



POLITECNICO
MILANO 1863

La sostenibilità energetica di Ateneo

Percorsi di sostenibilità: rifiuti, energia e mobilità – Esperienze a confronto
Varese, 18 Giugno 2018

Maurizio Delfanti, Filippo Bovera, Pietro Iurilli
Commissione Energia del Politecnico di Milano

Commissione energia

CHI SIAMO

La Commissione Energia è stata istituita nel **Giugno 2012**; dal 2017, la CE è costituita da:

- Prof. Maurizio Delfanti
- Prof. Ennio Macchi
- Prof. Mario Motta
- Prof. Gianpaolo Cugola
- Prof. Emilio Faroldi

Il coordinatore della CE svolge anche il ruolo di **Energy Manager**

La CE si avvale delle competenze di un gruppo di lavoro presso la Fondazione Politecnico di Milano

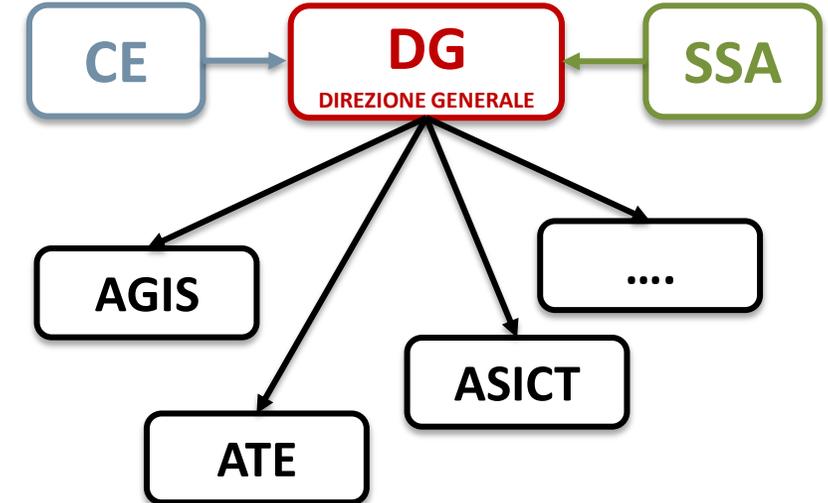
CON CHI COLLABORIAMO

La Commissione Energia opera a supporto della Direzione Generale; collabora con diverse aree all'interno dell'Ateneo:

- **SSA**, Servizio Sostenibilità di Ateneo
- **ATE**, Area Tecnico Edilizia
- **AGIS**, Area Ges. Infrastrutture e Servizi
- **ASICT** (Area Servizi Informatici...)

La Commissione Energia ha rapporti con:

- **Fornitori** di energia
- **Gestori** degli impianti energetici di Ateneo
- **RUS**, Rete delle Università per lo Sviluppo Sostenibile
- **FIRE**, Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia



Attività prevalenti (ex Decreto Rettorale 1651 – 11 giugno 2012)

Monitoraggio e controllo dei consumi di energia elettrica, gas e acqua

- Analisi contratti di fornitura
- Contatori per la fatturazione del servizio energetico
- Sistemi di monitoraggio di Ateneo

Definizione strategie Energy Management ed uso razionale dell'energia

- Supporto all'amministrazione di Ateneo
- Collaborazione con Servizio Sostenibilità di Ateneo
- Partecipazione alla RUS

Efficientamento di impianti ed edifici preesistenti

- Illuminazione a LED,
- Pompe di calore ad acqua,
- Ottimizzazione del controllo in campo

Supporto alla gestione e progettazione di impianti energetici

- Gestione trigeneratore di Leonardo
- Verifica della corretta gestione e manutenzione di impianti
- Progettazione trigeneratore di Bovisa

Verifica della conformità delle azioni intraprese con le normative vigenti

- Energy manager di Ateneo
- Dichiarazione consumi annui al FIRE

Relazioni di sintesi e Bilancio Energetico di Ateneo (BEA)

- Consuntivi energetici
- Bilanci di previsione
- Bilancio Energetico di Ateneo

Monitoraggio impianti e utenze energetiche: caratteristiche dei dati

Il monitoraggio di impianti e utenze include l'**acquisizione**, la **conservazione** e l'**elaborazione** delle **misurazioni di consumo energetico**.

Caratteristiche SPAZIALI

 **Ampiezza di copertura:** Definisce il perimetro di copertura dei dati

→ **Totale:** tutte le sedi di Ateneo

→ **Parziale:** alcune sedi/campus di Ateneo

 **Granularità spaziale:** Definisce il livello di dettaglio spaziale dei dati

→ **Campus:** dati riferiti ad un edificio o gruppo di edifici

→ **Edificio:** dati riferiti ai consumi interni di un edificio

→ Centrale frigorifera, Laboratori, Uffici, Aule

Caratteristiche TEMPORALI

 **Granularità Temporale:**

- Dati bimestrali
 - Dati mensili
- } Da fatturazione

- Dati orari
 - Dati quartorari
 - Dati al minuto
- } Da servizio Web o sistema di monitoraggio

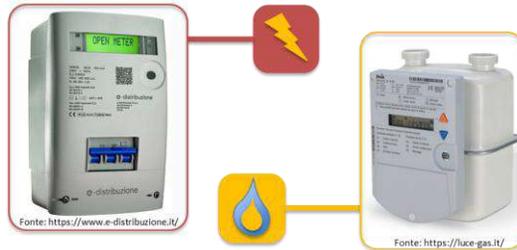
Fonte simboli: <https://it.123rf.com/>

Monitoraggio impianti e utenze energetiche: caratterizzazione delle misurazioni

In base alle caratteristiche descritte, i dati sono articolati su **4 livelli di dettaglio**:

Primo Livello: dati da fatturazione

- Copertura TOTALE di tutte le sedi.
- Misurazioni utilizzate per fatturazione mensile/bimestrale.



Secondo Livello: dati da servizi web

- Previsto per alcuni misuratori
- Soglie definite dalla normativa vigente.



Terzo Livello: dati da sistemi di monitoraggio

- Consente di caratterizzare i consumi all'interno di ogni edificio (GF; altro).
- Ad oggi, copertura delle sedi Milano Città Studi e Bovisa.



Quarto Livello: dati da campagne ad hoc

- E' possibile monitorare i consumi all'interno degli edifici.
- Si effettua una campagna di misura per un tempo prestabilito.

Fonte: <https://www.bottegaenergia.com/>

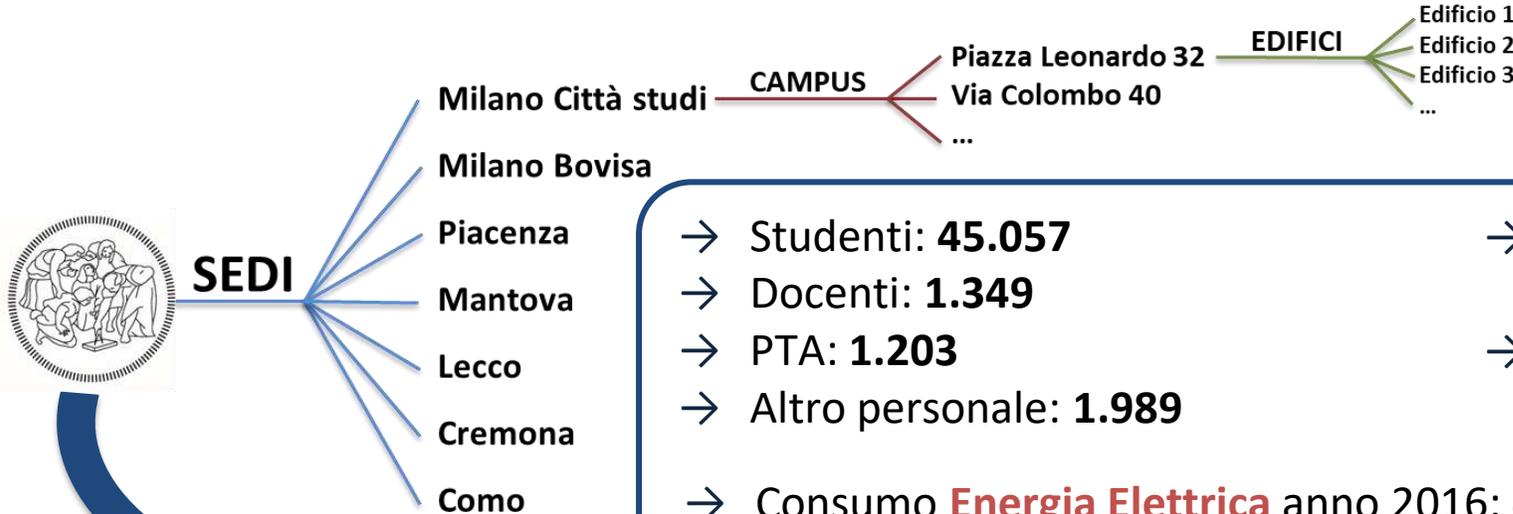


Bilancio Energetico di Ateneo (BEA)

Il Bilancio Energetico di Ateneo include:

Anagrafica di Ateneo

- **Caratteristiche** di ciascuna **Sede (7)** e di ciascun **Campus (18)**
- **Parametri geometrici e caratteristiche Impiantistiche** di ogni **Edificio (110)**



- Studenti: **45.057**
- Docenti: **1.349**
- PTA: **1.203**
- Altro personale: **1.989**

- Superficie lorda: **521.243 m²**
- Superficie netta riscaldata: **321.046 m²**

- Consumo **Energia Elettrica** anno 2016: **43.700 MWh**
- Consumo **Energia Termica** anno 2016: **25.700 MWh**
- Consumo **Idrico** anno 2016: **452.270 m³**

Dati di consumo energetico

- **Dati** articolati secondo i livelli di dettaglio di monitoraggio dei consumi
- **Parametri ed Indicatori** per il confronto tra Sedi, Campus ed Edifici

Per esempio:

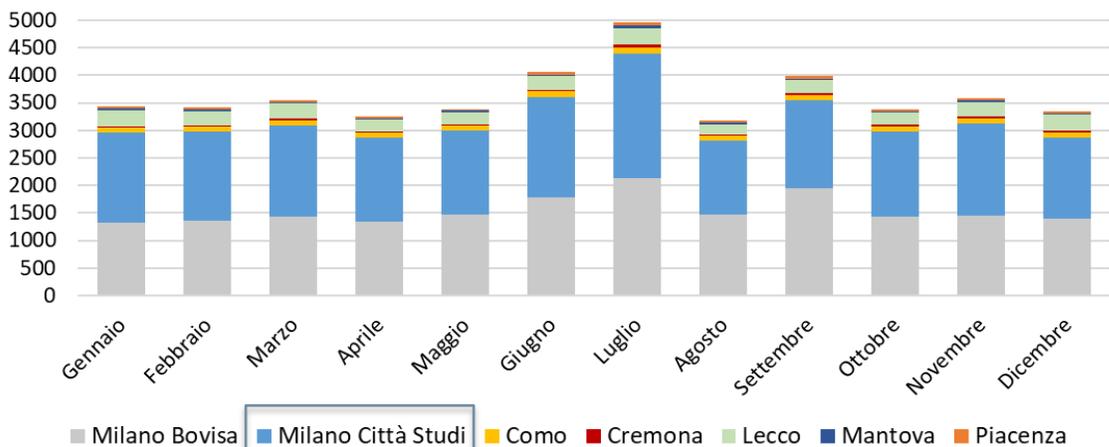
- Energia Elettrica consumata/ Superficie netta
- Energia Termica consumata/ Superficie netta riscaldata
-

BEA: Dati di consumo Energia Elettrica

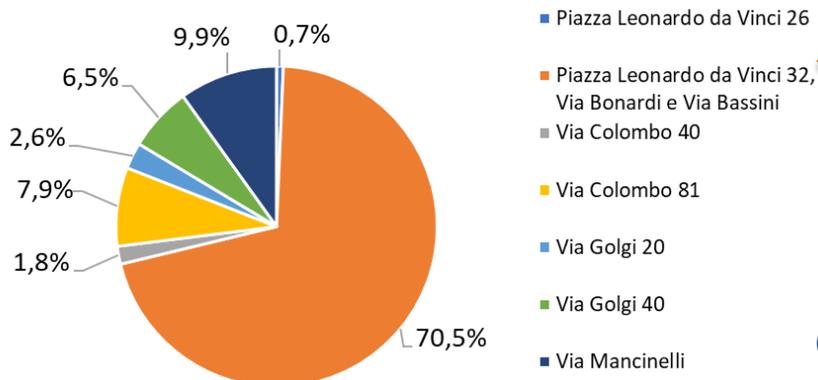


Consumo mensile di ogni sede

Consumo Energia Elettrica [MWh]



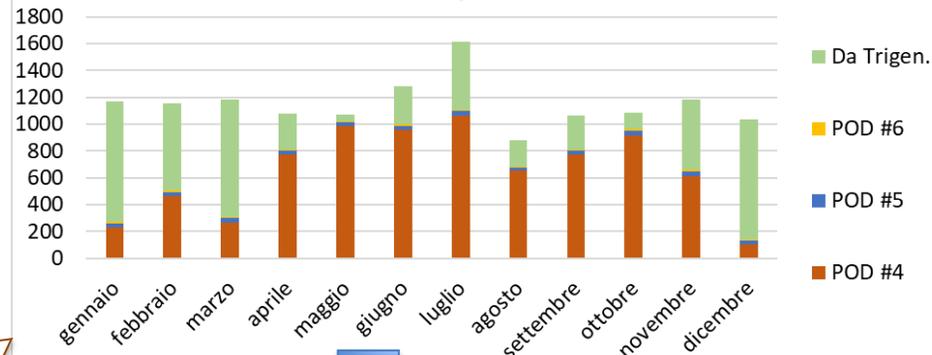
Consumo energia elettrica sede Milano Città Studi



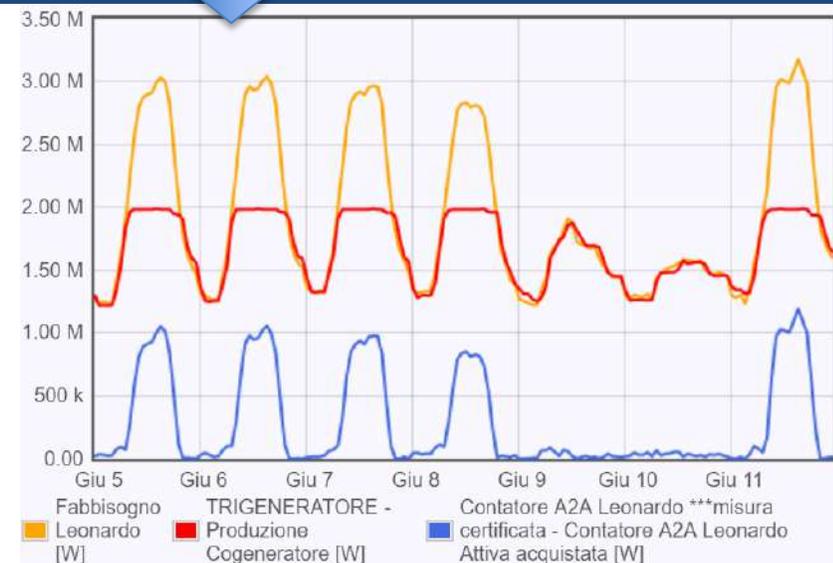
Consumo [%] sede Milano Città Studi

Consumo mensile Campus

Consumo Energia Elettrica [MWh]



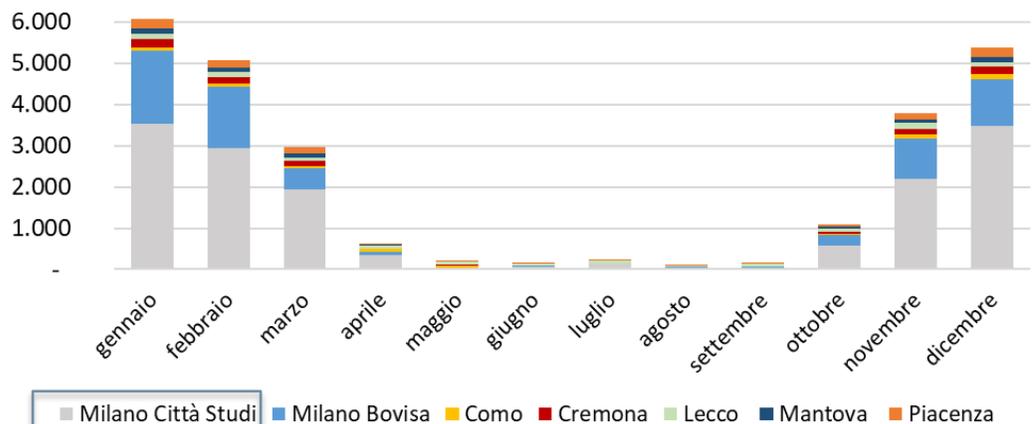
Dettaglio giornaliero



BEA: Dati di consumo Energia Termica



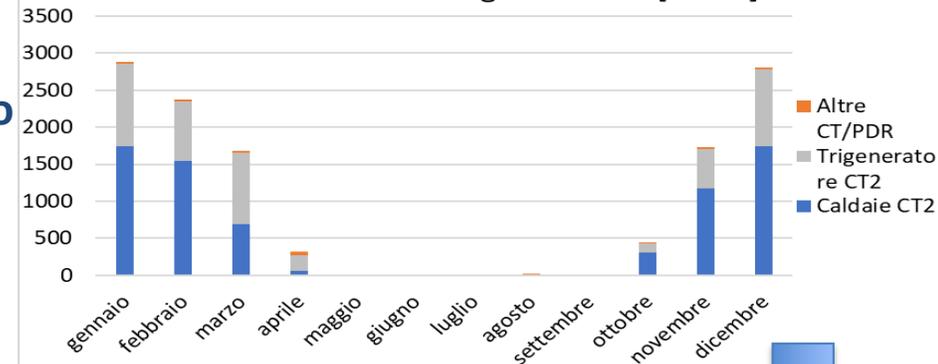
Consumo Energia Termica [MWh]



Consumo mensile di ogni sede

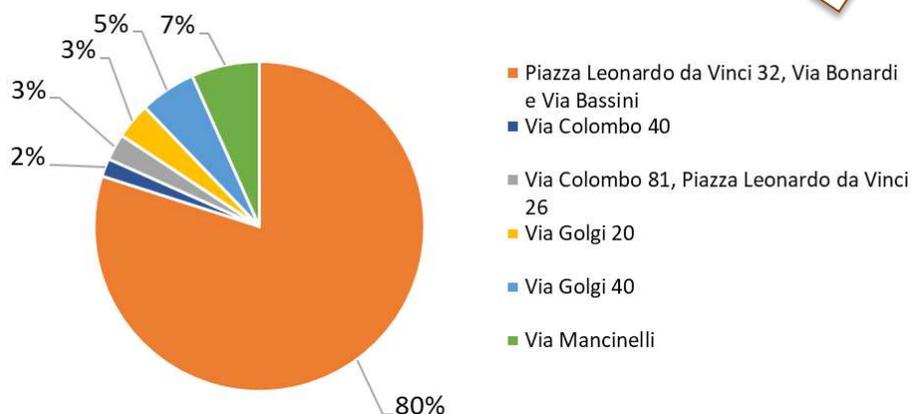
Consumo mensile Campus

Consumo Energia Termica [MWh]

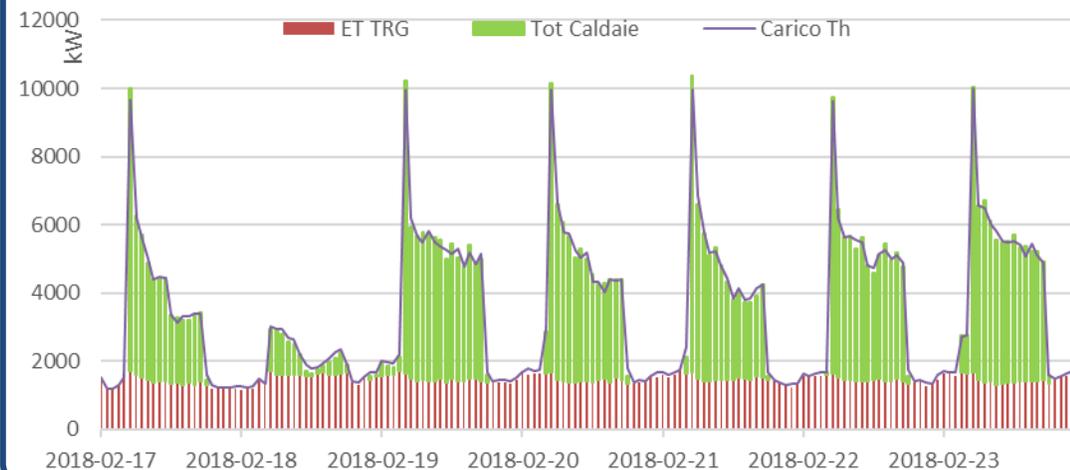


Consumo [%] sede Milano Città Studi

Consumo energia termica sede Milano Città Studi

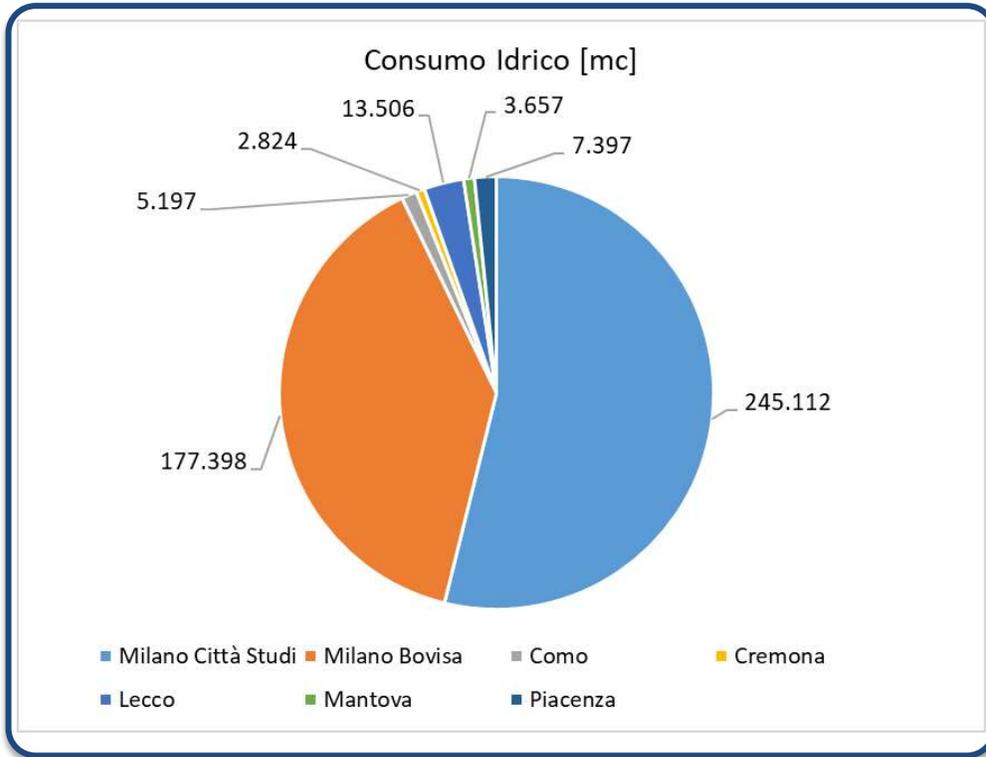


Consumo giornaliero Campus



BEA: Dati di consumo

Consumo Idrico



Calcolo del consumo idrico stimato per ogni sede di ateneo e confronto con valori realmente misurati

[Protocollo ITACA Edifici non residenziali \(agg. 11/2015\)](#): valutazione fabbisogno idrico in base al numero di persone presenti negli edifici.

litri / persona / giorno	Uffici	50
	Edifici scolastici	30

	Milano Città Studi	Milano Bovisa
Consumo Idrico MISURATO [m ³]	245.112	177.398
Consumo CALCOLATO protocollo ITACA [m ³]	204.278	138.948
litri / persona / giorno	37,68	39,18

Trigenerazione al Politecnico: Campus Leonardo; Campus La Masa

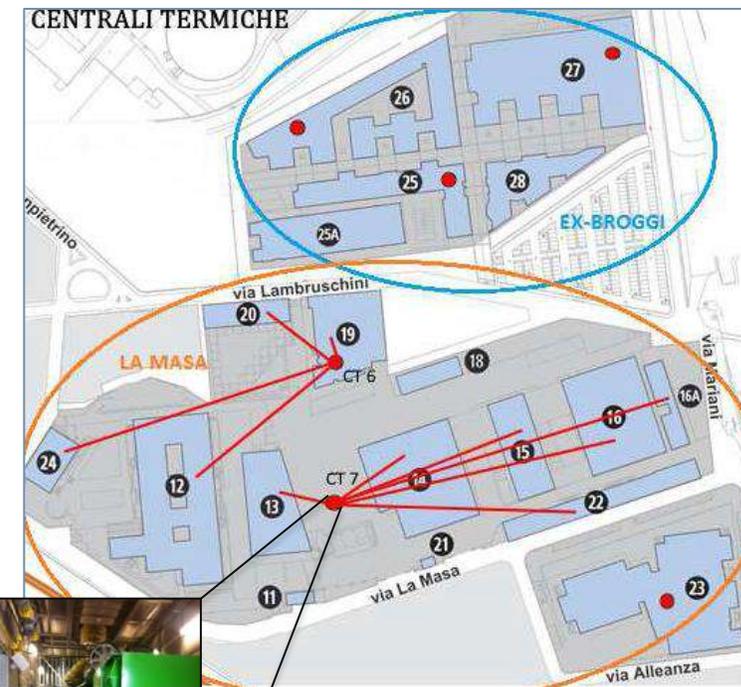
SEDE Milano CITTA' STUDI – campus LEONARDO

- Energia Elettrica e Riscaldamento per tutti gli edifici ●○
 - Raffrescamento per gli edifici 19, 20 e 21 ○
- L'impianto soddisfa oltre il 75% del fabbisogno el. annuo



SEDE Milano BOVISA – campus LA MASA

Progettazione impianto di trigenerazione:



- Simulazione accurata da parte di CE
- Progetto di massima di CPL-Concordia
- Potenza nominale da 2 MW_{el} a copertura di tutto il campus
- Costo tra 3.5 e 4 M€
- Beneficio annuo 1 M€
- Rete TLR a bassa temperatura (elevate prestazioni)

Microgrid e servizi di flessibilità per il campus Leonardo: interruzione transitoria della rete esterna



Trigeneratore + Gen. Emergenza
→ copertura totale utenze
→ aumento qualità e affidabilità del servizio

- Alimentazione di emergenza
- Continuità del servizio elettrico
- Servizi energetici e di flessibilità

- I GE sono al servizio di tutta la rete (2 x 800 kW).
- Il trigeneratore è in grado di funzionare in isola (2000 kW).
- La potenza totale ci rende indipendenti (microgrid)

Microgrid e servizi di flessibilità: protezione da eventi esterni (**buchi di tensione e interruzioni transitorie**)



Trigeneratore + Gen. Emergenza
→ copertura totale utenze
→ aumento qualità e affidabilità del servizio

- Alimentazione di emergenza
- Continuità del servizio elettrico
- Servizi energetici e di flessibilità

- Alcuni edifici non percepiscono il fenomeno. ●
- Il trigeneratore non subisce danni da interruzione.
- La parte in **rosso** torna in servizio dopo 1 s

Microgrid e servizi di flessibilità: protezione da eventi esterni (**interruzioni prolungate**)



Trigeneratore + Gen. Emergenza
→ copertura totale utenze
→ aumento qualità e affidabilità del servizio

- Alimentazione di emergenza
- Continuità del servizio elettrico
- Servizi energetici e di flessibilità

- Alcuni edifici non subiscono alcuna interruzione ●
- I 2 GE vengono attivati (15 s).
- Gli altri edifici percepiscono una interruzione di 30 s. ●

Microgrid e servizi di flessibilità per il campus Leonardo: supporto al sistema elettrico nazionale (**chiamata di TERNA**)



Trigeneratore + Gen. Emergenza
→ copertura totale utenze
→ aumento qualità e affidabilità del servizio

- Alimentazione di emergenza
- Continuità del servizio elettrico
- Servizi energetici e di flessibilità

- I 2 GE vengono attivati su comando di TERNA
- In questo modo, il carico di Leonardo è alleggerito
- Si forniscono 1,6 MW di flessibilità alla rete