

Efficientamento energetico degli uffici: un caso di studio

Installazione di una pompa geotermica polivalente

Prof. Filippo De Carlo

filippo.decarlo@unifi.it

Prof. Leonardo Leoni

leonardo.leoni@unifi.it

Ing. Saverio Ferraro

saverio.ferraro@unifi.it

Prof. Alessandra Cantini

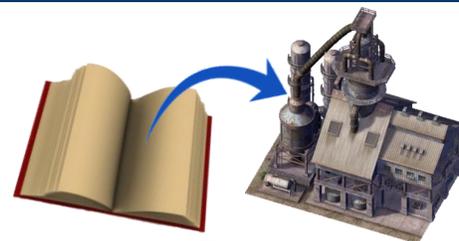
alessandra.cantini@unifi.it



Analisi di tecnologie disponibili in tre settori con assessment tecnico-economico delle soluzioni più rappresentative



L'analisi del caso studio costituisce l'ultima fase del progetto di ricerca



1. Ricerca bibliografica

Studio del processo e ricerca di soluzioni



2. Studio diagnosi

Analisi delle soluzioni più implementate

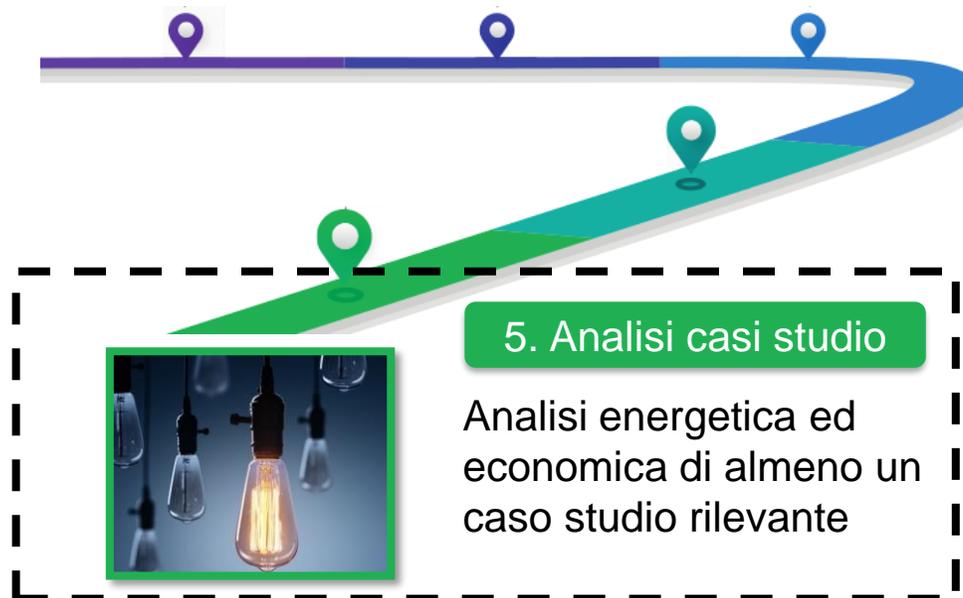


3. Lista soluzioni adottabili

Definizione di un insieme di soluzioni per ridurre i consumi energetici

4. Fase di consultazione

Consultazione esperti e intervista ad aziende



Descrizione caso studio e obiettivi

Dove?

- Milano

Cosa?

- Nuove Unità Trattamento Aria (UTA)
- Sostituzione centrale termica a gas con pompa di calore geotermica polivalente

Quando?

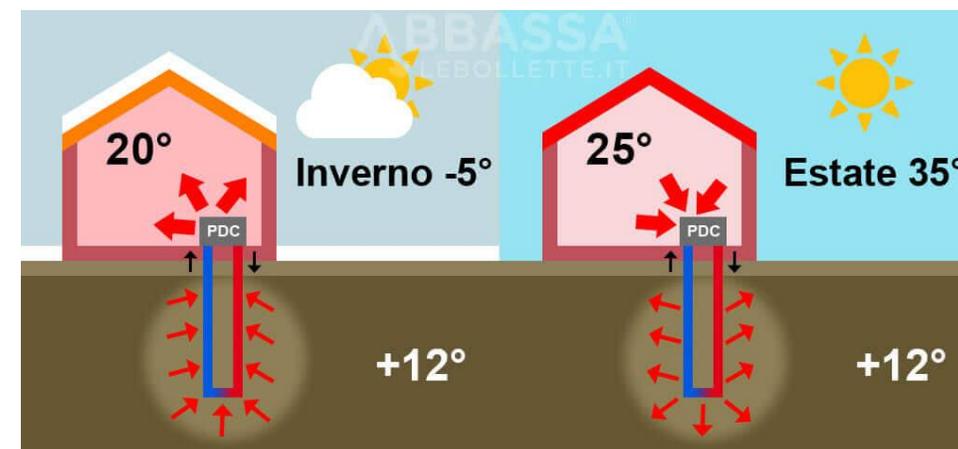
- 2019 pre-intervento
- 2022 post-intervento



Pompa di calore geotermica polivalente

VANTAGGI:

- **Versatilità:** soddisfa diversi bisogni dell'edificio
 - Riscaldamento
 - Raffrescamento
 - Acqua calda sanitaria
- **Efficienza energetica:** sfruttano l'energia del sottosuolo, mantenendo efficienza sia in inverno che in estate
- **Elettificazione:** può consentire di rimuovere il gas come vettore energetico



SVANTAGGI:

- **Costo:** alti costi di installazione
- **Complessità progettuale:** richiede competenze specifiche e caratteristiche adeguate all'installazione

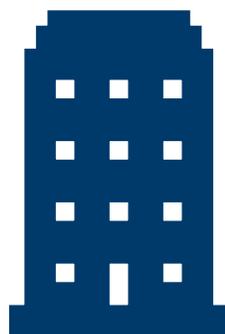
Descrizione caso studio e obiettivi



2019: Pre-intervento

- Consumi elettrici
- Consumi gas
- Due edifici

1. Alto e
moderno



2. Basso e
storico



2022: Post-intervento

- **Solo** consumi elettrici
- Un edificio

2020:
intervento

COVID: occupazione
parziale



2019: due
edifici

2022:
occupazione piena
un edificio (alto e
moderno)

OBIETTIVO: Analisi **energetica** ed **economica** relative ai consumi prima e dopo l'intervento



Risparmio consumi energetici
post-intervento?



Risparmio economico relativo
ai consumi energetici post-
intervento?

Ipotesi di lavoro:

- **Tasso di conversione** da metro cubo standard a kWh: 10,8807 kWh/Sm³ (da bolletta)
- **Prezzo gas:** 0,411 €/ Sm³ (prezzo medio consumo privato febbraio 2023-febbraio 2024)
- **Prezzo elettricità:** 0,129 €/kWh (prezzo medio consumo privato febbraio 2023-febbraio 2024)

Considerazione sui consumi:

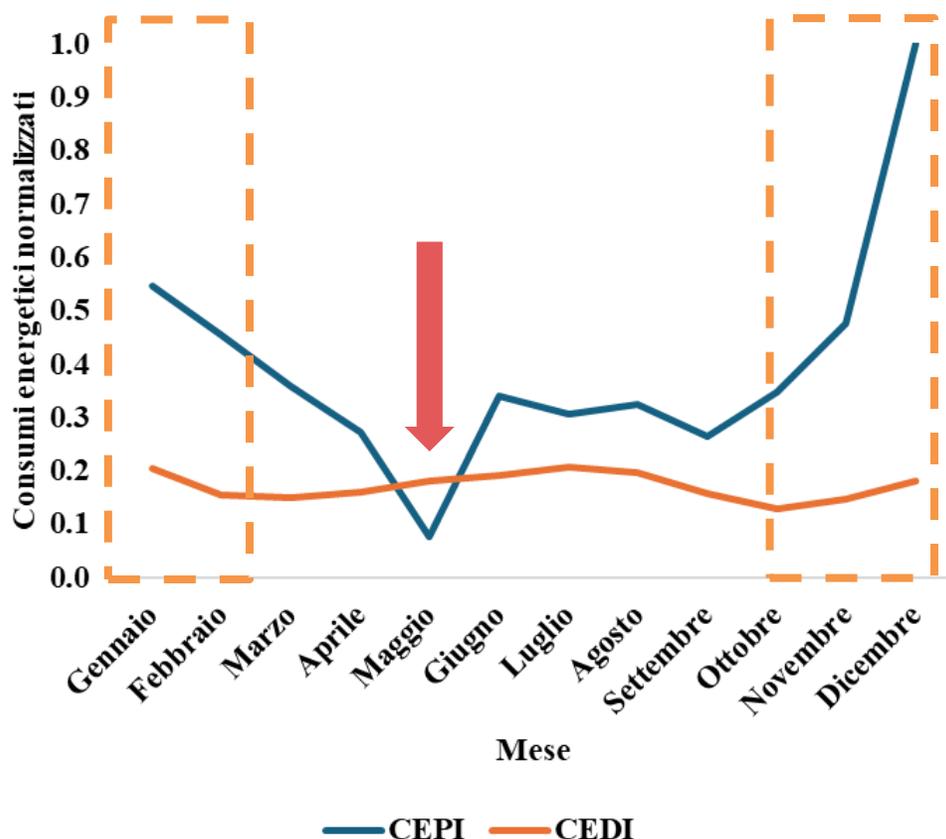
- **Solo** i consumi relativi all'edificio occupato nel 2022 sono stati considerati
- I consumi prima dell'intervento sono stati ripartiti sui due edifici sulla base dei metri cubi
- **Nessuna politica di gestione** è stata considerata



CEPI: Consumi Energetici Prima dell'Intervento

CEDI: Consumi Energetici Dopo l'Intervento

Entrambi normalizzati

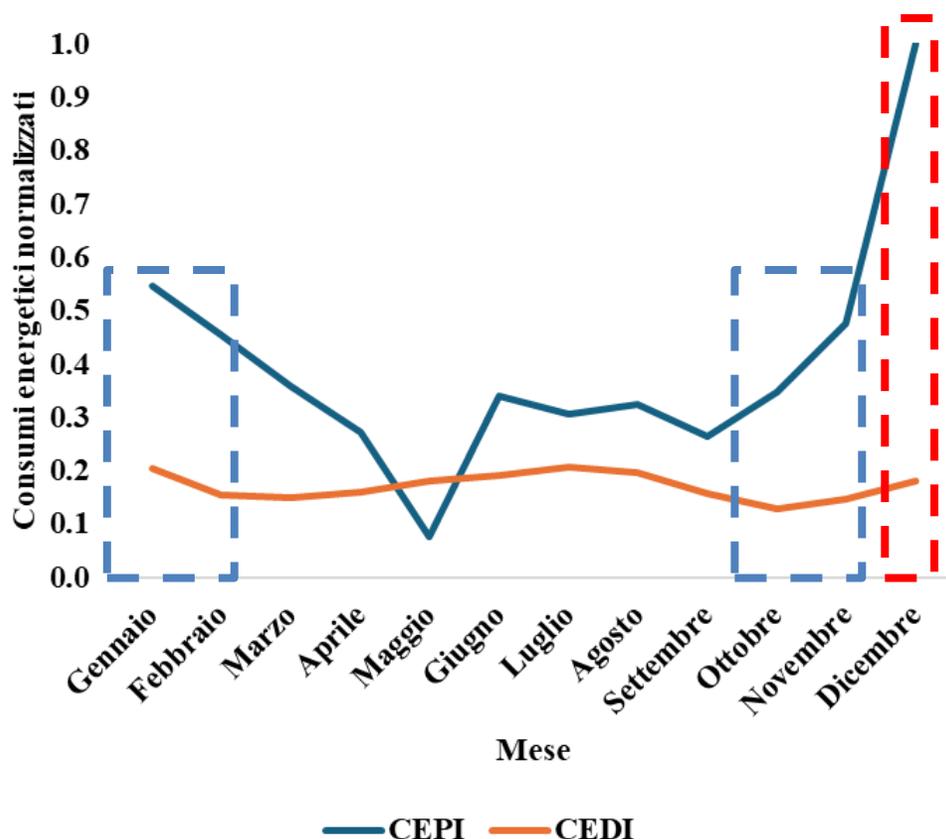


- Si ha una riduzione dei consumi energetici dopo l'intervento
- I principali benefici si hanno per i mesi più freddi (**rettangoli verdi**)
- Solo maggio è emerso avere un consumo maggiore (**freccia rossa**)
 - Correlazione con i gradi giorno
 - Correlazione con il profilo di impiego
 - Altre ipotesi da valutare

CEPI: Consumi Energetici Prima dell'Intervento

CEDI: Consumi Energetici Dopo l'Intervento

Entrambi normalizzati



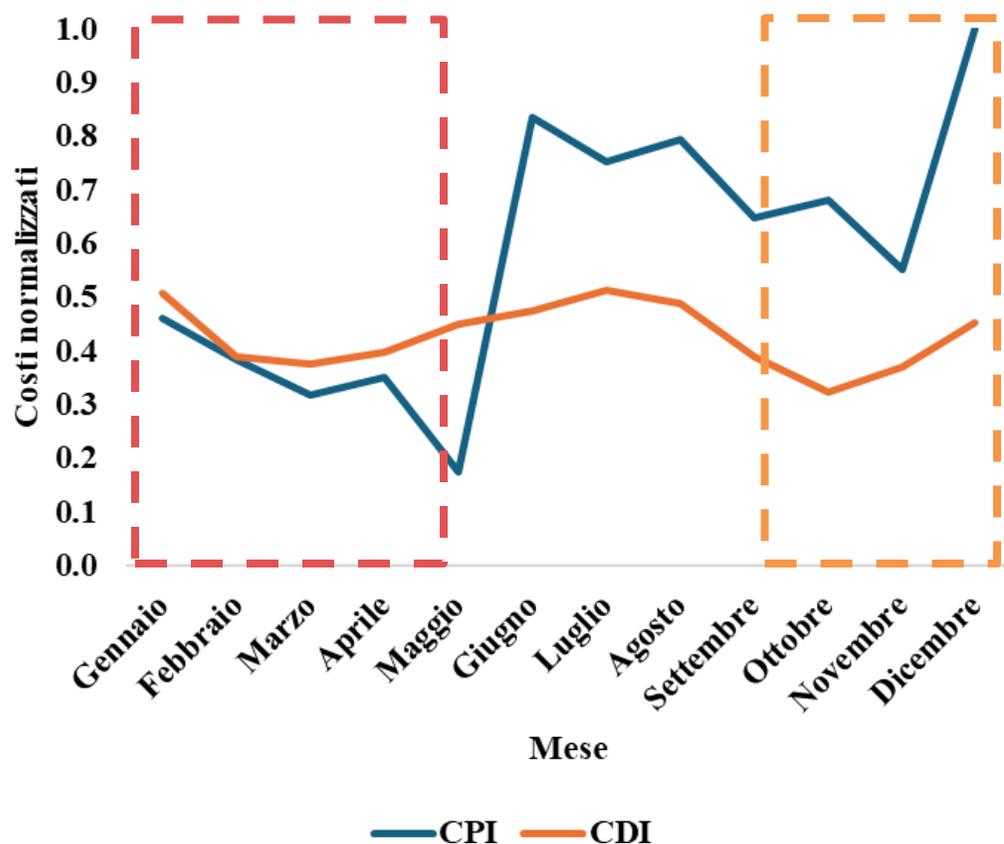
In numeri:

- **Dicembre** ha visto una riduzione dei consumi energetici pari a **81.8%**
- **Gennaio, febbraio, ottobre e novembre** hanno visto una riduzione dei consumi energetici **superiore al 60%**
- I rimanenti mesi (eccetto maggio) sono stati caratterizzati da una riduzione dei consumi energetici **superiore al 30%**

CPI: Costi Prima dell'Intervento

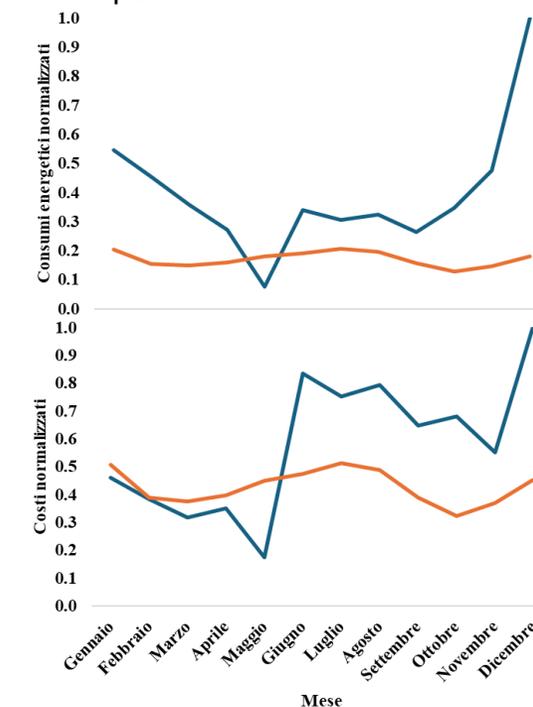
CDI: Costi Dopo l'Intervento

} Entrambi normalizzati



- Riduzione dei costi dopo l'intervento (**26%** di risparmio annuo)
- I principali benefici sono stati sperimentati nei mesi finali dell'anno (**rettangolo verde**)
- All'inizio dell'anno i costi sono risultati essere superiori dopo l'intervento (**rettangolo rosso**)

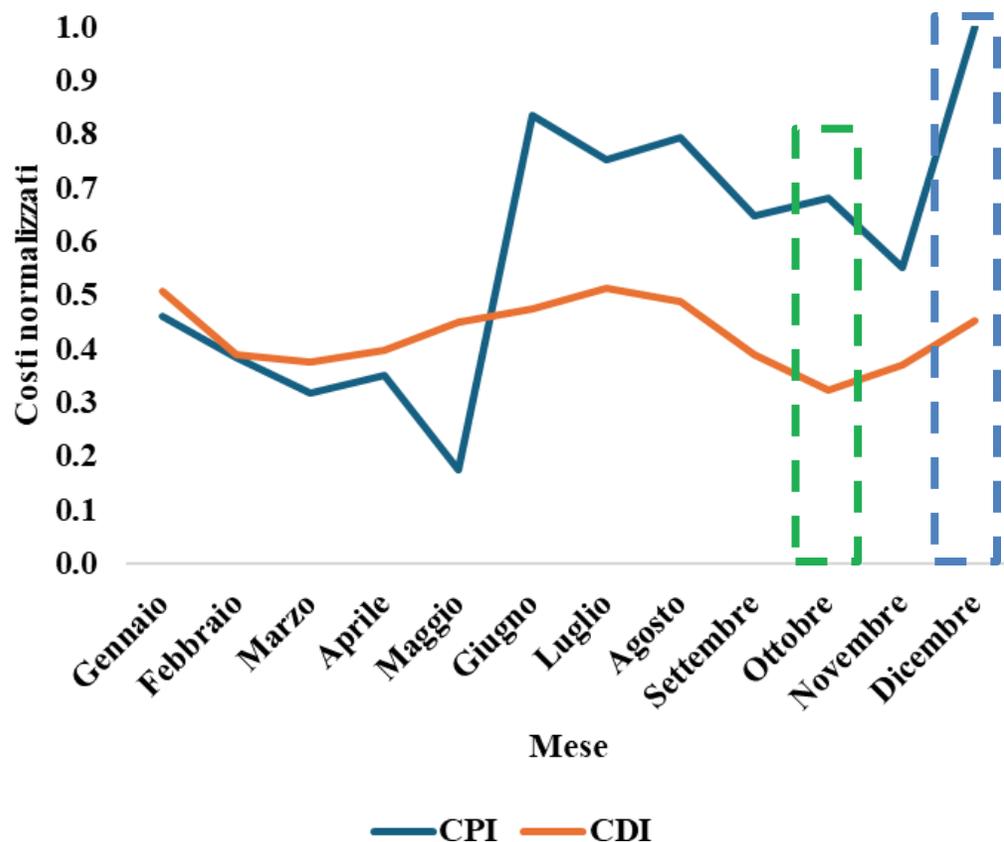
Influenza del tipo di sorgente energetica adottata nello specifico mese



CPI: Costi Prima dell'Intervento

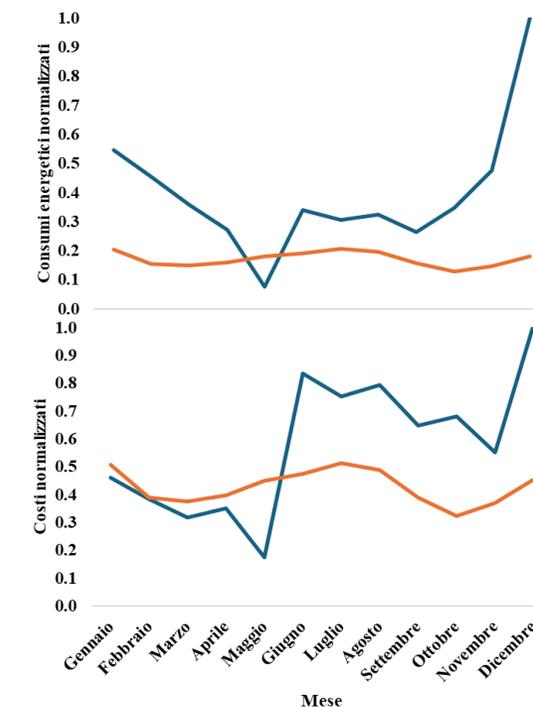
CDI: Costi Dopo l'Intervento

} Entrambi normalizzati

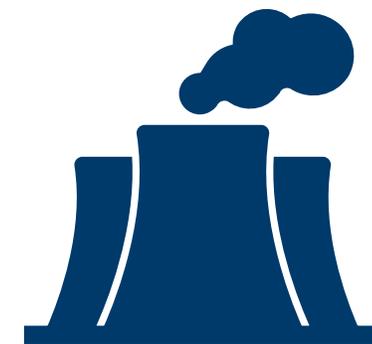


In numeri:

- **Dicembre** ha visto una riduzione dei costi pari al **55%**
- **Ottobre** ha visto una riduzione dei costi pari al **53%**



- La riduzione dei consumi energetici è stata osservata tutto l'anno
 - lo stesso non vale per i benefici economici
- I benefici economici sono risultati inferiori e più limitati rispetto ai benefici energetici.
- La riduzione dei consumi energetici è solitamente accompagnata da una riduzione delle emissioni
 - da valutare con un'analisi dedicata
- L'intervento considerato è estremamente impattante dal punto di vista tecnologico e impegnativo in termini di investimento iniziale.
 - tuttavia, potrebbero essere effettuate analisi simili relative a interventi meno impattanti



- L'installazione di una pompa di calore può essere affiancata da sistemi di telecontrollo
 - possibilità di ridurre ulteriormente i consumi energetici
 - possibilità di delegare il controllo degli impianti a terze parti più esperte
- L'intervento considerato ha alti costi di investimento iniziale. Necessità di affiancare indicatori economici con analisi dedicata
 - Valore Attuale Netto
 - PayBack Period
 - Etc..



Efficientamento energetico degli uffici: un caso di studio



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DIEF

DIPARTIMENTO
DI INGEGNERIA
INDUSTRIALE

Prof. Filippo De Carlo

filippo.decarlo@unifi.it



Prof. Leonardo Leoni

leonardo.leoni@unifi.it



Ing. Saverio Ferraro

saverio.ferraro@unifi.it



Prof. Alessandra Cantini

alessandra.cantini@unifi.it

