

# **LA SIMULAZIONE DINAMICA ED IL PROTOCOLLO LEED. APPLICAZIONE AD UN CASO STUDIO: L'EDIFICIO STORICO**

## **RELATORI:**

**PROF. V. CORRADO**

**ING. M. REBAUDENGO**

## **RELATORI ESTERNI:**

**ING. G. BONFANTE**

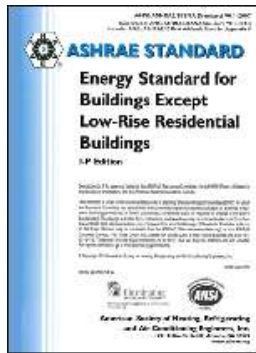
**ING. L. BALSAMELLI**

**DOTT.SA C. BONVICINI**

**CANDIDATO:  
ALESSIO CARENA**

# LA VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI ENERGETICHE

La valutazione delle prestazioni energetiche dell'edificio assunto come caso studio è stata fatta con Energy-Plus, coadiuvato da Design Builder.



La metodologia di confronto per la definizione delle caratteristiche pre e post-intervento utilizzata è il Performance Rating Method, descritto nell'appendice G della norma ASHRAE 90.1-2007.

Il PRM è la procedura di valutazione assunta da GBC Italia nell'EA Credito 1 del "Protocollo LEED Italia Nuove Costruzioni e Ristrutturazioni" per la stima delle prestazioni energetiche di un edificio tramite l'utilizzo della simulazione dinamica.

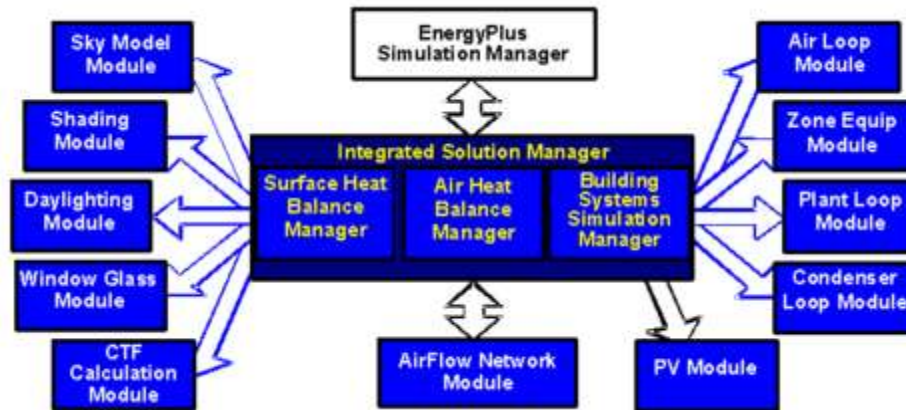
LA SIMULAZIONE DINAMICA ED IL PROTOCOLLO LEED.  
APPLICAZIONE AD UN CASO STUDIO: L'EDIFICIO STORICO.

# LA SIMULAZIONE SECONDO LA METODOLOGIA DINAMICA DELLE PRESTAZIONI ENERGETICHE DI UN EDIFICIO STORICO

L'edificio assunto come caso studio si trova nel centro storico di Torino.

- ✓ Edificato sul finire dell'Ottocento, subisce continue aggiunte fino alla metà del Novecento;
- ✓ Caratterizzato da murature in mattoni pieni;
- ✓ Si eleva per 4 livelli fuori-terra più un livello interrato;
- ✓ Si estende su tutto l'isolato e presenta una corte centrale;
- ✓ Le altezze dei locali si riducono salendo verso i piani superiori;
- ✓ La superficie totale è pari a 3872 m<sup>2</sup>;
- ✓ Il volume totale è pari a 18200 m<sup>3</sup>.

## ENERGY-PLUS & DESIGN BUILDER



Il software utilizzato per simulare le prestazioni energetiche dell'edificio caso studio è energy-plus, coadiuvato da design builder come interfaccia grafica.

Energy-plus è costruito con una struttura modulare. I tre moduli principali sono:

- ✓ Il surface heat balance manager;
- ✓ L'air heat balance manager;
- ✓ Il building system simulation manager.

I risultati ottenuti vanno ad interagire tramite l'energy-plus simulation manager con un processo iterativo.

## LA CARATTERIZZAZIONE DELL'EDIFICIO PRE E POST-INTERVENTO

### IL MODELLO PRE-INTERVENTO. L'EDIFICIO DI RIFERIMENTO.

- ✓ L'involucro è caratterizzato come l'esistente;
- ✓ Il comportamento dell'utenza viene valutato in base alle norme UNI ed ASHRAE;
- ✓ L'impianto HVAC è scelto seguendo le indicazioni dell'appendice G. Viene poi modellato in energy-plus con la modalità compact HVAC.

### IL MODELLO POST-INTERVENTO. L'EDIFICIO DI PROGETTO.

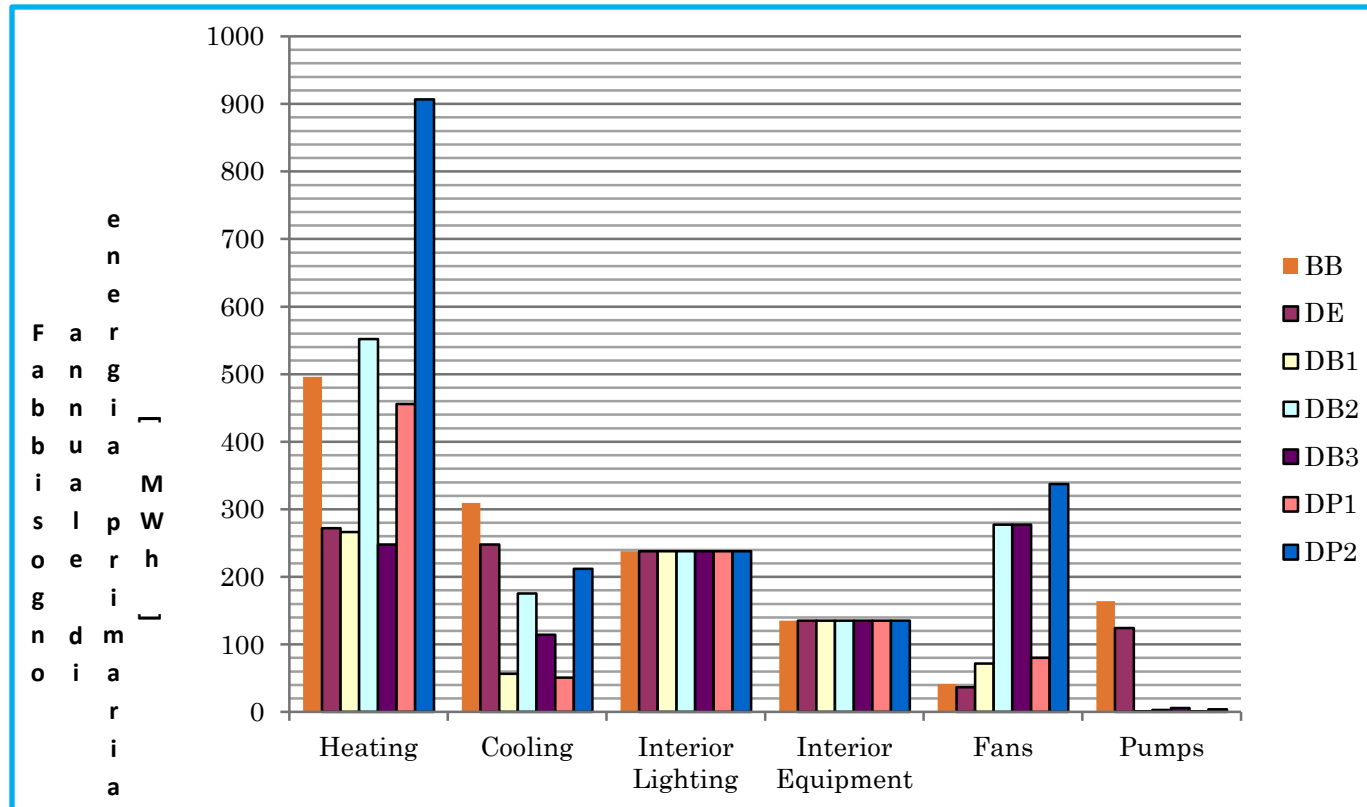
- ✓ L'involucro è caratterizzato come da progetto;
- ✓ Il comportamento dell'utenza viene valutato in modo analogo a quanto fatto nell'edificio di riferimento;
- ✓ L'impianto HVAC è caratterizzato come da progetto. Viene poi modellato in energy-plus con la modalità detailed HVAC.

## LE SOLUZIONI PROGETTUALI

Sono state previste 6 soluzioni progettuali:

- La Design Envelope, che prevede la sostituzione dei serramenti esterni e l'isolamento dei solai verso i locali non climatizzati;
- La Design Plant 1. L'impianto HVAC a tutt'aria viene sostituito con una caldaia a condensazione, un chiller ad acqua e 2 UTA. I terminali sono sostituiti con dei fan-coil per le aule, i corridoi e gli uffici. Le UTA servono l'aula magna e la hall;
- La Design Plant 2. L'impianto HVAC passa da una soluzione a tutt'aria ad una con caldaia a condensazione, chiller ad acqua e 3 UTA. I terminali sono costituiti da fan-coil per le aule e gli uffici. L'aula magna, la hall ed i corridoi sono serviti, rispettivamente, dalle 3 UTA;
- La Design Building 1 prevede lo stesso intervento sull'involucro del DE e la sostituzione dell'impianto HVAC come nel DP1;
- La Design Building 2 prevede l'intervento sull'involucro come nel DE e la sostituzione dell'impianto HVAC come nel DP2;
- La Design Building 3 prevede sempre l'intervento sull'involucro come nel DE. L'impianto HVAC viene sostituito con una pompa di calore geotermica. I terminali sono gli stessi del DP2.

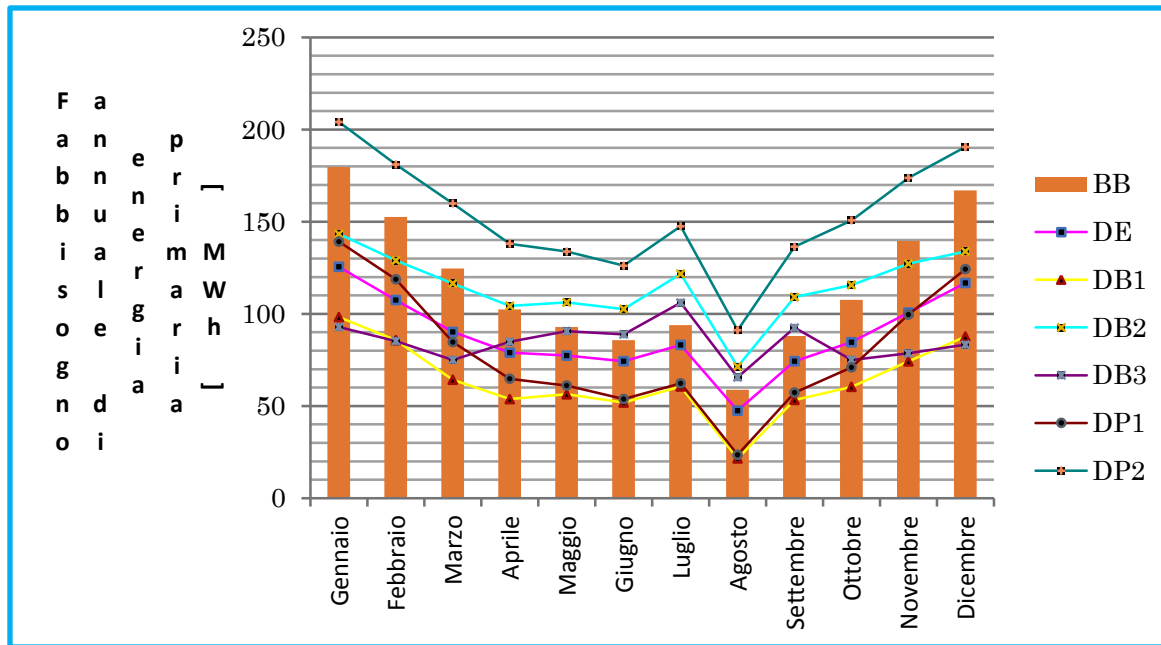
# FABBISOGNI ANNUALI DI ENERGIA PRIMARIA



Il grafico mostra i cambiamenti dei fabbisogni di energia primaria delle 6 soluzioni progettuali rispetto all'edificio di riferimento, distinti per finalità d'uso.

LA SIMULAZIONE DINAMICA ED IL PROTOCOLLO LEED.  
APPLICAZIONE AD UN CASO STUDIO: L'EDIFICIO STORICO.

# FABBISOGNI MENSILI DI ENERGIA PRIMARIA



Il grafico mostra i cambiamenti dei fabbisogni di energia primaria delle 6 soluzioni progettuali rispetto all'edificio di riferimento, distinti per mese.

LA SIMULAZIONE DINAMICA ED IL PROTOCOLLO LEED.  
APPLICAZIONE AD UN CASO STUDIO: L'EDIFICIO STORICO.



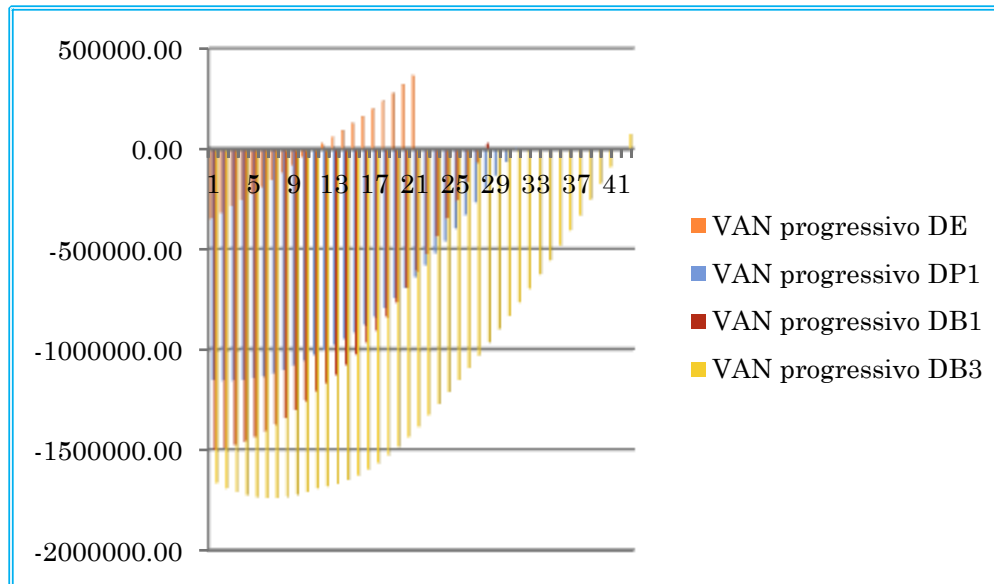
# LA VALUTAZIONE ECONOMICA DEGLI INTERVENTI

- ✓ Analisi prezzi per la sostituzione dei serramenti esterni e per l'isolamento dei solai verso i locali non climatizzati;
- ✓ Stima parametrica dei costi dei nuovi impianti HVAC, con dati di costo parametrici forniti dal know-how della Onleco S.r.l.
- ✓ Il capitale necessario viene considerato come preso in prestito con mutui a tasso fisso di durata ventennale;
- ✓ Determinazione del risparmio energetico in termini economici, partendo dalle diminuzioni dei fabbisogni di energia primaria;
- ✓ Previsione dei futuri flussi di cassa, considerando:
  - i. il risparmio economico dato dalla diminuzione dei consumi di gas naturale;
  - ii. il risparmio economico dato dalla diminuzione dei consumi di elettricità;
  - iii. il risparmio economico dato dagli sgravi fiscali previsti dal D. L. 63 del 2013;
  - iv. gli interessi passivi del mutuo.

Le 4 soluzioni progettuali che consentono un risparmio dei fabbisogni energetici vengono quindi valutate:

Soluzione progettuale	Costi d'intervento sull'involucro [€]	Costi d'intervento sull'impianto HVAC [€]	Costi totali d'intervento [€]	Tempo di ritorno [anni]
DE	346.688	-	346.688	11
DP1	-	1.149.984	1.149.984	30
DB1	346.688	1.149.984	1.496.672	27
DB3	346.688	1.320.352	1.667.040	41

## VALUTAZIONI CONCLUSIVE



Sono quindi previsti i seguenti tempi di ritorno degli investimenti per le singole soluzioni progettuali:

- ✓ DE: 11 anni;
- ✓ DP1: 30 anni;
- ✓ DB1: 27 anni;
- ✓ DB3: 41 anni.