

In-class training

# Utilizzo degli APE per la pianificazione energetica locale, regionale e nazionale

29 maggio 2024  
Politecnico di Torino



Politecnico  
di Torino



### Indicatori e metodi per una valutazione olistica degli edifici secondo la prospettiva della EPBD

Vincenzo Corrado  
Politecnico di Torino



Politecnico  
di Torino



# *Transversal Deployment Scenarios*

In TIMEPAC sono stati ideati i seguenti **scenari di implementazione trasversale** per migliorare e potenziare gli attuali schemi di certificazione energetica:

- Generare APE migliorati utilizzando i **dati BIM**
- Potenziare gli schemi APE tramite l'**integrazione dei dati di esercizio**
- Creare **Building Renovation Passport** a partire da repository di dati
- Sviluppare Procedure e servizi per l'integrazione dell'**SRI** e degli indicatori di sostenibilità ambientale negli strumenti APE esistenti
- Sviluppare procedure e servizi per eseguire **analisi statistiche su larga scala** dei database APE

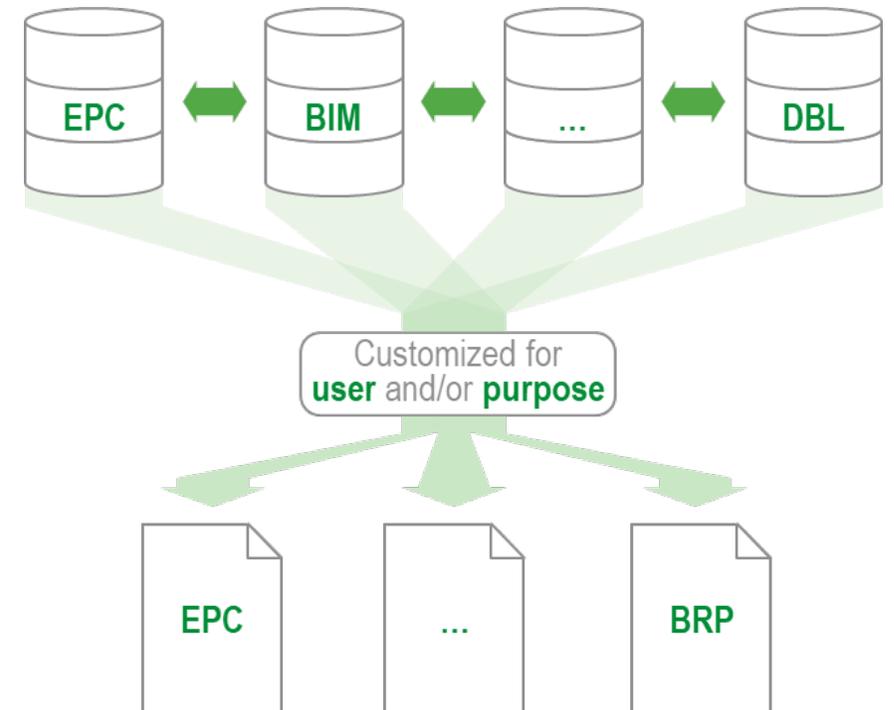
# *L'Enhanced EPC del progetto TIMEPAC*

Il nuovo APE dovrà soddisfare 6 requisiti fondamentali:

- Garantire una **migliore qualità** dei dati e la **riproducibilità** del processo
- Contenere un **insieme più ampio di parametri** (approccio olistico)
- Valutare l'impatto di **tecnologie avanzate** (es. componenti edilizi adattivi, BACS).
- Offrire una chiara visione della **roadmap per la ristrutturazione** dell'edificio verso l'obiettivo delle emissioni zero, collegandosi al passaporto di ristrutturazione dell'edificio (BRP)
- Essere un documento in **continuo aggiornamento** (*operational data*)
- Essere un documento **flessibile** in relazione allo scopo e all'utente...

# Architettura del nuovo APE

- **Interoperabilità** tra diverse banche dati (ad es. catasto immobiliare, dati geografici, APE, catasto degli impianti termici, ISTAT, ecc.)
- **Registro digitale degli edifici** (*Digital Building Logbook*)
  - È uno strumento dinamico, perché registra anche i principali eventi nel corso della vita di un edificio.
  - Può includere documenti amministrativi, tecnici (edilizi ed impiantistici), dati prestazionali come quelli operativi sui consumi di energia e la qualità dell'ambiente interno.
  - Alcuni tipi di dati sono statici mentre altri, ad esempio i dati provenienti da *smart meter*, sono automaticamente aggiornati.
- Generazione di documenti **personalizzati** per i diversi utenti e i diversi scopi di utilizzo.

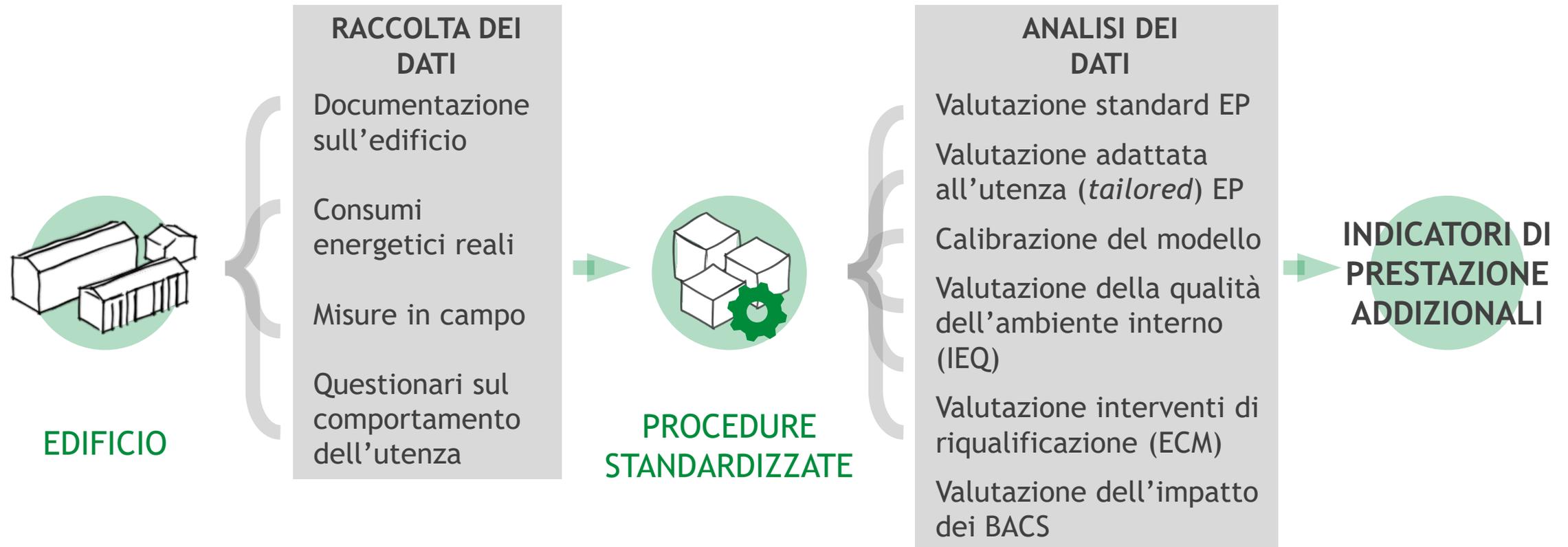


# *Ampliamento del dominio della certificazione energetica*

La certificazione va oltre la prestazione energetica e include indicatori di:

- qualità dell'ambiente interno (IEQ)
  - comfort termico, visivo, acustico, IAQ
- sostenibilità ambientale
- convenienza economica
- resilienza climatica
- *smart readiness*
- sicurezza
- ...

# Integrazione dei dati di esercizio (operational data)



# Integrazione dei dati di esercizio – Raccolta dei dati

- I dati possono essere raccolti consultando la documentazione dell'edificio (APE esistenti, rapporti di audit energetico, ecc.), tramite misurazioni sul campo e questionari.
- A seconda della disponibilità e delle analisi da eseguire, i dati da raccogliere possono essere:
  - Dati **reali**
  - Dati **convenzionali** (standard)
  - Dati **di riferimento**

	Valutazione Standard EP	Valutazione adatt.ut. EP	Calibrazione del modello	Valutazione ECM	Valutazione IEQ	Valutazione impatto BACS
Informazioni generali	Reali	Reali	Reali	Reali	Reali	Reali
Dati geografici e climatici	Convenzionali (standard)	Convenzionali (standard)	Reali	Convenzionali (standard)	Convenzionali (standard)	Convenzionali (standard)
Caratteristiche geometriche	Reali	Reali	Reali	Reali	Reali	Reali
Caratteristiche dei component edilizi	Dati reali o di riferimento					
Caratteristiche impiantistiche	Dati reali o di riferimento					
Informazioni sugli occupanti	Convenzionali (standard)	Reali	Reali	Dati reali o convenzionali	Dati reali o convenzionali	Dati reali o convenzionali
Consumi energetici	/	/	Reali	/	/	/
Dati economici	/	/	/	Dati reali o di riferimento	/	/

# *Integrazione dei dati di esercizio – Analisi dei dati*

- I dati raccolti possono essere analizzati e processati applicando metodologie consolidate specificate negli standard tecnici e nella letteratura:
  - Calibrazione del modello → ASHRAE Guidelines 14
  - Valutazione IEQ → UNI EN 16798-1
  - Valutazione economica → UNI EN 15459-1 / ISO/TS 50044
  - Valutazione impatto BACS → UNI EN ISO 52120-1

# Calibrazione del modello (ASHRAE Guidelines 14)

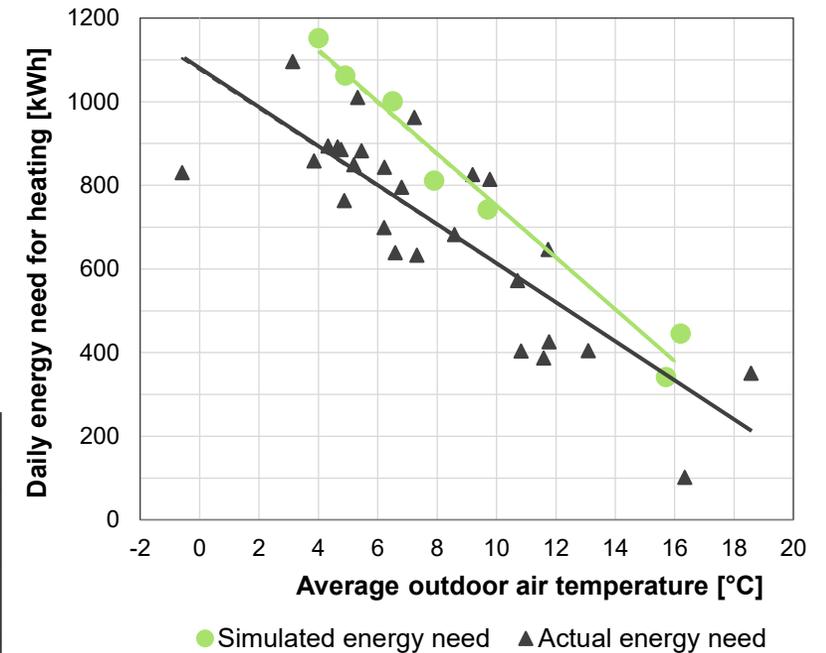
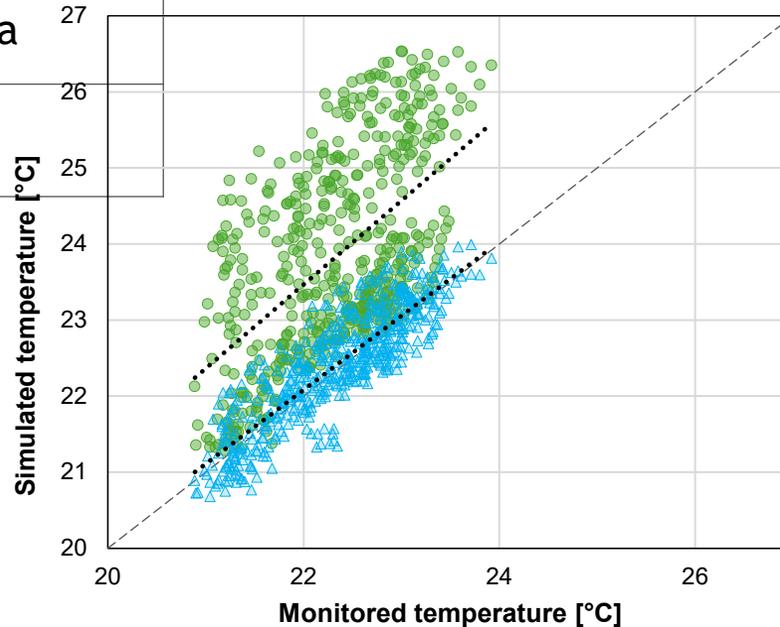
## Fase preliminare

1. Identificazione del **tipo di dati monitorati** rispetto ai quali eseguire la calibrazione del modello e della loro discretizzazione temporale
2. Raccolta dei **dati rilevanti** per la creazione del modello energetico dell'edificio e per il periodo di calibrazione.
3. **Derivazione dei dati non disponibili** da norme tecniche o altre fonti (solo per i dati non obbligatori).
4. Creazione del **modello di base**, basato sui dati di input raccolti o derivati.
5. Scelta dello "**scenario di calibrazione**" e avvio delle fasi di calibrazione.

# Calibrazione del modello (ASHRAE Guidelines 14)

## Esempi di scenari di calibrazione

		Dato monitorato	
		Consumo energetico	Temperatura interna
Discretizzazione temporale	Mensile	X	n/a
	Settimanale	X	n/a
	Oraria	X	X



# Calibrazione del modello (ASHRAE Guidelines 14)

## Fase di calibrazione

6. Simulazione del modello base, estrazione dei consumi energetici simulati e confronto con i dati monitorati.
7. Controllo degli indici statistici rispetto ai valori limite.
8. Selezione dei parametri da modificare
9. Variazione dei parametri, uno alla volta o in modo combinato
10. Controllo degli indici statistici rispetto ai valori limite

I punti 3 - 5 sono ripetuti fino al raggiungimento dell'obiettivo della calibrazione

# Calibrazione del modello (ASHRAE Guidelines 14)

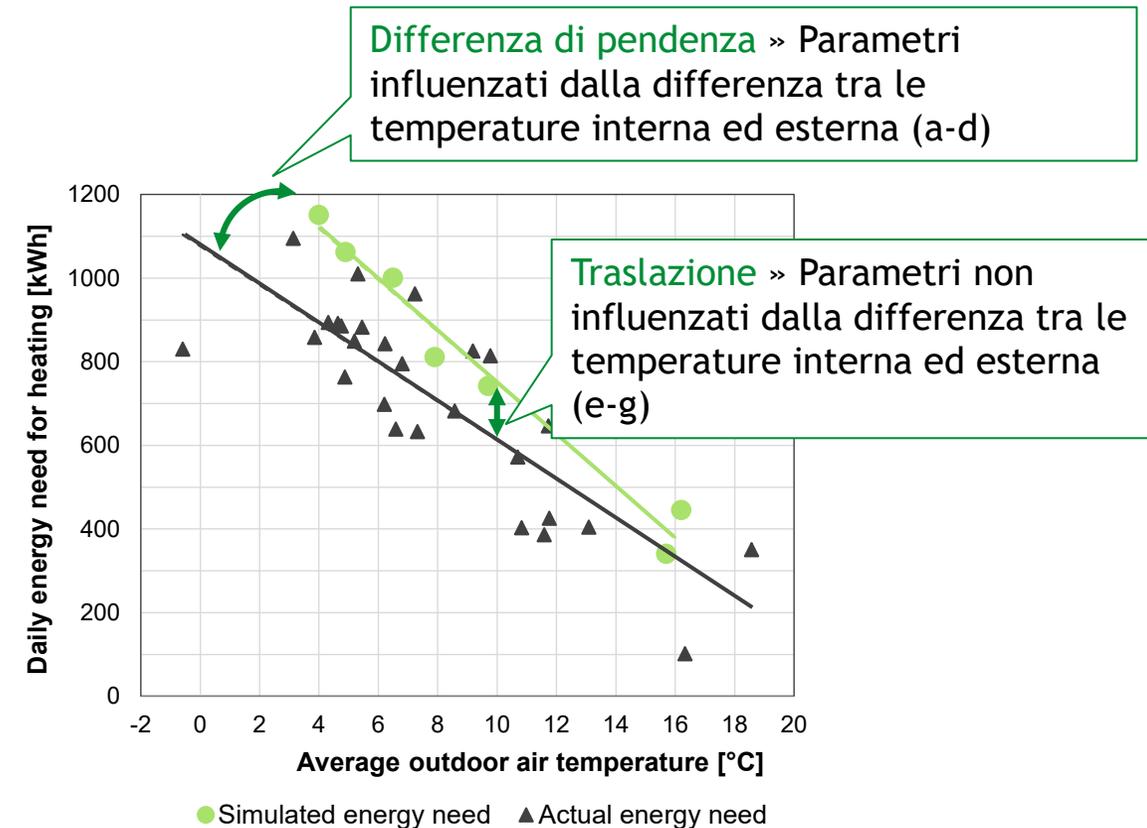
## Fase di calibrazione - 6. Simulazione del modello base, estrazione dei consumi energetici simulati e confronto con i dati monitorati

- Elaborazione dei dati simulati per renderli confrontabili con i periodi di monitoraggio.
- Calcolo degli indici statistici:
  - *Mean Biased Error* **MBE**
  - *Coefficient of Variation of the Root Mean Square Error* **CV(RMSE)**
- Esecuzione di una firma energetica.

# Calibrazione del modello (ASHRAE Guidelines 14)

## Fase di calibrazione - 8. Selezione dei parametri da modificare

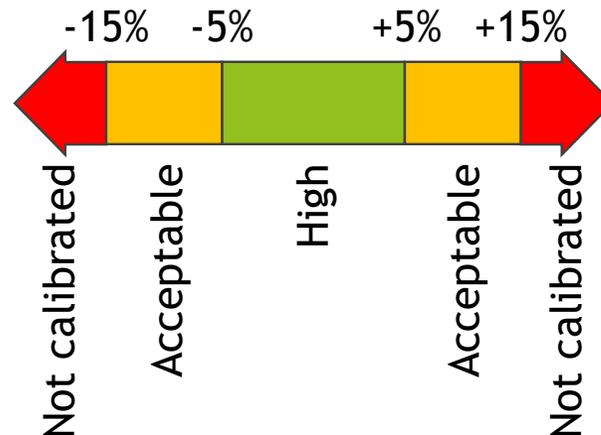
- Proprietà dei materiali
- Ponti termici
- Tassi di ventilazione/Infiltrazione
- Specifiche tecniche degli impianti di climatizzazione
- Guadagni termici interni e profili
- Set-point di riscaldamento/raffreddamento
- Profilo di funzionamento degli impianti di climatizzazione.



# Calibrazione del modello (ASHRAE Guidelines 14)

## Fase di valutazione

11. Calcolo della **prestazione energetica adattata all'utenza (EP)**, utilizzando il modello energetico calibrato (parametri dell'involucro edilizio calibrati, utenti, ecc.) con dati climatici standard.
12. Calcolo della **prestazione energetica standard**, utilizzando il modello energetico calibrato (solo con parametri dell'involucro edilizio calibrati) con utenti e dati climatici standard.
13. Definizione dell'"**indice di qualità**" del modello calibrato.



# Valutazione della qualità dell'ambiente interno (IEQ) Comfort termico (UNI EN 16798-1/2)

## Fase preliminare

- Identificazione della **categoria di qualità IEQ**, in base alla destinazione d'uso
  - Alto: per occupanti con bisogni speciali (bambini, anziani, ecc.)
  - Medio: livello di comfort normale
  - Moderato: livello più basso che non comporta alcun rischio per la salute ma può diminuire il comfort
  - Basso: per spazi occupati saltuariamente
- Definizione del **periodo di valutazione** del comfort termico (scenario di valutazione)
  - Mesi invernali (impianto di riscaldamento)
  - Mesi intermedi (temperatura in regime libero)
  - Mesi estivi (impianto di raffrescamento)
  - Mesi estivi (temperatura in regime libero, assenza dell'impianto di raffrescamento)
- Individuazione degli **spazi rappresentativi** dell'edificio per i quali effettuare la valutazione del comfort termico

# *Valutazione della qualità dell'ambiente interno (IEQ)*

## *Comfort termico (UNI EN 16798-1/2)*

### Fase di valutazione del comfort (regime libero)

1. Calcolo della media mobile ponderata della temperatura esterna media giornaliera
2. Calcolo dell'intervallo di temperatura operativa di comfort termico (basato sulla temperatura media esterna corrente e sulla categoria di comfort termico)
3. Calcolo della temperatura operativa interna per gli spazi selezionati (simulazione energetica)
  - a. Calcolo adattato all'utenza con modello energetico calibrato (clima standard, utente effettivo)
  - b. Calcolo standard con modello energetico calibrato (clima standard, utente standard)
4. Calcolo della percentuale di ore all'interno dell'intervallo di comfort (categoria)
5. Definizione di un "indice di qualità del comfort termico" per i periodi di calcolo (basato su deviazioni accettabili prescritte dalla norma EN 16798-2)

# Valutazione della qualità dell'ambiente interno (IEQ) (UNI EN 16798-1/2)

Quality of indoor environment in % of time of occupancy in four categories				
Percentage	5	7	68	20
Thermal Environment	IV	III	II	I
Percentage	7	7	76	10
Indoor Air Quality	IV	III	II	I

# *Valutazione economica degli interventi di retrofit energetico (UNI EN 15459-1)*

1. Definizione dei costi di manutenzione per l'edificio esistente
2. Definizione degli scenari delle misure di efficienza energetica
3. Determinazione dei costi iniziali per l'edificio
4. Determinazione dei costi di investimento
5. Determinazione dei costi annuali
6. Definizione degli indicatori economici
  - a. Valore Attuale Netto
  - b. Periodo di Ritorno

# Valutazione dell'impatto dei BACS

- Sono definite 4 diverse **classi di efficienza BAC** (A, B, C, D) sia per gli edifici residenziali sia per quelli non residenziali:
  - A. Funzioni di BAC ad alte prestazioni energetiche e funzioni di TBM
  - B. Funzioni di BAC avanzate e alcune funzioni di TBM
  - C. BAC standard
  - D. Sistemi BAC non efficienti dal punto di vista energetico
- La classe di efficienza BAC può essere calcolata:
  - per l'**intero edificio**
  - i diversi **sottosistemi**

