



**ENERGIA E SOSTENIBILITÀ
PER LA
PUBBLICA AMMINISTRAZIONE**

Progetto ES-PA



Simulazione **I**nterventi **R**iqualificazione **E**nergetica

Struttura del tool – Web Application

Roma, 06 ottobre 2021

Prof. Francesco Mancini - CITERA Sapienza Università di Roma



Agencia nazionale per le nuove tecnologie,
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



UNIONE EUROPEA
Fondo Sociale Europeo
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



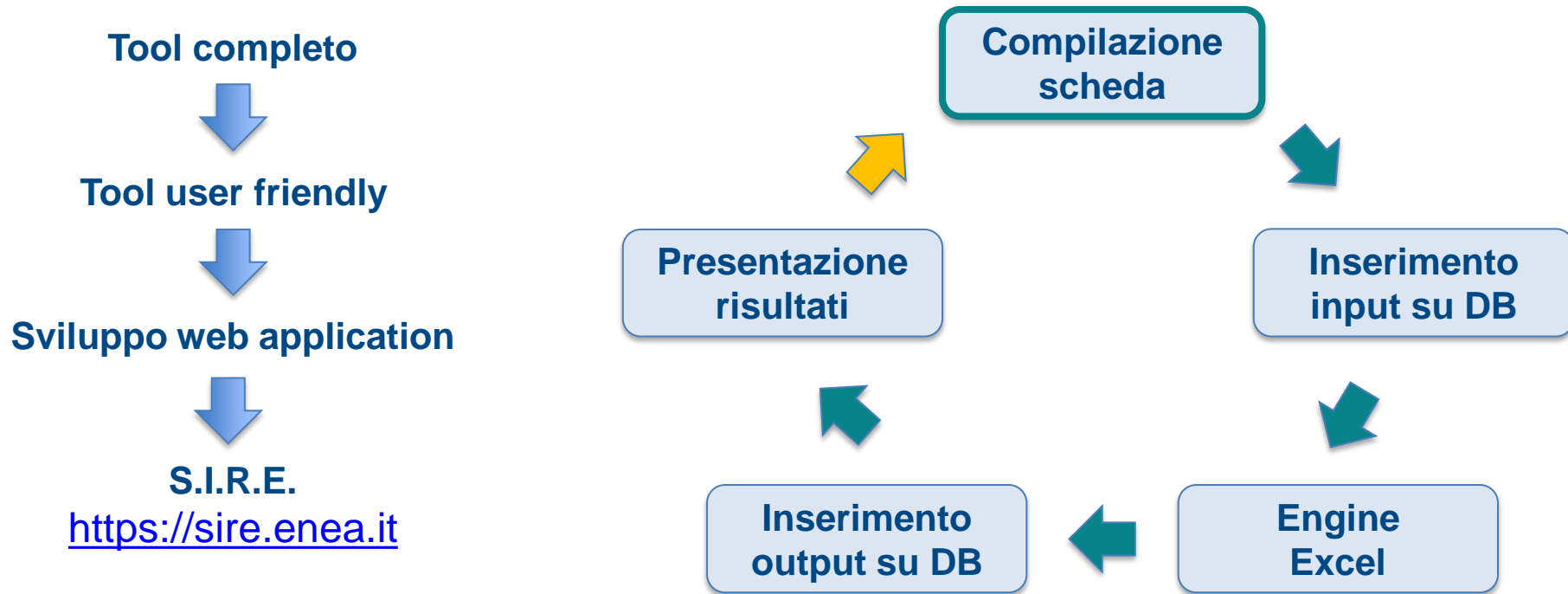
*Agencia per la
Coesione Territoriale*



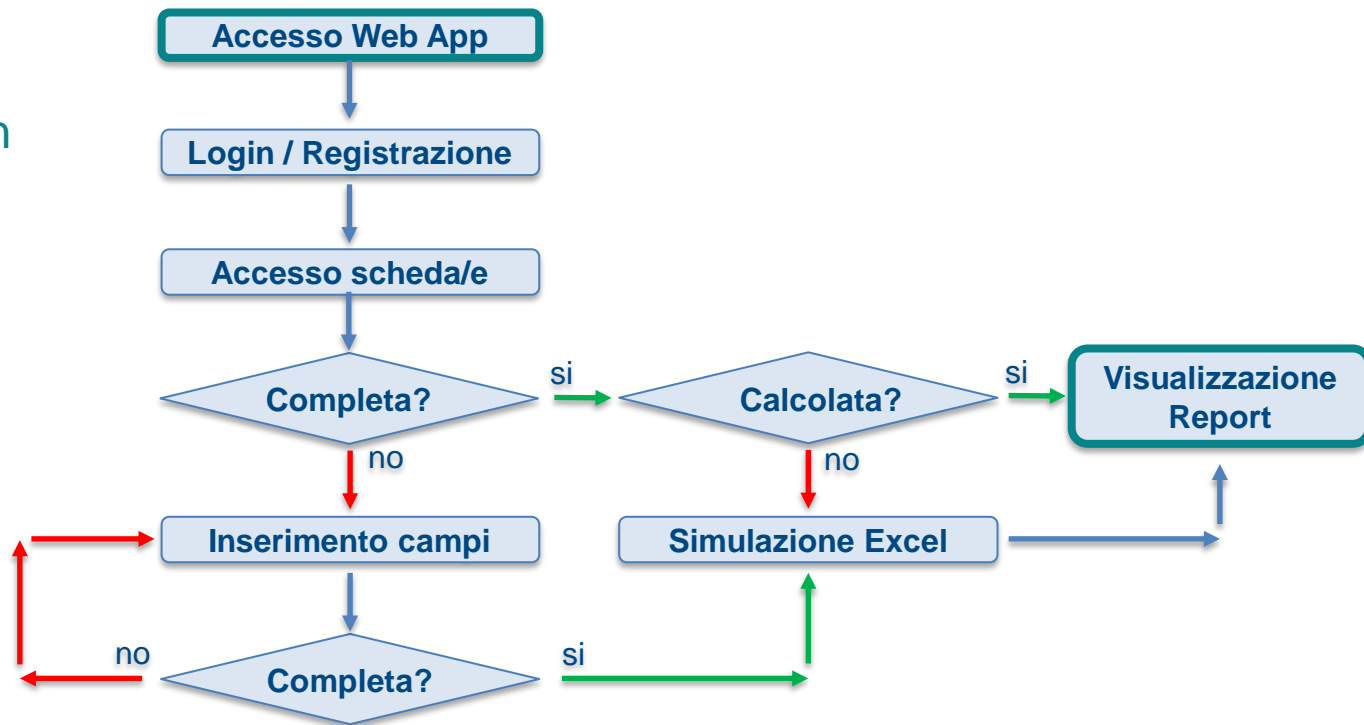
**GOVERNANCE
E CAPACITÀ
ISTITUZIONALE
2014-2020**

Caratteristiche

- ✓ **Idea iniziale:** coniugare semplicità dei metodi statici di simulazione degli edifici con accuratezza di un metodo dinamico (sia pure semplificato con una sola zona termica)
- ✓ **Strumento ad uso libero, non commerciale:** foglio di calcolo in ambiente Excel con il supporto di macro, scritte in VBA (Visual Basic for Applications)
- ✓ Tool completo
 - **Calcolo dinamico orario** per climatizz. invernale ed estiva, ACS, illuminazione, **altri usi elettrici**
 - Impianti (cogenerazione, solare termico, fotovoltaico, pompe di calore, ecc.) con logiche di priorità
 - Soluzioni non convenzionali (**recup. di calore con bypass, free-cooling, serre solari**, ecc.).
 - Calcoli su investimenti, spese di gestione e manutenzione, incentivi, acquisto e vendita energia
 - **VAN, TIR, PBT**
 - **Analisi comparativa di soluzioni migliorative**
- ✓ **Risultato:** ok per la ricerca, poco attrattivo per altri usi



Schema di processo della Web Application



Semplificazione del modello di input

- **Input liberi**
- **Input bloccati:** l'utente compilatore può soltanto scegliere tra le opzioni fisse proposte
- **Suggerimenti:** richiesta informazioni di input accompagnata da suggerimenti utili alla compilazione
- È bene osservare che questa impostazione costituisce **un punto di forza** di S.I.R.E. per utenti poco esperti e per utenti che vogliono svolgere uno studio preliminare in tempi brevi
- **Utenti esperti** e tecnici cui sono garantiti tempo e risorse adeguate per iniziare un processo di diagnosi energetica **potrebbero riscontrare limitazioni** in alcune opzioni con vincoli di scelta imposti
- Di questa impostazione è fondamentale tenere conto nella modellazione del sistema edificio-impianto, evitando un eccesso di dettaglio (*che non rientra nello spirito del tool di calcolo*) e nella lettura dei risultati, che rappresentano unicamente una fase preliminare di indagine, *da approfondire nei modi e nei tempi più opportuni*

Semplificazione del modello di input

- Attenzione rivolta al patrimonio della PA:
 - E.1(1): Abitazioni residenziali con occupazione continuativa (abitazioni, collegi, conventi, case di pena, caserme)
 - E.1(2): Abitazioni residenziali con occupazione saltuaria (case vacanze, ecc.)
 - E.2: Uffici
 - E.7: Edifici scolastici a tutti i livelli
- **Ampia attività di ricerca** dedicata alla ricognizione degli edifici della PA volta ad individuare consistenza, destinazioni d'uso ed elementi tipologici più diffusi, da utilizzare come riferimento e su cui basare le analisi di S.I.R.E.
- **Costituzione di un abaco delle strutture edilizie e dei sistemi impiantistici**
- L'abaco delle **strutture** si presenta come **“semi-bloccato”**; sono consentite modifiche limitate alla struttura delle superfici disperdenti (soltanto lo spessore complessivo e lo spessore del materiale isolante sono editabili)
- Relativamente ai **sistemi impiantistici**, la scelta è **“bloccata”**, dal momento che non si offre la possibilità di aggiungere ulteriori sistemi impiantistici rispetto a quelli implementati nel database interno

Metodo di calcolo

Consumo complessivo: tutti i consumi di energia connessi all'uso ed all'occupazione dell'edificio (climatizzazione invernale ed climatizzazione estiva, produzione di acqua calda sanitaria, illuminazione artificiale, trasporto di persone e cose, cottura cibi, altri usi elettrici)

Fabbisogno di energia utile	Metodo dinamico su base sub-oraria singola zona termica Metodo alle differenze finite "Conduction Finite Difference" (CondFD method)
Calcolo dei rendimenti	UNI TS 11300
Energia da fonte rinnovabile	Procedure derivate dalla UNI TS 11300-4
Consumi elettrici apparecchiature	UNI TS 11300; input (potenze, utilizzo); riferimenti di archivio (solo per le residenze)

Validazione del modello

- Consumi reali (3 annualità) Vs consumi stimati
- Costi reali (3 annualità) Vs costi stimati
- Media ragionata con esclusione dei dati anomali
- **Messaggi di avvertimento in caso di scostamenti eccessivi riferiti a:**
 - potenza termica del generatore per riscaldamento
 - potenza termica del generatore per raffrescamento
 - consumi di energia elettrica
 - spesa per consumi di energia elettrica
 - consumi di combustibile
 - spesa per consumi di combustibile

Interventi singoli

Interventi sull'involucro edilizio

COD.INTERVENTO	TIPOLOGIA INTERVENTO
INV.1	Isolamento delle pareti verticali opache
INV.2	Isolamento della copertura
INV.3	Isolamento del pavimento
INV.4	Sostituzione dei serramenti
INV.5	Schermatura solare delle facciate

- Decreto Ministeriale 26/6/2015
- Migliore tecnologia (LED, ascensori)

Interventi sugli impianti

COD.INTERVENTO	TIPOLOGIA INTERVENTO
IMP.1	Riscaldamento con caldaia a condensazione
IMP.2	Riscaldamento con pompa di calore
IMP.3	Sostituzione gruppo frigorifero
IMP.4	Produzione acqua calda sanitaria con caldaia a condensazione
IMP.5	Produzione acqua calda sanitaria con pompa di calore
IMP.6	Sostituzione reti di distribuzione termica
IMP.7	Installazione impianto fotovoltaico
IMP.8	Sostituzione ascensori e scale mobili
IMP.9	Sostituzione lampade
IMP.10	Sostituzione lampade + controllo intelligente della luce

Interventi combinati

CODICE	INTERVENTO COMBINATO	DESCRIZIONE
INV.C1	Riqualificazione totale poco invasiva (INV.2 + INV.4)	Isolamento della copertura + Sostituzione dei serramenti;
INV.C2	Riqualificazione totale involucro (INV.1 + INV.2 + INV.3 + INV.4 + INV.5)	Isolamento termico complessivo involucro;
IMP.C1	IMP.1, IMP.3, IMP.4 e IMP.9	Sostituzione dei generatori di calore (risc., raff, ACS) e delle lampade
IMP.C2	IMP.2, IMP.3, IMP.5, IMP.6, IMP.7, IMP.8, IMP.9 e IMP.10	Rifacimento integrale impianti
TOT. C1	Riqualificazione totale poco invasiva con caldaie a condensazione (INV.4+IMP.1+IMP.3+IMP.4+IMP.9)	Sostituzione dei serramenti. Sostituzione del generatore di calore per riscaldamento con caldaia a condensazione, rinnovamento del gruppo frigorifero e sostituzione del generatore di calore per acqua calda sanitaria con caldaia a condensazione. Sostituzione delle sorgenti luminose con lampade LED ad alta efficienza.
TOT. C2	Riqualificazione totale poco invasiva con pompe di calore (INV.4+IMP.2+IMP.3+IMP.5+IMP.9)	Sostituzione dei serramenti. Sostituzione del gruppo frigorifero e del generatore di calore per acqua calda sanitaria con pompa di calore. Sostituzione delle sorgenti luminose con lampade LED ad alta efficienza.
TOT. C3	Riqualificazione totale di involucro e impianti (INV.C2 + IMP.C2)	Isolamento termico complessivo involucro; Rifacimento integrale impianti

Interventi: selezione e calcolo, costi parametrici e incentivi

- **Interventi**

- selezione da parte dell'utente degli interventi singoli
- combinazioni pre-impostate
- esclusione automatica dal calcolo degli interventi «inutili»

- **Costi parametrici (€/m²; €/kW;....)**

- Prezzari
- analisi di mercato

- **Incentivi**

- detrazioni fiscali
- conto termico

Output indicatori e struttura graduatoria

- a) Costo specifico calcolato come “Euro speso per ogni kWh di energia risparmiato” ($\text{€}/\text{kWh}_{\text{risp}}$): l'energia considerata è energia primaria, ossia l'equivalente di energia da fonte fossile, calcolata secondo UNI TS 11300. **È il parametro principale che determina la classifica.** Un valore piccolo indica un rapporto più vantaggioso tra i costi e i benefici.
- b) Riduzione dei consumi complessivi di energia primaria rispetto alla situazione di riferimento (ex ante).
- c) Investimento iniziale da sostenere per l'esecuzione degli interventi. Non vengono considerate forme di finanziamento tramite terzi.
- d) Valore Attuale Netto dell'investimento dopo 20 anni (VAN 20 anni), confrontato con lo stato di fatto.
- e) Tempo di ritorno dell'investimento (PayBack Time), confrontato con lo stato di fatto: è pari al tempo entro il quale i risparmi cumulati eguagliano l'investimento iniziale, considerando anche gli effetti dell'inflazione.
- f) Quantità di CO₂ non emessa in atmosfera rispetto allo stato di fatto misurata in tonnellate/anno.
- g) Classe energetica: classe energetica post-intervento, sulla base del sistema di classificazione vigente; come per l'attribuzione della classe energetica ex ante anche nel caso ex post la classe energetica proposta deve ritenersi **indicativa e non valida ai fini legali**