necessario avere installato sul proprio PC il software OpenDSS, nella versione 9.6.1 (N.B.: versioni del software più recenti potrebbero dare origini a limiti di funzionamento delle caratteristiche del software).

Per avviare l'installazione di OpenDSS, fare doppio click sul file OpenDSSInstaller961.exe.

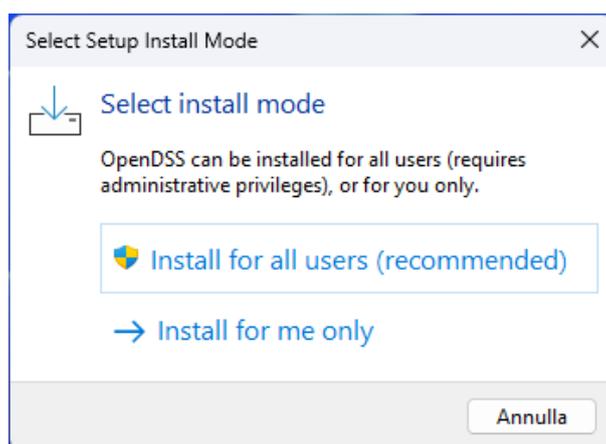


Figura 5. Installazione di OpenDSS: selezione della modalità di installazione

Selezionare l'installazione per tutti gli utenti (Install for all users): serviranno i privilegi di amministrazione.

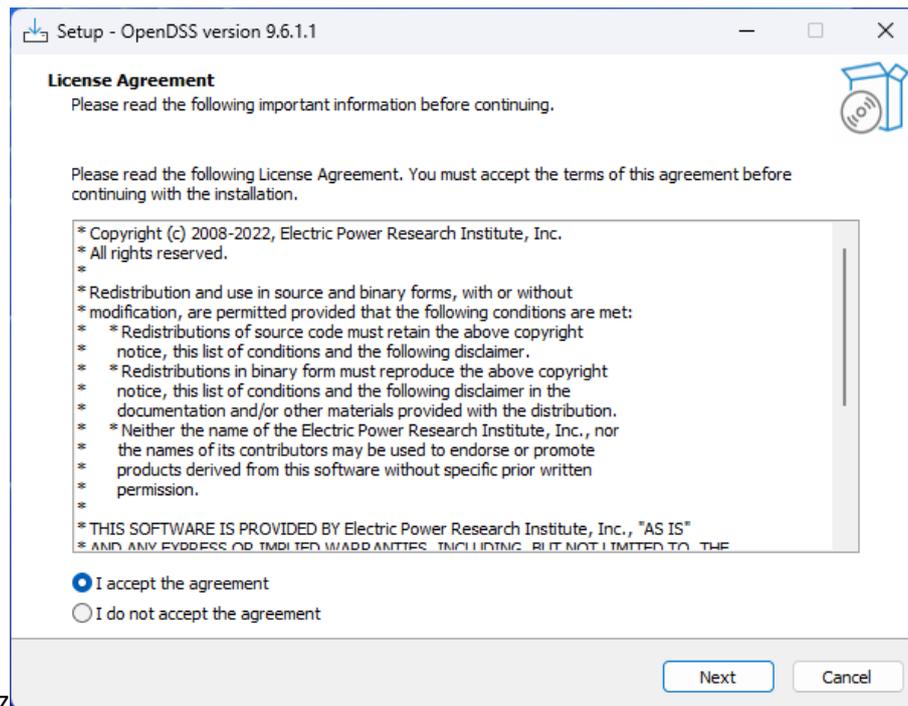


Figura 6. Installazione di OpenDSS: accettazione del contratto di licenza

Leggere ed accettare il contratto di licenza, e premere Next.

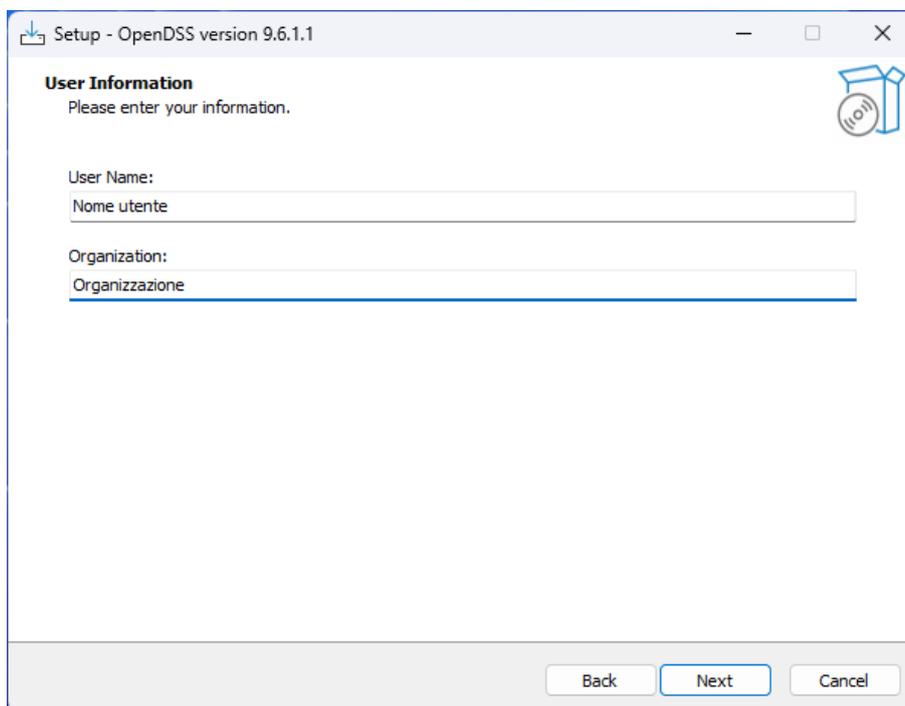


Figura 7. Installazione di OpenDSS: inserimento dei dati utente

Inserire i dati utente e cliccare su Next.

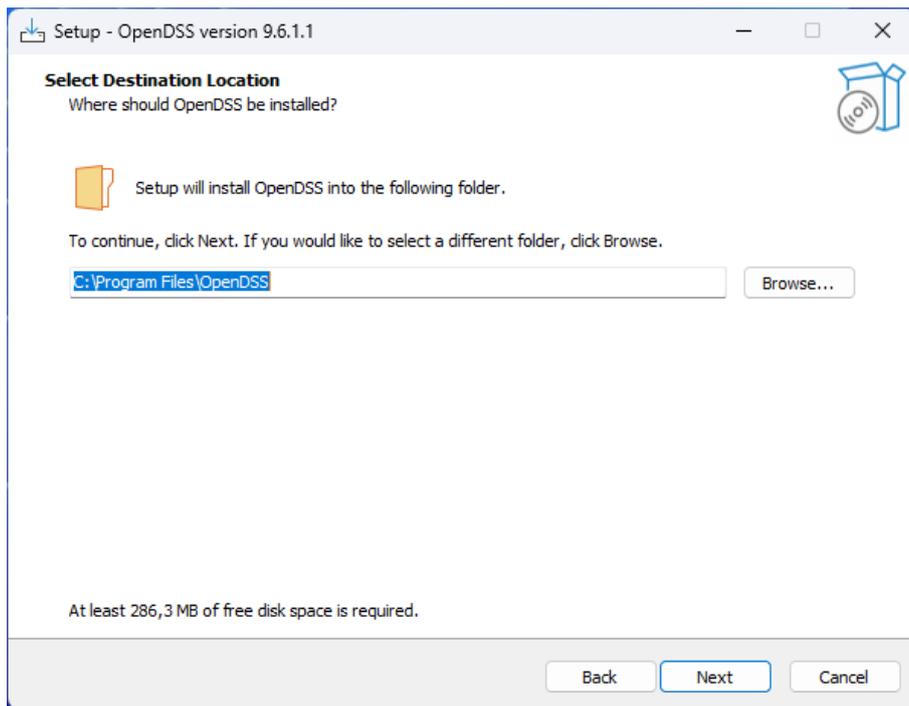


Figura 8. Installazione di OpenDSS: selezione del percorso di installazione

Selezionare il percorso di installazione e premere Next. NB.: è fondamentale che il percorso di installazione sia C:\Program Files\OpenDSS. Il mancato adempimento di questo prerequisito potrebbe creare problematiche nel funzionamento di ARStool.

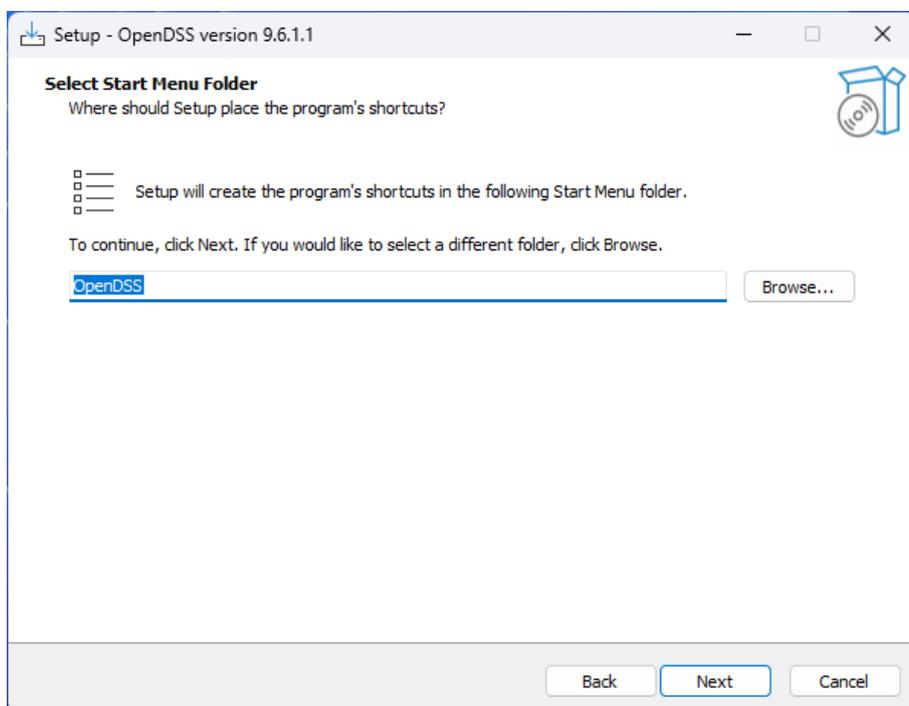


Figura 9. Installazione di OpenDSS: selezione del nome nel menu Start

Cliccare su Next per proseguire.

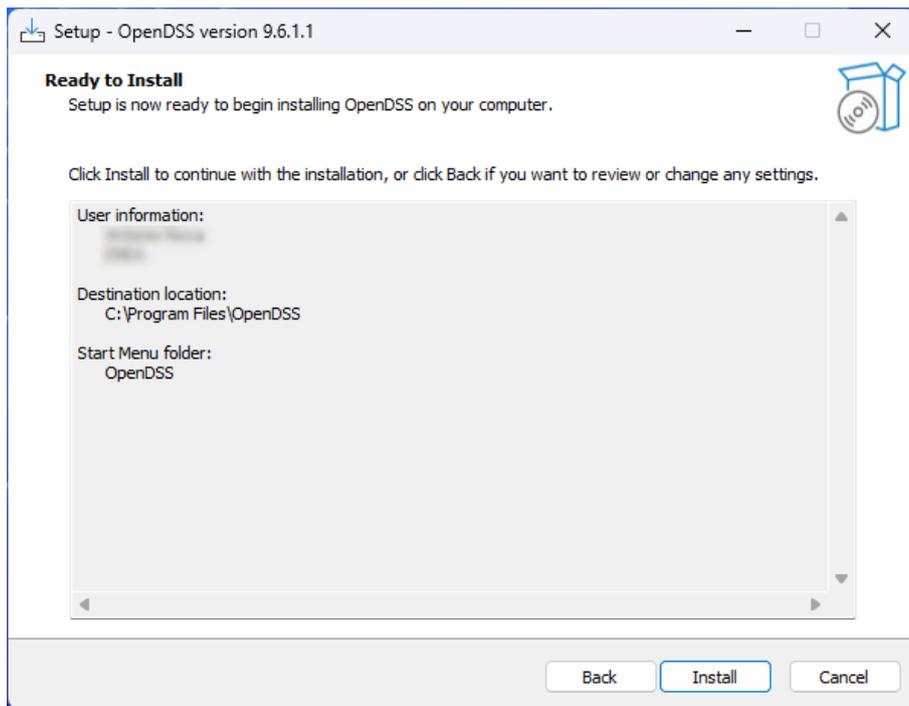


Figura 10. Installazione di OpenDSS: riepilogo dei parametri di installazione

Quindi verrà mostrato un riepilogo dei parametri di installazione. Se le informazioni sono corrette, cliccare su Install per avviare l'installazione.

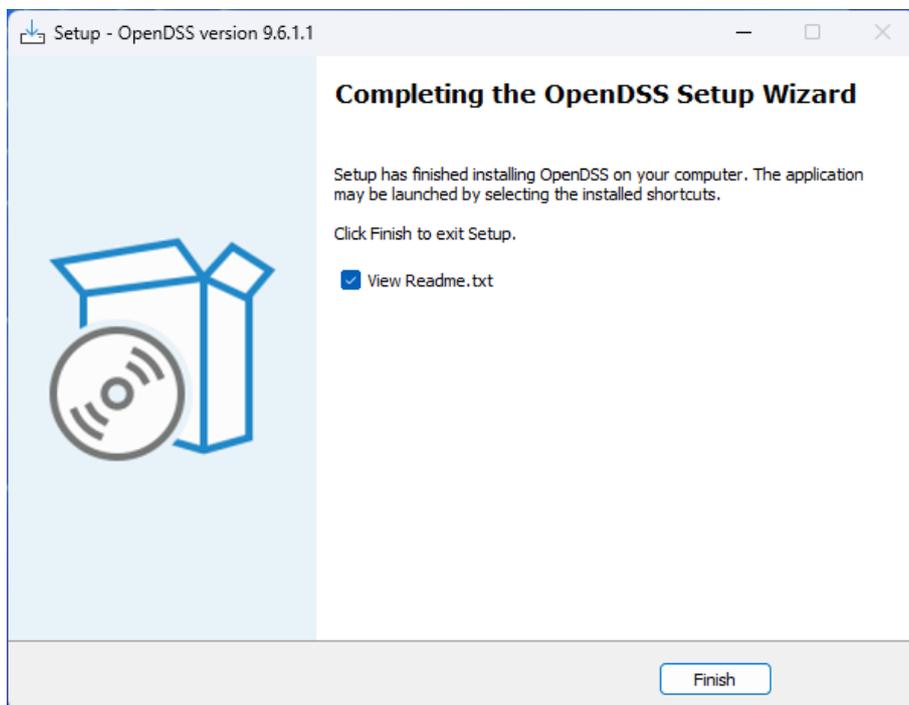


Figura 11. Installazione di OpenDSS: fine installazione

Ad installazione terminata, cliccare su Finish per chiudere la schermata.

### 1.3 Installazione di GLPK

Individuare la versione del proprio sistema operativo (x86 o x64).

Scaricare l'ultima versione di GLPK da <https://sourceforge.net/projects/winglpk/>.

Estrarre l'installatore in una cartella a scelta del proprio hard disk (ad es. C:\glpk). Aprire la cartella, al suo interno ci saranno due sottocartelle: w32 e w64. Considerare la prima o la seconda a seconda di se il proprio sistema operativo è x86 o x64, e copiarne il percorso (ad es. C:\glpk\w64).

È ora necessario aggiungere il percorso copiato nei percorsi di sistema delle variabili d'ambiente del sistema operativo. Cliccare su Start e digitare "variabili di ambiente", apparirà la scelta "Modifica le variabili di ambiente relative al sistema", e cliccarci su.

Si aprirà la schermata di Proprietà del sistema (Figura 12). Cliccare su Variabili d'ambiente...

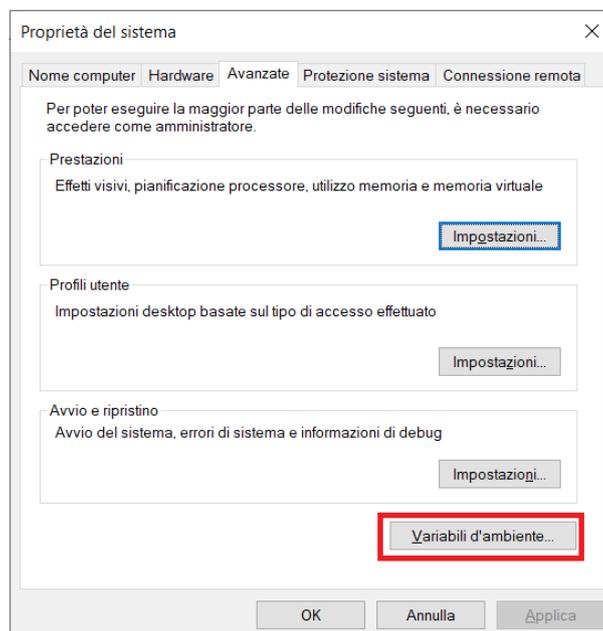


Figura 12. Proprietà del sistema

Nella schermata delle variabili di ambiente (Figura 13), nell'elenco di Variabili di sistema selezionare Path e cliccare su Modifica.

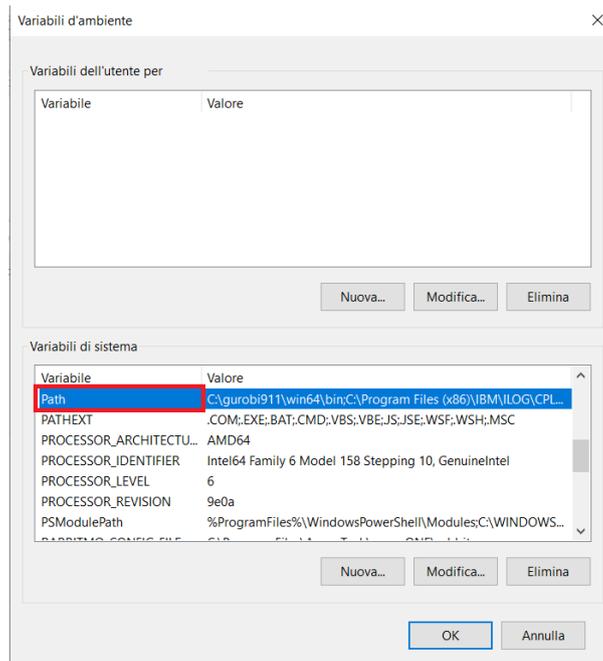


Figura 13. Variabili d'ambiente

Nella schermata Modifica variabile d'ambiente (Figura 14), cliccare su Nuovo e digitare il percorso individuato in precedenza (ad es. C:\glpk\w64). Quindi cliccare OK su per uscire dalla configurazione.

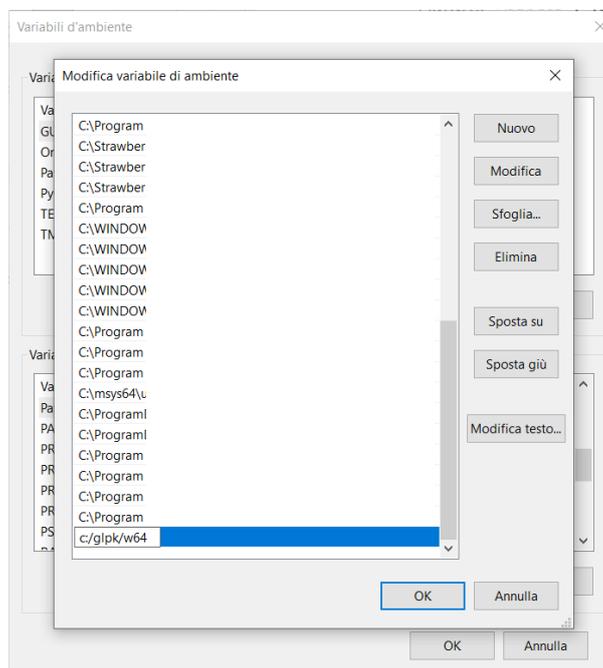


Figura 14. Modifica delle variabili d'ambiente

Per verificare che l'operazione abbia avuto successo, al termine, aprire il prompt dei comandi e digitare "glpsol". Se l'operazione ha avuto successo, verrà restituito un messaggio tipo "GLPSOL: GLPKLP/MIP Solver, vX.XX".

## 1.4 Installazione delle reti benchmark (opzionale)

Per poter sfruttare appieno il tool, è necessario importare all'interno della propria installazione locale di DIGSILENT PowerFactory i modelli di rete benchmark relativi alla City Area ed alla Port Area.

I file di riferimento per tali reti sono rispettivamente "Rete ENEA 4\_1 - City Area.pfd" e "Rete ENEA 4\_1 - Port Area.pfd"; i due modelli di rete devono essere installati nel percorso di root dei progetti del PowerFactory.

Per informazioni sulla procedura di importazione, fare riferimento al manuale utente dei DIGSILENT PowerFactory.

## 2. Interfaccia principale

L'interfaccia principale delle diverse funzionalità è riportata in Figura 15. In tale interfaccia si distingue:

- nella parte sinistra, la Navigation Area, ovvero una sezione dedicata all'accesso alle funzionalità del software ed alla navigazione;
- nella parte centrale, la Operation Area, dedicata alla visualizzazione dei dati della rete e dei risultati, nonché alla interazione con l'utenete;
- nella parte destra, la Element Details Area, che appare selezionando un elemento di rete, in cui sono riportati, per ogni elemento, i parametri di rete, i parametri relativi ai singoli studi, e i risultati (per determinate funzionalità) relativi all'elemento selezionato.



Figura 15. Interfaccia principale

La Navigation Area può essere visualizzata in forma compressa o espansa, cliccando sulla apposita icona porta in alto a sinistra.

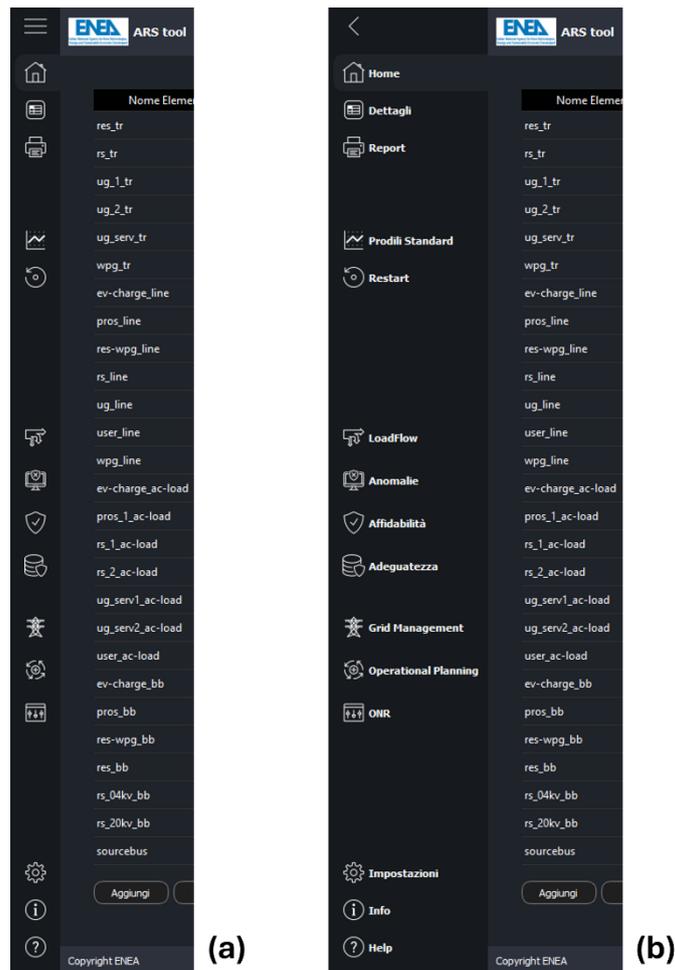


Figura 16: Dettaglio della Navigation Area in forma compressa (a) ed espansa (b)

## 2.1 Avvio del software

All'avvio del software, l'interfaccia si presenta come mostrato in Figura 17. L'Operation Area mostra i seguenti pulsanti:

- Importa File DSS
- Apri rete
- Benchmark
- Crea Nuova Rete
- Optimal Storage

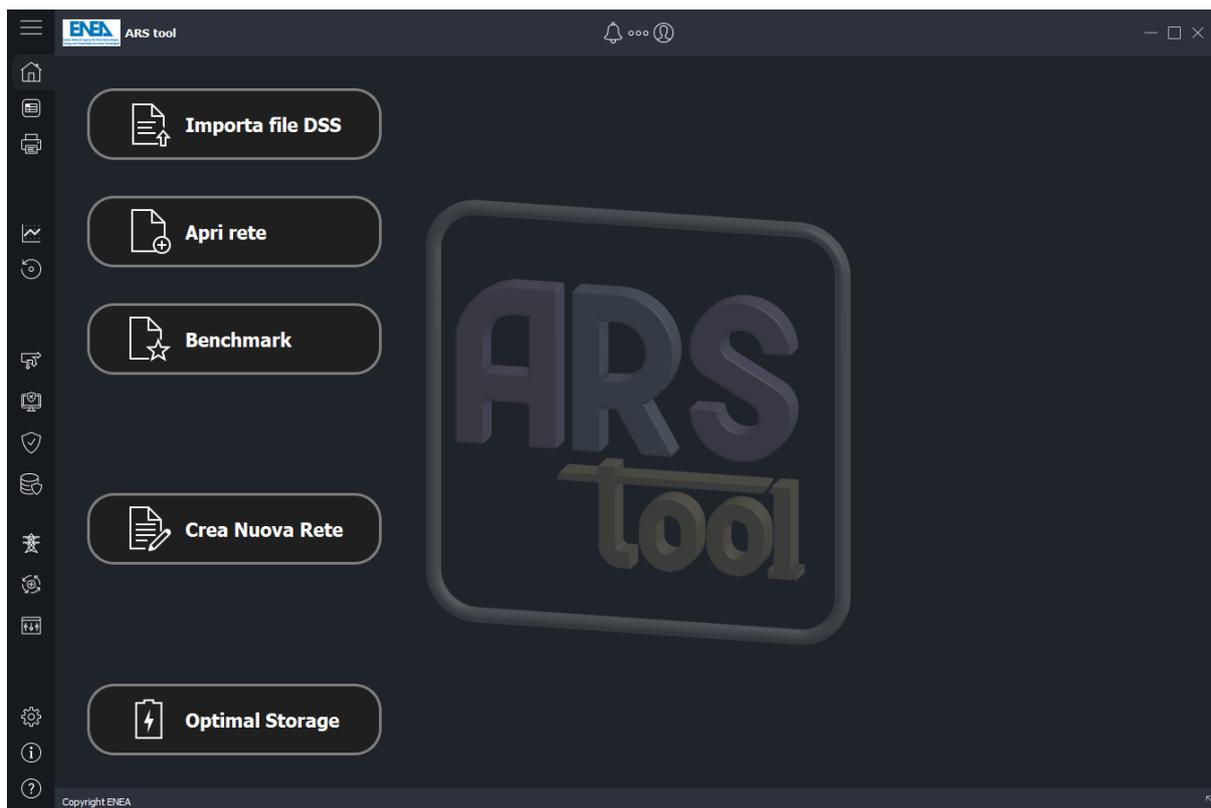


Figura 17: Interfaccia all'avvio

### 2.1.1 Importa file DSS

È possibile importare nel software modelli di rete realizzati attraverso l'OpenDSS. Cliccando sul pulsante "Importa file DSS" si aprirà una finestra di dialogo in cui viene chiesto di caricare il file relativo al modello di rete DSS. Potranno essere selezionati esclusivamente file con estensione \*.dss; una volta selezionato, premendo il pulsante "Apri" il software proverà ad importare il modello di rete selezionato. Se il modello di rete contiene errori, verrà visualizzato un messaggio di errore. Se il modello di rete è corretto, verrà visualizzato l'elenco degli elementi di rete benchmark, come descritto nel paragrafo 2.3.

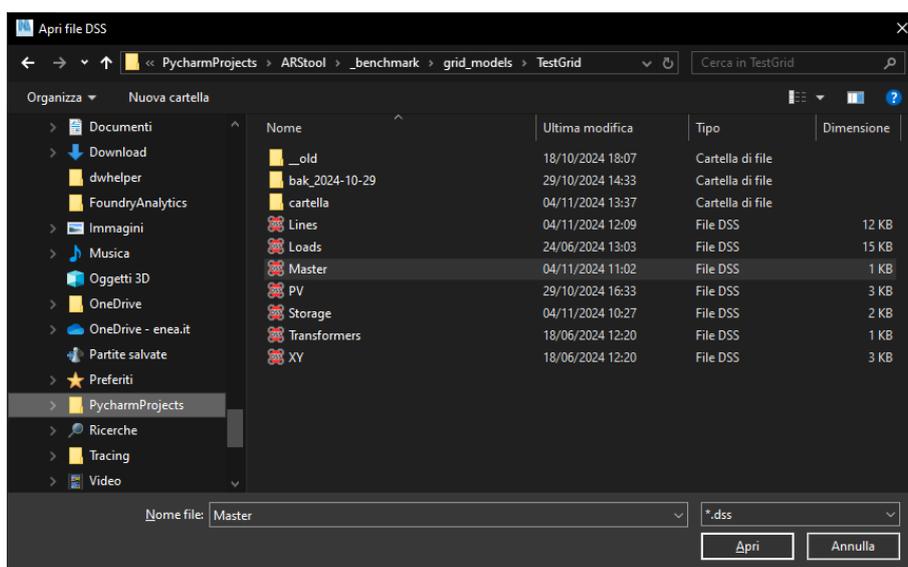


Figura 18: Schermata di apertura modello di rete DSS

## 2.1.2 Apri rete

È possibile aprire modelli di rete salvati precedentemente attraverso il software ARStool. Cliccando sul pulsante “Apri rete”, si aprirà una finestra di dialogo in cui viene chiesto di caricare il file relativo al modello di rete ARStool. Potranno essere selezionati esclusivamente file con estensione \*.yaml; una volta selezionato, premendo il pulsante “Apri” il software proverà ad importare il modello di rete selezionato. Se il modello di rete non fosse compatibile con i modelli di rete ARStool, apparirà un messaggio di errore a schermo, e si potrà scegliere una nuova modalità di caricamento del modello di rete. Se il modello di rete è corretto, verrà visualizzato l’elenco degli elementi di rete benchmark, come descritto nel paragrafo 2.3.

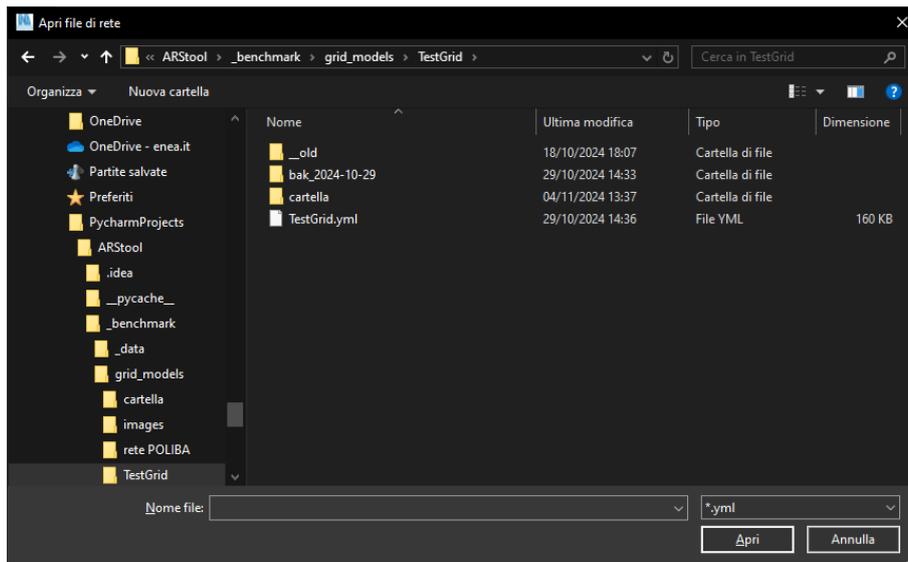
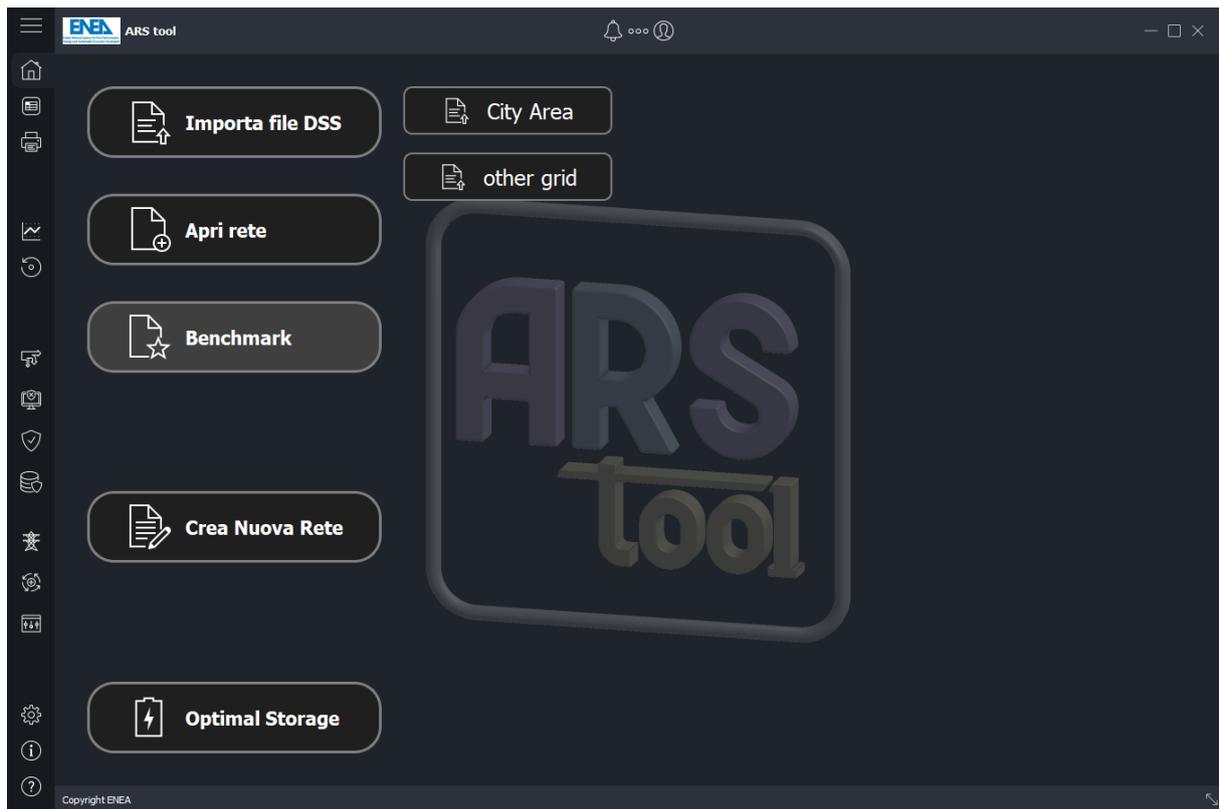


Figura 19: Schermata di apertura modello di rete ARStool

## 2.1.3 Benchmark

È possibile anche richiamare dei modelli di rete benchmark precaricati sul software. Il numero e le tipologie dei modelli di rete benchmark possono variare a seconda della versione del software. Cliccando sul pulsante “Benchmark”, apparirà al centro l’elenco delle reti benchmark disponibili.



*Figura 20: Schermata delle reti benchmark*

Cliccando su una rete benchmark, a destra verrà visualizzato uno screenshot della rete benchmark, e alcuni dettagli. Cliccando sul pulsante “Apri Rete” posto in basso a destra rispetto all’immagine di screenshot, sarà possibile aprire la rete benchmark. Verrà visualizzato l’elenco degli elementi di rete benchmark, come descritto nel paragrafo 2.3.

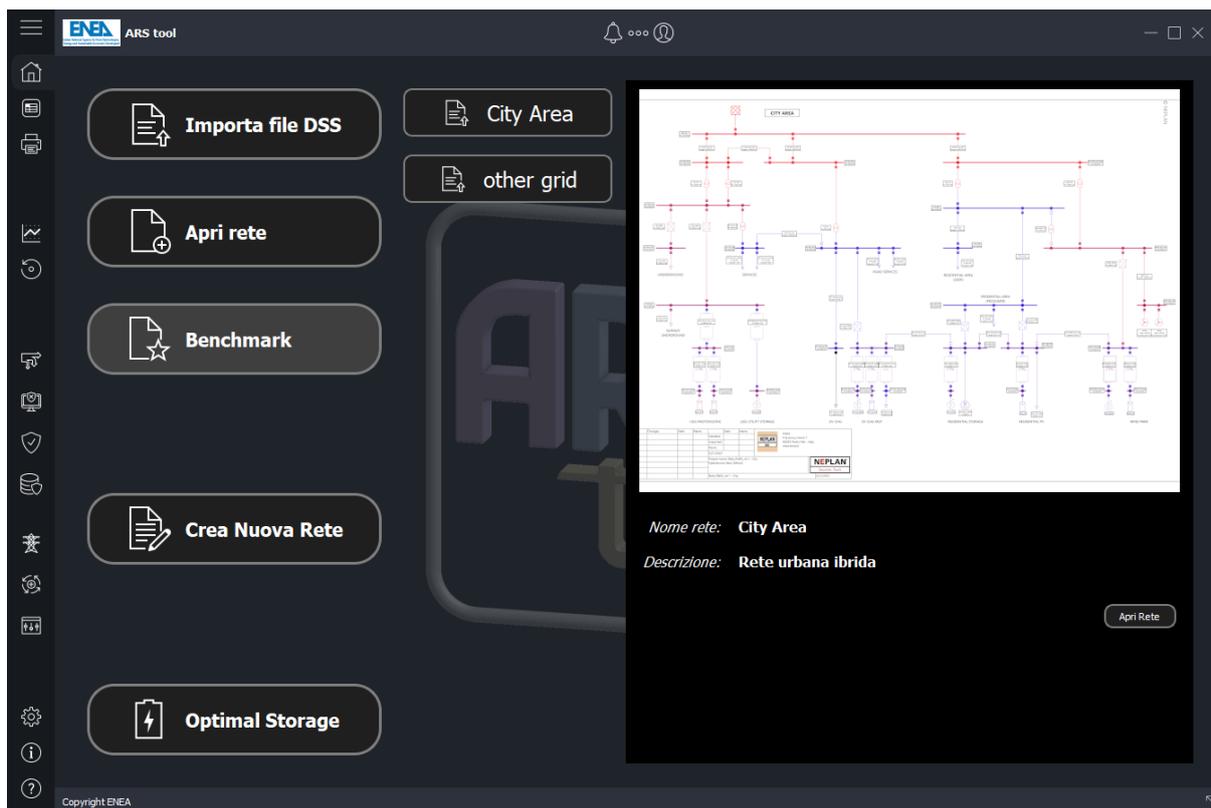


Figura 21: Dettagli della rete benchmark

#### 2.1.4 Crea Nuova Rete

È possibile, inoltre, creare nuovi modelli di rete definendo manualmente gli elementi e le connessioni della rete. Cliccando sul pulsante “Crea Nuova Rete”, apparirà una prima finestra in cui si chiede di dare un nome alla rete, e di indicare la tensione di alimentazione esterna (Figura 22)

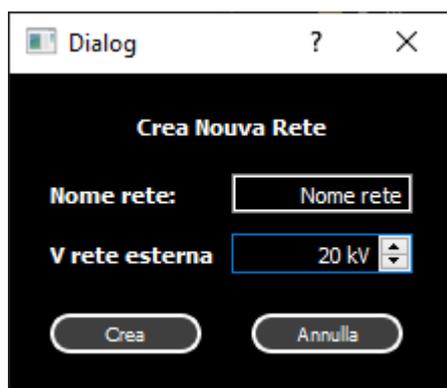


Figura 22: Creazione nuova rete

Una volta inseriti i parametri (obbligatori), sarà possibile cliccare il pulsante “Crea”. Quindi, sarà possibile aggiungere, modificare ed eliminare gli elementi di rete come indicato nel paragrafo 3.5.2.

#### 2.1.5 Optimal Storage

Cliccando sulla pulsante “Optimal Storage”, si avrà accesso alla funzione di valutazione dei sistemi di accumulo e delle FER per il supporto dell’adeguatezza di sistemi elettrici decarbonizzati (Figura 23). Per il dettaglio di tale funzionalità si rimanda al paragrafo 9.

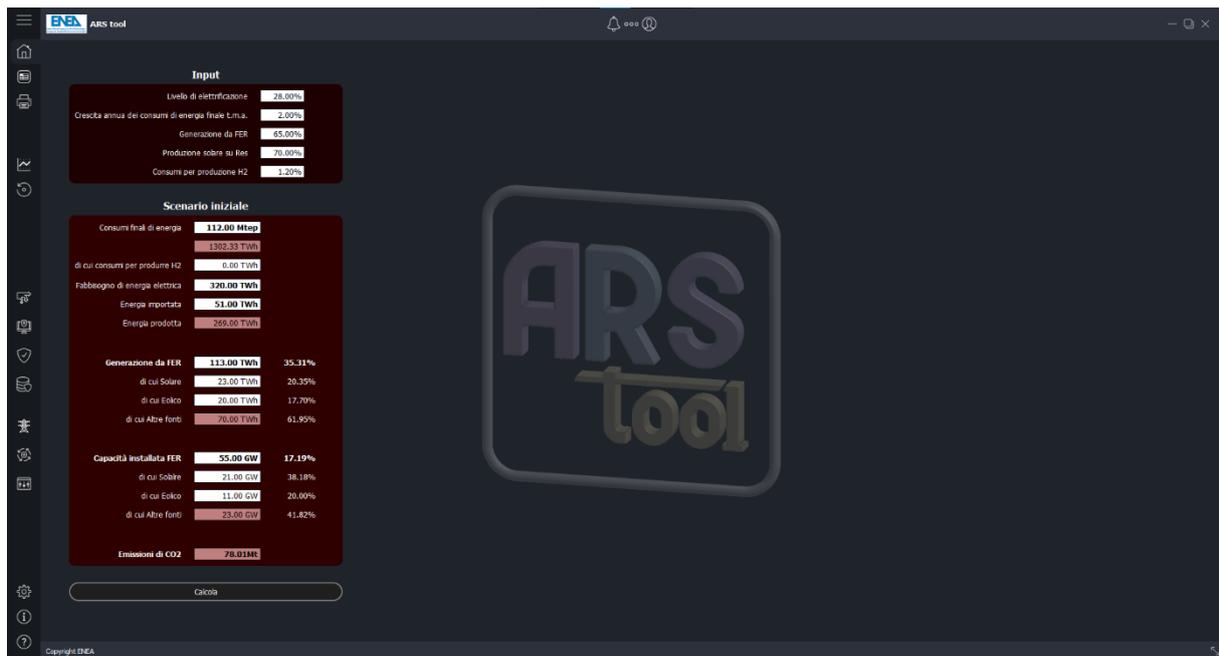


Figura 23: Schermata iniziale della funzione di Optimal Storage

## 2.2 Funzionalità generiche del tool

### 2.2.1 Reset della rete

Cliccando sul pulsante **Restart** nella Navigation Area, la rete caricata nel software verrà chiusa immediatamente, ed il software mostrerà la schermata di avvio (Figura 17) da dove è possibile scegliere una nuova rete.

N.B.: Cliccando su Restart, tutte le modifiche della rete, e i risultati di tutti i calcoli eventualmente effettuati verranno irrimediabilmente persi. Per non perdere il lavoro effettuato, ed eventualmente richiamarlo in un secondo momento, salvare la rete in una posizione del PC attraverso il pulsante Salva.

### 2.2.2 Profili Standard

Quando si carica una rete Benchmark, si importa un file DSS, o si crea una nuova rete, a tutti gli elementi di carico e generazione vengono associati dei profili di carico e generazione costanti. Cliccando sul pulsante Profili Standard è possibile associare, ad ogni elemento idoneo, un determinato profilo di carico o di generazione tra un set di profili standard disponibili all'interno del tool.

AC-Load	
ug_serv1_ac-load	Commerciale
ug_serv2_ac-load	Commerciale
rs_1_ac-load	Commerciale
rs_2_ac-load	Commerciale
ev-charge_ac-load	Commerciale
user_ac-load	Residenziale
pros_1_ac-load	Agricolo

DC-Load	
ug_dc-load	Industriale
ugs_dc-load	Industriale
ev-fast_dc-load	Commerciale
pros_dc-load	Agricolo

DC-PV	
ugs_1_dc-pv	Fotovoltaico
ugs_2_dc-pv	Fotovoltaico

Salva      Annulla

Figura 24. Schermata di inserimento dei profili standard

In particolare, per i carichi (AC-Load, DC-Load) sarà possibile scegliere tra:

- Residenziale
- Industriale
- Commerciale
- Agricolo
- Rurale - LV
- Rurale - MV 1
- Rurale - MV 2
- Rurale - MV 3



Figura 25. Profilo di carico standard disponibili per AC-Load e DC-Load

Agli elementi AC-PV e DC-PV sarà possibile impostare il profilo “Fotovoltaico”, mentre agli elementi AC-Wind e DC-Wind sarà possibile impostare il profilo “Cogeneratore”.

Per confermare la scelta dei profili, cliccare sul pulsante Salva, per annullare la selezione, cliccare sul pulsante Annulla.

Dopo aver cliccato sul pulsante Salva, se non sono stati inseriti profili in precedenza, verrà richiesto di definire le caratteristiche dei profili (paragrafo 2.2.2.1)

### 2.2.2.1 Parametri dei profili di carico e generazione

La finestra **Parametri Profilo** (Figura 26) permette di definire le caratteristiche dei profili di carico e di generazione. In particolare, è possibile impostare la **data di inizio** e di **fine** dei profili, nonché la distanza temporale tra un punto e l’altro dei profili (**Passo**). Il passo può assumere i seguenti valori: 1 minuto, 5 minuti, 10 minuti, 15 minuti, 30 minuti, 1 ora, 3 ore, 6 ore, 1 giorno.

Di default:

- la data/ora di inizio corrisponde alle ore 00:00 della data odierna;
- la data/ora di fine corrisponde alle ore 23:00 della data odierna;
- il passo è 1 ora, i numeri di punti sono 24.

Naturalmente, più ampio è il passo, minore saranno i punti per un determinato intervallo di temperatura. Variando la data di fine, automaticamente varierà il numero di punti; variando il passo, automaticamente varierà la data di fine (il numero di punti rimarrà costante).

I **profili di default** saranno disponibili se il passo ha una estensione non inferiore ai 15 minuti.

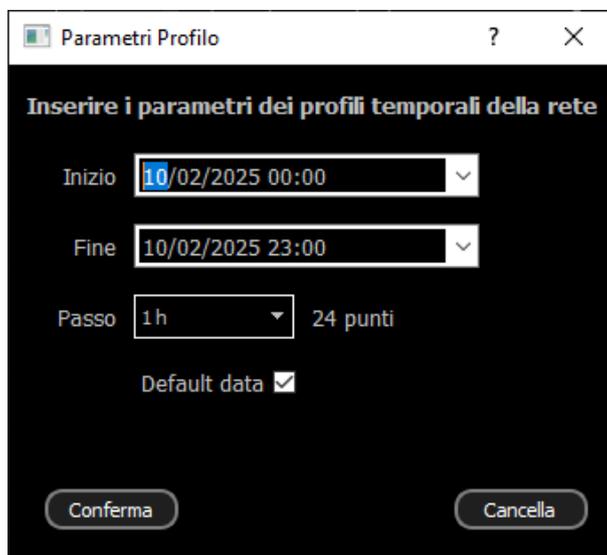


Figura 26. Finestra Parametri Profilo

## 2.3 Il modello di rete

All'apertura del modello di rete, nella Operation Area appare l'elenco degli elementi della rete (Figura 27). Gli elementi sono contenuti in una tabella in cui sono riportati il nome e la categoria; l'elenco appare in ordine alfabetico rispetto alle categorie come primo criterio, rispetto al nome come secondo criterio. La priorità dell'ordine può essere invertita cliccando sulle intestazioni delle colonne delle tabelle; cliccando più volte sulla stessa intestazione l'ordinamento diventa in ordine crescente (dalla A alla Z) o decrescente (dalla Z alla A).

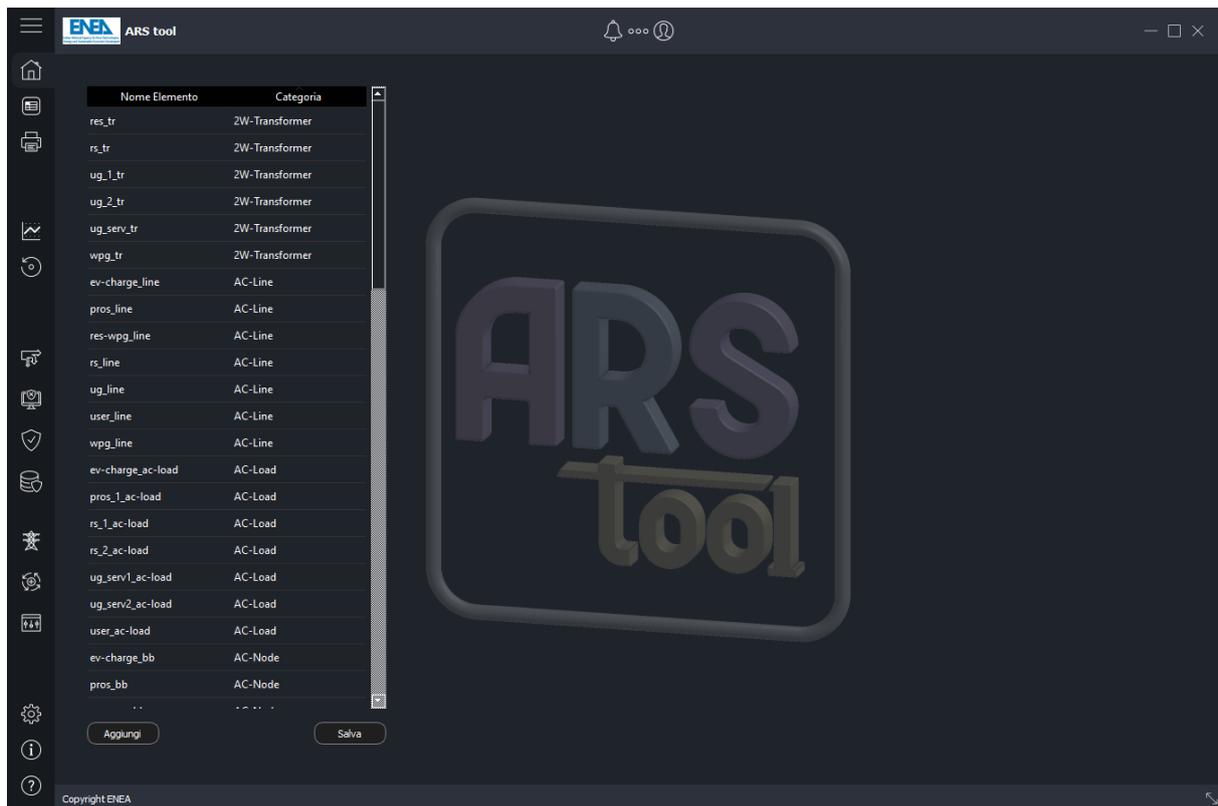


Figura 27: Elenco degli elementi di rete

Le categorie possono essere:

- 2W-Transformer: Trasformatori trifase a 2 avvolgimenti
- AC-BESS: Sistemi di accumulo in corrente alternata
- AC-Line: Linea elettrica per corrente alternata
- AC-Load: Carico in corrente alternata
- AC-Node: Nodo o Busbar alternata
- AC-PV: Impianto di generazione ad energia fotovoltaica connesso alla rete AC
- AC-Wind: Impianto di generazione ad energia eolica connesso alla rete AC
- DC-BESS: Sistemi di accumulo in corrente continua
- DC-DC\_Conv: Convertitore di tensione DC-DC
- DC-Line: Linea elettrica per corrente continua
- DC-Load: Carico in corrente continua
- DC-Node: Nodo o Busbar continua
- DC-PV: Impianto di generazione ad energia fotovoltaica connesso alla rete DC
- DC-Wind: Impianto di generazione ad energia eolica connesso alla rete DC
- Diesel-Motor: Generatore di corrente AC alimentato a gasolio

- Ext-Grid: Allaccio alla rete esterna
- PWM: Convertitore di tensione AC-DC (Inverter)
- Switch: elemento di disconnessione su linee AC
- Turbine: Generatore di corrente AC a turbina

### 3. Dettagli degli elementi

Cliccando su un elemento di rete presente nella tabella, comparirà la Element Details Area, in cui sarà possibile accedere ad alcune proprietà dell'elemento selezionato. In particolare, sulla base della categoria dell'elemento selezionato, possono apparire le seguenti sezioni:

- LoadFlow
- Affidabilità
- Anomalie

Nella parte alta dell'Element Details Area è indicato il nome dell'elemento selezionato; a destra è presente un pulsante circolare per chiudere l'area.

In tutte le sezioni indicate, potrà essere possibile modificare alcuni parametri relativi all'elemento selezionato. Per salvare le modifiche effettuate è necessario cliccare sul pulsante Salva. Se si vuole ignorare le modifiche apportate, è possibile cliccare sul pulsante Annulla, o premere il pulsante circolare con la "x" posto in alto a destra del nome dell'elemento.

NB.: Cliccando su un altro elemento di rete nella tabella degli elementi, andranno perse tutte le modifiche apportate. Per salvare le modifiche, è necessario cliccare sul pulsante Salva.

#### 3.1 Sezione LoadFlow

La sezione LoadFlow nella Element Details Area è caratterizzata da una colorazione Blu, ed è costituita da 3 sottosezioni:

- Sottosezione Connessioni
- Sottosezione Parametri
- Sottosezione Risultati

##### 3.1.1 Sottosezione Connessioni

Nella sottosezione **Connessioni** sono riportati tutti gli elementi connessi al componente selezionato. Nel caso in cui il componente selezionato è un nodo, in tale area verranno visualizzati tutti gli elementi (sia terminali che di connessione) ad esso collegati. A tale elenco non potranno essere apportate modifiche. Nel caso in cui il componente selezionato è un terminale, in tale area verrà visualizzata la BusBar o il Nodo a cui è connesso; nel caso in cui il componente selezionato è un elemento di connessione (linea, trasformatore, convertitore, ...) in tale area verranno visualizzati i due nodi o busbar a cui è connesso: il primo nodo sarà quello a tensione più elevata (nel caso di trasformatori o convertitori DC-DC) o il nodo in corrente alternata (nel caso di PWM). Cliccando sui nodi, sarà possibile cambiare il nodo di connessione: apparirà un menù a tendina da cui scegliere eventuali altri punti di connessione idonei.

### 3.1.2 Sottosezione Parametri

Nella sottosezione Parametri sono riportati i parametri operativi, del componente selezionato. Il contenuto di tale sottosezione dipenderà strettamente dalla tipologia dell'elemento in oggetto.

#### 3.1.2.1 [2w Transformer](#)

La scheda dei Parametri è riportata in Figura 28.

Parametri	
V0	20.000 kV
V1	0.400 kV
Sr	630.0 kVA
XHL	6.000 %
OutOfServ	<input type="checkbox"/>

Figura 28. Scheda Parametri di LoadFlow del componente 2W-Transformer

I parametri **V0** e **V1** indicano la tensione di alta e di bassa del trasformatore, espresse in kV; non sono modificabili direttamente: il loro valore dipende direttamente dai nodi a cui l'elemento è connesso.

Il parametro **Sr** indica la potenza di targa del trasformatore, espressa in kVA.

Il parametro **XHL** indica il valore percentuale della perdita resistiva nel caso di cortocircuito sulla bassa tensione.

Il parametro **OutOfService** indica se l'elemento è in servizio (casella non selezionata) o è fuori servizio (casella selezionata).

### 3.1.2.2 AC-BESS

La scheda dei Parametri delle AC-Bess è riportata in Figura 29.

Parametro	Valore	Unità
V0	20.000	kV
P	100.000	kW
P	0.000	kW
eff	1.0000	
cap	0.000	kWh
SOC	50.00	%
Scala	1.0000	
Costante	<input checked="" type="radio"/>	
Profilo	<input type="radio"/>	
OutOfServ	<input type="checkbox"/>	

Figura 29. Scheda Parametri di LoadFlow del componente AC-BESS

Il parametro **V0** indica la tensione nominale a cui opera l'elemento, espressa in kV; non è modificabile direttamente: il suo valore dipende direttamente dal nodo a cui l'elemento è connesso.

Il parametro **P** indica la potenza attiva nominale del sistema di accumulo, espressa in kW. Al di sotto, viene riportato il valore di potenza di esercizio del componente, che risulta dal prodotto tra la potenza nominale **P** ed il valore puntuale del parametro **Scala**. Tale valore non è modificabile

Il parametro **eff** indica il valore, espresso in p.u., dell'efficienza del componente.

Il parametro **cap** indica la capacità, espressa in kWh, di energia immagazzinabile nella batteria.

Il parametro **SOC** indica lo stato di carica, espressa in % rispetto alla *Capacità*, della batteria all'istante iniziale delle operazioni di calcolo.

Il parametro **Scala** indica il fattore di scala della potenza erogata o assorbita dal componente. Per la sua gestione, fare riferimento al paragrafo 3.2.

Il parametro **OutOfService** indica se l'elemento è in servizio (casella non selezionata) o è fuori servizio (casella selezionata).

### 3.1.2.3 AC-Line

La scheda dei Parametri delle AC-Line è riportata in Figura 30.

Parametro	Valore	Unità
V0	20.000	kV
V1	20.000	kV
B0	0.001	uS
B1	0.001	uS
In	260.000	A
R0	0.00100	Ohm
R1	0.25401	Ohm
X0	0.00001	Ohm
X1	0.12555	Ohm
length	1.370	Km
OutOfServ	<input type="checkbox"/>	

Figura 30. Scheda LoadFlow del componente AC-Line

I parametri **V0** e **V1** indicano la tensione, espresse in kV ai due capi della linea; non sono modificabili direttamente: il loro valore dipende direttamente dai nodi a cui l'elemento è connesso.

I parametri **B0** e **B1** indicano la suscettanza della linea, espressa in  $\mu\text{S}/\text{km}$ , per la sequenza di zero e per la sequenza positiva.

Il parametro **In** indica l'intensità di corrente di targa della linea, espressa in Ampere.

I parametri **R0** e **R1** indicano la resistenza della linea, espressa in  $\Omega/\text{km}$ , per la sequenza di zero e per la sequenza positiva.

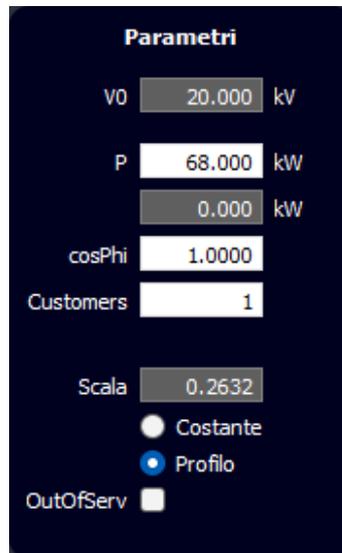
I parametri **X0** e **X1** indicano la reattanza della linea, espressa in  $\Omega/\text{km}$ , per la sequenza di zero e per la sequenza positiva.

Il parametro **length** indica la lunghezza della linea, espressa in chilometri (km).

Il parametro **OutOfService** indica se l'elemento è in servizio (casella non selezionata) o è fuori servizio (casella selezionata).

### 3.1.2.4 AC-Load

La scheda dei Parametri degli AC-Load è riportata in Figura 31.



Parametro	Valore	Unità
V0	20.000	kV
P	68.000	kW
	0.000	kW
cosPhi	1.0000	
Customers	1	
Scala	0.2632	
Costante	<input type="radio"/>	
Profilo	<input checked="" type="radio"/>	
OutOfServ	<input type="checkbox"/>	

Figura 31. Scheda Parametri di LoadFlow del componente AC-Load

Il parametro **V0** indica la tensione nominale a cui opera l'elemento, espressa in kV; non è modificabile direttamente: il suo valore dipende direttamente dal nodo a cui l'elemento è connesso.

Il parametro **P** indica la potenza attiva nominale del punto di carico, espressa in kW. Al di sotto, viene riportato il valore di potenza di esercizio del componente, che risulta dal prodotto tra la potenza nominale **P** ed il valore puntuale del parametro **Scala**. Tale valore non è modificabile.

Il parametro **cosPhi** indica la fase del carico.

Il parametro **Customers** indica il numero di utenti afferenti al punto di carico.

Il parametro **Scala** indica il fattore di scala della potenza assorbita dal componente. Per la sua gestione, fare riferimento al paragrafo 3.2.

Il parametro **OutOfService** indica se l'elemento è in servizio (casella non selezionata) o è fuori servizio (casella selezionata).

### 3.1.2.5 [AC-Node](#)

La scheda dei Parametri degli AC-Node è riportata in Figura 32.



*Figura 32. Scheda Parametri di LoadFlow del componente AC-Node*

Il parametro **V0** indica la tensione nominale del nodo.

Il parametro **OutOfService** indica se l'elemento è in servizio (casella non selezionata) o è fuori servizio (casella selezionata).

### 3.1.2.6 AC-PV

La scheda dei Parametri delle AC-PV è riportata in Figura 33.

Parametro	Valore	Unità
V0	20.000	kV
P	1500.000	kW
	0.000	kW
Scala	1.0000	
Costante	<input checked="" type="radio"/>	
Profilo	<input type="radio"/>	
OutOfServ	<input type="checkbox"/>	

Figura 33. Scheda Parametri di LoadFlow del componente AC-PV

Il parametro **V0** indica la tensione nominale a cui opera l'elemento, espressa in kV; non è modificabile direttamente: il suo valore dipende direttamente dal nodo a cui l'elemento è connesso.

Il parametro **P** indica la potenza di targa del generatore, espressa in kW. Al di sotto, viene riportato il valore di potenza di esercizio del componente, che risulta dal prodotto tra la potenza nominale **P** ed il valore puntuale del parametro **Scala**. Tale valore non è modificabile

Il parametro **Scala** indica il fattore di scala della potenza erogata dal generatore. Per la sua gestione, fare riferimento al paragrafo 3.2.

Il parametro **OutOfService** indica se l'elemento è in servizio (casella non selezionata) o è fuori servizio (casella selezionata).

### 3.1.2.7 AC-Wind

La scheda dei Parametri delle AC-Wind è riportata in Figura 34.

Parametro	Valore	Unità
V0	2.000	kV
P	140.000	kW
	0.000	kW
cosPhi	1.0000	
eff	1.0000	
Scala	1.0000	
Costante	<input checked="" type="radio"/>	
Profilo	<input type="radio"/>	
OutOfServ	<input type="checkbox"/>	

Figura 34. Scheda Parametri di LoadFlow del componente AC-Wind

Il parametro ***V0*** indica la tensione nominale a cui opera l'elemento, espresse in kV; non è modificabile direttamente: il suo valore dipende direttamente dal nodo a cui l'elemento è connesso.

Il parametro ***P*** indica la potenza attiva nominale del punto di carico, espressa in kW. Al di sotto, viene riportato il valore di potenza di esercizio del componente, che risulta dal prodotto tra la potenza nominale ***P*** ed il valore puntuale del parametro ***Scala***. Tale valore non è modificabile.

Il parametro ***cosPhi*** indica la fase del carico.

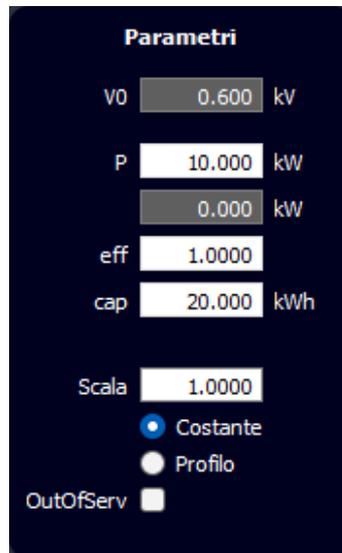
Il parametro ***eff*** indica l'efficienza del generatore.

Il parametro ***Scala*** indica il fattore di scala della potenza assorbita dal componente. Per la sua gestione, fare riferimento al paragrafo 3.2.

Il parametro ***OutOfService*** indica se l'elemento è in servizio (casella non selezionata) o è fuori servizio (casella selezionata).

### 3.1.2.8 DC-BESS

La scheda dei Parametri delle DC-Bess è riportata in Figura 35.



Parametro	Valore	Unità
V0	0.600	kV
P	10.000	kW
	0.000	kW
eff	1.0000	
cap	20.000	kWh
Scala	1.0000	
Costante	<input checked="" type="radio"/>	
Profilo	<input type="radio"/>	
OutOfServ	<input type="checkbox"/>	

Figura 35. Scheda Parametri di LoadFlow del componente DC-BESS

Il parametro **V0** indica la tensione nominale a cui opera l'elemento, espressa in kV; non è modificabile direttamente: il suo valore dipende direttamente dal nodo a cui l'elemento è connesso.

Il parametro **P** indica la potenza attiva nominale del sistema di accumulo, espressa in kW. Al di sotto, viene riportato il valore di potenza di esercizio del componente, che risulta dal prodotto tra la potenza nominale **P** ed il valore puntuale del parametro **Scala**. Tale valore non è modificabile

Il parametro **eff** indica il valore, espresso in p.u., dell'efficienza del componente.

Il parametro **cap** indica la capacità, espressa in kWh, di energia immagazzinabile nella batteria.

Il parametro **SOC** indica lo stato di carica, espressa in % rispetto alla **Capacità**, della batteria all'istante iniziale delle operazioni di calcolo.

Il parametro **Scala** indica il fattore di scala della potenza erogata o assorbita dal componente. Per la sua gestione, fare riferimento al paragrafo 3.2.

Il parametro **OutOfService** indica se l'elemento è in servizio (casella non selezionata) o è fuori servizio (casella selezionata).

### 3.1.2.9 DC-DC-Conv

La scheda dei Parametri del DC-DC-Conv è riportata in Figura 36.



Parametri	
V0	20.000 kV
V1	0.400 kV
Sr	630.0 kVA
XHL	6.000 %
OutOfServ	<input type="checkbox"/>

Figura 36. Scheda Parametri di LoadFlow del componente DC-DC-Conv

I parametri **V0** e **V1** indicano la tensione di alta e di bassa del trasformatore, espresse in kV; non sono modificabili direttamente: il loro valore dipende direttamente dai nodi a cui l'elemento è connesso.

Il parametro **Sr** indica la potenza di targa del trasformatore, espressa in kVA.

Il parametro **XHL** indica il valore percentuale della perdita resistiva nel caso di cortocircuito sulla bassa tensione.

Il parametro **OutOfService** indica se l'elemento è in servizio (casella non selezionata) o è fuori servizio (casella selezionata).

### 3.1.2.10 AC-Line

La scheda dei Parametri delle AC-Line è riportata in Figura 37.

Parametro	Valore	Unità
V0	20.000	kV
V1	20.000	kV
B0	0.001	uS
B1	0.001	uS
In	260.000	A
R0	0.00100	Ohm
R1	0.25401	Ohm
X0	0.00001	Ohm
X1	0.12555	Ohm
length	1.370	Km
OutOfServ	<input type="checkbox"/>	

Figura 37. Scheda LoadFlow del componente AC-Line

I parametri **V0** e **V1** indicano la tensione, espresse in kV ai due capi della linea; non sono modificabili direttamente: il loro valore dipende direttamente dai nodi a cui l'elemento è connesso.

I parametri **B0** e **B1** indicano la suscettanza della linea, espressa in  $\mu\text{S}/\text{km}$ , per la sequenza di zero e per la sequenza positiva.

Il parametro **In** indica l'intensità di corrente di targa della linea, espressa in Ampere.

I parametri **R0** e **R1** indicano la resistenza della linea, espressa in  $\Omega/\text{km}$ , per la sequenza di zero e per la sequenza positiva.

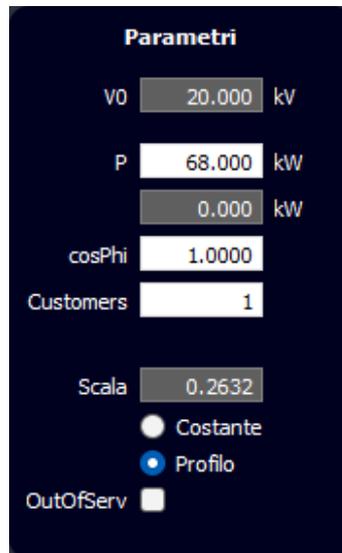
I parametri **X0** e **X1** indicano la reattanza della linea, espressa in  $\Omega/\text{km}$ , per la sequenza di zero e per la sequenza positiva.

Il parametro **length** indica la lunghezza della linea, espressa in chilometri (km).

Il parametro **OutOfService** indica se l'elemento è in servizio (casella non selezionata) o è fuori servizio (casella selezionata).

### 3.1.2.11 AC-Load

La scheda dei Parametri degli AC-Load è riportata in Figura 38.



Parametro	Valore	Unità
V0	20.000	kV
P	68.000	kW
	0.000	kW
cosPhi	1.0000	
Customers	1	
Scala	0.2632	
Costante	<input type="radio"/>	
Profilo	<input checked="" type="radio"/>	
OutOfServ	<input type="checkbox"/>	

Figura 38. Scheda Parametri di LoadFlow del componente AC-Load

Il parametro **V0** indica la tensione nominale a cui opera l'elemento, espressa in kV; non è modificabile direttamente: il suo valore dipende direttamente dal nodo a cui l'elemento è connesso.

Il parametro **P** indica la potenza attiva nominale del punto di carico, espressa in kW. Al di sotto, viene riportato il valore di potenza di esercizio del componente, che risulta dal prodotto tra la potenza nominale **P** ed il valore puntuale del parametro **Scala**. Tale valore non è modificabile.

Il parametro **cosPhi** indica la fase del carico.

Il parametro **Customers** indica il numero di utenti afferenti al punto di carico.

Il parametro **Scala** indica il fattore di scala della potenza assorbita dal componente. Per la sua gestione, fare riferimento al paragrafo 3.2.

Il parametro **OutOfService** indica se l'elemento è in servizio (casella non selezionata) o è fuori servizio (casella selezionata).

### 3.1.2.12 AC-Node

La scheda dei Parametri degli AC-Node è riportata in Figura 39.



Figura 39. Scheda Parametri di LoadFlow del componente AC-Node

Il parametro **V0** indica la tensione nominale del nodo.

Il parametro **OutOfService** indica se l'elemento è in servizio (casella non selezionata) o è fuori servizio (casella selezionata).

### 3.1.2.13 AC-PV

La scheda dei Parametri delle AC-PV è riportata in Figura 40.

V0	20.000	kV
P	1500.000	kW
	0.000	kW
Scala	1.0000	
	<input checked="" type="radio"/>	Costante
	<input type="radio"/>	Profilo
OutOfServ	<input type="checkbox"/>	

Figura 40. Scheda Parametri di LoadFlow del componente AC-PV

Il parametro **V0** indica la tensione nominale a cui opera l'elemento, espressa in kV; non è modificabile direttamente: il suo valore dipende direttamente dal nodo a cui l'elemento è connesso.

Il parametro **P** indica la potenza di targa del generatore, espressa in kW. Al di sotto, viene riportato il valore di potenza di esercizio del componente, che risulta dal prodotto tra la potenza nominale **P** ed il valore puntuale del parametro **Scala**. Tale valore non è modificabile

Il parametro **Scala** indica il fattore di scala della potenza erogata dal generatore. Per la sua gestione, fare riferimento al paragrafo 3.2.

Il parametro **OutOfService** indica se l'elemento è in servizio (casella non selezionata) o è fuori servizio (casella selezionata).

### 3.1.2.14 AC-Wind

La scheda dei Parametri delle AC-Wind è riportata in Figura 41.

Parametro	Valore	Unità
V0	2.000	kV
P	140.000	kW
	0.000	kW
cosPhi	1.0000	
eff	1.0000	
Scala	1.0000	
Costante	<input checked="" type="radio"/>	
Profilo	<input type="radio"/>	
OutOfServ	<input type="checkbox"/>	

Figura 41. Scheda Parametri di LoadFlow del componente AC-Wind

Il parametro **V0** indica la tensione nominale a cui opera l'elemento, espresse in kV; non è modificabile direttamente: il suo valore dipende direttamente dal nodo a cui l'elemento è connesso.

Il parametro **P** indica la potenza attiva nominale del punto di carico, espressa in kW. Al di sotto, viene riportato il valore di potenza di esercizio del componente, che risulta dal prodotto tra la potenza nominale **P** ed il valore puntuale del parametro **Scala**. Tale valore non è modificabile.

Il parametro **cosPhi** indica la fase del carico.

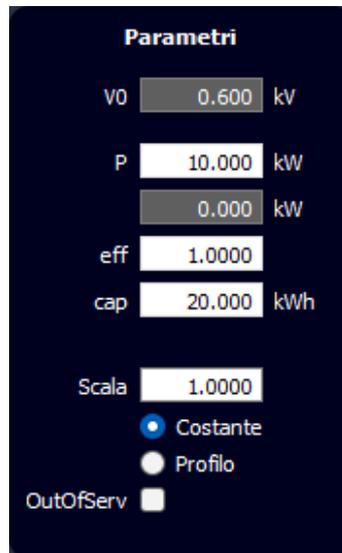
Il parametro **eff** indica l'efficienza del generatore.

Il parametro **Scala** indica il fattore di scala della potenza assorbita dal componente. Per la sua gestione, fare riferimento al paragrafo 3.2.

Il parametro **OutOfService** indica se l'elemento è in servizio (casella non selezionata) o è fuori servizio (casella selezionata).

### 3.1.2.15 DC-BESS

La scheda dei Parametri delle DC-BESS è riportata in Figura 42.



Parametro	Valore	Unità
V0	0.600	kV
P	10.000	kW
	0.000	kW
eff	1.0000	
cap	20.000	kWh
Scala	1.0000	
Costante	<input checked="" type="radio"/>	
Profilo	<input type="radio"/>	
OutOfServ	<input type="checkbox"/>	

Figura 42. Scheda Parametri di LoadFlow del componente DC-BESS

Il parametro **V0** indica la tensione nominale a cui opera l'elemento, espressa in kV; non è modificabile direttamente: il suo valore dipende direttamente dal nodo a cui l'elemento è connesso.

Il parametro **P** indica la potenza attiva nominale del sistema di accumulo, espressa in kW. Al di sotto, viene riportato il valore di potenza di esercizio del componente, che risulta dal prodotto tra la potenza nominale **P** ed il valore puntuale del parametro **Scala**. Tale valore non è modificabile

Il parametro **eff** indica il valore, espresso in p.u., dell'efficienza del componente.

Il parametro **cap** indica la capacità, espressa in kWh, di energia immagazzinabile nella batteria.

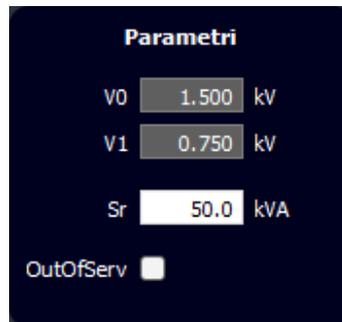
Il parametro **SOC** indica lo stato di carica, espressa in % rispetto alla **Capacità**, della batteria all'istante iniziale delle operazioni di calcolo.

Il parametro **Scala** indica il fattore di scala della potenza erogata o assorbita dal componente. Per la sua gestione, fare riferimento al paragrafo 3.2.

Il parametro **OutOfService** indica se l'elemento è in servizio (casella non selezionata) o è fuori servizio (casella selezionata).

### 3.1.2.16 DC-DC-Conv

La scheda dei Parametri del convertitore DC-DC è riportata in Figura 43.



Parametri	
V0	1.500 kV
V1	0.750 kV
Sr	50.0 kVA
OutOfServ	<input type="checkbox"/>

Figura 43. Scheda Parametri di LoadFlow del componente DC-DC-Conv

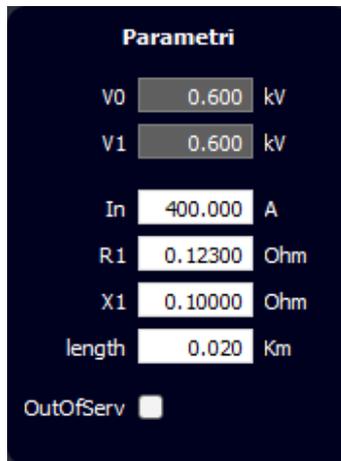
I parametri **V0** e **V1** indicano la tensione di alta e di bassa del convertitore, espresse in kV; non sono modificabili direttamente: il loro valore dipende direttamente dai nodi a cui l'elemento è connesso.

Il parametro **Sr** indica la potenza di targa del trasformatore, espressa in kVA.

Il parametro **OutOfService** indica se l'elemento è in servizio (casella non selezionata) o è fuori servizio (casella selezionata).

### 3.1.2.17 DC-Line

La scheda dei Parametri delle linee DC è riportata in Figura 44.



Parametri		
V0	0.600	kV
V1	0.600	kV
In	400.000	A
R1	0.12300	Ohm
X1	0.10000	Ohm
length	0.020	Km
OutOfServ	<input type="checkbox"/>	

Figura 44. Scheda Parametri di LoadFlow del componente DC-Line

I parametri **V0** e **V1** indicano la tensione, espresse in kV ai due capi della linea; non sono modificabili direttamente: il loro valore dipende direttamente dai nodi a cui l'elemento è connesso.

Il parametro **In** indica l'intensità di corrente di targa della linea, espressa in Ampere.

Il parametro **R1** indica la resistenza della linea, espressa in  $\Omega/\text{km}$ .

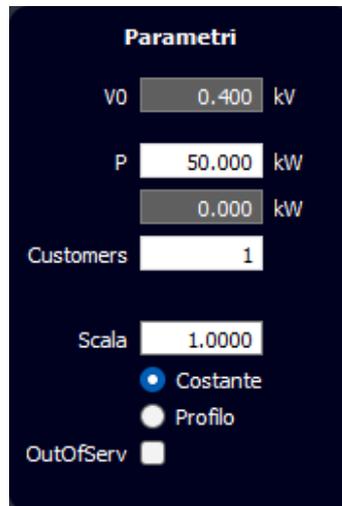
Il parametro **X1** indica la reattanza della linea, espressa in  $\Omega/\text{km}$ .

Il parametro **length** indica la lunghezza della linea, espressa in chilometri (km).

Il parametro **OutOfService** indica se l'elemento è in servizio (casella non selezionata) o è fuori servizio (casella selezionata).

### 3.1.2.18 DC-Load

La scheda dei Parametri del DC-Load è riportata in Figura 45.



Parametro	Valore	Unità
V0	0.400	kV
P	50.000	kW
	0.000	kW
Customers	1	
Scala	1.0000	
Costante	<input checked="" type="radio"/>	
Profilo	<input type="radio"/>	
OutOfServ	<input type="checkbox"/>	

Figura 45. Scheda Parametri di LoadFlow del componente DC-Load

Il parametro **V0** indica la tensione nominale a cui opera l'elemento, espressa in kV; non è modificabile direttamente: il suo valore dipende direttamente dal nodo a cui l'elemento è connesso.

Il parametro **P** indica la potenza attiva nominale del punto di carico, espressa in kW. Al di sotto, viene riportato il valore di potenza di esercizio del componente, che risulta dal prodotto tra la potenza nominale **P** ed il valore puntuale del parametro **Scala**. Tale valore non è modificabile.

Il parametro **Customers** indica il numero di utenti afferenti al punto di carico.

Il parametro **Scala** indica il fattore di scala della potenza assorbita dal componente. Per la sua gestione, fare riferimento al paragrafo 3.2.

Il parametro **OutOfService** indica se l'elemento è in servizio (casella non selezionata) o è fuori servizio (casella selezionata).

### 3.1.2.19 DC-Node

La scheda dei Parametri del DC-Node è riportata in Figura 46.



Parametro	Valore	Unità
Vn	0.400	kV
OutOfServ	<input type="checkbox"/>	

Figura 46. Scheda Parametri di LoadFlow del componente DC-Node

Il parametro **V0** indica la tensione nominale del nodo.

Il parametro **OutOfService** indica se l'elemento è in servizio (casella non selezionata) o è fuori servizio (casella selezionata).

### 3.1.2.20 DC-PV

La scheda dei Parametri del DC-PV è riportata in Figura 47

The image shows a dark-themed control panel titled "Parametri". It contains the following elements:

- A field for "V0" with the value "0.600" and the unit "kV".
- A field for "P" with the value "30.000" and the unit "kW".
- A second field for "P" with the value "0.000" and the unit "kW".
- A field for "Scala" with the value "1.0000".
- Two radio buttons: "Costante" (which is selected) and "Profilo".
- A checkbox labeled "OutOfServ" which is currently unchecked.

Figura 47. Scheda Parametri di LoadFlow del componente DC-PV

Il parametro ***V0*** indica la tensione nominale a cui opera l'elemento, espressa in kV; non è modificabile direttamente: il suo valore dipende direttamente dal nodo a cui l'elemento è connesso.

Il parametro ***P*** indica la potenza di targa del generatore, espressa in kW. Al di sotto, viene riportato il valore di potenza di esercizio del componente, che risulta dal prodotto tra la potenza nominale ***P*** ed il valore puntuale del parametro ***Scala***. Tale valore non è modificabile

Il parametro ***Scala*** indica il fattore di scala della potenza erogata dal generatore. Per la sua gestione, fare riferimento al paragrafo 3.2.

Il parametro ***OutOfService*** indica se l'elemento è in servizio (casella non selezionata) o è fuori servizio (casella selezionata).

### 3.1.2.21 DC-Wind

La scheda dei Parametri del DC-Wind è riportata in Figura 48.

**Parametri**

V0 0.600 kV

P 10.000 kW

0.000 kW

eff 1.0000

Scala 1.0000

Costante

Profilo

OutOfServ

Figura 48. Scheda Parametri di LoadFlow del componente DC-Wind

Il parametro **V0** indica la tensione nominale a cui opera l'elemento, espressa in kV; non è modificabile direttamente: il suo valore dipende direttamente dal nodo a cui l'elemento è connesso.

Il parametro **P** indica la potenza attiva nominale generatore, espressa in kW. Al di sotto, viene riportato il valore di potenza di esercizio del componente, che risulta dal prodotto tra la potenza nominale **P** ed il valore puntuale del parametro **Scala**. Tale valore non è modificabile.

Il parametro **eff** indica l'efficienza del generatore.

Il parametro **Scala** indica il fattore di scala della potenza erogata dal generatore. Per la sua gestione, fare riferimento al paragrafo 3.2.

Il parametro **OutOfService** indica se l'elemento è in servizio (casella non selezionata) o è fuori servizio (casella selezionata).

### 3.1.2.22 External Grid

La scheda dei Parametri dell'External Grid è riportata in Figura 49.

**Parametri**

Vn 20.000 kV

OutOfServ

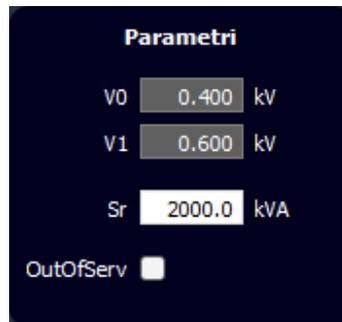
Figura 49. Scheda Parametri di LoadFlow del componente External Grid

Il parametro **V0** indica la tensione nominale a cui opera l'elemento, espressa in kV.

Il parametro **OutOfService** indica se l'elemento è in servizio (casella non selezionata) o è fuori servizio (casella selezionata).

### 3.1.2.23 [PWM](#)

La scheda dei Parametri del PWM è riportata in Figura 50.



<b>Parametri</b>		
V0	0.400	kV
V1	0.600	kV
Sr	2000.0	kVA
OutOfServ	<input type="checkbox"/>	

Figura 50. Scheda Parametri di LoadFlow del componente PWM

I parametri **V0** e **V1** indicano la tensione AC e DC dell'inverter, espresse in kV; non sono modificabili direttamente: il loro valore dipende direttamente dai nodi a cui l'elemento è connesso.

Il parametro **Sr** indica la potenza di targa dell'inverter, espressa in kVA.

Il parametro **OutOfService** indica se l'elemento è in servizio (casella non selezionata) o è fuori servizio (casella selezionata).

### 3.1.2.24 [Switch](#)

La scheda dei Parametri dello Switch è riportata in Figura 51.



<b>Parametri</b>		
V0	20.000	kV
V1	20.000	kV
OutOfServ	<input type="checkbox"/>	

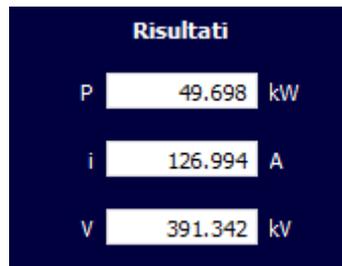
Figura 51. Scheda Parametri di LoadFlow del componente Switch

I parametri **V0** e **V1** indicano la tensione a monte e valle dello switch, espresse in kV; non sono modificabili direttamente: il loro valore dipende direttamente dai nodi a cui l'elemento è connesso.

Il parametro **OutOfService** indica se l'elemento è in servizio (casella non selezionata) o è fuori servizio (casella selezionata).

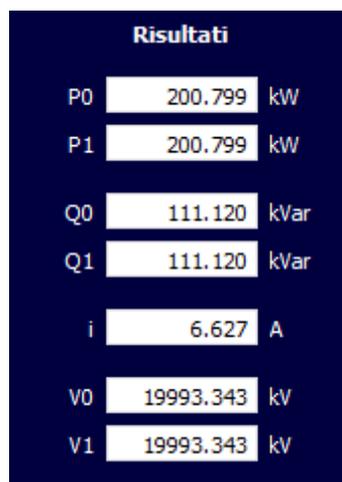
### 3.1.3 Sottosezione Risultati

Nella sottosezione Risultati sono riportati i valori di potenza, corrente e tensione derivanti dal calcolo del LoadFlow. Tale sottosezione è visibile esclusivamente se per il modello di rete in esame è stato lanciato il calcolo del LoadFlow. Naturalmente, per gli elementi terminali verranno mostrati i valori relativi ad un solo nodo (Figura 52), per gli elementi di connessione sarà possibile visualizzare i valori relativi ad entrambi i nodi di connessione (Figura 53). Infine, nel caso in cui l'elemento selezionato è un nodo, sarà possibile visualizzare esclusivamente la tensione del nodo risultante dal LoadFlow.



Risultati		
P	49.698	kW
i	126.994	A
V	391.342	kV

Figura 52. Scheda Risultati per gli elementi terminali



Risultati		
P0	200.799	kW
P1	200.799	kW
Q0	111.120	kVar
Q1	111.120	kVar
i	6.627	A
V0	19993.343	kV
V1	19993.343	kV

Figura 53. Scheda Risultati per gli elementi di connessione

Nel caso in cui sia stato lanciato un LoadFlow su un intervallo di tempo, i risultati visualizzati saranno riferiti (di default) all'istante iniziale, ovvero al primo istante dell'intervallo di tempo. Agendo sull'apposito cursore temporale (vedi Paragrafo 4.3.2), i risultati verranno aggiornati all'istante di tempo selezionato.

## 3.2 Sezione Profili

Per i componenti di categoria AC-Load, DC-Load, AC-Wind, DC-Wind e PV, selezionando il tipo di scala "Profilo" nella scheda dei Parametri, sarà possibile definire il profilo di esercizio della risorsa in oggetto.

Se alla risorsa era già stato associato un profilo di esercizio, cliccando sul nome della risorsa all'interno dell'Elenco dei componenti, si popolerà la sezione Profili (Figura 54), posta nella parte destra della sezione Configurazione dei componenti, e mostrerà il profilo associato al componente. Se invece alla risorsa era stato associato uno un profilo di scala costante, commutando la selezione da Costante a Profilo nella scheda dei Parametri della sezione Dettagli componente, si popolerà la sezione Profili, e indicherà inizialmente un profilo costante pari al valore presente nella casella *scala* della scheda Parametri della sezione Dettagli componente.

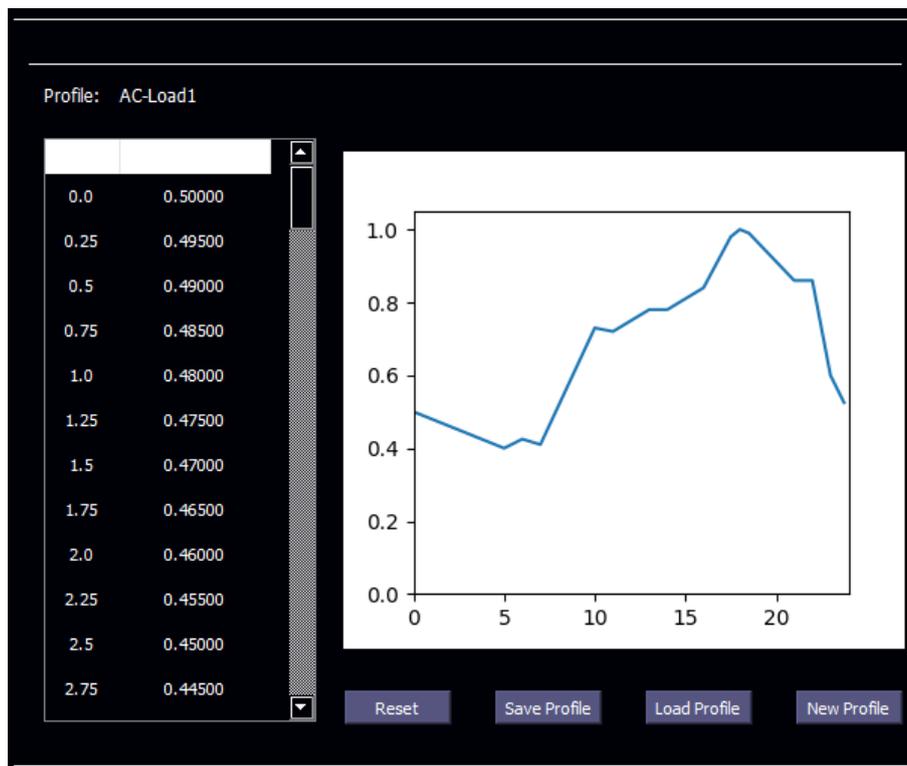


Figura 54. Sezione Profili

La sezione Profili è composta, nella parte sinistra, dalla tabella dei valori del profilo. La tabella è composta da due colonne: la prima, non modificabile, contiene il tempo (in ore, discretizzato in 15 minuti, ovvero 0.25 ore); la seconda, editabile da parte dell'utente, contiene i valori (in p.u.) del profilo orario. Nella parte destra della sezione è mostrata la rappresentazione grafica del profilo. Nella parte bassa della sezione si trovano i pulsanti di azione della sezione.

Con il pulsante "Reset" il profilo verrà ripristinato all'ultima configurazione salvata dall'utente.

Con il pulsante "Salva profilo" verrà mostrata la finestra di salvataggio, per memorizzare il profilo su disco. N.B.: il pulsante "Salva profilo" non associa il profilo al componente, ma ne genera una copia sul PC dell'utente. Per associare il profilo creato/modificato al componente, è necessario premere il pulsante "Salva" nella sezione "Dettagli componente".

Con il pulsante "Carica profilo" è possibile caricare un profilo salvato precedentemente.

Con il pulsante “Nuovo profilo” è possibile generare un nuovo profilo. Apparirà una casella in cui bisognerà inserire il nome del profilo. Se il nome della rete è già presente nel database, verrà mostrato un alert all’utente (Figura 55).

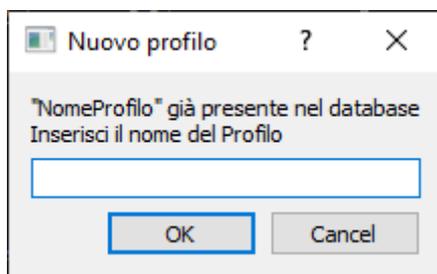


Figura 55. Alert per Nome profilo già presente nel database

Una volta confermato il nome, la tabella dei valori apparirà svuotata di tutti i valori. È ora possibile inserire i valori del profilo: il grafico si aggiornerà man mano che la tabella si riempirà.

Il profilo ha un intervallo temporale di 24 ore, ed è inteso come ciclico (il valore alle ore 0:00 coincide forzatamente con il valore alle 24:00).

Per compilare il profilo, è strettamente necessario inserire il valore del profilo al tempo  $t = 0.00$ , in caso contrario il profilo non verrà visualizzato graficamente e non verrà salvato come parametro del componente. Non è necessario inserire i valori del profilo per tutti i timestep della tabella: il tool, all’atto del salvataggio e/o della conferma del profilo, provvederà a calcolare i dati mancanti con il metodo dell’interpolazione lineare.

Per associare il profilo creato/caricato/modificato al componente, premere il pulsante “Salva” nella sezione Dettagli componente.

### 3.3 Sezione Affidabilità

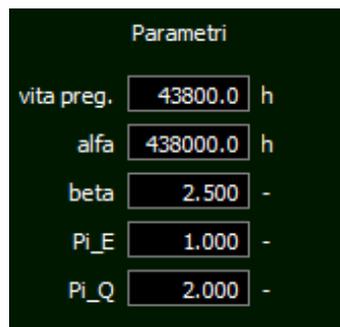
La sezione Affidabilità nella Element Details Area è disponibile per tutti gli elementi della rete di collegamento (Linee, Trasformatori, Convertitori, PWM) e terminali (Carichi, BESS, PV, Generatori), mentre non è disponibile per le BusBar ed i Nodi, e per l'ExternalGrid. È caratterizzata da una colorazione Verde, ed è costituita da 2 sottosezioni:

- Sottosezione Parametri
- Sottosezione Risultati

#### 3.3.1 Sottosezione Parametri

La sottosezione Parametri è di colore più scuro, ed è identica per tutti gli elementi. È costituita da 6 valori di input:

- **vita preg.:** Si intende il tempo di vita (in ore) già trascorso per l'elemento selezionato.
- **alfa:** parametro  $\alpha$  di scala dell'equazione di Weibull
- **beta:** parametro  $\beta$  di forma dell'equazione di Weibull
- **Pi\_E:** Fattore di Stress Ambientale
- **Pi\_Q:** Fattore di Qualità



Parametri	
vita preg.	43800.0 h
alfa	438000.0 h
beta	2.500 -
Pi_E	1.000 -
Pi_Q	2.000 -

Figura 56. Sottosezione Parametri della scheda Affidabilità

#### 3.3.2 Sottosezione Risultati

La sottosezione dei risultati, di colore verde più chiaro rispetto alla precedente, dipende dalla categoria di elemento selezionato.

In particolare, per i carichi (AC-Load e DC-Load), è composto da 2 voci:

- **R (day):** Affidabilità di fornitura nelle ore diurne
- **R (night):** affidabilità di fornitura nelle ore notturne



Risultati	
R (day)	1.0000 -
R (night)	0.99752 -

Figura 57. Sottosezione Risultati della scheda Affidabilità per gli elementi AC-Load e DC-Load

Per tutti gli altri elementi, la finestra dei risultati è composta da 4 voci:

- **lambda**: tasso di guasto (numero di guasti/anno)
- **R**: Affidabilità del componente
- **Pi\_Si**: Fattore di stress termico
- **MTBF**: Tempo medio tra i guasti (Mean Time Between Failures), espresso in ore ed in anni

Risultati		
lambda	0.000006	f/h
R	0.801703	-
Pi_Si	0.178	-
MTBF	158540.1	h
	18.09818	yr

Figura 58. Sottosezione Risultati della scheda Affidabilità per gli elementi diversi dai carichi

### 3.4 Sezione Anomalie

La sezione Anomalie nella Element Details Area è caratterizzata da una colorazione Rossa. In essa è possibile inserire i parametri relativi alle possibili anomalie a cui l'elemento selezionato può essere soggetto. Tale sezione è disponibile esclusivamente per le tipologie di elementi AC-BESS, AC-PV, AC-Wind, DC-BESS, DC-PV, DC-Wind.

Per ogni elemento, è possibile indicare uno specifico Deterioramento. Cliccando spuntando la check-box di deterioramento, è possibile indicare la velocità di deterioramento dell'elemento, in termini di perdita di efficienza per anno (rate = [1/y]) (Figura 59).



Figura 59. Sottosezione Deterioramento nella scheda Anomalie

Per alcuni elementi (AC-PV, AC-WIND, DC-PV, DC-Wind), è possibile aggiungere ulteriori anomalie specifiche, dipendenti dalla tipologia di elemento, cliccando sul pulsante **“Nuova anomalia”**.

In particolare:

Per gli **AC-PV** e **DC-PV** possono essere aggiunte le seguenti anomalie:

- **Partial Shedding:** Ombreggiatura parziale dei pannelli solari;
- **Dust:** Deposizione di polvere, caduta foglie o deiezioni di uccelli sui pannelli.

Per gli AC-Wind e DC-Wind possono essere aggiunte le seguenti anomalie:

- **Icing:** Deposizione di ghiaccio sulle pale eoliche.

Ogni tipologia potrà essere aggiunta una volta sola: il pulsante **“Nuova anomalia”** resterà visibile finché esistono ulteriori tipologie di anomalie da aggiungere. Se sono state aggiunte tutte le tipologie di anomalie, il pulsante **“Nuova anomalia”** non sarà più visibile.



Figura 60. Sezione Anomalie con alcune anomalie specifiche

Per ognuna di tali anomalie, è possibile impostare i seguenti parametri:

- **tipologia:** determina la legge con la quale l’anomalia modifica l’efficienza del componente considerato;
- **lambda\_a:** rappresenta, in media, il numero di eventi anomali da generare in un anno
- **lambda\_duration:** rappresenta la durata media (o durata effettiva se is\_fixed è selezionato) di un evento anomalo
- **is\_fixed:** indica se lambda\_duration va considerata come durata effettiva (deterministica) oppure come la media di una durata aleatoria

In base alla tipologia di perturbazione, vi sono dei parametri specifici. Ad esempio:

- **tipologia: scale**
  - **value:** indica quale sarà l’efficienza del dispositivo durante l’anomalia, tenendo conto che, in assenza di anomalia, tale valore è da considerarsi unitario
- **tipologia: decrease**
  - **type:** indica la legge matematica con la quale l’efficienza del dispositivo decade (lineare:  $-x+1$ , esponenziale:  $1-\exp$ )
    - **type:  $-x+1$** ,  $\alpha = k / l$  vuol dire che l’efficienza diventa  $k$  volte il suo valore iniziale in  $l$  ore
    - **type:  $1-\exp$** ,  $\alpha = k \cdot 0.69$  vuol dire che l’efficienza si dimezza dopo  $k$  ore

La scheda di ogni anomalia sarà visibile in versione compressa: cliccando sul pulsante “Vedi dettagli” la scheda si espanderà, visualizzando i relativi parametri e permettendone la modifica, mentre eventuali altre schede visibili verranno compresse.

Le anomalie non si possono sovrapporre e la prima che viene inserita ha priorità rispetto alle altre. L’ordine in cui le anomalie appaiono indica la loro priorità rispetto all’elemento selezionato. Per cambiarne l’ordine, visualizzare i dettagli dell’anomalia ed agire sui pulsanti “Up” e “Down”: la scheda si sposterà in su o in giù nell’ordine delle anomalie.

Il deterioramento non è considerato una anomalia contingente, ma una condizione persistente per tutta la durata della simulazione e, pertanto, non può essere spostata.

Per eliminare una tipologia di anomalia, premere il pulsante "Canc": l'anomalia scomparirà dall'elenco.

## 3.5 Gestione elementi di rete

### 3.5.1 Aggiungi elementi alla rete

Cliccando sul tasto “Aggiungi”, posto sotto la tabella, è possibile aggiungere ulteriori elementi alla rete.

Cliccando, apparirà una finestra come riportato in Figura 61.

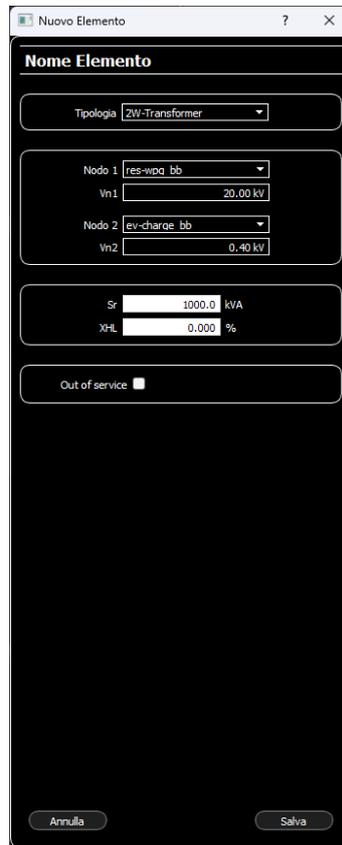


Figura 61: Finestra di inserimento nuovo elemento

Facendo doppio click sull’intestazione dell’elemento, sarà possibile cambiare il nome: la scritta “Nuovo elemento” si evidenzierà e sarà possibile sovrascriverla. Per confermare il nuovo nome, è necessario premere invio; il tool controllerà l’ammissibilità del nome scelto (che non sia già presente nella rete, o che non contenga caratteri non ammessi): se il nome non è ammissibile, apparirà un messaggio Popup che indica l’anomalia, e cliccando su OK (o premendo Invio) si potrà dare un nuovo nome all’elemento. Se invece il nome è ammissibile, l’intestazione visualizzerà il nuovo nome.

In prima istanza, si dovrà scegliere la tipologia dell’elemento da inserire: gli altri dati da inserire dipenderanno da tale scelta. A seconda di se si sia selezionato una tipologia di elemento terminale (Load, Bess, PV, Wind, ...) o di elemento di connessione (2W-Transformer, PWM, DC-DC-Converter, Line), il riquadro successivo offrirà la possibilità di individuare un solo nodo oppure due. In tale schermata saranno visualizzati anche i valori di tensione dei nodi, ma non sarà possibile modificarli. Se invece come tipologia verrà scelto AC-Node o DC-Node, il riquadro successivo chiederà di inserire il valore di tensione del nodo.

Il contenuto del terzo riquadro (ove disponibile) dipende strettamente dalla tipologia di elemento selezionato, e permette l’inserimento dei parametri dell’elemento, in accordo con quanto indicato nel paragrafo 3.1.2. Nel caso in cui la tipologia sia un carico o un generatore, è possibile indicare il valore di

scala della potenza assorbita/generata. Tale valore può essere sia un costante, sia un profilo. In quest'ultimo caso, sarà possibile definire o importare un profilo di potenza dell'elemento.

Infine, si può impostare, attraverso la casella "Out-of-service", se l'elemento è fuori servizio o è in servizio.

Per confermare l'inserimento dell'elemento, cliccare sul pulsante "Salva".

Per annullare l'inserimento dell'elemento, chiudere la finestra, cliccare sul pulsante "Annulla" o premere il tasto "ESC".

### 3.5.2 Eliminare un elemento di rete

Cliccando sulla riga relativa ad un elemento all'interno della tabella, al di sotto di essa comparirà il pulsante "Elimina". Cliccando su di esso, il componente selezionato verrà definitivamente dall'elenco degli elementi della rete.

### 3.5.3 Rinominare un elemento di rete

Cliccando sulla riga relativa ad un elemento all'interno della tabella, al di sotto di essa comparirà il pulsante "Rinomina". Cliccando su di esso, apparirà una finestra di dialogo che chiederà di inserire il nuovo nome dell'elemento.

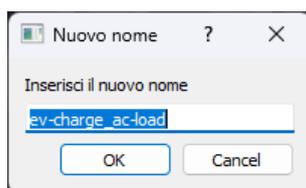


Figura 62: Finestra per rinominare un elemento

Cliccando sul pulsante "OK", o premendo il tasto "Invio", il nome verrà confermato, e verrà controllata l'ammissibilità del nome. Se il nuovo nome è già presente nell'elenco degli elementi, o se contiene caratteri non ammessi, si verrà invitati a digitare un nuovo nome.

Chiudendo la finestra, o cliccando sul pulsante "Cancel", o premendo il tasto "ESC", la procedura verrà annullata.

## 4. LoadFlow

La funzione LoadFlow del modello di rete è una funzionalità accessibile mediante l'apposito pulsante all'interno dell'interfaccia principale, nella Navigation Area.

Tale pulsante avvia la funzionalità "LoadFlow", attraverso l'interazione con il software esterno OpenDSS. Una volta avviato il LoadFlow, tutte le modifiche dei parametri confermate nelle singole schede dei dettagli componenti verranno inviate al modello di rete nel software di simulazione (tale operazione può richiedere molto tempo). Al termine, il software di simulazione avvierà la funzione interna di LoadFlow: i risultati popoleranno la sottosezione "Risultati" della scheda "LoadFlow" all'interno della Element Details Area.

### 4.1 I risultati globali del LoadFlow

I risultati globali del LoadFlow saranno visibili nella Operation Area, in cui vengono riassunti i flussi energetici in ingresso ed in uscita dalla rete (Figura 63).



Figura 63. Risultati globali del LoadFlow

Nel dettaglio:

- Nel riquadro Rete Esterna verranno visualizzati i flussi di potenza attiva e reattiva scambiati con la rete esterna: i valori positivi indicano flussi di potenza entranti nella rete, valori negativi indicano flussi di potenza uscenti dalla rete verso la rete esterna;

- Nel riquadro Generatori verranno visualizzati i flussi aggregati di potenza attiva e reattiva immessi nella rete dai generatori presenti nel modello di rete;
- Nel riquadro Carichi verranno visualizzati i flussi aggregati di potenza attiva e reattiva prelevati dalla rete dai carichi presenti nel modello di rete;
- Nel riquadro BESS verranno visualizzati i flussi aggregati di potenza attiva e reattiva scambiati con la rete dai sistemi di accumulo presenti nel modello di rete: i valori positivi indicano flussi di potenza uscenti dalla rete verso i sistemi di accumulo, valori negativi indicano flussi di potenza immessi dai sistemi di accumulo nella rete;
- Nel riquadro Perdite di rete verranno visualizzate le perdite di potenza attiva e reattiva della rete.

Nella parte in basso della schermata mostrata in Figura 63, sono riassunti in forma grafica i flussi di potenza attiva entranti e uscenti dalla rete. In particolare, nella parte sinistra (colonna “In”) vengono riportate le aliquote percentuali di potenza attiva entranti nella rete, nella parte destra (colonna “Cons”) vengono riportate le aliquote di potenza dissipate all’interno della rete. I differenti colori indicano le diverse categorie.

## 4.2 Dettagli dei risultati del LoadFlow

Facendo doppio click sul riquadro relativo alle macrocategorie Generatori, Carichi o BESS, si aprirà sulla sinistra della Operation Area la visualizzazione dei dettagli della macrocategoria, in cui, in un diagramma a torta a doppio livello, saranno visualizzati i contributi rispetto alla potenza attiva di ogni categoria, nonché di ogni elemento.

Al di sotto del diagramma a torta, saranno riassunti i medesimi risultati in cui saranno esplicitati i valori numerici della potenza attiva per ogni elemento elencato.

Per ogni macrocategoria, saranno visibili e distinte le seguenti categorie:

- Generatori: AC-PV; DC-PV, AC-Wind, DC-Wind;
- Carichi: AC-Load; DC-Load;
- BESS: AC-BESS; DC-BESS.



Figura 64. Dettagli del LoadFlow delle macrocategorie Generatori (sx), Carichi (centro) e BESS (dx)

### 4.3 LoadFlow e profili di carico e generazione

Nel caso in cui all'interno della rete siano presenti dei profili di carico o di generazione (anche solo per un elemento di rete), il software darà la possibilità di scegliere se effettuare un LoadFlow puntuale o su un intervallo temporale.

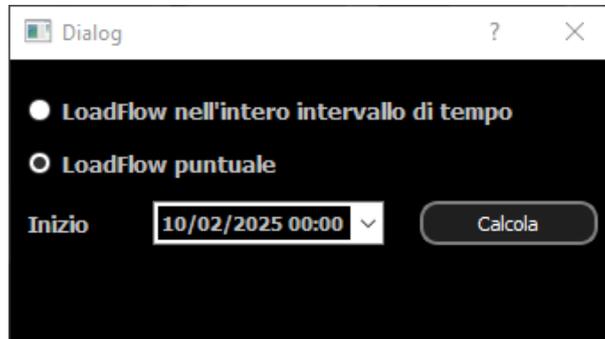


Figura 65. Finestra di dialogo della selezione dell'istante o dell'intervallo temporale dello studio di LoadFlow

#### 4.3.1 LoadFlow puntuale

Selezionando **LoadFlow puntuale**, è possibile indicare un istante temporale all'interno dell'intervallo temporale definito dai profili di carico e/o di generazione impostati all'interno della rete. Selezioni esterni a tale intervallo non saranno consentite dal sistema.

Una volta indicato l'istante temporale, cliccando su Calcola verrà avviato il calcolo del LoadFlow relativo a tale istante.

Le schermate dei Risultati globali (paragrafo 4.1) e dei Dettagli dei risultati (paragrafo 4.2) mostreranno i risultati del LoadFlow relativamente a tale istante.

#### 4.3.2 LoadFlow su un intervallo temporale

Selezionando "LoadFlow nell'intervallo di tempo", sarà possibile impostare un intervallo temporale all'interno di quello definito dai profili di carico e /o di generazione (Figura 66).

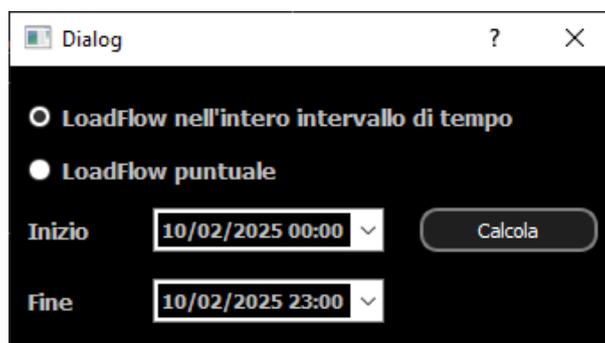


Figura 66. Finestra di selezione dell'intervallo temporale dello studio del LoadFlow

La data e ora di inizio non può essere antecedente di quella settata nei profili di carico e/o generazione; allo stesso modo, la data di fine non può essere successiva a quella settata nei profili di carico e/o generazione.

Una volta definito l'intervallo temporale all'interno del quale effettuare lo studio di LoadFlow, cliccando su "Calcola" viene lanciato il calcolo del LoadFlow per l'intero intervallo. Lo studio potrà richiedere molto tempo, durante il quale non è possibile effettuare altre operazioni.

Una volta terminata la fase di calcolo, apparirà nella Operation Area la schermata dei Risultati globali, in cui sarà presente anche un comando di navigazione temporale.

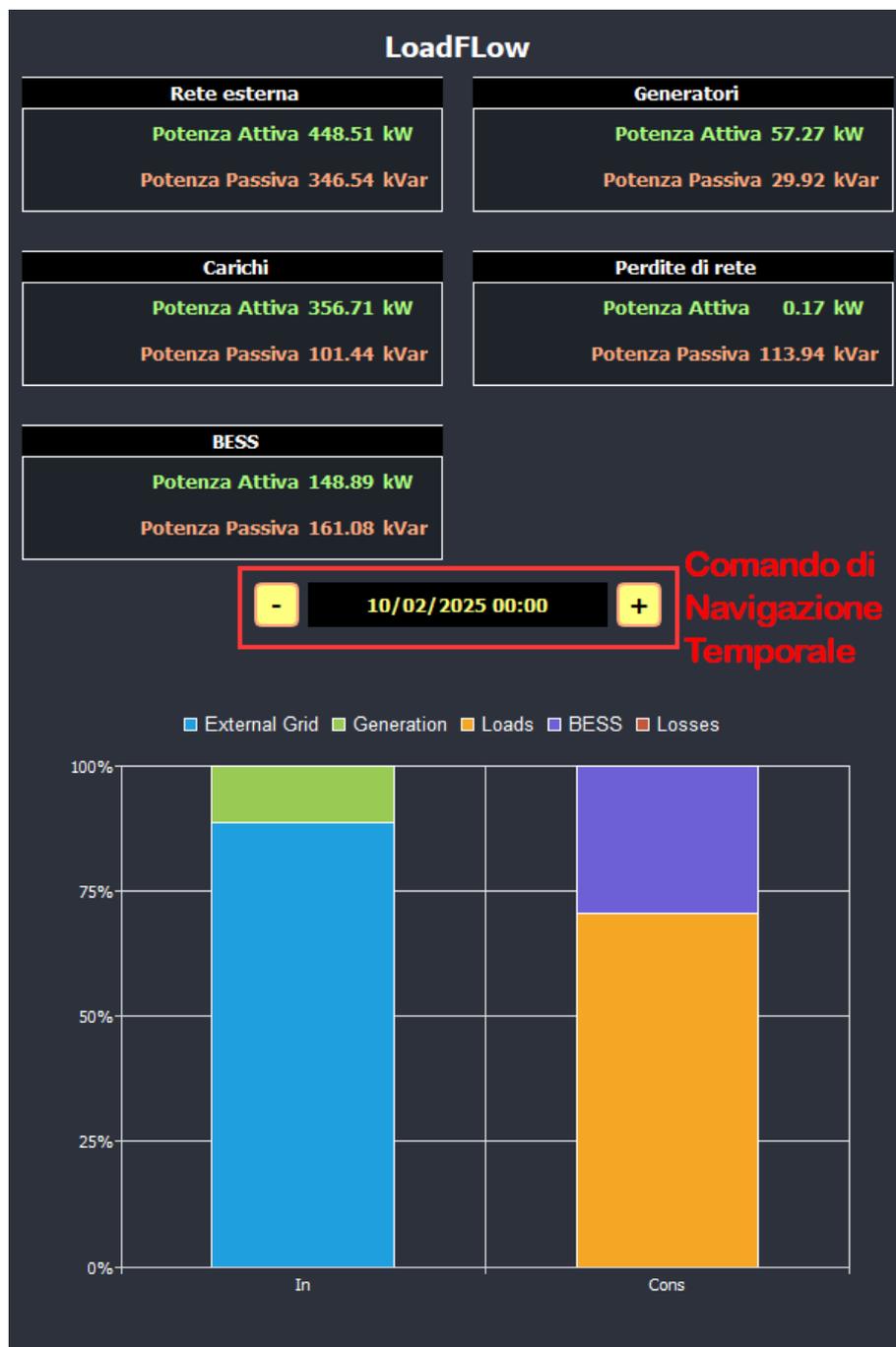


Figura 67. Risultati globali del LoadFlow su un intervallo temporale

Il comando di Navigazione Temporale permetterà di selezionare un istante all'interno dell'intervallo di studio del LoadFlow. In accordo con l'istante selezionato, i valori delle potenze ed i relativi grafici si aggiorneranno, sia nella schermata dei Risultati Globali che nella schermata dei dettagli; in aggiunta, si

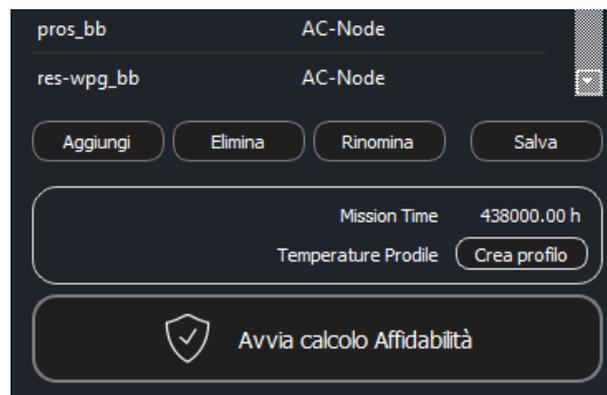
aggiorneranno anche i risultati nella sottosezione risultati della sezione LoadFlow nella Element Details Area.

## 5. Calcolo dell'affidabilità

Il calcolo dell'affidabilità è una funzionalità del tool destinata a valutare gli indici affidabilistici degli elementi della rete sulla base dei parametri inseriti dagli utenti.

Per poter eseguire correttamente il calcolo degli indici affidabilistici, l'utente è chiamato a compilare, per ogni componente della rete, la sottosezione "parametri" all'interno della sezione Affidabilità nella Element Details Area (vedi paragrafo 3.3.1).

Cliccando sul pulsante "Affidabilità" all'interno della Navigation Area, sotto l'elenco dei componenti nella parte sinistra della Operation Area, apparirà un riquadro all'interno del quale è necessario fornire alcuni input necessari al calcolo affidabilistico.



The screenshot shows a dark-themed user interface for reliability calculation. At the top, there are two rows of text: "pros\_bb AC-Node" and "res-wpg\_bb AC-Node". Below this, there are four buttons: "Aggiungi", "Elimina", "Rinomina", and "Salva". In the center, there is a section with "Mission Time" set to "438000.00 h" and "Temperature Profile" with a "Crea profilo" button. At the bottom, there is a large button with a shield icon and the text "Avvia calcolo Affidabilità".

Figura 68. Riquadro di input dei parametri affidabilistici

In particolare, servirà inserire un Mission time e un appropriato profilo di temperatura (vedi paragrafo 5.2). Se alla rete non è stato associato ancora un profilo di temperatura, accanto alla voce Temperature profile apparirà il pulsante "Crea profilo"; tale operazione diventa necessaria per proseguire con il calcolo degli indici affidabilistici. Se alla rete è stato già associato un profilo di temperatura, accanto alla voce Temperature profile apparirà il pulsante indicante il nome del profilo. Per associare/modificare/caricare un profilo di temperatura, fare riferimento al paragrafo 5.2.

## 5.1 Input del calcolo

Per avviare il calcolo dell'affidabilità, il tool richiede all'utente di indicare il tempo di missione (**Mission Time**) della rete  $t$  (in ore) dopo il quale calcolare gli indici affidabilistici. Il tempo di mission potrà essere maggiore o uguale a zero.

Cliccando sul pulsante **Avvia calcolo Affidabilità**, il tool verifica se alla rete è associato un profilo di temperatura valido. Nel caso non sia stato associato un profilo di temperatura appropriato, il software mostrerà un messaggio di errore (Figura 69), invitando l'utente ad inserire o selezionare un profilo di temperatura appropriato (vedi paragrafo 5.2).

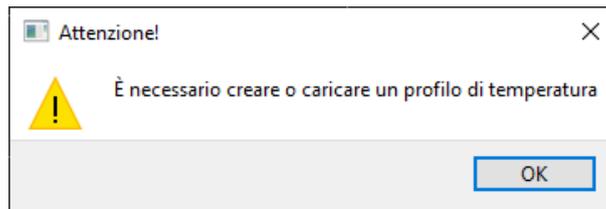


Figura 69. Messaggio di errore di Profilo di temperatura mancante

Se il profilo di temperatura è stato riconosciuto ed approvato dal tool, inizierà il calcolo dell'Affidabilità. Il calcolo potrà richiedere molto tempo, durante il quale non sarà possibile effettuare altre operazioni.

## 5.2 Profilo di temperatura

Se al modello di rete non è associato nessun profilo di temperatura, premere sul pulsante “**Crea profilo**” dal riquadro di input dei parametri affidabilistici per impostarne uno; se al modello di rete è associato un profilo di temperatura, premere, dal riquadro di input dei parametri affidabilistici, il pulsante riportante il nome del profilo. per visualizzarlo, modificarlo o sostituirlo. In entrambi i casi, dopo la pressione del pulsante indicato, si aprirà la finestra di gestione del profilo di temperatura (Figura 70), mostrando un profilo di temperatura di default se si è premuto il pulsante “Crea profilo”, o mostrando il profilo già impostato se si è premuto il pulsante con il nome del profilo.

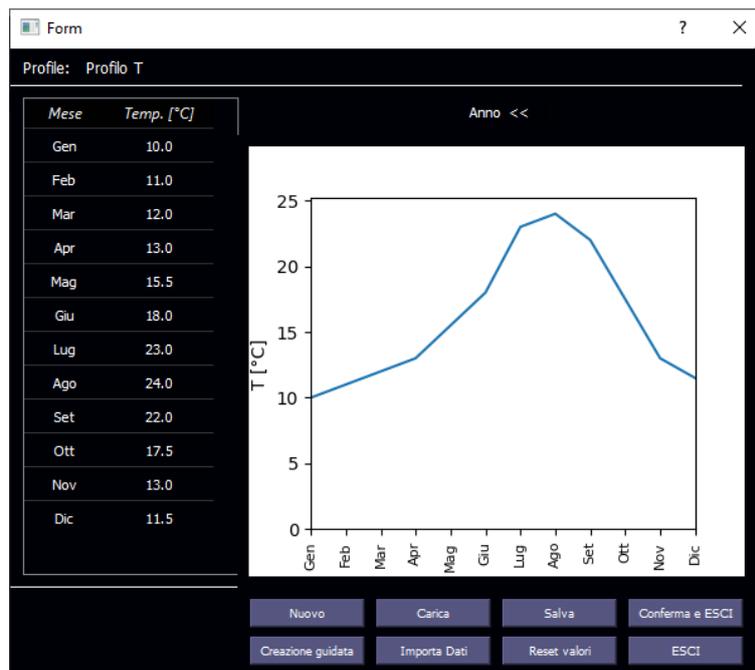


Figura 70. Finestra di gestione del profilo di temperatura

La finestra mostrerà i dati di temperatura costituenti il profilo, in maniera numerica nella tabella posta a sinistra, e corrispondentemente in maniera grafica nella parte destra della sezione. Nella parte bassa della sezione Profili sono poi disposti i pulsanti di azione della sezione.

Il profilo di temperatura sarà annuale, con timestep di 1 ora: sarà quindi possibile impostare profili mensili di temperatura, per ogni mese si può definire un profilo giornaliero, e per ogni giorno è possibile definire un profilo orario.

L'utente potrà modificare i valori del profilo agendo sulla tabella dei valori. Facendo doppio click sul valore di temperatura del mese riportato in tabella, si apre il dettaglio giornaliero del mese selezionato in cui è possibile impostare i valori del profilo giornaliero di temperatura. Facendo doppio click sul valore di temperatura di un giorno riportato in tabella, si apre il dettaglio orario del mese selezionato, in cui è possibile impostare i valori del profilo orario di temperatura. Per spostarsi tra i tipi di profili (mensile, giornaliero, orario), è possibile cliccare sulle voci Anno e (Mese) posti sopra il grafico della temperatura

È importante sottolineare che i valori di temperatura dei giorni visualizzati nella schermata del profilo giornaliero sono la media aritmetica delle temperature del profilo orario di ogni giorno corrispondente; allo stesso modo, i valori di temperatura dei mesi visualizzati nella schermata del profilo mensile sono la media aritmetica delle temperature giornaliere di ogni profilo giornaliero corrispondente. Pertanto,

variando un valore in qualsiasi settore comporta un ricalcolo delle temperature negli altri settori. Ad esempio, cambiando la temperatura ad un giorno nella schermata del profilo giornaliero comporta:

- 1) il ricalcolo della temperatura media del mese nella schermata del profilo mensile;
- 2) Il ricalcolo di tutti i valori di temperatura nella schermata del profilo orario del giorno corrispondente: il ricalcolo farà in modo che la media dei valori coinciderà con il valore inserito, ma l'andamento (percentuale rispetto alla media) del profilo rimanga inalterato.

### 5.2.1 I pulsanti di azione

- **“Nuovo”**: viene definito un nuovo profilo di temperatura. Cliccando su Nuovo apparirà una finestra di dialogo in cui verrà richiesto di assegnare un nome al profilo di temperatura. Se verrà inserito un nome già esistente, apparirà un messaggio di alert, che invita l'utente a scegliere un nome differente. Una volta selezionato il nome del profilo, la sezione verrà popolata con un profilo in cui il valore della temperatura è costante e pari a 20°C per tutto l'intervallo di tempo.
- **“Carica”**: apparirà una finestra di dialogo in cui sarà possibile selezionare dal proprio PC un profilo di temperatura salvato in precedenza.
- **“Salva”**: viene richiesto di salvare il profilo di temperatura corrente. Il file di salvataggio avrà il nome del profilo di temperatura impostato in fase di creazione, e visibile nella parte superiore della sezione Profili.
- **“Creazione guidata”**: viene avviata la creazione semplificata del profilo di temperatura. Per maggiori dettagli, fare riferimento al paragrafo 5.2.2.
- **“Importa dati”**: permette di importare il profilo di temperatura da un file di testo formato da 35040 valori, corrispondenti a 96 valori di temperatura per 365 giorni. Il file deve contenere i soli valori di temperatura, uno per ogni riga; non deve essere presente nessuna altra informazione. Se i dati sono coerenti, verrà richiesto di inserire il nome del profilo di temperatura, in caso contrario, apparirà un messaggio di errore.
- **“Reset valori”**: cancella tutti i dati presenti nel profilo corrente, conservandone il nome. La sezione verrà popolata con un profilo in cui il valore della temperatura è costante e pari a 20°C per tutto l'intervallo di tempo.
- **“Conferma ed ESCI”**: accetta il profilo di temperatura corrente e lo associa al modello di rete oggetto di studio.
- **“ESCI”**: annulla tutte le modifiche e chiude la sezione Profili.

NB: Cliccando su “Nuovo”, “Carica”, “Creazione guidata”, “Importa Dati” e “Reset valori” verranno perse tutte le modifiche al profilo di temperatura in corso di modifica, se non precedentemente salvate.

### 5.2.2 Creazione guidata

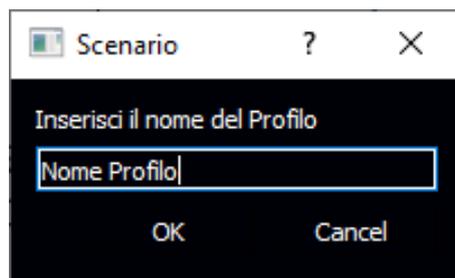
La creazione guidata della temperatura risulta essere una procedura semplificata per generare un profilo di temperatura.

Dopo aver premuto il pulsante **“Creazione guidata”**, tutte le temperature verranno eliminate, e verrà visualizzata la schermata di visualizzazione del profilo annuale di temperatura. L'utente dovrà popolare la tabella delle temperature mensili: è strettamente necessario inserire il valore di temperatura di almeno un mese: il sistema ipotizzerà che, se non diversamente indicati, i mesi precedenti avranno la stessa temperatura del mese per il quale è stato inserito il valore. Il sistema ipotizza altresì che le temperature siano cicliche nell'anno (la temperatura di fine dicembre coincide con la temperatura di inizio gennaio). Nel caso in cui si inserisce la temperatura di due mesi non consecutivi, le temperature dei mesi intermedi vengono ipotizzate mediante una logica di linearizzazione. Man mano che si inseriscono i valori, il grafico del profilo annuale di temperatura verrà aggiornato.

Una volta completato il popolamento del profilo annuale di temperatura, premere sul pulsante **“Profilo medie mensili completo”**.

Verrà chiesto all’utente di inserire un profilo giornaliero delle temperature. Tale profilo sarà applicato a tutti i giorni dell’anno, pur conservando il valore medio imposto dai valori mensili (e quindi giornalieri) inseriti nella fase precedente.

Una volta completato il popolamento del profilo giornaliero di temperatura, premere sul pulsante **“Profilo orario completo”**: il sistema inviterà l’utente ad inserire un nome valido al profilo di temperatura (Figura 71). Nel caso in cui il nome del profilo già esistesse, il sistema chiederà se si vuole sovrascrivere il profilo.



*Figura 71. Finestra di salvataggio profilo*

Una volta completato l’inserimento (o la modifica) del profilo, è necessario cliccare sul pulsante **“Conferma e ESCI”** per confermare l’associazione del profilo di temperatura alla rete.

### 5.3 Risultati

La procedura di calcolo dell'affidabilità può impiegare diversi minuti, a seconda della complessità della rete e della velocità del PC ospitante il tool. A calcolo ultimato, i risultati saranno visibili nella Operation Area. Un esempio di risultati è riportato in Figura 72.

Affidabilità di Componente						Affidabilità di Fornitura		
elemento	Lambda	R	Pi_Si	MTBF (h)	MTBF (y)	elemento	R (day)	R (night)
ug_line	3.5146E-06	0.81102	0.0792	284530.01	32.48059	ug_serv1_ac-load	0.99983	0.99358
ug_1_tr	2.5865E-06	0.8857	0.5335	386628.98	44.13573	ug_serv2_ac-load	0.99983	0.99358
ug_2_tr	2.5865E-06	0.8857	0.5335	386628.98	44.13573	ug_dc-load	0.99898	0.98197
ug_serv_tr	2.5865E-06	0.8857	0.5335	386628.98	44.13573	ugs_dc-load	1.0	0.99995
ug_pwm	6.3076E-06	0.8017	0.1776	158540.1	18.09818	rs_1_ac-load	0.99282	0.94383
ugs_pwm	6.3076E-06	0.8017	0.1776	158540.1	18.09818	rs_2_ac-load	0.99282	0.94383
ugs_dc-bess	6.3076E-06	0.8017	0.1776	158540.1	18.09818	ev-charge_ac-load	0.98334	0.90825
ugs_dc-dc-conv	6.3076E-06	0.8017	0.1776	158540.1	18.09818	ev-fast_dc-load	0.92491	0.77916
ugs_1_dc-pv	6.9901E-06	0.75254	0.1776	143058.63	16.33089	user_ac-load	0.98288	0.90677
ugs_2_dc-pv	6.9901E-06	0.75254	0.1776	143058.63	16.33089	pros_1_ac-load	0.98319	0.90776
rs_line	3.5145E-06	0.81102	0.0791	284537.72	32.48147	pros_dc-load	0.94843	0.82262
rs_tr	2.5865E-06	0.8857	0.5335	386628.98	44.13573			
ev-charge_line	3.5150E-06	0.811	0.0795	284498.3	32.47697			
ev-fast_pwm	6.3076E-06	0.8017	0.1776	158540.1	18.09818			
ev-fast_dc-bess	6.3076E-06	0.8017	0.1776	158540.1	18.09818			
ev-fast_dc-pv	6.9901E-06	0.75254	0.1776	143058.63	16.33089			
ev-fast_dc-dc-conv	6.3076E-06	0.8017	0.1776	158540.1	18.09818			
res-wpg_line	3.5145E-06	0.81102	0.0791	284536.35	32.48132			
res_tr	2.5865E-06	0.8857	0.5335	386628.98	44.13573			
user_line	3.6440E-06	0.80478	0.1926	274422.43	31.32676			
pros_line	3.5576E-06	0.80894	0.1169	281091.06	32.08802			
pros_bess_pwm	6.3076E-06	0.8017	0.1776	158540.1	18.09818			

Figura 72. Sezione dei risultati del calcolo dell'affidabilità

Nella parte sinistra si trova la sezione dell'**Affidabilità dei componenti**, in cui è riportata la tabella degli indici affidabilistici relativi ad ogni componente. In particolare, sono riportati il **Tasso di guasto** (*Lambda*), il valore dell'**affidabilità** (*R*) e i valori di **Tempo medio tra i guasti** (*MTBF*, *Mean Time Between Failures*), espressi sia in ore sia in anni.

Nella parte destra è presente la sezione dedicata all'**Affidabilità delle forniture**, composta dalla tabella in cui vengono riportati i valori dell'Affidabilità (*R*) della fornitura elettrica di ciascun carico della rete nel tempo di missione considerato, sia relativa alle ore diurne (*R<sub>day</sub>*) che relativa alle ore notturne (*R<sub>night</sub>*).

## 6. Anomalie

La generazione delle anomalie è una funzionalità del tool destinata a simulare la presenza di eventuali anomalie specifiche a cui gli elementi della rete possono essere soggetti. Nello specifico, il sistema genera, all'interno del profilo temporale associato alla rete, delle anomalie su alcuni elementi specifici, sulla base dei parametri inseriti dall'utente. Le tipologie di elementi per i quali è possibile generare anomalie sono:

- AC-PV;
- AC-Wind;
- DC-PV;
- DC\_Wind.

### 6.1 Requisiti minimi

La funzionalità di Generazione delle Anomalie è disponibile se:

- nella rete sono presenti elementi per i quali siano previste anomalie;
- alla rete è associato almeno un profilo temporale di generazione e/o di carico.

Per poter eseguire correttamente la generazione delle anomalie, l'utente è chiamato a definire, per ogni componente della rete abilitato, le eventuali anomalie che si vuole simulare e i relativi parametri all'interno della sezione Anomalie nella Element Details Area (vedi paragrafo 3.4).

### 6.2 Calcolo delle anomalie e risultati

Cliccando sul pulsante "Anomalie" all'interno della Navigation Area, sotto l'elenco dei componenti nella parte sinistra della Operation Area, apparirà il pulsante **Avvia calcolo Anomalie**, tramite il quale è possibile avviare la generazione delle Anomalie.

Una volta premuto il tasto, viene avviata la procedura di generazione delle anomalie per gli elementi specificati. A generazione terminata, nella Operation Area vengono visualizzati i risultati (Figura 73).



Figura 73. Schermata dei risultati della Stima delle Anomalie

Per ogni elemento soggetto ad anomalie, viene riportato il numero di anomalie occorse nel periodo temporale relativo ai profili della rete. Nei riquadri relativi agli elementi per i quali sono state generate anomalie (ovvero con anomalie diverse da 0), sulla sinistra apparirà il simbolo “V”: cliccandoci su, il simbolo diventerà “X”, si espande la sezione relativa all’elemento, ed apparirà in ordine cronologico la lista degli eventi anomali previsti: in tale lista è indicato, nell’ordine, il numero progressivo dell’evento anomalo, l’ora di inizio e di fine dell’evento anomalo, e la tipologia di anomalia.

Cliccando sul pulsante “X” la sezione viene compressa.

## 7. Adeguatezza

Il calcolo dell'Adeguatezza della rete è una funzionalità del tool destinata a valutare in che modo la rete in oggetto sia capace di soddisfare il fabbisogno di energia elettrica. Nello specifico, il sistema valuta gli andamenti della potenza e la domanda non fornita (DNS), nonché le probabili ore di mancata fornitura (LOLE) e l'energia non fornita attesa (EENS).

### 7.1 Requisiti minimi

La funzionalità del calcolo dell'adeguatezza è disponibile se:

- è stato condotto uno studio del LoadFlow su un profilo temporale;
- è stata effettuata la generazione delle anomalie;
- è stato effettuato il calcolo dell'affidabilità.

### 7.2 Calcolo dell'Adeguatezza e risultati

Cliccando sul pulsante "Adeguatezza" all'interno della Navigation Area, sotto l'elenco dei componenti nella parte sinistra della Operation Area, apparirà il pulsante **Avvia calcolo Adeguatezza**, tramite il quale è possibile avviare il calcolo dell'adeguatezza della rete.

Una volta premuto il tasto, viene avviata la procedura di calcolo dell'adeguatezza della rete. A calcolo terminato, nella Operation Area vengono visualizzati i risultati (Figura 74).

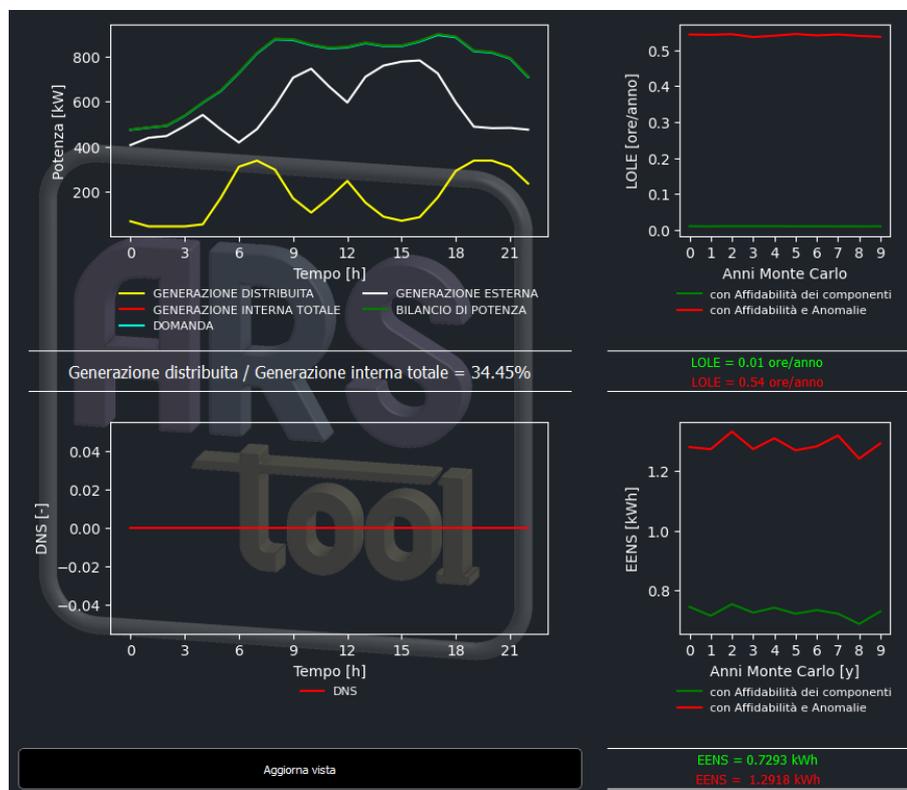


Figura 74. Schermata dei risultati Calcolo dell'Adeguatezza

### 7.2.1 Profili di potenza

In alto a sinistra vengono mostrati i profili di potenza coinvolti nella rete all'interno di una giornata tipo (estratta casualmente all'interno del profilo temporale associata alla rete). Nello specifico, vengono mostrati i profili di potenza relativi a:

- **Generazione distribuita**, ovvero tutta la generazione presente nella rete in esame e non proveniente dalla rete esterna;
- **Domanda**, relativa all'insieme delle potenze richieste dai punti di carico (AC-Load e DC-Load), e dalla potenza eventualmente necessaria per ricaricare i sistemi di accumulo (AC-BESS e DC-BESS).
- **Generazione interna totale**, corrispondente all'insieme delle potenze provenienti da generazione distribuita, da eventuali altri generatori non rinnovabili, e dai sistemi di accumulo (AC-BESS e DC-BESS)
- **Generazione esterna**, corrispondente alla somma di tutta la potenza prodotta ed iniettata nella rete. Quindi, la generazione interna totale è data dalla somma della generazione distribuita e la potenza proveniente dalla rete esterna;
- **Bilancio di potenza**, che indica la somma tra la generazione interna totale e la generazione esterna.

La curva del bilancio di potenza dovrebbe teoricamente corrispondere con la curva della domanda; tuttavia, tipicamente esiste un offset (non costante) tra le due curve. Tale offset è relativo alle perdite della rete.

In aggiunta, viene esplicitata l'aliquota di Generazione distribuita rispetto alla Generazione interna totale, in termini percentuali.

### 7.2.2 Demand Not Served (DNS)

In basso a sinistra viene graficata l'aliquota di utenti non serviti all'interno della giornata tipo.

### 7.2.3 Loss Of Load Expectation (LOLE)

In alto a destra viene riportato, in forma grafica, l'andamento del LOLE funzione degli anni Monte Carlo generati. Come descritto nel rapporto tecnico RdS\_PTR 22-24\_PR 2.3\_LA1.5\_157, anno Monte Carlo è costituito da 8760 stati del sistema estratti in maniera casuale. Uno stato del sistema è ottenuto estraendo casualmente un'ora (h-esima ora) nell'orizzonte temporale di analisi e considerando, in corrispondenza dell'h-esima ora estratta, le informazioni sull'affidabilità di componente, affidabilità di fornitura, anomalie dei componenti, previsioni di generazione e carico. Per ciascun anno Monte Carlo vengono valutate le probabili ore di mancata fornitura (LOLE). Il valore finale del LOLE è calcolato come media sugli anni Monte Carlo.

Il diagramma, in particolare, mostra l'andamento del LOLE, confrontando il caso in cui non ci siano anomalie sui componenti (linea verde) e nel caso siano presenti anomalie (linea rossa).

### 7.2.4 Expected Energy Not Supplied (EENS)

In basso a destra viene riportato, in forma grafica, l'andamento dell'EENS in funzione degli anni Monte Carlo generati. Il diagramma, in particolare, mostra l'andamento dell'EENS confrontando il caso in cui non intervengono le anomalie sui componenti (linea verde) e nel caso le anomalie siano presenti (linea rossa).

Inoltre, viene indicato il valore numerico dell'EENS (in kWh) come media dell'EENS calcolata per ciascun anno Monte Carlo.

## 8. Optimal Network Reconfiguration (ONR)

La riconfigurazione ottimale della rete (Optimal Network Reconfiguration) è una funzionalità del tool in cui viene proposta una configurazione di rete ottimizzata, finalizzata a migliorare gli indici affidabilistici. La funzionalità agisce sugli switch zonali della rete, definendo una rete di connessione tale da rendere la rete più affidabile.

### 8.1 Requisiti minimi

La funzionalità del calcolo dell'adeguatezza è disponibile se:

- Nella rete, sono presenti 2 o più elementi "Switch";
- Sul PC è installato il risolutore GLPK (come indicato nel paragrafo 1.3)

### 8.2 Accesso alla funzionalità ONR

Per accedere alla funzionalità di Optimal Network Reconfiguration è necessario cliccare sul pulsante "ONR" all'interno della Navigation Area.

Una volta premuto il tasto, viene avviata una prima analisi della rete (l'operazione potrebbe richiedere diverso tempo, durante il quale non è possibile svolgere nessun'altra operazione), i cui risultati sono visibili nella Operation Area, suddivisa in 3 sottocartelle: Grafi pre-ONR, Indici pre-ONR e Violazioni pre-ONR. Per spostarsi tra tali sottocartelle, sono presenti i relativi pulsanti nella parte destra della Operation Area.

In aggiunta, nella Operation Area, sotto l'elenco degli elementi di rete, compare il riquadro dei parametri di calcolo dell'Optimal Network Reconfiguration (Figura 75), in cui è possibile scegliere la logica di automazione (FRG, FNC e SNS, vedi paragrafo 8.2.2) ed avviare il calcolo tramite il pulsante **Avvia Optimal Network Reconfiguration**.

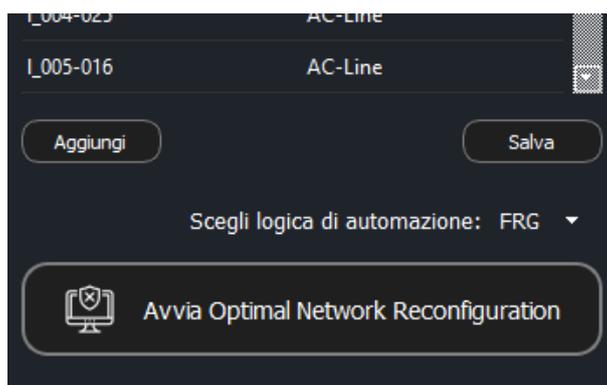


Figura 75. Inserimento parametri per il calcolo dell'Optimal Network Reconfiguration

## 8.2.1 Grafi pre-ONR

Cliccando su “**Grafi pre-ONR**” (visibile di default una volta avviata la funzionalità di ONR), saranno visibili i risultati dell’analisi dell’architettura di rete (Figura 76). In particolare, viene analizzato lo stato di connessione delle zone della rete, e la sua magliatura. L’algoritmo di suddivisione zonale della rete può essere eseguito sia se la topologia iniziale è già radiale, sia se è magliata, a patto che le linee siano equipaggiate con degli switch. L’algoritmo suddivide comunque la rete in zone considerando che tutti gli switch siano chiusi. A valle dell’algoritmo viene sempre eseguito un check di connettività del grafo zonale, verificando l’eventuale presenza di zone isolate: nel caso siano presenti, apparirà, nel riquadro dei Log, il messaggio “La rete zonale NON è inizialmente connessa”.

Nella fase iniziale, vengono aperti determinati switch per rendere la rete radiale; inoltre, l’algoritmo verifica se le reti così ottenute (sia la rete nodale che la rete zonale) hanno una configurazione smagliata. Il risultato di tale analisi viene riportato nel riquadro dei Log.

Una rappresentazione delle reti iniziali (nodale e zonale) rese radiali viene riportata all’interno dell’interfaccia: a sinistra viene riportato il grafo della rete zonale radiale, a destra viene riportato il grafo della rete nodale radiale.

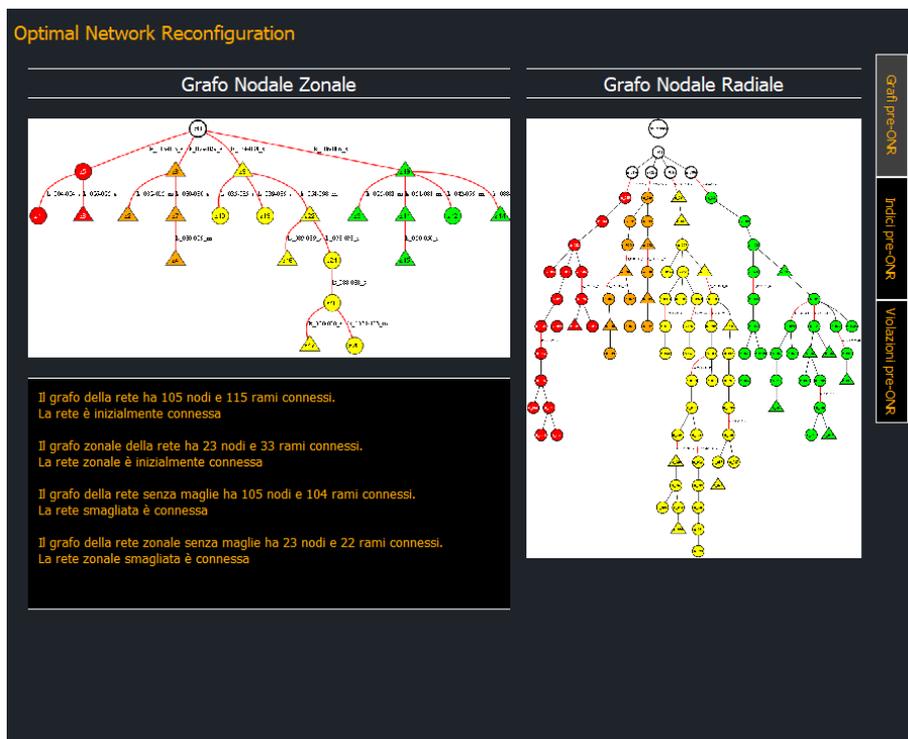


Figura 76. Riepilogo della rete, con visualizzazione dei grafi pre-ONR

## 8.2.2 Indici pre-ONR

Cliccando sull'etichetta “**Indici pre-ONR**”, il tool mostrerà i valori degli indici affidabilistici della rete. In particolare, saranno mostrati il SAIFI (System Average Interruption Frequency Index), il SAIDI (System Average Interruption Duration Index) e l'EENS (Expected Energy Not Supplied), calcolati sulla base delle definizioni riportate di seguito, e calcolati attraverso le diverse logiche di automazione FRG (Funzione Ricerca Guasto), FNC (Funzione Neutro Compensato) e SFS (Smart Fault Selection).

L'indice SAIFI viene valutato mediante il prodotto tra la frequenza di guasto zonale ( $f_z$ , valutata in termini di guasti/anno) e il numero di clienti zonal (  $N_z$ ), diviso il numero di clienti zonal. L'indice è calcolato in termini di numero di guasti/anno.

$$SAIFI = \frac{\sum_{z \in \Omega_z} f_z \cdot N_z}{\sum_{z \in \Omega_z} N_z}$$

L'indice SAIDI viene valutato mediante il prodotto dell'indisponibilità ( $U_z$ , valutata in termini di ore/anno) e il numero di clienti zonal (  $N_z$ ), diviso il numero di clienti zonal. L'indice è calcolato in termini di ore/anno

$$SAIDI = \frac{\sum_{z \in \Omega_z} U_z \cdot N_z}{\sum_{z \in \Omega_z} N_z}$$

L'indice EENS viene valutato mediante il prodotto tra la domanda di potenza attiva di ogni zona ( $P_z^D$ ) per l'indisponibilità zonale ( $U_z$ ). L'indice è calcolato in termini di kWh/anno

$$EENS = \sum_{z \in \Omega_z} P_z^D \cdot U_z$$

La tecnica FRG (Funzione Ricerca Guasto) è la più semplice tecnica di Distribution Automation adottata per l'isolamento dei guasti, ma è anche la più versatile, potendo essere attuata indipendentemente dalla tipologia di linee (in cavo o aeree) e dallo stato del neutro delle reti di distribuzione (isolato o atterrato mediante bobina Petersen). La tecnica presuppone la presenza degli interruttori automatici situati in cabina primaria, mentre gli altri dispositivi presenti in cabina secondaria sono interruttori di manovra-sezionatori (IMS), e i rilevatori di guasto e assenza tensione (RGDAT). Gli IMS vengono manovrati entro il ciclo di apertura/chiusura della funzione di richiusura automatica degli interruttori in cabina primaria.

La tecnica FNC (Funzione Neutro Compensato) viene invece applicata sulle reti esercite a neutro compensato in caso di guasto monofase a terra. La tecnica è basata sulla selettività cronometrica degli IMS in cabina secondaria, potendo interrompere, in questo caso, correnti di guasto monofase a terra, le quali sono paragonabili alle correnti di impiego a seguito della compensazione effettuata tramite bobina Petersen. Nel caso di guasto monofase a terra, gli interruttori che rilevano il passaggio della corrente di guasto scattano selettivamente con un ritardo che aumenta risalendo sul feeder fino alla testa-linea.

La tecnica SFS (Smart Fault Selection) presuppone invece l'adozione dei dispositivi IED (Intelligent Electronic Device) in ogni cabina secondaria. La tecnica si basa sulla selettività logica di questi dispositivi, mediante una funzione di comunicazione orizzontale. La comunicazione tra IED sfrutta la struttura del protocollo IEC 61850, (la cui organizzazione è di tipo client-server bidirezionale) mediante l'invio di messaggi interrupt (ad. esempio GOOSE message) Ogni interruttore attraversato da una corrente di cortocircuito invia un messaggio di *blind* agli interruttori del percorso a monte. L'interruttore più vicino al guasto, e che quindi non riceve messaggi di *blind*, interverrà per primo, evitando l'interruzione dei percorsi a monte o laterali.

Gli indici affidabilistici sono riportati sia nei loro valori assoluti, che normalizzati rispetto al massimo valore ottenuto con le tre logiche. Inoltre, sarà mostrato anche il valore della funzione obiettivo ottenuto con le tre logiche.

Tali valori saranno riportati sia in forma grafica (parte sinistra della Operation Area) che in forma numerica in apposite tabelle (parte destra della Operation Area).



Figura 77. Indici affidabilistici pre-ONR

### 8.2.3 Violazioni pre-ONR

Cliccando sull'etichetta **"Violazioni pre-ONR"**, il tool mostrerà lo stato sulle violazioni sulle linee e sui nodi della rete prima dell'optimal network reconfiguration. In particolare, nella parte sinistra della Operation Area sono riportate le eventuali violazioni di tensione sui nodi (grafico superiore) e di potenza sulle linee (grafico inferiore).

Le violazioni di tensione sono stimate rispetto ai limiti percentuali di tensione dei nodi: i punti azzurri, uniti dalla linea continua azzurra, indicano i valori reali di tensione sui nodi; la linea tratteggiata rossa indica il limite superiore di tensione per i nodi, la linea tratteggiata blu indica il limite inferiore di tensione. I valori sono riportati in "per unit" (p.u.) rispetto al valore di tensione nominale. Ovviamente, la zona compresa tra le due linee tratteggiate indica l'intervallo di lavoro normale; se le tensioni reali dei nodi si trovano al di fuori di tale zona, si verifica, per quei nodi, una situazione di violazione dei limiti di tensione.

Il grafico del superamento dei limiti di potenza delle linee riporta esclusivamente le linee per le quali vengono registrati valori di potenza superiori ai limiti ammessi. In particolare, nel grafico le barre più spesse indicano la potenza nominale delle linee, mentre i triangoli rovesciati, rimarcati da una linea sottile, indicano i valori reali di potenza effettiva che attraversa le linee. Naturalmente, poiché il grafico mostra solo le linee per le quali si registra una violazione dei limiti di potenza, i triangoli della potenza effettiva saranno sempre superiori alle barre relative alla potenza nominale.

Nella area dei log (a destra) verranno riportati la totale potenza attiva e reattiva erogata dalla slack, la totale potenza attiva e reattiva dei carichi e le totali perdite di potenza attiva e reattiva; eventualmente, se presenti, vengono mostrate le violazioni di tensione sui nodi e di portata sui branch prima dell'ottimizzazione.

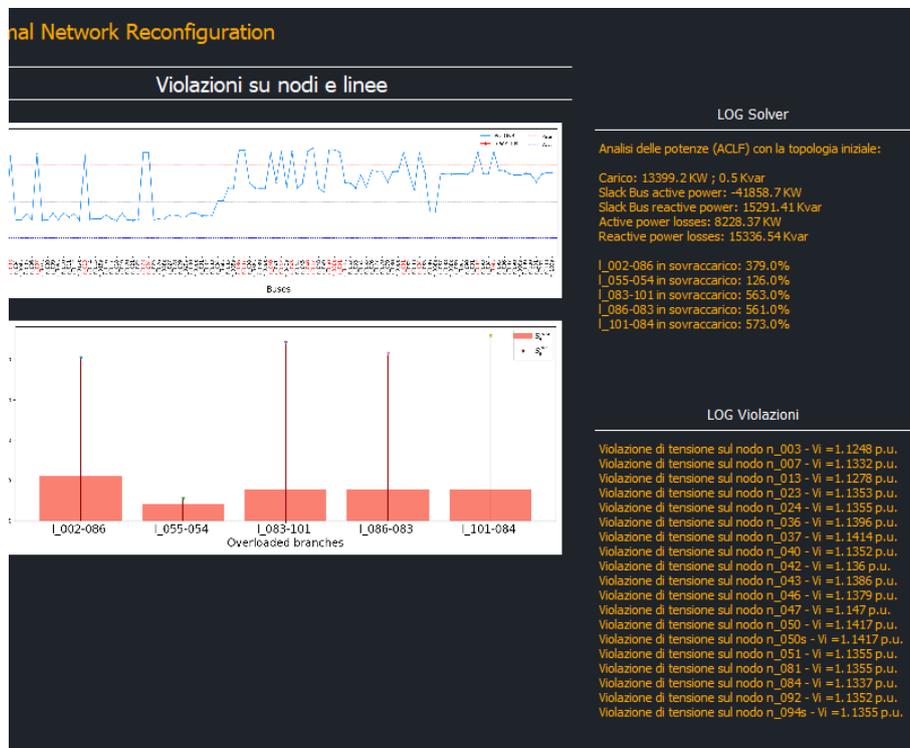


Figura 78. Violazioni su Nodi e Linee pre-ONR

### 8.3 Risultati

Per avviare l'Optimal Network Reconfiguration, è necessario scegliere, nella parte bassa dell'Operation Area, la Logica di Automazione (la scelta di default è FRG), e quindi cliccare sul pulsante "Calcola ONR". In tal modo, viene avviata la procedura di riconfigurazione ottimale della rete: la procedura potrebbe richiedere molto tempo, durante il quale non è possibile effettuare nessun'altra operazione.

Una volta completata la fase di calcolo, vengono mostrati i risultati dell'ottimizzazione. Questi vengono riassunti in due schede separate ("Risultati ONR (1)" e "Risultati ONR (2)"): per spostarsi tra le due schede, cliccare sull'intestazione dell'etichetta delle schede nella parte destra della Operation Area.

Nella prima finestra (Figura 79) vengono riportati il grafico zonale iniziale (in alto a sinistra) e il grafico zonale della rete a valle della riconfigurazione (a sinistra, al centro). Nella parte destra vengono rappresentati sia graficamente che numericamente i valori degli indici ENS, SAIDI, SAIFI e della funzione obiettivo prima e dopo l'applicazione della logica di Optimal Network reconfiguration.

In basso a sinistra sono riportate le due finestre di Log:

Nella finestra Log Solver sono riportate informazioni legate alla dimensione del problema di partenza (numero di vincoli, variabili, tipologia di variabili), alla tecnica di presolve del solver e alla convergenza del problema, mostrando i limiti inferiori/superiori della funzione obiettivo e il MIP gap valutato negli step dell'ottimizzazione. Infine, alcune informazioni sullo stato della soluzione ottimale.

Nella finestra Log Switch è riportato il nome degli switch che hanno modificato il loro stato rispetto alla configurazione radiale iniziale, indicando se questi si sono aperti o chiusi, il numero complessivo di switch aperti e chiusi (il numero di switch aperti deve essere uguale al numero di switch chiusi al fine di conservare la radialità).

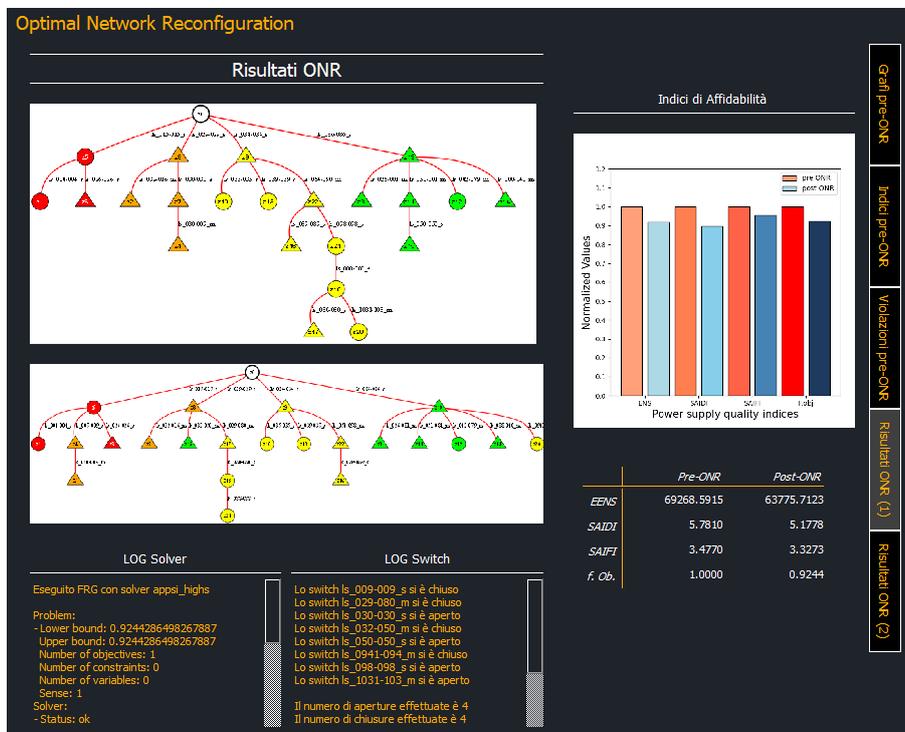


Figura 79. Risultati dell'ONR: finestra 1

Nella seconda finestra (Figura 80. Risultati dell'ONR: finestra 2) dei risultati vengono mostrati i confronti tra lo stato delle violazioni prima e dopo l'azione dell'Optimal Network Reconfiguration. In

particolare, in alto a sinistra viene mostrato lo stato delle violazioni pre-e post-ONR sulle tensioni ai nodi della rete: nella barra delle ascisse, in rosso vengono indicati i nodi per i quali sussiste (dopo l'applicazione dell'ONR) uno stato di violazione dei limiti di tensione. Facendo doppio click sul grafico, lo stesso apparirà a tutto schermo in una finestra interattiva.

In basso a sinistra, nei due grafici a barre, viene mostrato lo stato di violazione dei limiti di potenza per le linee prima (a sinistra) e dopo (a destra) l'applicazione dell'ONR. I grafici indicheranno le sole linee per le quali si verifica il superamento dei limiti. Nel caso in cui non fossero presenti violazioni dei limiti di potenza sulle linee, il grafico relativo appare vuoto.

A destra è presente la finestra dei Log, in cui vengono riportati la totale potenza attiva e reattiva erogata dalla slack, la totale potenza attiva e reattiva dei carichi e le totali perdite di potenza attiva e reattiva; eventualmente, se presenti, vengono mostrate le violazioni di tensione sui nodi e di portata sui branch al termine dell'ottimizzazione.

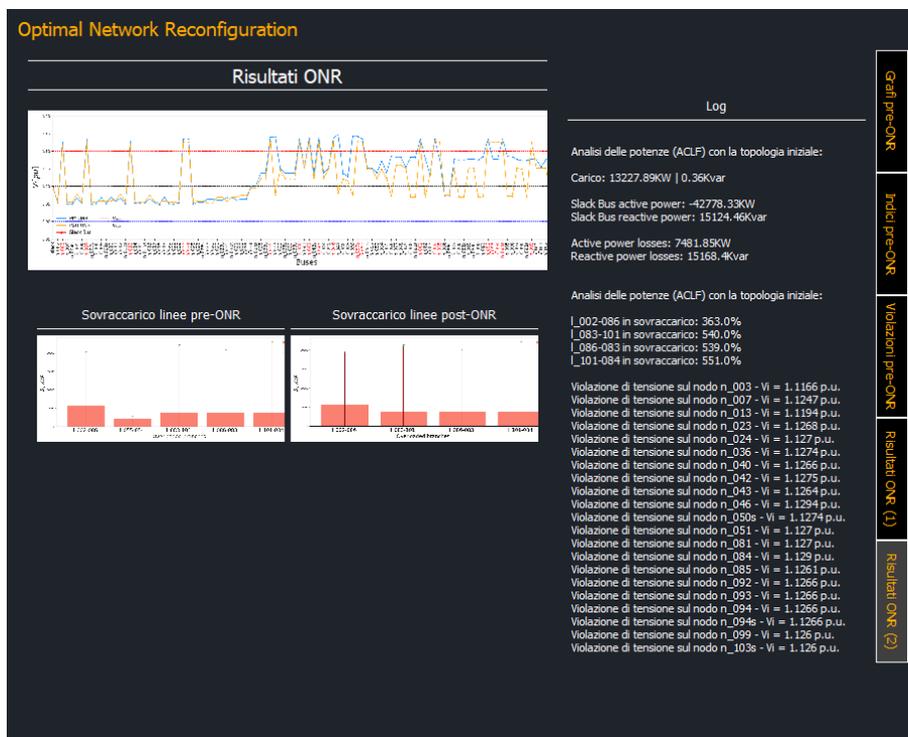


Figura 80. Risultati dell'ONR: finestra 2

## 9. Optimal Storage

La valutazione dell'Optimal Storage propone una metodologia che, fissati alcuni vincoli di sistema, consenta di valutare, per il sistema energetico analizzato, la quantità di energia da stoccare per rispettare i vincoli di sistema scelti, e di analizzarne l'impatto sull'adeguatezza del sistema.

### 9.1 Requisiti minimi

La funzionalità del calcolo dell'Optimal Storage prescinde dai modelli di rete, ma si riferisce alla rete elettrica nazionale.

### 9.2 Accesso alla funzionalità ONR

Per accedere alla funzionalità di Optimal Storage è necessario cliccare sul pulsante **“Optimal Storage”** all'interno della Operataion Area, all'avvio del software. Se il pulsante non compare, premere il pulsante **“Reset delle reti”** nella Navigation Area per far comparire la schermata iniziale.

Una volta premuto il tasto, viene visualizzata la schermata di input dei dati (Figura 81), in cui l'utente può scegliere sia lo scenario di riferimento, sia i parametri di calcolo.

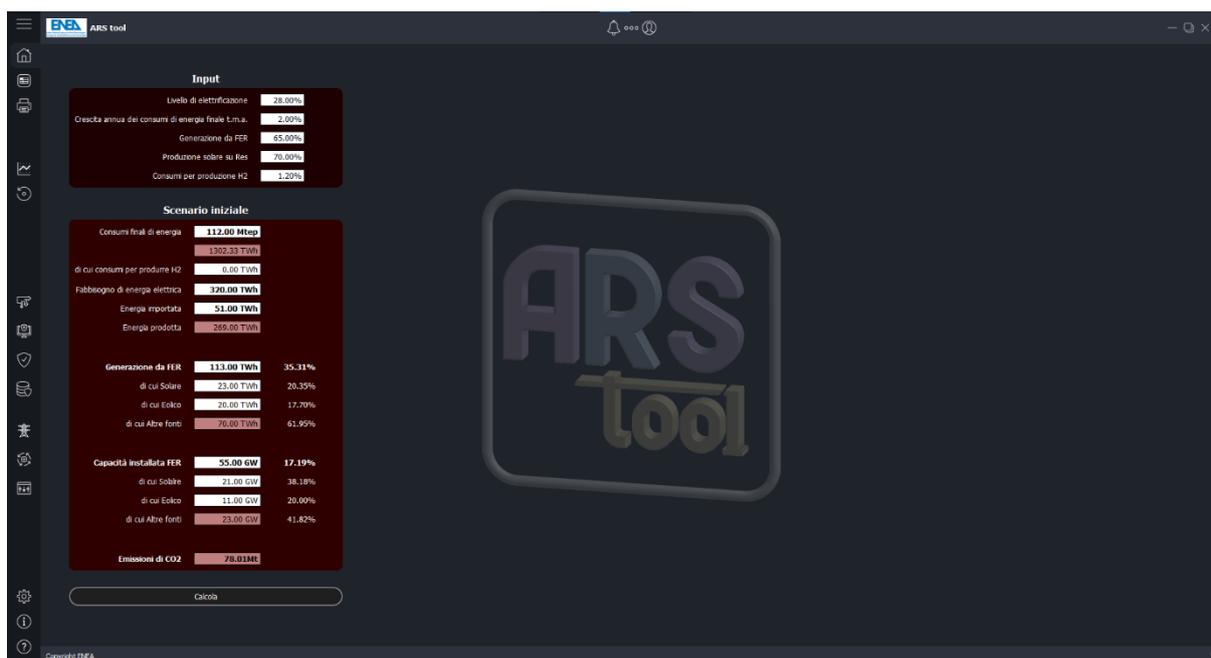


Figura 81. Schermata di input della funzionalità Optimal Storage

#### 9.2.1 Lo Scenario iniziale

La definizione dello scenario iniziale è riportata nella parte in basso a sinistra (Figura 82).

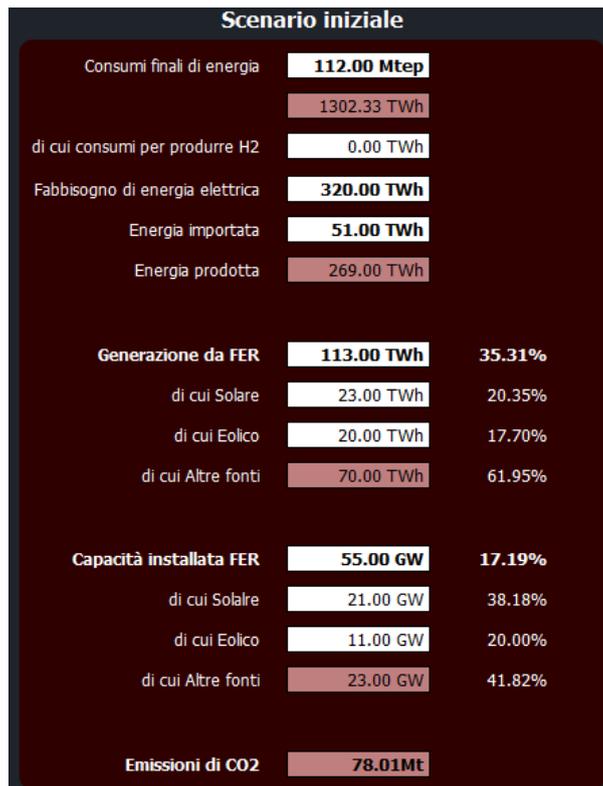


Figura 82. Scelta dello scenario nella funzionalità Optimal Scenario

In particolare, lo scenario definisce i seguenti parametri:

- Consumi finali di energia (in Mtep e in TWh), intesi come energia elettrica, combustibili zero emissioni, combustibili fossili e solare termico;
- Consumi finali di energia destinati alla produzione di idrogeno (in TWh);
- Il fabbisogno di energia elettrica (in TWh)
- L'aliquota di energia importata (in TWh);
- L'aliquota di energia prodotta (in TWh);
- L'aliquota di energia generata da fonti rinnovabili (FER) (in TWh e in percentuale rispetto all'energia totale);
  - L'aliquota di energia generata da fonte solare (in TWh e in percentuale rispetto all'energia totale);
  - L'aliquota di energia generata da fonte eolica (in TWh e in percentuale rispetto all'energia totale);
  - L'aliquota di energia generata da altre fonti rinnovabili (in TWh e in percentuale rispetto all'energia totale);
- La capacità produttiva degli impianti di generazione da rinnovabile (in GW e in percentuale rispetto alla capacità totale di generazione);
  - La capacità produttiva degli impianti di generazione da fonte solare (in GW e in percentuale rispetto alla capacità totale di generazione);
  - La capacità produttiva degli impianti di generazione da fonte eolica (in GW e in percentuale rispetto alla capacità totale di generazione);
  - La capacità produttiva degli impianti di generazione da altre fonti rinnovabili (in GW e in percentuale rispetto alla capacità totale di generazione);
- Le emissioni di CO2.

## 9.2.2 I parametri di Input

I parametri di input andranno a modulare le indicazioni ottenute attraverso l'Optimal Storage (Figura 83). In particolare, è possibile indicare:

- Il livello di elettrificazione (aliquota percentuale rispetto ai consumi finali di energia);
- La crescita annua dei consumi di energia finale (tasso medio annuo, in percentuale);
- L'aliquota percentuale di generazione da fonti rinnovabili rispetto alla produzione energetica totale;
- L'aliquota percentuale di generazione da fonte solare rispetto alla produzione totale di energia da fonti rinnovabili;
- L'aliquota percentuale di energia destinata alla produzione di idrogeno rispetto al consumo totale di energia.

Input	
Livello di elettrificazione	28.00%
Crescita annua dei consumi di energia finale t.m.a.	2.00%
Generazione da FER	65.00%
Produzione solare su Res	70.00%
Consumi per produzione H2	50.00%

Figura 83. Scelta degli input nella funzionalità Optimal Scenario

## 9.3 Risultati

Per accedere ai risultati del calcolo fare click sul pulsante "Calcola" nella parte bassa a sinistra della Operation Area. Una volta cliccato, appariranno i risultati dell'ottimizzazione nella parte centrale e destra della Operation Area: i risultati saranno proposti sia in forma numerica che in forma grafica.

Nello specifico, i risultati vengono riassunti in 6 settori: Fabbisogno, Rinnovabili, Accumuli, Idrogeno, Costi ed Emissioni.

Nella sezione Fabbisogno vengono confrontati i valori attuali ed i valori prospettici dei seguenti parametri:

- Consumi finali di energia (in Mtep e in TWh);
- Consumi finali di energia destinati alla produzione di idrogeno (in TWh);
- Il fabbisogno di energia elettrica (in TWh);
- L'aliquota di energia importata (in TWh);
- L'aliquota di energia prodotta (in TWh);

Nella sezione Rinnovabili vengono confrontati i valori attuali ed i valori prospettici dei seguenti parametri:

- L'aliquota di energia generata da fonti rinnovabili (FER) (in TWh e in percentuale rispetto all'energia totale);
  - L'aliquota di energia generata da fonte solare (in TWh e in percentuale rispetto all'energia totale);
  - L'aliquota di energia generata da fonte eolica (in TWh e in percentuale rispetto all'energia totale);

- L'aliquota di energia generata da altre fonti rinnovabili (in TWh e in percentuale rispetto all'energia totale);
- L'Overgeneration alta e bassa (in TWh), ovvero eccesso di generazione generata da fonti rinnovabili non controllabili;
- La capacità produttiva degli impianti di generazione da rinnovabile (in GW);
  - La capacità produttiva degli impianti di generazione da fonte solare (in GW e in percentuale rispetto alla capacità totale di generazione);
  - La capacità produttiva degli impianti di generazione da fonte eolica (in GW e in percentuale rispetto alla capacità totale di generazione);
  - La capacità produttiva degli impianti di generazione da altre fonti rinnovabili (in GW e in percentuale rispetto alla capacità totale di generazione);

Fabbisogno		
	Valori iniziali	Valori prospettici
Consumi finali di energia	112.00 Mtep	131.23 Mtep
	1302.33 TWh	1525.88 TWh
di cui consumi per produrre H2	0.00 TWh	762.94 TWh
Fabbisogno di energia elettrica	320.00 TWh	427.25 TWh
Energia importata	51.00 TWh	52.00 TWh
Energia prodotta	269.00 TWh	375.25 TWh

Accumuli	
	Valori prospettici
Sistemi di stoccaggio	96.69 GWh

Idrogeno		
	ALTA	BASSA
Ipotesi Overgeneration		
max prod. H2 da overgeneration	3.29 TWh	6.09 TWh
H2 da prod. oltre l'overgeneration	759.65 TWh	756.85 TWh

Rinnovabili		
	Valori iniziali	Valori prospettici
Generazione da FER	113.00 TWh	243.91 TWh
	35.31%	65.00%
di cui Solare	23.00 TWh	121.74 TWh
	20.35%	49.91%
di cui Eolico	20.00 TWh	52.17 TWh
	17.70%	21.39%
di cui Altre fonti	70.00 TWh	70.00 TWh
	61.95%	28.70%

Costi		
	Valori prospettici	
Costo FRNP (ak kW installato)	M€ 90848	
Capex totale SdA	€ 0	
Costo H2	€ 0	

Emissioni		
	Valori iniziali	Valori prospettici
Emissioni di CO2	78.01 Mt	65.67 Mt
Riduzione delle emissioni		12.34 Mt

Capacità installata FER		
	Valori iniziali	Valori prospettici
Capacità installata FER	55.00 GW	133.96 GW
di cui Solare	21.00 GW	90.18 GW
	38.18%	67.31%
di cui Eolico	11.00 GW	20.79 GW
	20.00%	15.52%
di cui Altre fonti	23.00 GW	23.00 GW
	41.82%	17.17%

Figura 84. Risultati della funzionalità Optimal Storage: parte numerica

Nella sezione Accumuli viene riportato il valore prospettico della taglia dei sistemi di stoccaggio, espressa in GWh.

Nella sezione Idrogeno sono riportati, per le ipotesi di overgeneration alta e bassa, la produzione massima di idrogeno da overgeneration (in TWh) e la produzione di idrogeno oltre eccedente l'overgeneration (in TWh).

Nella sezione Così sono riportati

- I costi dovuti alle installazioni da fonti rinnovabili non programmabili (FRNP), espresso in milioni di euro, e riferiti alle taglie degli impianti di generazione previsti;
- I costi di investimento totali per i sistemi di accumulo (in euro);
- I costi relativi alla produzione di idrogeno (in euro).

Nella sezione Emissioni sono riportati i confronti tra le emissioni di CO<sub>2</sub> (in migliaia di tonnellate, Mt) dello scenario scelto e a valle dell'ottimizzazione, esplicitando la riduzione delle emissioni.

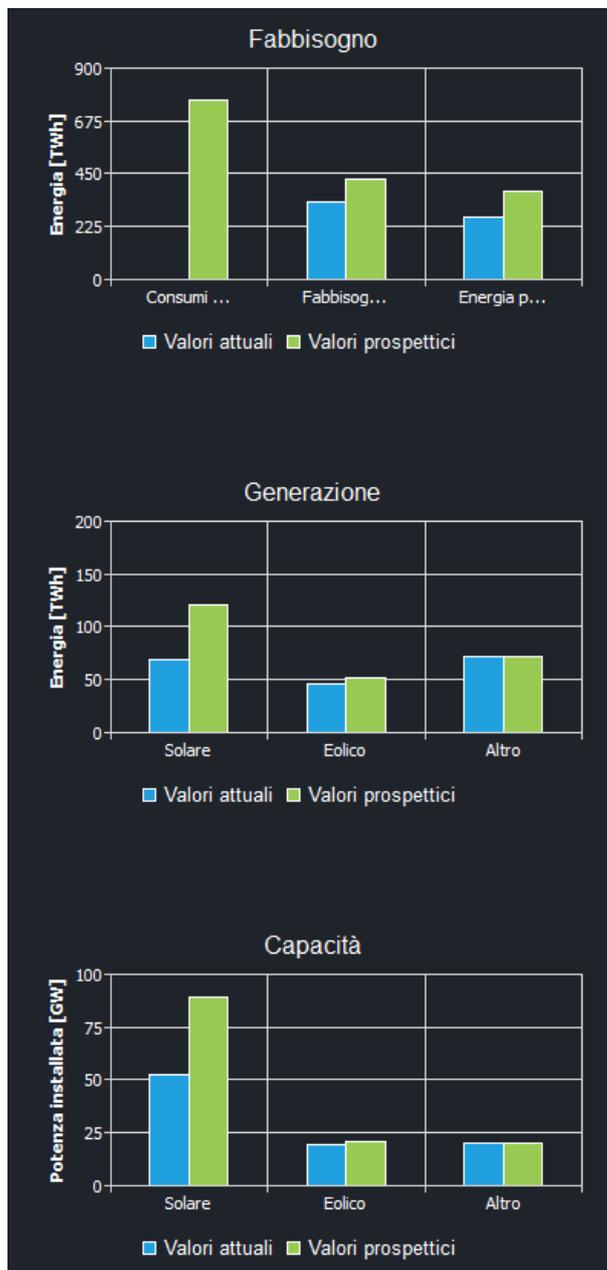


Figura 85. Risultati della funzionalità Optimal Storage: parte grafica

Nella parte destra della Operation Area viene riportata, in forma grafica attraverso istogrammi, una parte dei risultati mostrati in forma numerica. In particolare, nel primo grafico vengono riportati il confronto tra i valori prima e dopo l'applicazione dell'optimal storage del quadro energetico, in termini di consumi per la produzione di idrogeno, di fabbisogno di energia elettrica e di energia prodotta. Nel secondo grafico viene riassunto il confronto della produzione da FER prima e dopo l'applicazione dell'optimal storage. Nel terzo grafico viene riassunto il confronto della capacità degli impianti di produzione da FER prima e dopo l'applicazione dell'optimal storage.

## 10. Stampa report

È possibile stampare il report dello studio della rete in oggetto, in cui vengono riepilogati i parametri della rete, e i risultati degli studi effettuati.

In particolare, il report riporta i parametri di tutti gli elementi della rete, raggruppati per tipologia, e i risultati degli studi LoadFlow, Calcolo dell’Affidabilità, Anomalie, Adeguatezza, Optimal Network Reconfiguration (ONR), ed Optimal Storage.

Per eseguire il report, cliccare sul pulsante “Stampa Report” nella Navigation Area: il sistema permetterà all’utente di scegliere per quali categorie desidera avere il report. Di default, il sistema suggerisce di stampare il report per ogni studio effettuato; l’utente potrà escludere una categoria di risultati deselezionando la relativa casella. Sarà possibile selezionare esclusivamente le categorie di studi condotti sul modello di rete corrente: gli studi che non sono stati avviati non saranno visibili.

In particolare, nel caso sia stato condotto uno studio di LoadFlow per un determinato intervallo temporale l’utente potrà selezionare l’istante temporale per il quale vuole visualizzare i risultati.

Una volta definita la scelta dall’utente, cliccando sul pulsante “Stampa” compilerà un file PDF in cui sarà disponibile il report, e verrà chiesto all’utente il nome ed il percorso di salvataggio.

N.B.: La fase di compilazione potrebbe richiedere un tempo elevato, a seconda della complessità della rete e della tipologia di dati che si desidera esportare.