



**POLITECNICO
MILANO 1863**

Piano di Mitigazione delle Emissioni di CO₂

Politecnico di
Milano

Edizione “light” 2025



**POLITECNICO
MILANO 1863**

**Aggiornamento del Piano di Mitigazione delle
emissioni di CO₂ del Politecnico di Milano
(*PdM Light, 2025*)**

**Edizione 2025
Anno di rendicontazione 2024**

**Area Gestione Infrastrutture e Servizi
Servizio Sostenibilità Ambientale**

AGGIORNAMENTO DEL PIANO DI MITIGAZIONE DELLE EMISSIONI DI CO₂ DEL POLITECNICO DI MILANO (PdM light, 2025)

Versione: 12 novembre 2025

Autori: Paola Baglione, Paolo Beria, Filippo Bovera, Francesco Cavazzana, Giulia Cavenago, Jacopo Famiglietti, Tommaso Grittini, Mario Grosso, Chiara Minerva, Mario Motta, Alessandro Perego, Eleonora Perotto, Samuel Tolentino, Francesco Silvestri, Maria Licia Zuzzaro

INDICE

1.	INTRODUZIONE E SCOPO	4
2.	MONITORAGGIO DEGLI IMPATTI PREVISTI IN TERMINI DI CO ₂ : CONFRONTO CON GLI ESITI DEGLI INVENTARI DELLE EMISSIONI 2023 E 2024	5
2.1	INVENTARI DELLE EMISSIONI DI CO ₂ DI ATENEO DAL 2015 AL 2024	6
2.2	ANDAMENTO DELLE EMISSIONI DI CO ₂ E TRAIETTORIA DEGLI OBIETTIVI DI RIDUZIONE NEL PERIODO 2015-2024	10
3.	CONFRONTO CON GLI OBIETTIVI DEL PIANO DI MITIGAZIONE PER I SETTORI ENERGIA E TRASPORTI	13
4.	ANALISI DELLE AZIONI INTRAPRESE PER LA MITIGAZIONE	17
4.1	SETTORE ENERGIA: analisi delle azioni proposte	19
4.1.1	Confronto stime di riduzione anno 2024 vs 2015: Inventario 2024 e PdM 2024	20
4.1.2	Emissioni e consumi futuri: scenari e strategie di riduzione	22
4.1.3	Consumi di energia passati e futuri (in termini assoluti): tendenze 25	
4.2	SETTORE TRASPORTI - Attività Accesso al Campus: analisi delle azioni proposte	28
4.2.1	Confronto stime di riduzione anno 2024 vs 2022: Inventario 2024 e PdM 2024, PSCU 2024	30
	Emissioni di CO ₂ pro capite per l'attività "Accesso al Campus"	34
4.2.2	Analisi delle azioni proposte da PdM 2024	35
4.2.3	Target di riduzione delle emissioni di CO ₂ necessari per il settore trasporti per raggiungere gli obiettivi di Ateneo al 2025 e 2030	40
5.	CONCLUSIONI	44
	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	49
	APPENDICE A	51
	Ottimizzazione trigeneratore per la sede di Milano Città Studi (plessi Leonardo-Bonardi- Bassini)	53
	Teleriscaldamento e teleraffrescamento: Campus via La Masa	55
	Corpi illuminanti	58

Produzione di energia fotovoltaica.....	59
Macchine frigorifere.....	61
Interventi su involucro e impianti degli edifici	63
Bandi per i dipartimenti.....	65
Regolazione e supervisione impianti	66
Power Purchase Agreement	69
Comunità energetiche rinnovabili e solidali	70
Aumento della superficie riscaldata e raffrescata	71
APPENDICE B	73
Accesso al Campus: dettaglio dati chilometri percorsi	73
Trasporto Pubblico	73
Mobilità ciclistica	76
Sharing mobility	78
Mobilità elettrica motorizzata.....	79
Frequenza di accesso ai campus	80
Cultura della mobilità sostenibile.....	81

SOMMARIO BREVE

Nel febbraio 2019 il Politecnico di Milano ha adottato la **prima edizione** del “Piano di Mitigazione delle emissioni di CO₂ del Politecnico di Milano” (**PdM, 2019**), in cui è stato presentato il quadro metodologico per la definizione e successiva verifica degli impegni di riduzione delle emissioni di CO₂ dell’Ateneo, con una prima valutazione del potenziale derivante da dieci tipi di interventi nel settore dell’energia e dei trasporti. Contemporaneamente, sono stati adottati **impegni formali di contenimento delle emissioni di CO₂**, come contributo del Politecnico di Milano allo sforzo globale di mitigazione dei cambiamenti climatici: riduzione delle emissioni di CO₂ dell’Ateneo del **25% nel 2025 e del 35% nel 2030**, rispetto **all’anno di riferimento 2015**.

Nel luglio 2024 l’Ateneo ha approvato la **seconda edizione** del “Piano di Mitigazione delle emissioni di CO₂ del Politecnico di Milano” (**PdM, 2024**), descrivendo dapprima lo stato di attuazione delle dieci azioni principali precedentemente delineate, con relativo effetto sulla riduzione delle emissioni al **31/12/2022**, e successivamente l’aggiornamento apportato alle stesse per gli orizzonti temporali previsti, considerando le modifiche del contesto anche alla luce delle linee strategiche delineate dal **primo Piano Strategico di Sostenibilità 2023-2025¹ (PSS-2024)** di Ateneo, con particolare riferimento alla sesta priorità **“Ambiente”**, di cui di seguito si riportano le finalità:

Essere promotori di innovazione e sperimentazione nell’ambito della sostenibilità ambientale, impegnandosi nella transizione energetica e riduzione delle emissioni di gas serra, dei consumi energetici e valorizzando soluzioni di mobilità sostenibile ed economia circolare.

La seconda edizione del Piano di Mitigazione (PdM, 2024), ha assunto pertanto gli **impegni formali di riduzione delle emissioni** previsti dal Piano Strategico di Sostenibilità (PSS-2024), che hanno confermato l’obiettivo di riduzione **del -25% nel 2025**, rivisto l’obiettivo di riduzione nel **2030 rialzandolo dal -35% al -50%**, e assunto un nuovo obiettivo **“Net zero di CO₂”** da raggiungere **entro il 2040**.

In coerenza con l’inventario delle emissioni di CO₂ di Ateneo e in continuità con quanto già accaduto in passato, si precisa che le percentuali di riduzione assumono il **2015** come **anno di riferimento**.

¹ 2023_25_Piano_strategico_sostenibilita.pdf (polimi.it)

Per garantire l'allineamento temporale degli aggiornamenti dei Piani Strategici di Ateneo (2023-2025; 2026-2028), come stabilito nel PdM 2024, la **nuova edizione del Piano di Mitigazione (terza edizione 2026-2028)** è prevista per il **2026**.

Negli anni intermedi, **2025** e **2027**, si è scelto di effettuare un aggiornamento minimo del Piano c.d. "versione light".

Il presente documento rappresenta quindi il **Piano di Mitigazione light (PdM light, 2025)**. Il suo scopo è **analizzare lo stato di avanzamento** delle attività di mitigazione previste nel Piano precedente (PdM, 2024) basandosi sui dati consuntivi delle azioni realizzate al **31/12/2024**, **monitorando la tendenza delle riduzioni** e **valutando l'avvicinamento o lo scostamento dagli obiettivi di riduzione** delle emissioni assunti per gli anni **2025** e **2030**.

Maggiori dettagli sono disponibili nella **Sezione 1**.

1. INTRODUZIONE E SCOPO

Lo scopo generale della redazione del Piano di Mitigazione delle emissioni di CO₂ del Politecnico di Milano è riportato in modo dettagliato nella Sezione 1 della sua seconda edizione (PdM, 2024), documento adottato con Delibera del Senato accademico (Delibera n. 202407220279, 22/07/2024 e del Consiglio di Amministrazione (Delibera n. 202407300891, 30/07/2024).

Il presente documento ha lo scopo di fornire il quadro d'insieme delle azioni di mitigazione che il Politecnico ha già messo in atto, di quelle future previste e/o di quelle che si suggerisce di implementare, per ridurre le emissioni di CO₂ in ottemperanza alle **politiche di sviluppo sostenibile di Ateneo**.

L'obiettivo è supportare gli Organi di governo nel monitoraggio dei progressi, nel rispetto degli obiettivi di riduzione assunti a breve e a lungo termine, nonché fornire gli strumenti necessari per la pianificazione delle future strategie di sostenibilità.

In particolare, come riportato nelle **Sezioni 2.1 e 6.5** della seconda edizione (PdM, 2024), è prevista la pubblicazione di una terza edizione del Piano nel 2026 (PdM 2026-2028) e un **aggiornamento intermedio nel 2025 (PdM, 2025)**. Questo documento pertanto costituisce suddetto aggiornamento, con gli obiettivi di:

- monitorare la tendenza di riduzione delle emissioni di CO₂ in base ai dati degli inventari di Ateneo per gli anni 2023 e 2024, in vista del target al 2025, previsto dal Piano Strategico di Sostenibilità 2023-2025 (PSS_AGG25_RS24) e dal Piano di Mitigazione (PdM, 2024) verificando la distanza dalla traiettoria lineare degli obiettivi rispetto al 2015 (**Sezione 2**);
- confrontare gli obiettivi previsti per i settori energia e trasporti con le riduzioni eventualmente raggiunte al 31/12/2024 (**Sezione 3**);
- effettuare una valutazione qualitativa dell'efficacia complessiva delle azioni intraprese e finanziate, e delle eventuali variazioni, in riferimento al Piano di Mitigazione (PdM, 2024), per capire quali interventi abbiano già prodotto risultati, quali potrebbero averne nel tempo e quali abbiano avuto esiti diversi da quelli attesi, indagando se le cause siano interne all'Ateneo o legate a fattori esterni (**Sezione 4**);
- monitorare eventuali variazioni di contesto, con particolare riferimento a quelle introdotte dalla Governance di Sostenibilità di Ateneo, in termini di azioni e finanziamenti (**Sezione 4**).

L'obiettivo generale del documento è quindi valutare se, nel complesso, il percorso finora seguito sia coerente con gli obiettivi di mitigazione delle emissioni di CO₂ fissati per il 2025 e 2030 e fornire un quadro generale sintetico che riassume i punti chiave.

Per maggiori dettagli rispetto agli impatti (e alle stime delle riduzioni di emissioni di CO₂) delle singole azioni previste nel PdM 2024 nei Settori energia e mobilità e qui aggiornate, si rimanda alle **Appendici A** (Settore energia) e **B** (Settore mobilità).

Per chiarimenti in merito agli aspetti metodologici, sia nella definizione degli impegni di riduzione delle emissioni, sia nella stima delle emissioni future, si rimanda alle **Sezioni 2 e 3 del PdM, 2024**.

2. MONITORAGGIO DEGLI IMPATTI PREVISTI IN TERMINI DI CO₂: CONFRONTO CON GLI ESITI DEGLI INVENTARI DELLE EMISSIONI 2023 E 2024

Il calcolo delle emissioni di CO₂ di Ateneo aggiornato annualmente, rappresenta la base conoscitiva necessaria e funzionale all'obiettivo del Politecnico di Milano di ridurre il proprio impatto ambientale tramite lo sviluppo del Piano di Mitigazione con l'assunzione di impegni di riduzione a breve e lungo termine.

Il Politecnico ha realizzato gli **inventari dal 2015 al 2024**.

L'inventario dell'anno **2015** è stato assunto come anno storico di riferimento per gli impegni di riduzione, costituendo la **baseline** rispetto alla quale verificare l'andamento delle emissioni.

Nel 2024 e nel 2025, il Politecnico ha completato gli inventari delle emissioni riferiti all'anno 2023 con dati definitivi, e all'anno 2024 con dati preliminari.

I dati del 2024 sono considerati preliminari principalmente a causa dei fattori di emissione utilizzati e, con il loro aggiornamento, l'esito dell'inventario potrebbe subire variazioni:

- **Settore Energia:** sono stati utilizzati i Fattori di emissione nazionali pubblicati da ISPRA nella *"Serie storica dei fattori di emissione nazionali (1990-2023) per la produzione ed il consumo di elettricità"*, che includono dati preliminari al 2024.
- **Settore Trasporti:** non essendo ancora disponibile l'aggiornamento al 2024 della *"Serie storica aggiornata dal 1990 al 2023 dei dati sul trasporto stradale in Italia"* (pubblicata da ISPRA), sono stati utilizzati gli stessi dati del 2023.

La presente sezione ha lo scopo di verificare la compatibilità tra le stime delle emissioni di CO₂ previste per gli anni 2023 e 2024, ipotizzate nel PdM 2024 redatto con la disponibilità dei dati di inventario fino all'anno 2022, e le effettive emissioni rendicontate per gli anni 2023 e 2024 dagli **inventari** di Ateneo.

2.1 INVENTARI DELLE EMISSIONI DI CO₂ DI ATENEO DAL 2015 AL 2024

In **Tabella 2-1** vengono riportate le emissioni di CO₂ di Ateneo **assolute** espresse in tCO₂/anno, dall'anno 2015 all'anno 2024 divise per settore e per attività, la consistenza della popolazione del Politecnico di Milano rendicontata nei medesimi anni e le emissioni **pro capite** espresse in kgCO₂/(persona.anno).

Tabella 2-1 Emissioni di CO₂ di Ateneo (tCO₂) dall'anno 2015 all'anno 2024 divise per settore e per attività.

SETTORE	ATTIVITÀ	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Consumi elettrici (Scopo 2)	Illuminazione	2.007	1.785	1.768	1.470	1.409	1.093	1.298	1.516	1.164	883
	Climatizzazione invernale	134	119	118	98	94	73	87	101	78	59
	Climatizzazione estiva	1.338	1.190	1.179	980	939	729	865	1.011	776	589
	Laboratori pesanti e data center	5.351	4.760	4.716	3.920	3.757	2.914	3.462	4.042	3.103	2.355
	Altri usi elettrici	4.549	4.046	4.008	3.332	3.193	2.477	2.943	3.436	2.637	2.002
Totale		13.379	11.899	11.789	9.799	9.392	7.285	8.655	10.106	7.757	5.889
Consumi di gas (Scopo 1)	Climatizzazione invernale	3.535	5.429	6.790	7.425	7.467	7.395	8.868	7.728	6.395	6.348
	Climatizzazione estiva	80	154	190	213	214	198	246	233	189	178
	Laboratori pesanti e data center	30	48	58	64	64	67	81	72	58	57
	Altri usi di gas	7	7	6	6	6	5	5	3	2	2
	Produzione energia elettrica usi interni	748	1.433	1.770	1.991	2.001	1.846	2.295	2.179	1.767	1.665
Totale		4.399	7.071	8.813	9.701	9.752	9.510	11.494	10.215	8.412	8.251
Teleriscaldamento (Scopo 2)	Climatizzazione invernale	190	235	237	241	231	254	416	358	234	251
Totale		190	235	237	241	231	254	416	358	234	251
Trasporti (Scopo 3)	Missioni personale interno	1.529	1.704	2.014	2.002	2.078	386	442	1.532	2.264	2.684
	Accesso al Campus	11.671	10.141	10.213	12.224	12.541	3.280	8.086	13.560	12.899	12.641
	Studenti in mobilità (es. Erasmus)	439	471	551	546	633	438	437	780	900	954
	(Scopo 1) Veicoli di proprietà del Politecnico	79	72	83	83	83	83	83	83	83	83
Totale		13.719	12.388	12.861	14.855	15.336	4.187	9.048	15.955	16.146	16.362
Emissioni di CO₂ Totale complessivo (t/anno)		31.686	31.592	33.699	34.596	34.710	21.236	29.613	36.634	32.549	30.752
Popolazione del Politecnico di Milano		48.300	49.610	50.772	51.829	53.507	54.265	56.451	57.206	57.726	57.817
Emissioni di CO₂ pro-capite (kg/persona.anno)		656	637	664	668	649	391	525	640	564	532

Si evidenzia che gli obiettivi di riduzione al 2025 e 2030, assunti nel Piano di Mitigazione (PdM, 2024) e nel Piano Strategico di Sostenibilità (2023-2025), si riferiscono alle **emissioni pro capite annue**.

Come descritto nella Sezione 2.5.2.2 del PdM, 2024, si è scelto di assumere **obiettivi di intensità emissiva**, adottando come **indicatore specifico** la **popolazione complessiva di Ateneo** (macro-categorie: "Studenti" e "Personale docente e tecnico amministrativo").

In sede di **aggiornamento annuale dell'inventario**, il dato della popolazione utilizzato è allineato all'anno stesso di rendicontazione. Questa scelta consente di valutare l'andamento delle emissioni in modo più rappresentativo, considerando la crescita dell'Ateneo rispetto all'anno base 2015.

Per stimare invece gli **impatti relativi alle future azioni** previste dal piano, in termini di riduzione delle **emissioni di CO₂ pro capite**, nel **PdM 2024**, per gli anni successivi all'ultimo inventario rendicontato (2022), si è assunto di mantenere **costante il dato della popolazione politecnica**, fino agli anni obiettivo (2025-2030), valutato in **58.000** persone.

In **Tabella 2-2** vengono riportate le **emissioni di CO₂ di Ateneo pro capite**, espresse in kgCO₂/persona.anno, dell'anno base 2015 e degli ultimi 3 anni di rendicontazione (2022, 2023, 2024), per settore e attività, e le **variazioni percentuali al 2024** calcolate nei due periodi **2024-2022** e **2024-2015**.

Tabella 2-2 Emissioni di CO₂ (kg/persona.anno) pro capite per settore e attività negli anni 2015 2022, 2023 e 2024 e variazioni percentuali al 2024 rispetto al 2022 e rispetto al 2015.

SETTORE	ATTIVITÀ	2015	2022	2023	2024	Variazione 2024-2022	Variazione 2024-2015
Consumi elettrici (Scopo 2)	Illuminazione	42	26	20	15	-42,3%	-63,2%
	Climatizzazione invernale	3	2	1	1	-42,3%	-63,2%
	Climatizzazione estiva	28	18	13	10	-42,3%	-63,2%
	Laboratori pesanti e data center	111	71	54	41	-42,3%	-63,2%
	Altri usi elettrici	94	60	46	35	-42,3%	-63,2%
Totale		277	177	134	102	-42,3%	-63,2%
Consumi di gas (Scopo 1)	Climatizzazione invernale	73	135	111	110	-18,7%	50,0%
	Climatizzazione estiva	2	4	3	3	-24,4%	85,9%
	Laboratori pesanti e data center	1	1	1	1	-21,8%	59,8%
	Altri usi di gas	0	0	0	0	-27,2%	-69,6%
	Produzione energia elettrica usi interni	15	38	31	29	-24,4%	85,9%
Totale		91	179	146	143	-20,1%	56,7%
Teleriscaldamento (Scopo 2)	Climatizzazione invernale	4	6	4	4	-30,5%	10,8%
	Totale	4	6	4	4	-30,5%	10,8%
Trasporti (Scopo 3) (Scopo 1)	Missioni personale interno	32	27	39	46	73,3%	46,6%
	Accesso al Campus	242	237	223	219	-8%	-10%
	Studenti in mobilità (es. Erasmus)	9	14	16	16	21,0%	81,7%
	Veicoli di proprietà del Politecnico	2	1	1	1	-1,4%	-12,7%
Totale		284	279	280	283	1,3%	-0,4%
Emissioni di CO₂ (kg/persona.anno) pro capite complessivo		656	640	564	532	-17,0%	-18,9%

Nella **Tabella 2-3** è indicato per gli anni 2015, 2022, 2023, 2024 il **contributo delle emissioni di CO₂ pro capite derivanti dal settore energia** (dato aggregato con tutte le attività) **e trasporti** (dato disaggregato con il dettaglio delle attività), **rispetto al totale pro capite di Ateneo**. La **Figura 2-1** riporta la medesima

ripartizione percentuale, riferita al contributo delle emissioni pro capite rispetto al totale di Ateneo, ma del solo anno 2024.

Tabella 2-3 Emissioni di CO₂ (kg/persona.anno) pro capite per settore e attività negli anni 2015, 2022, 2023 e 2024, ripartizione % rispetto alle emissioni di CO₂ di Ateneo.

SETTORE - ATTIVITÀ	2015	2022	2023	2024
Consumi elettrici (Scopo 2)	42%	28%	24%	19,1%
Consumi di gas (Scopo 1)	14%	28%	26%	26,8%
Teleriscaldamento (Scopo 2)	1%	1%	1%	0,8%
Trasporti - Missioni personale interno (Scopo 3)	5%	4%	7%	8,7%
Trasporti - Accesso al Campus (Scopo 3)	37%	37%	40%	41,1%
Trasporti - Studenti in mobilità (es. Erasmus) (Scopo 3)	1%	2%	3%	3,1%
Trasporti - Veicoli di proprietà del Politecnico (Scopo 1)	0%	0%	0%	0,3%
Emissioni di CO₂ (kg/persona.anno) pro capite complessivo	100%	100%	100%	100%

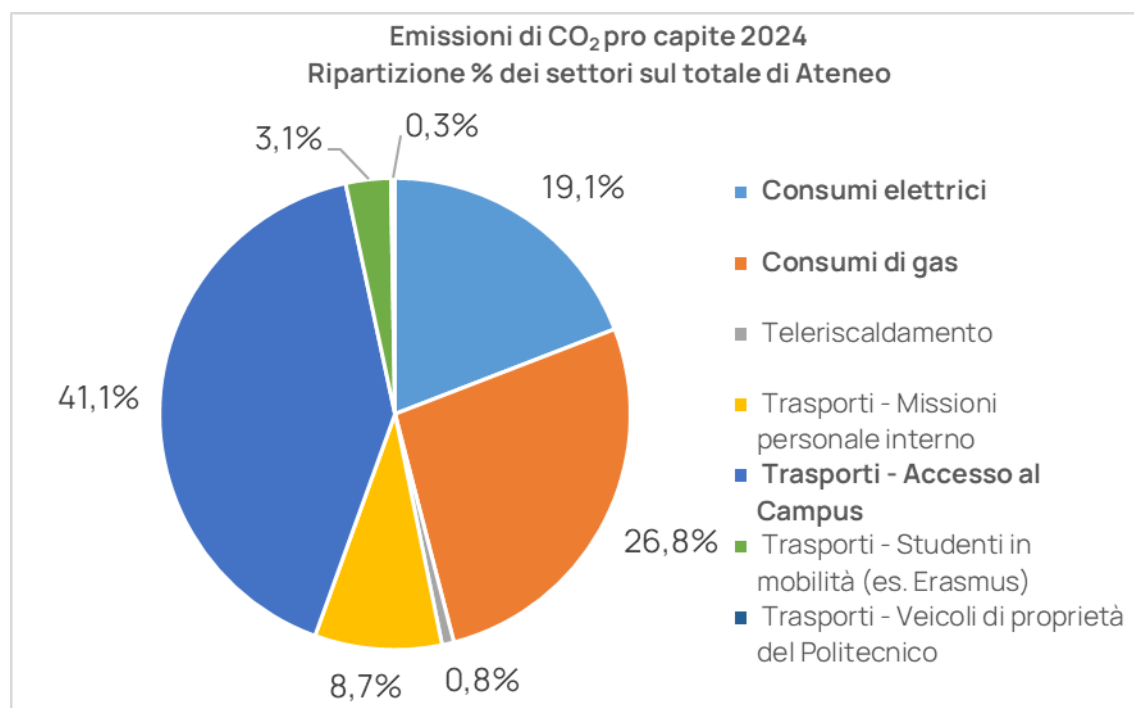


Figura 2-1 Emissioni di CO₂ pro capite rendicontate per l'anno 2024: ripartizione percentuale riferita al contributo dei settori consumi elettrici, di gas, teleriscaldamento e trasporti, con il dettaglio sulle diverse attività del settore trasporti.

Si sottolinea che, a valle della pubblicazione del Piano di Mitigazione (PdM, 2024), le **stime delle emissioni di CO₂ rendicontate nell'inventario dell'anno 2022 sono state ricalcolate** in conseguenza alla pubblicazione, da parte di

ISPRA, dei fattori di emissione definitivi per l'anno 2022, relativi al settore energia elettrica. Tale aggiornamento ha comportato un lieve aumento delle emissioni di CO₂ complessive pro-capite rendicontate al 2022 che sono variate da 638 kgCO₂/persona.anno a 640 kgCO₂/persona.anno.

La **terza edizione del Piano di Mitigazione 2026** dedicherà una sezione di approfondimento al tema della revisione degli inventari confrontando gli standard di riferimento, al fine di definire una metodologia da adottare nel caso sussistano alcune specifiche condizioni, tra cui le variazioni dei dati di cui sopra, operate da parte degli enti consultati.

2.2 ANDAMENTO DELLE EMISSIONI DI CO₂ E TRAIETTORIA DEGLI OBIETTIVI DI RIDUZIONE NEL PERIODO 2015-2024

Questa sezione valuta, in base all'esito della quantificazione annuale delle emissioni di CO₂, illustrate nel capitolo precedente, quanto l'Ateneo si sia finora discostato dagli **obiettivi di intensità emissiva** formalizzati. **Di seguito è riportato l'esito dell'inventario delle emissioni del Politecnico nel 2023 e nel 2024.**

L'inventario 2023 ha registrato una riduzione delle emissioni di CO₂ pro capite di **-14%** rispetto al 2015, raggiungendo **564** kgCO₂/persona.anno. Questo risultato **non ha raggiunto** l'obiettivo di riduzione **previsto dalla traiettoria lineare obiettivo** di **-20%**, pari a **525** kgCO₂/persona.anno, mostrando uno scostamento del **+7,4%**.

L'inventario 2024 ha registrato una riduzione delle emissioni di CO₂ pro capite di **-18,9%** rispetto al 2015, raggiungendo **532** kgCO₂/persona.anno. Questo risultato **non ha raggiunto** l'obiettivo di riduzione **previsto dalla traiettoria lineare obiettivo** del **-22,5%**, pari a **508** kgCO₂/persona.anno, mostrando uno scostamento del **+4,6%**.

Si **evidenzia** dunque **uno scostamento dai target obiettivo**, ma è **possibile leggere una tendenza della riduzione delle emissioni** che si avvicina ai valori obiettivo, come mostrato in **Tabella 2-4** e in **Figura 2-2**.

La **Tabella 2-4** riporta i valori espressi in kgCO₂/persona.anno (emissioni pro capite) e valori percentuali. Nello specifico, la variazione percentuale riportata in **colonna e** (confronto tra i due valori in **colonna a** e **colonna c**), **indica lo scostamento delle emissioni di CO₂ pro capite reali dalla traiettoria lineare**

obiettivo di riduzione, cioè è **indice di quanto l'Ateneo sia finora stato vicino agli obiettivi assunti**.

Il Grafico riportato in **Figura 2-2** mostra lo scostamento sopra descritto, comparando due serie di dati espresse in kgCO₂.persona.anno, nel periodo 2015-2025.

Tabella 2-4 Obiettivi annuali di riduzione delle emissioni di CO₂ pro capite dal 2015 al 2025 ed emissioni reali rendicontate dal 2015 al 2024.

	a	b	c	d	e
Anno	Traiettoria lineare obiettivo delle emissioni pro capite, rispetto al 2015	Variazione percentuale della traiettoria lineare obiettivo delle emissioni pro capite rispetto al 2015	Traiettoria reale delle emissioni pro capite	Variazione percentuale della traiettoria reale delle emissioni pro capite rispetto al 2015	Variazione percentuale delle emissioni pro capite reali rispetto a quelle obiettivo
	kgCO ₂ /persona.anno	variazione %	kgCO ₂ /persona.anno	variazione %	variazione %
2015	656	0%	656	0%	
2016	640	-2,5%	637	-2,9%	-0,4%
2017	623	-5,0%	664	+1,2%	+6,5%
2018	607	-7,5%	668	+1,8%	+10,0%
2019	590	-10,0%	649	-1,1%	+9,9%
2020	574	-12,5%	391	-40,3%	-31,8%
2021	558	-15,0%	525	-20,0%	-5,9%
2022	541	-17,5%	640	-2,4%	+18,3%
2023	525	-20,0%	564	-14%	+7,4%
2024	508	-22,5%	532	-18,9%	+4,6%
2025	492	-25%			

Colonna a: **traiettoria lineare obiettivo di riduzione** delle emissioni di CO₂ pro capite, rispetto al 2015, attese negli anni obiettivo e negli anni intermedi, dal 2015 al 2025;

Colonna b: **variazione percentuale della traiettoria lineare obiettivo di riduzione** (colonna a) delle emissioni di CO₂ pro capite. Per raggiungere -25% nel 2025 si assume una riduzione costante del -2,5% in più ogni anno, rispetto all'anno precedente, partendo dal 2015;

Colonna c: **traiettoria di riduzione reale quantificata** dall'**inventario** delle emissioni di CO₂ pro capite di Ateneo dal 2015 al 2024;

Colonna d: **variazione percentuale della traiettoria di riduzione reale** (colonna c) delle emissioni di CO₂ pro capite, rispetto al 2015,

Colonna e: **variazione percentuale calcolata** tra il valore delle emissioni di CO₂ pro capite obiettivo atteso in un determinato anno, rispetto al 2015, e il valore reale quantificato dall'**inventario** di Ateneo nello stesso anno, la **differenza è espressa come variazione %**.

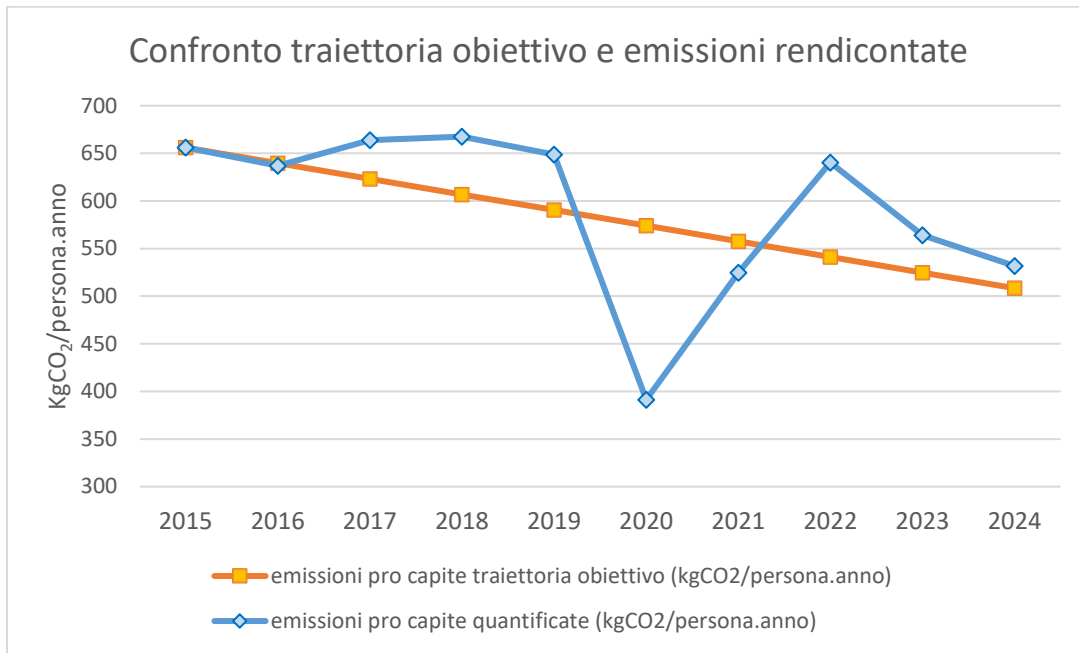


Figura 2-2 Obiettivi annuali di riduzione delle emissioni pro capite: traiettoria delle emissioni di CO₂ rendicontate (2015-2024) in relazione al trend obiettivo (2015-2025).

La linea **arancione** rappresenta la "**traiettoria lineare obiettivo**": è la linea di riferimento per valutare i progressi di riduzione delle emissioni. Questa linea retta parte dal valore reale delle emissioni pro capite rendicontate nell'anno base 2015, e scende in modo lineare con una riduzione progressiva nel corso degli anni, fino a raggiungere il valore target prefissato -25% al 2025.

La linea **blu** rappresenta le "**Emissioni quantificate**" effettivamente registrate. Il suo andamento è variabile in quanto da un lato riflette le emissioni reali dell'Ateneo, anno per anno, derivanti dalle attività realizzate in ottemperanza alle scelte strategiche di Ateneo, dall'altro considera l'evoluzione del contesto esterno (es. crisi pandemica, crescita della popolazione Polimi, variazioni meteorologiche, variazioni di comportamento, variazioni di spostamenti della popolazione, ecc.).

La metodologia adottata per la definizione degli impegni di riduzione delle emissioni è descritta al Capitolo 2, Paragrafo 2.5 del PdM 2024.

Interpretando la Figura 2-2, si può sottolineare che:

- Tra gli anni **2015 e 2019** le emissioni reali sono quasi sempre al di sopra o vicine all'obiettivo. **Questo risultato indica che l'azione di riduzione delle emissioni non è stata in linea con i target prefissati;**

- Tra gli anni **2020 e 2021** vi è un'anomalia evidente: nel 2020, si registra un forte calo delle emissioni effettive, scendendo ben al di sotto della traiettoria obiettivo. Nel 2021, c'è una successiva ripresa con un aumento significativo. Questo andamento è **legato alle restrizioni e ai cambiamenti di comportamento causati dalla pandemia di COVID-19**, che hanno drasticamente ridotto le attività in presenza nel 2020 e hanno visto una graduale ripresa nel 2021;
- Tra gli anni **2022 e 2024** le emissioni tornano ad essere superiori all'obiettivo, mostrando tuttavia una tendenza di lieve discesa rispetto al picco del 2022;
- Nel **2024** le emissioni sono inferiori a quelle del 2015, ma non raggiungono l'obiettivo di riduzione.

Guardando l'**andamento complessivo 2015-2024**, si può osservare una tendenza generale alla riduzione delle emissioni pro capite. **È importante dunque sottolineare che questo calo conferma l'impegno costante del Politecnico nel perseguire gli obiettivi di riduzione definiti.**

Nelle sezioni successive del presente documento si propone un'analisi più approfondita, finalizzata a distinguere il **contributo specifico dei settori energia e trasporti**. Per ciascun settore **si è fatto riferimento alle azioni previste dalla seconda edizione del Piano di Mitigazione (PdM, 2024)**, tenendo conto delle rispettive variabilità strutturali: si pensi, ad esempio, al limitato margine di controllo sugli spostamenti della comunità politecnica per l'accesso ai campus rispetto alla maggiore programmabilità di interventi infrastrutturali, come l'installazione di impianti fotovoltaici.

3. CONFRONTO CON GLI OBIETTIVI DEL PIANO DI MITIGAZIONE PER I SETTORI ENERGIA E TRASPORTI

In questa sezione vengono confrontati gli obiettivi previsti dal **PdM 2024**, per i **settori energia e trasporti** con la rendicontazione delle attività e delle riduzioni raggiunte all'anno 2024.

Gli obiettivi previsti dal PdM 2024 in termini di riduzione delle emissioni di CO₂ pro capite complessive, rispetto all'anno base 2015, sono i seguenti:

- - 25% al 2025 vs 2015;
- - 50% al 2030 vs 2015;
- Net-Zero CO₂ al 2040.

In **Figura 3-1** sono mostrate le **emissioni derivanti dal settore energia**, costituito dalle attività concernenti i consumi di energia elettrica, i consumi di gas ed i consumi da teleriscaldamento, e le **emissioni derivanti dal settore trasporti**, costituito dalle attività concernenti le missioni di lavoro del personale del Politecnico, l'accesso ai campus, gli studenti in mobilità ed i veicoli di servizio del Politecnico. Viene fornito il confronto **dell'andamento delle emissioni pro capite tra il 2015, 2022 e il 2024 per i settori energia e trasporti e il totale delle emissioni di Ateneo**.

È evidente che il **trend totale** registrato delle emissioni pro capite di CO₂ nel 2024 rispetto al 2015, ridotte del **-18,9%**, è attribuibile principalmente alla **riduzione che si è verificata nel settore energia** (vedi anche **Tabella 2-2**). Per tale settore, infatti, nel **2024** si registra una riduzione del **-33%** delle emissioni (da 372 kgCO₂/persona.anno a 249 kgCO₂/persona.anno), dovuta alla **forte riduzione dei consumi di energia elettrica** (mentre si registra un **aumento dei consumi di gas e teleriscaldamento**).

Per il **settore trasporti** la riduzione totale delle emissioni è di solo **-0,4%** (da 284 kgCO₂/persona.anno a 283 kgCO₂/persona.anno); la **Figura 3-2** mostra il dettaglio del contributo delle attività considerate. Per tale settore, si registra **una diminuzione** delle emissioni pro capite da attività **accesso ai campus**, **-10% rispetto al 2015**, e un consistente **aumento delle emissioni pro capite derivanti** dalle altre attività, principalmente le emissioni da **viaggi effettuati da studenti in mobilità** e dal personale interno per le **missioni di lavoro** (vedi anche **Tabella 2-2**).

In particolare, in **Tabella 3-1** riporta un approfondimento rispetto ai dati dei **chilometri totali percorsi per effettuare le missioni di lavoro nel periodo 2015 - 2024**. Si evidenzia: *i*) un trend di crescita costante tra il 2015 e il 2019 (sia in termini di chilometri totali, che di dato pro capite), *ii*) una drastica riduzione dei chilometri negli anni della pandemia (2020 e 2021), con conseguente minimo storico dei dati pro capite; *iii*) una ripresa dal 2022 con raggiungimento nel 2023 di valori prossimi (assoluti e pro capite) a quelli pre-pandemici, *iv*) un ulteriore incremento nel corso del 2024 dei valori assoluti e pro capite, con raggiungimento di un **picco massimo storico** (698 km/persona.anno).

In considerazione di quanto sopra, nei prossimi anni questa attività sarà monitorata e attenzionata, auspicando un ritorno ai valori pre pandemia.

Tabella 3-1 Chilometri totali (assoluti e pro capite) percorsi per effettuare le missioni di lavoro dal 2015 al 2024.

Missioni di lavoro del Personale			
Anno	km totali/anno	Popolazione	km/persona.anno
2015	24.073.929	48.300	498
2016	26.644.518	49.610	537
2017	30.960.365	50.772	610
2018	30.281.466	51.829	584
2019	31.451.241	53.507	588
2020	5.468.471	54.265	101
2021	5.683.079	56.451	101
2022	22.199.675	57.206	388
2023	33.467.316	57.726	580
2024	40.357.095	57.817	698

Nella realizzazione del prossimo Piano di Mitigazione 2026, sarà posta particolare attenzione a queste attività anche a valle dei dati a consuntivo dell'inventario delle emissioni di CO₂ 2025.

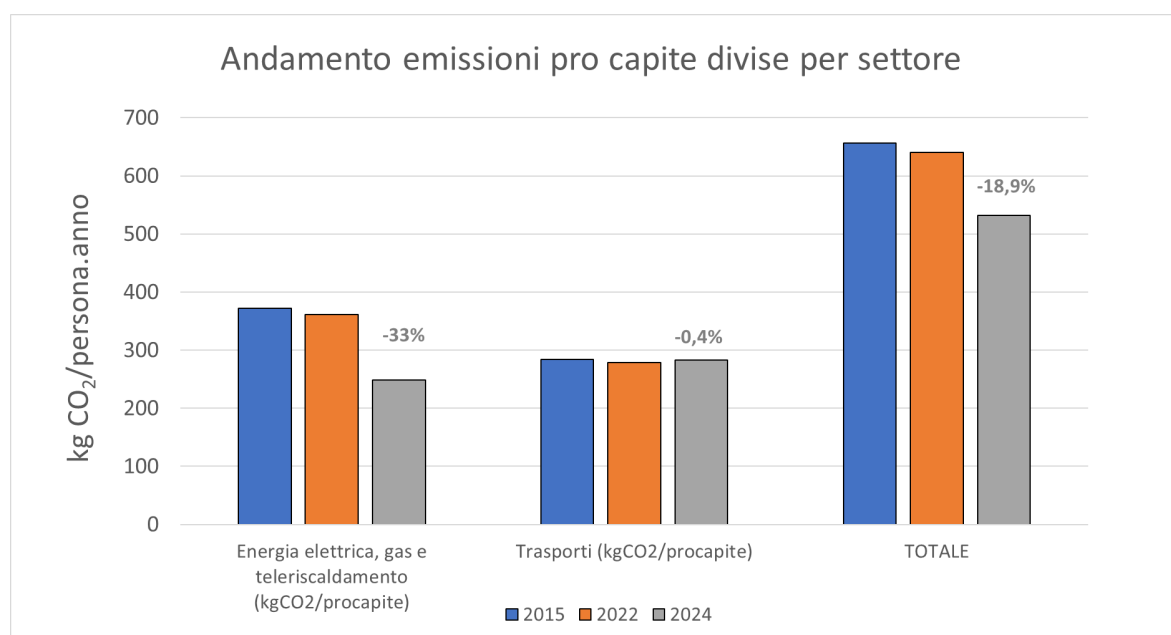


Figura 3-1 Andamento delle emissioni pro capite anni 2015, 2022, 2024, settori energia e trasporti; in grigio sono riportate le variazioni delle emissioni pro capite tra il 2015 e il 2024.

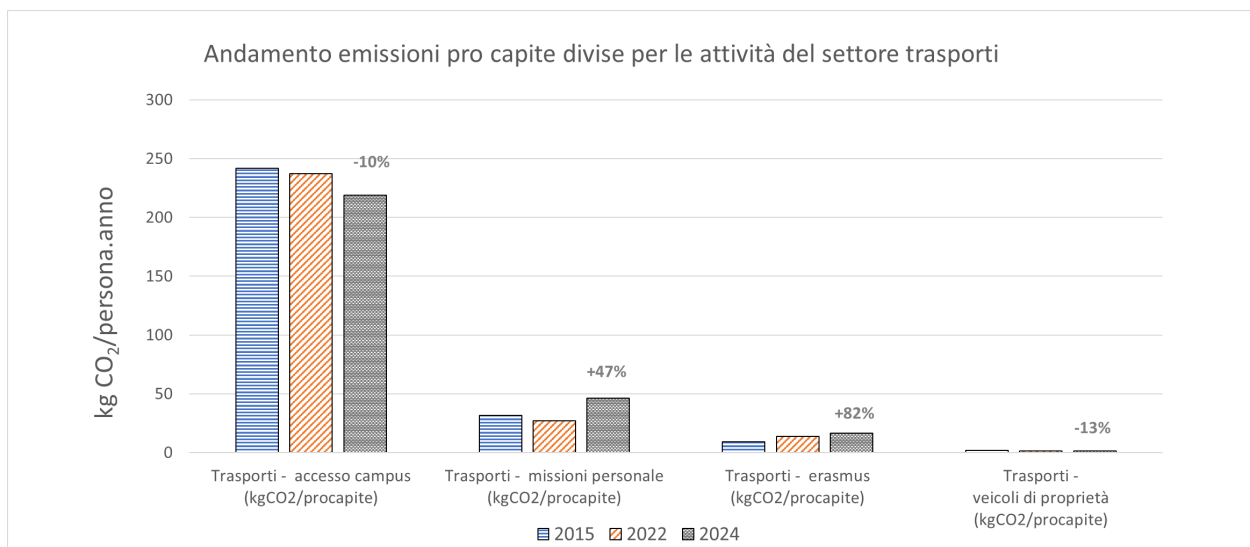


Figura 3-2 Andamento delle emissioni pro capite del settore trasporti anni 2015, 2022, 2024, il contributo delle varie attività del settore; in grigio sono riportate le variazioni delle emissioni pro capite tra il 2015 e il 2024.

L'attività **accesso ai campus**, del settore trasporti, merita una particolare attenzione, poiché storicamente essa contribuisce in modo significativo alle emissioni totali di CO₂ dell'Ateneo; nel 2024, tali emissioni hanno costituito il **41% del totale di Ateneo** (vedi **Tabella 2-3**) e il **77% del solo settore trasporti**.

Riconoscendo l'importanza di mitigare tale impatto, nel **Piano Strategico 2023-2025 (PSS 2023-2025)** è stato definito per questa attività uno **specifico target di riduzione delle emissioni di CO₂ al 2025** rispetto all'anno di riferimento del piano stesso (il 2022):

- - **15% al 2025, vs 2022**

La riduzione registrata dall'inventario di Ateneo 2024, rispetto al 2022, è del **-8%** (da 237 kgCO₂/persona.anno a 219 kgCO₂/persona.anno) mentre, come visto sopra, rispetto al 2015, è del **-10%** (da 242 kgCO₂/persona.anno a 219 kgCO₂/persona.anno).

Sebbene la **rendicontazione del raggiungimento** o meno dell'obiettivo di riduzione del **-15% nel 2025, rispetto al 2022, sarà disponibile** a valle della nuova somministrazione del Questionario sulla mobilità di Ateneo (somministrazione prevista in **primavera del 2026**), è **importante evidenziare che negli ultimi tre anni si è registrato un trend di riduzione delle emissioni di CO₂ derivanti da questa attività** (vedasi anche **Tabella 2-2**).

L'analisi di dettaglio di tutte le attività afferenti al settore trasporti con riflessi in termini di mitigazione delle emissioni di CO₂ saranno approfondite nella nuova edizione del PdM, 2026-2028, anche a valle della pubblicazione del Piano Spostamenti Casa - Università 2025 (PSCU, 2025) caratterizzato da un capitolo specificatamente dedicato alle risultanze di un Questionario tematico sul trasporto pubblico locale, somministrato nel primo semestre del 2025.

4. ANALISI DELLE AZIONI INTRAPRESE PER LA MITIGAZIONE

In questa sezione viene descritta in modo qualitativo (e talvolta quantitativo) l'efficacia complessiva delle azioni intraprese sia nel settore "Energia" sia nel settore "Trasporti". L'obiettivo è capire quali interventi abbiano già prodotto risultati, quali potrebbero averne nel tempo e quali abbiano avuto esiti diversi da quelli attesi, in modo da attuare azioni correttive volte a far rispettare i target di riduzione prefissati dall'Ateneo per i prossimi anni oppure rimodulare i target a breve termine.

Nel PdM 2024, erano stati previsti due scenari futuri di riduzione delle emissioni di CO₂: **F+B** e **F+T**, a partire da dati di inventario (consuntivi) al 31/12/2022.

I due diversi scenari sono stati creati aggiungendo alle riduzioni di emissioni di CO₂ stimabili grazie alle **attività finanziate (F)**, in esercizio o in fase di realizzazione, le ulteriori stime di riduzione raggiungibili grazie a combinazioni di azioni future. Queste azioni sono selezionate in base sia alle ipotesi di valutazione dell'efficacia dell'investimento, sia in termini di riduzione delle emissioni.

Lo **Scenario Base (B)**, considerava una prima combinazione di azioni per le quali erano necessarie nuove politiche di sviluppo e nuovi finanziamenti che permettessero un notevole miglioramento rispetto allo scenario di riferimento (2022). Lo **Scenario orientato al Target (T)**, considerava assunzioni più ambiziose, ipotizzando ulteriori investimenti e una seconda combinazione di azioni aggiuntive per avvicinarsi al raggiungimento degli obiettivi strategici al 2030.

In fase di redazione del presente documento, è stata condotta un'analisi preliminare dettagliata dei due scenari, utilizzando i dati del più recente inventario delle emissioni di Ateneo con dati consuntivi al 31/12/2024. L'analisi, condivisa con il board del progetto, ha permesso di identificare lo **scenario F+B**

come più rappresentativo delle politiche di riduzione dell'Ateneo. Di conseguenza, si è scelto di non considerare lo scenario F+T. Di seguito è quindi illustrata l'analisi delle azioni proposte nello scenario F+B, evidenziando le modifiche (ove quantificate) intervenute a valle della pubblicazione del PdM 2024.

Inoltre, ai fini di garantire coerenza tra quanto riportato nel PdM 2024 ed in questo documento, si chiarisce che i risultati descritti fanno riferimento all'“**Approccio di Mercato**”: nella presente valutazione è stato escluso l'“**Approccio Marginale**” presente nel PdM 2024, perché fuori dagli obiettivi dell'analisi (per la descrizione completa dei due approcci si rimanda alla Sezione 3.6.2 del PdM 2024).

4.1 SETTORE ENERGIA: analisi delle azioni proposte

Come indicato nel Piano di Mitigazione 2024 (PdM 2024) e nel Piano Strategico di Sostenibilità 2023-2025² (PSS-2024) del Politecnico di Milano, l'Ateneo si impegna concretamente nell'adozione di strategie ed interventi che mirano alla decarbonizzazione, promuovendo politiche e soluzioni energetiche responsabili che adottino le tecnologie più avanzate per l'efficienza energetica, con **l'obiettivo di ridurre i consumi di energia primaria globale non rinnovabile** (calcolata sommando i consumi di energia elettrica da rete e i consumi di gas, con gli opportuni fattori di conversione necessari³).

Inoltre, si evidenzia che l'Ateneo aderisce al principio *"energy efficiency first"*, privilegiando interventi volti alla riduzione dei fabbisogni energetici, integrati con l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili, per contribuire in modo concreto alla transizione energetica e alla sostenibilità ambientale.

Si precisa infine che nelle tabelle e nelle sezioni successive le diciture fanno riferimento a quanto segue:

- **Inventario 2015**: dati di consumo ed emissioni a consuntivo relativi all'anno 2015;
- **Inventario 2024**: dati di consumo ed emissioni a consuntivo relativi all'anno 2024;
- **PdM 2024**: risultati previsionali elaborati sulla base del Piano di Mitigazione redatto nel 2024; fino all'anno 2022 i dati sono a consuntivo mentre, a partire dal 2023, i valori sono stati stimati in funzione delle azioni previste nel PdM;
- **PdM light 2025**: risultati previsionali elaborati sulla base del presente Piano di Mitigazione; fino all'anno 2024 i dati sono a consuntivo mentre, a partire dal 2025, i valori sono stati stimati in funzione delle azioni previste nel PdM;
- **Emissioni di CO₂**: comprendono le emissioni legate ai consumi di elettricità (da rete), di gas naturale (solo usi interni⁴) ed il consumo di energia correlato al servizio di riscaldamento tramite la rete cittadina esterna al Politecnico (al 2024 rappresenta l'1% del totale);

² 2023_25_Piano_strategico_sostenibilita.pdf (www.polimi.it)

³ Energia primaria globale non-rinnovabile = $(1,97 \times \text{energia elettrica da rete}) + (1,05 \times \text{consumi di gas})$

⁴ I consumi di gas derivanti della centrale trigenerativa permettono di produrre energia elettrica che in parte è destinata al fabbisogno dall'Ateneo e in parte è ceduta alla rete esterna. Le emissioni derivanti dai consumi di gas utilizzati per la produzione di energia elettrica risultata in eccesso per il fabbisogno interno, e dunque ceduta alla rete esterna, sono escluse dal calcolo.

- **Energia primaria globale non-rinnovabile, Consumi di elettricità (da rete) e Consumi di gas:** comprendono solamente i consumi di elettricità (da rete elettrica nazionale) e di gas naturale (anch'esso erogato dalla rete nazionale), escludendo quindi i consumi di energia primaria e di gas naturale associati al calore fornito dalla rete di teleriscaldamento cittadina.

4.1.1 Confronto stime di riduzione anno 2024 vs 2015: Inventario 2024 e PdM 2024

Dall'elaborazione dei dati forniti dalla Commissione Energia di Ateneo e dall'Area Gestione Infrastrutture e Servizi (AGIS), e dalla conseguente **quantificazione** delle **emissioni per l'anno 2024** (da inventario, dati a consuntivo) si evincono gli elementi presentati nella **Tabella 4-1**, messi a **confronto con i valori stimati all'interno del PdM 2024** (approccio di mercato).

Nel 2024 le emissioni di CO₂ pro capite derivanti dai consumi di energia elettrica, gas e teleriscaldamento si sono ridotte del -33% rispetto al 2015 ed il consumo di energia primaria globale non rinnovabile si è ridotto del -21% rispetto al 2015.

Tabella 4-1. Confronto riduzione delle emissioni di CO₂ e dei consumi energetici pro capite per energia elettrica e gas, dati a consuntivo e dati stimati nel PdM 2024.

Voce	Inventario 2024 vs. Inventario 2015	PdM 2024 (app. Mercato) vs. Inventario 2015
Emissioni di CO ₂	-33%	-19%
Energia primaria globale non-rinnovabile	-21%	-8%
Consumi di elettricità (da rete)	-42%	-33%
Consumi di gas	+54%	+87%

La variazione dei consumi di energia elettrica da rete e di gas è dovuta essenzialmente ai seguenti fattori:

Elettricità da rete

La riduzione dei consumi elettrici da rete pro capite pari al **-42%**, risulta superiore rispetto alla stima del **-33%** prevista dal PdM 2024. Questo risultato è stato raggiunto nonostante il minor consumo di gas da parte del trigeneratore del Plesso Leonardo-Bassini-Bonardi con conseguente minore produzione di elettricità autoconsumata (10,1 GWhe contro i 13,0 GWhe stimati nel PdM 2024), **per le seguenti motivazioni:**

- mancata attivazione del nuovo Polo di Cremona (completamento entro il 2024 previsto nel PdM 2024), con una superficie climatizzata di 22.000 m². Questo ha comportato una riduzione della domanda complessiva di elettricità dell'Ateneo per riscaldamento, raffrescamento, illuminazione e trasporto verticale (i.e., ascensori), stimata in circa -2 (GWhe /anno) rispetto alle previsioni del PdM 2024;
- azioni volte a sensibilizzare gli utenti all'uso razionale dell'energia, attraverso il cambiamento dei comportamenti (alcune delle quali descritte nel documento "Linee guida sostenibilità digitale⁵") e iniziative di recupero energetico dai data center⁶. Sebbene tali interventi non siano attualmente oggetto di monitoraggio diretto, si stima aver prodotto risultati significativi, contribuendo a una riduzione della domanda di energia elettrica pari a -5,4 GWhe (18% dei consumi totali assoluti);
- alle due motivazioni indicate si sommano i benefici attesi dall'implementazione delle azioni previste dal PdM 2024 che sono state confermate a consuntivo.

Gas naturale

L'aumento dei consumi di gas pro capite, pari al **+54%**, risulta inferiore rispetto alla stima del **+87%** prevista dal PdM 2024 principalmente perché, come indicato al precedente punto relativo al consumo di elettricità, le ore equivalenti (a piena capacità) del trigeneratore del Plesso Leonardo-Bassini-Bonardi sono risultate essere inferiori rispetto a quanto preventivato, pertanto anche i consumi di gas ad esso associati, con una **riduzione di 25 TJ** (comprensivi dei consumi evitati per riscaldamento degli ambienti)⁷.

Inoltre, anche in questo caso si nota un contributo delle azioni al momento non direttamente monitorate (i.e., cambio di comportamento, recupero energetico), anche se meno significative rispetto al consumo di elettricità (-8,1 TJ, pari al 5% dei consumi totali assoluti).

⁵ Link al documento: https://www.polimi.it/fileadmin/user_upload/II-Politecnico/documenti-strategici/piano-strategico-sostenibilita/Linee_guida_sostenibilita_digitale.pdf

⁶ Link al progetto HyCool-IT, finanziato dall'UE con il programma Horizon Europe: <https://hycoolit-project.eu>

⁷ Come riportato nel PdM 2024, il risultato ottenuto confrontando appunto i valori da "Inventario 2024" con i valori preventivati (nel PdM 2024) "con approccio di mercato e scenario F + B" non permette di includere nell'analisi la priorità di dispacciamento delle energie rinnovabili e dei sistemi in cogenerazione, e conseguentemente i benefici effettivi di riduzione delle emissioni apportati dal trigeneratore (a scala di sistema paese). Per maggiore dettaglio si rimanda alla lettura del PdM 2024 (sezione 5.1.1).

4.1.2 Emissioni e consumi futuri: scenari e strategie di riduzione

La presente sezione mostra l'aggiornamento delle stime previste nel PdM 2024, al fine del raggiungimento dei target di decarbonizzazione negli anni obiettivo 2025 e 2030 e con una stima intermedia al 2028. In particolare, nella **Tabella 4-2** viene fornito un confronto quantitativo delle previsioni calcolate nel presente documento (PdM light 2025).

Tabella 4-2. Variazione emissioni di CO₂ e consumi di energia pro capite rispetto al 2015.

Voce	PdM light 2025 (app. Mercato: scenario F+B)	PdM 2024 (app. Mercato: scenario F+B)
Emissioni di CO ₂ (*)	-31% (2025)	-33% (2025)
	-61% (2028)	-41% (2028)
	-65% (2030)	-46% (2030)
Energia primaria globale non-rinnovabile	-22% (2025)	-28% (2025)
	-67% (2028)	-33% (2028)
	-71% (2030)	-37% (2030)
Consumi di elettricità (da rete)	-49% (2025)	-40% (2025)
	-54% (2028)	-41% (2028)
	-54% (2030)	-42% (2030)
Consumi di gas	+78% (2025)	+87% (2025)
	+52% (2028)	+67% (2028)
	+35% (2030)	+54% (2030)

(*) Nota bene: la variazione dei valori percentuali (al 2025) delle emissioni di CO₂, nei due Piani di Mitigazione, è dovuta oltre alle motivazioni sotto descritte anche ad una leggera variazione della stima dei fattori di emissione.

La **variazione percentuale prevista per il 2025** nei due Piani di Mitigazione risulta sostanzialmente comparabile per quanto riguarda la riduzione delle emissioni di CO₂ (2 punti percentuali di differenza). Le stime dei consumi di elettricità da rete, di gas naturale ed energia primaria globale non rinnovabile, al contrario, presentano una variazione significativa per le seguenti ragioni:

- per i consumi di energia elettrica si stimano consumi inferiori di quelli preventivati (**-49%** nel PdM light 2025 contro **-40%** nel PdM 2024 rispetto al 2015) **per le motivazioni precedentemente esposte**, ovvero grazie alle azioni volte a sensibilizzare gli utenti all'uso razionale dell'energia e alla mancata attivazione del nuovo Polo di Cremona;
- per i consumi di gas naturale si stima un aumento dei consumi ma più contenuto di quello preventivato (**+78%** nel PdM Light 2025 contro **+87%** nel PdM 2024 rispetto al 2015) anch'esso **per le motivazioni**

precedentemente esposte, ovvero grazie al contributo delle azioni non direttamente monitorate (i.e., cambio di comportamento, recupero energetico). Al contrario del 2024, nel 2025 si prevede il **ritorno dell'impianto a pieno regime**, con ore equivalenti di funzionamento allineate a quelle monitorate nel 2022;

- per il consumo di energia primaria globale non rinnovabile si stima nel presente PdM (i.e., PdM light 2025) una riduzione più contenuta di quella preventivata (-22% invece che -28%), in quanto se da un lato le stime dei consumi di elettricità da rete e dei consumi di gas naturale sono diminuite, il precedente PdM (i.e., PdM 2024) prevedeva al 2025 una copertura di energia elettrica da rete (pari a 10 GWh / anno) con Garanzia di Origine rinnovabile, ovvero con fattore di conversione in energia primaria globale non rinnovabile pari a $0 \text{ GWh}_{EP, nren} / \text{GWh}_e$. Come spiegato nel paragrafo successivo, tale copertura verrà avviata a partire dal 2026 a differenza di quanto previsto nel precedente PdM, per questo motivo quindi la riduzione stimata nel PdM corrente risulta più contenuta.

Al contrario, la **stima della variazione delle emissioni e dei consumi di energia primaria globale non-rinnovabile** (PdM light 2025) risulta essere sensibilmente variata (con riduzioni più significative) confrontando i dati al **2028 e 2030** con l'anno 2015. La ragione di questa sensibile variazione è dovuta alla decisione dell'Ateneo di acquistare tutta l'energia prelevata da rete elettrica nazionale con Garanzia di Origine (GO) rinnovabile tramite un Power Purchase Agreement (PPA).

Di seguito viene posta **attenzione su due azioni** ritenute essere rilevanti ai fini della riduzione dei consumi di energia primaria globale non rinnovabile e le associate emissioni di CO₂. Un dettaglio delle altre azioni previste nel piano è invece consultabile nella sezione APPENDICE A.

Power Purchase Agreement (PPA)

L'accordo per la fornitura a lungo termine di energia elettrica da fonte rinnovabile (cosiddetto PPA) è stato elaborato dagli uffici preposti (Commissione Energia e AGIS). La pubblicazione della corrispondente gara è avvenuta nel mese di settembre 2025. L'iter prevede la chiusura della gara a fine ottobre 2025, con l'obiettivo di siglare il contratto di fornitura tra la fine del 2025 e l'inizio del 2026.

Il PPA avrà una durata di 8 anni e l'energia consegnata sarà 100% di origine rinnovabile, come testimoniato da opportune Garanzie di Origine. In particolare, il profilo di energia fornito sarà suddiviso in un profilo baseload (pari a 2 MW costanti per 8.760 ore all'anno) e un profilo residuale. La somma dei due profili

costituirà quindi il prelievo totale del Politecnico, dato anche dalla somma dei prelievi misurati ai singoli POD (*Point of Delivery*) di cui Politecnico è titolare. Il profilo baseload verrà fornito ad un prezzo fisso per tutti gli 8 anni, mentre il profilo residuale sarà consegnato ad un prezzo variabile, indicizzato in particolare al prezzo di mercato (cfr, PUN). Questo permetterà all'Ateneo di stabilizzare circa la metà della spesa legata al vettore energia elettrica, garantendo tuttavia per la restante metà (a prezzo variabile) una maggiore possibilità di trarre vantaggio dalla volatilità dei prezzi di mercato in ore diverse della giornata. Quest'ultima opportunità è legata in particolare ad un'indicizzazione del prezzo non più monoraria mensile, bensì oraria giornaliera.

Inoltre, il PPA garantirà una certificazione dell'energia elettrica proveniente dalla rete pubblica ed utilizzata dall'Ateneo come 100% rinnovabile. Nel dettaglio, le Garanzie di Origine (GO) del profilo residuale potranno provenire anche dall'estero, mentre quelle associate dal profilo baseload dovranno provenire da impianti siti in Italia. Inoltre, una percentuale (pari ad almeno il 20%) delle GO associate al profilo baseload dovrà provenire da impianti di nuova costruzione, vale a dire impianti rinnovabili non già esistenti al momento della gara per la fornitura di energia a lungo termine. Per questi ultimi, quindi, le GO saranno sia di origine italiana sia da impianti addizionali (ovvero di nuova costruzione, pari ad almeno il 20% delle GO associate al profilo baseload).

La fornitura partirà nel 2026, in seguito alla scadenza dei contratti attualmente in corso, in maniera rolling: il fornitore si farà carico dei POD e della corrispondente fornitura a mano a mano che i contratti esistenti scadranno. Il volume totale previsto di energia elettrica consegnata è di 35 GWh/anno, di cui il 50% assegnato al profilo baseload. Ulteriori dettagli del contratto sono oggetto di offerta in sede di gara e potranno quindi essere stabiliti solo in seguito.

Nella **Tabella 4-3** viene data evidenza del beneficio atteso, in termini di riduzione delle emissioni di CO₂ pro capite e di consumo di energia primaria globale non-rinnovabile normalizzata, al 2030 rispetto al 2015, grazie al PPA: una differenza di circa 17 punti percentuali (da -48% senza PPA a -65% con PPA) per le emissioni di CO₂ e una differenza di circa 36 punti percentuali (da -35% senza PPA a -71% con PPA) per il consumo di energia primaria globale non-rinnovabile.

Tabella 4-3. Beneficio apportato dal PPA (scenario di mercato F + B).

Voce	PdM light 2025 con PPA vs. 2015 (app. mercato: scenario F+B)	PdM light 2025 senza PPA vs. 2015 (app. mercato: scenario F+B)
Emissioni di CO ₂	-31% (2025) -61% (2028) -65% (2030)	-31% (2025) -42% (2028) -48% (2030)
Energia primaria globale non-rinnovabile	-22% (2025) -67% (2028) -71% (2030)	-22% (2025) -31% (2028) -35% (2030)

Rete di teleriscaldamento e raffrescamento del Campus La Masa

L'estensione della rete di teleriscaldamento e teleraffrescamento (TLRF) del Campus La Masa è stata ridimensionata rispetto a quanto previsto nel PdM 2024. In origine, la rete avrebbe dovuto servire l'intero Campus; attualmente, invece, è previsto che copra esclusivamente gli edifici situati in via La Masa, escludendo quelli di via Lambruschini. Per gli edifici di via Lambruschini sono comunque previsti interventi sugli impianti HVAC (nello scenario Base). In particolare, si prevede l'installazione di pompe di calore aria-acqua individuali, a livello di singolo edificio. Questi impianti garantiranno un'efficienza di esercizio (rapporto tra effetto utile e domanda elettrica) comparabile alle PdC (aria-acqua) della rete TLRF (descritte nel PdM 2024). Il completamento dell'intervento è previsto entro il 2027.

Si conferma quindi la stima sulla riduzione dei consumi di energia primaria non rinnovabile e delle emissioni di CO₂ (riferite all'anno 2030) previste nel PdM 2024, pari a -6.357 (MWh_{ep} / anno) e -1.552 (tCO₂ / anno), corrispondente al:

- -6% del consumo di energia primaria globale non rinnovabile rispetto al 2015;
- -9% delle emissioni di CO₂ rispetto al 2015.

Si stima che questa azione (TLRF La Masa), insieme al PPA, possano contribuire a ridurre al 2030 le emissioni di CO₂ del 29% rispetto alla baseline del 2015.

4.1.3 Consumi di energia passati e futuri (in termini assoluti): tendenze

Nella **Figura 4-1** e nella **Figura 4-2** sono riportate graficamente le tendenze di variazione dei consumi di energia elettrica da rete e gas naturale rispetto al valore di riferimento dell'anno 2015, in termini assoluti. I valori riferiti agli anni 2015, 2022 e 2024 derivano dai dati raccolti e consolidati negli inventari delle

emissioni di CO₂ di Ateneo, mentre per gli anni successivi al 2024 vengono riportate le stime di riduzione basate sui risultati attesi dalle azioni intraprese.

Dal grafico presentato, emerge una tendenza di riduzione per i consumi di energia elettrica da rete che al 2024 si attesta su un valore di **-30%** rispetto all'anno 2015; si stima che per gli anni futuri si possa arrivare fino a quasi un dimezzamento dei consumi di energia elettrica da rete, nonostante l'aumento della popolazione prevista (dalle 48.300 alle 58.000 persone per il 2015 e il 2030) per i motivi esposti in sezione 4.1.1, ovvero una riduzione del 45% all'anno 2030 rispetto al valore all'anno 2015.

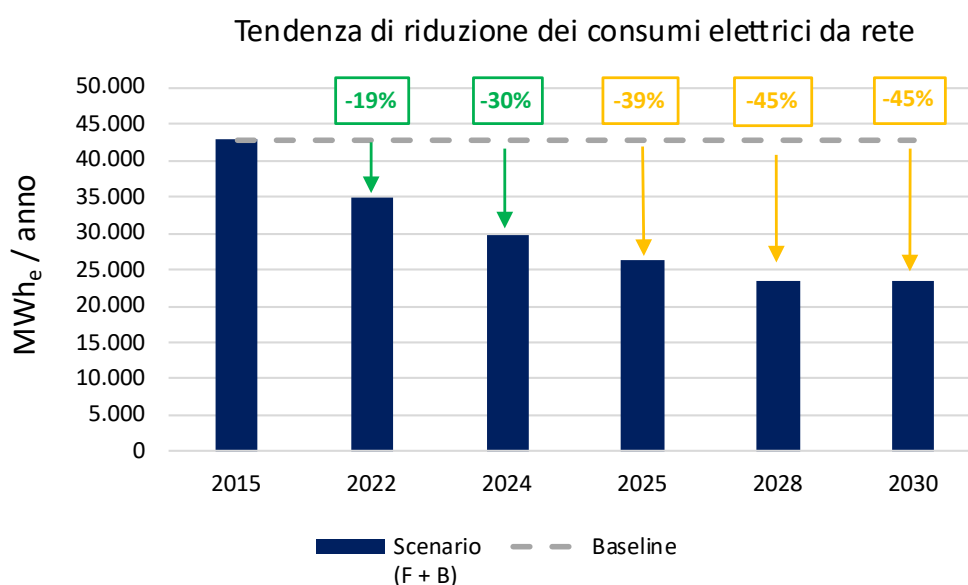


Figura 4-1. Tendenza di riduzione dei consumi elettrici da rete assoluti, rispetto all'anno di riferimento 2015 per lo scenario Finanziato + Base (F + B)

Al contrario, il grafico che rappresenta i consumi di gas naturale (**Figura 4-2**) mostra incrementi rispetto al valore di riferimento dell'anno 2015. Tale incremento è dovuto all'entrata in esercizio del trigeneratore del Plesso Leonardo-Bassini-Bonardi, successivamente all'anno 2015. Nell'anno 2024 è stato registrato un aumento dei consumi pari al **+85%**. Nel 2025, nonostante ci si attenderebbe una riduzione più marcata a seguito delle azioni proposte, il grafico mostra un valore stimato pari a **+113%** (sempre rispetto al 2015). Infatti, le ore equivalenti (a piena capacità) del trigeneratore nel 2024 sono state inferiori rispetto al passato (i.e., 2022), comportando una riduzione dei consumi di gas associati. Nel 2025 invece, si prevede il ritorno dell'impianto a pieno regime, con ore equivalenti di funzionamento allineate a quelle monitorate nel

2022, ragione per cui i consumi di gas stimati al 2025 risultano maggiori rispetto al 2024.

Nonostante ciò, anche per il gas naturale si può notare una tendenza di riduzione dei consumi negli ultimi 2 anni e dei consumi attesi per gli anni futuri (dopo il 2025 e il 2024 rispetto al 2022), contenendo gli aumenti ad un valore pari al 62% per lo Scenario F+B al 2030 rispetto al 2015.

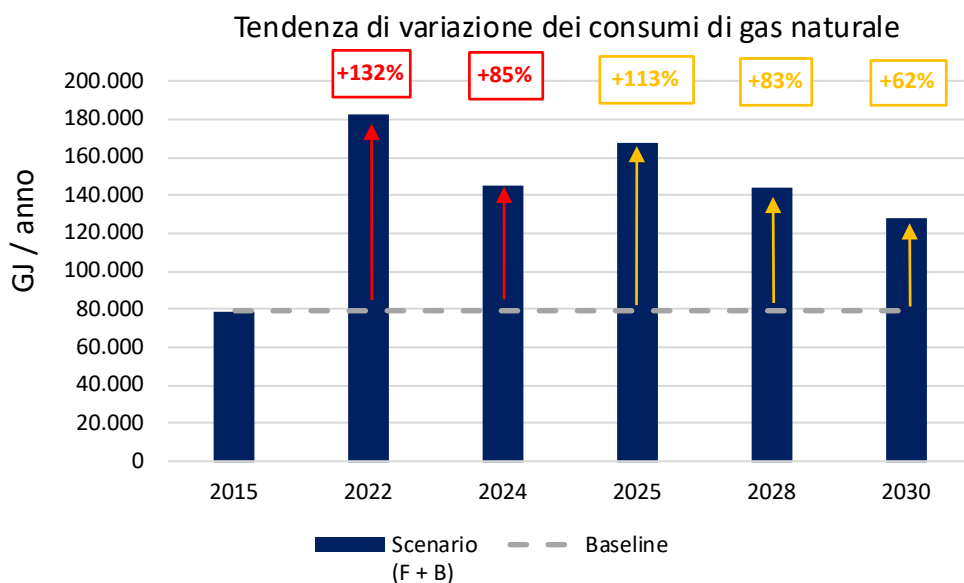


Figura 4-2. Tendenza di variazione dei consumi di gas naturale rispetto all'anno di riferimento 2015 per lo scenario Finanziato + Base (F + B).

4.2 SETTORE TRASPORTI - Attività Accesso al Campus: analisi delle azioni proposte

Come indicato nel **Piano Strategico di Sostenibilità 2023-2025 (PSS-2024)** e nel **Piano Spostamenti Casa Università – PSCU 2024**, del Politecnico di Milano, per il settore trasporti erano stati individuati i seguenti target al 2025:

- +10% di utenti che accedono al campus in bicicletta rispetto al 2022;
- -15% della quota modale “mezzi privati motorizzati” per gli studenti rispetto al 2022 per l’accesso ai campus;
- -20% della quota modale “mezzi privati motorizzati” per il personale rispetto al 2022 per l’accesso ai campus.
- -15% delle emissioni di CO₂ pro capite per l’attività “Accesso al Campus” rispetto al 2022;

Ai fini di una migliore comprensione di quanto nel seguito riportato, si ritiene utile precisare quanto segue:

Per **ripartizione modale** si intende l’insieme delle quote modali, cioè come l’insieme degli spostamenti è suddiviso tra i diversi modi di trasporto.

Per **quota modale** si intende la percentuale di spostamento effettuato con una determinata modalità di trasporto sul totale.

La **ripartizione e quota modale** vengono calcolate sulla base dei viaggi annui effettuati da ciascun utente, considerando sia gli spostamenti tipici che quelli occasionali (ciascuno per la relativa frequenza).

Per **variazione di quota modale**, si intende la differenza fra due dati rilevati di quota modale, espressa come numero che indica la variazione di **punti percentuali (p.p.)**.

Per **variazione percentuale di quota modale** si intende la variazione tra due livelli di quota modale espressa come **percentuale (%)** rispetto al valore iniziale. Quest’ultima metrica è utilizzata per la rendicontazione dei target legati alla quota modale “mezzi privati motorizzati” per l’accesso ai campus per studenti e personale.

I modi di trasporto individuati, in coerenza con il PSCU, sono 5:

- **piedi**: intero spostamento svolto a piedi;
- **bici**: intero spostamento effettuato in bici o in monopattino;
- **pubblico**: lo spostamento utilizza treno, metropolitana, tram, bus, anche in combinazione con brevi tratti a piedi e/o in bici/monopattino;

- **privato**: comprende tutti i mezzi motorizzati individuali quali auto e moto come conducente e passeggero
- **privato+pubblico**: quando lo spostamento si compone di tratte con mezzo privato motorizzato e tratte con un mezzo di trasporto pubblico.

A questi si aggiunge il *macro-modo* “**attivo**”, che raggruppa gli spostamenti a piedi e in bici (e monopattino)

Con il termine **personale** si identifica l'insieme dei lavoratori del Politecnico appartenenti alle seguenti categorie: personale docente strutturato; personale tecnico amministrativo; docenti a contratto, dottorandi, assegnisti e collaboratori.

Con il termine **studenti** si identificano coloro che sono iscritti a corsi di laurea triennale, magistrale e a ciclo unico; corsi singoli, corsi master e di specializzazione purché erogati direttamente da dipartimenti del Politecnico.

Con il termine **utenti** si intende l'insieme delle due categorie precedentemente elencate (personale e studenti).

È inoltre importante sottolineare che il **settore trasporti** è composto da **4 attività** come descritto al capitolo 3 (accesso ai campus; missioni del personale; studenti in mobilità; veicoli di proprietà del Politecnico); **in questa sezione è analizzata la sola attività Accesso ai campus** e sono descritte le azioni che si ritiene possano intervenire in modo maggiormente significativo in termini di variazione delle emissioni di CO₂. Le informazioni derivano dall'elaborazione di una survey biennale, denominata **Questionario Mobilità**, la cui **ultima somministrazione** è avvenuta nel **2024**; i **dati raccolti** (pur con le incertezze tipiche di una indagine campionaria) sono riferiti **all'anno accademico 2023/2024**.

Per la raccolta dei dati relativi **all'anno accademico 2024/2025**, sarà necessario attendere la somministrazione del **Questionario Mobilità, edizione 2026**.

Si evidenzia che per questo disallineamento temporale, le stime degli impatti di molte delle azioni inserite nel PdM 2024 negli anni obiettivo (2025-2030), non sono attualmente revisionabili ai fini delle loro effettive quantificazioni. Nei paragrafi seguenti, sono forniti maggiori dettagli includendo stime qualitative.

4.2.1 Confronto stime di riduzione anno 2024 vs 2022: Inventario 2024 e PdM 2024, PSCU 2024

Di seguito sono illustrati i risultati del Questionario 2024 (a.a. 2023/2024) in relazione agli obiettivi, come sopra indicato, del PSS, PdM 2024 e PSCU 2024.

Si sottolinea che a seguito della pubblicazione del Piano di Mitigazione (PdM, 2024), **l'inventario delle emissioni di CO₂ per l'anno 2022 è stato oggetto di un ricalcolo** che ha riguardato due aspetti principali:

- **le stime di emissione di CO₂**: questo è avvenuto in conseguenza della pubblicazione, da parte di ISPRA, dei fattori di emissione definitivi per l'anno 2022, specifici per il settore energia elettrica e applicati anche al calcolo delle emissioni dei mezzi su rotaia;
- **le stime dei chilometri percorsi (km percorsi)**: le stime (distinte per tipo di mezzo e popolazione) sono state riviste in seguito alla revisione dei criteri di pulizia e analisi dei dati raccolti tramite il Questionario mobilità 2022, al fine di allinearli con i criteri adottati per l'analisi dei dati del Questionario 2024.

Lo share **modale complessivo (personale + studenti) del Politecnico di Milano, esito del Questionario 2024**, mostra come la **mobilità attiva** (Piedi 10% + Bici/monopattino 7%) sia caratterizzata da un utilizzo complessivo **maggiore di quello della mobilità privata (10%)**, con il **trasporto pubblico (49%)** largamente **prevalente**, eventualmente in combinazione con il mezzo privato (Privato + Pubblico 24%) (**Figura 4-3**).

Share modale
popolazione Politecnico

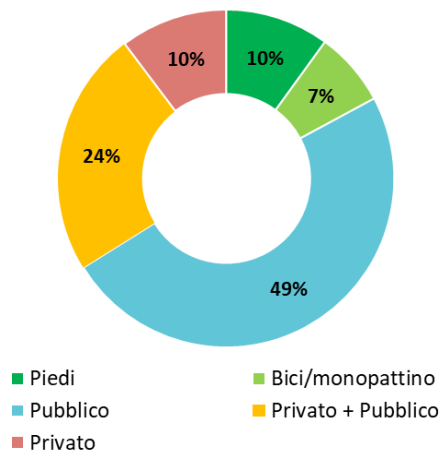


Figura 4-3: Share modale della popolazione politecnica per l'accesso ai campus anno 2024 (redigendo PSCU, 2025).

In **Figura 4-4** è invece mostrato lo share modale complessivo suddiviso tra studenti e personale. Il trasporto pubblico è utilizzato come modo di accesso diretto da circa la metà degli studenti (49%), quota che sale a quasi i 3/4 considerando il trasporto pubblico in combinazione con quello privato. La quota di mobilità attiva per gli studenti si attesta poco sopra al 15% (10% piedi e 6% bici), mentre l'utilizzo del mezzo privato (auto o moto) diretto in università si attesta al 9%. Il personale segue dinamiche simili, con l'eccezione di una diversa ripartizione fra le quote di utenti che utilizzano il mezzo privato in combinazione con quello pubblico (13%) e quanti utilizzano il mezzo privato per l'intero tragitto, percentuale questa che si attesta al 20%. Vi è inoltre una maggiore quota di utilizzo della bicicletta (11%).

Share modale complessivo

Anello esterno: studenti

Anello interno: personale

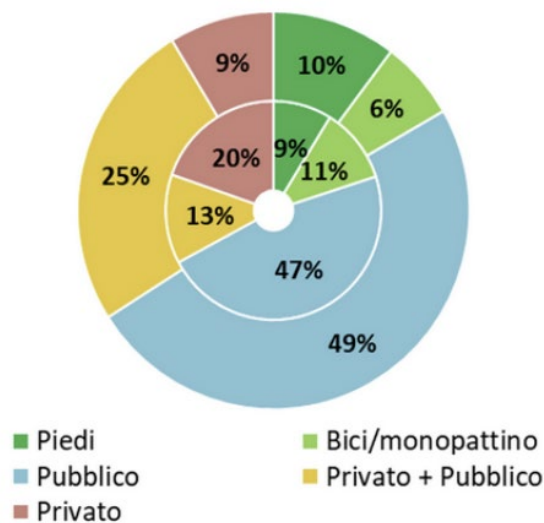


Figura 4-4: Quote modali complessive per l'accesso ai campus anno 2024 suddivise tra personale e studenti (redigendo PSCU, 2025).

La variazione delle quote modali rispetto al 2022, espressa in punti percentuali (p.p.), come mostrato in -

Figura 4-5, vede una ripresa dell'utilizzo del trasporto pubblico (+1,8 p.p. studenti e +7,6 p.p. personale) e della combinazione privato + pubblico (+1,5 p.p. sia per studenti che per personale, che era calato durante la pandemia. Si registra inoltre una diminuzione dell'uso sia dei mezzi privati motorizzati (-0,5 studenti, -5,9 personale), sia della mobilità attiva (studenti: Piedi -1,5, Bici/monopattino -1,3; personale: Piedi -0,3, Bici/monopattino -2,9).

Variazione dello share 2024 verso 2022

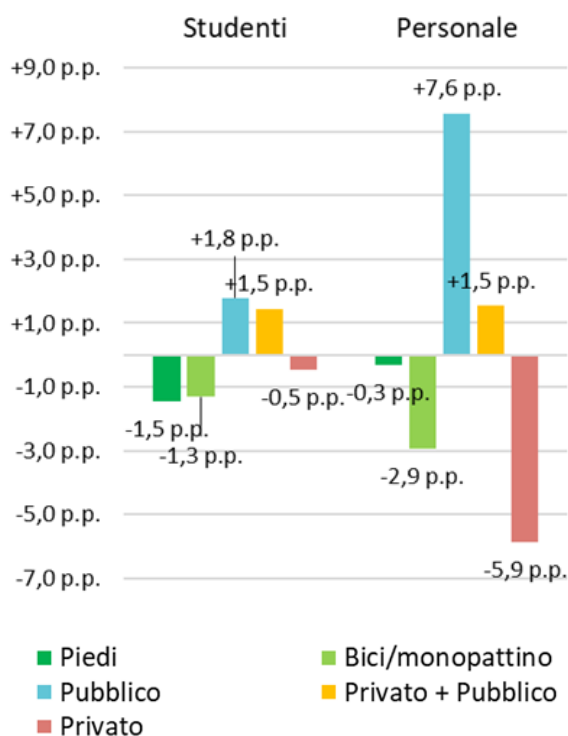


Figura 4-5 Variazione di share modale (espresso in punti percentuali) rispetto al 2022 (redigendo PSCU, 2025).

Accesso al campus in bicicletta rispetto al 2022

Con specifico riferimento all'obiettivo concernente gli utenti totali che accedono in bicicletta in ciascuno dei campus del Politecnico nel giorno feriale medio (nei periodi lavorativi per il personale, e nei periodi di lezione per gli studenti) si evidenzia una **riduzione dell'11,9%** rispetto al 2022 (**Tabella 4-4**). Si registra, in particolare, un trend in diminuzione anziché in crescita, come invece preventivato dagli obiettivi al 2025: +10% di utenti che accedono al campus in bicicletta rispetto al 2022.

La lettura del dettaglio nell'utilizzo di biciclette per gli studenti e per il personale, presentata in **Tabella 4-4**, registra rispettivamente una diminuzione pari al **-15,4%** e un aumento pari al **+1,9%**.

Tabella 4-4 Veicoli in accesso ai campus nel 2022 e nel 2024 e confronto 2024-2022 espresso come variazione percentuale (fonte dati: questionario mobilità 2022 e 2024).

Veicoli in accesso ai campus	2022	2024	Variazione % 2024-2022
Auto	4.066	4.096	0,70%
Auto solo elettrica	93	101	8,60%
Bici	3.651	3.216	-11,90%
Moto	917	890	-2,90%
Monopattino	191	115	-39,80%

Accesso al Campus con «mezzi privati motorizzati»

In **Tabella 4-5**) si dà evidenza del fatto che:

- la variazione di quota modale, espressa come variazione percentuale rispetto al 2022, dei “mezzi privati motorizzati”, per gli **studenti si è attestata al -5,1%**, posizionandosi **lontano dall’obiettivo** fissato per il 2025 (-15%);
- la variazione di quota modale, espressa come variazione percentuale rispetto al 2022, dei “mezzi privati motorizzati”, per il **personale si attestata al -22,9%**, **superando** l’obiettivo fissato per il 2025 (-20%).

Tabella 4-5 Quota modale “mezzi privati motorizzati” per gli anni 2022 e 2024 e confronto 2024-2022 espresso come variazione percentuale della quota modale.

VARIAZIONE QUOTA MODALE “PRIVATO”

	2022	2024	Variazione percentuale
STUDENTI	9,1%	8,7%	-5,1%
PERSONALE	25,6%	19,8%	-22,9%

Emissioni di CO₂ pro capite per l’attività “Accesso al Campus”

Le emissioni di CO₂ pro capite registrate nell’inventario di Ateneo, come riportato nella **Tabella 2-2**, quantificano una variazione delle emissioni pari a **-10%** rispetto al 2015 e pari a **-8%** rispetto al 2022. L’esito risulta non in linea con il target previsto (-15% vs 2022), **per le ragioni nel seguito illustrate**.

Le emissioni di CO₂ pro capite registrate nell'inventario di Ateneo, come riportato nella **Tabella 2-2**, quantificano una variazione delle emissioni pari a **-10%** rispetto al 2015 e pari a **-8%** rispetto al 2022. L'esito risulta non in linea con il target previsto (-15% vs 2022), **per le ragioni nel seguito illustrate**.

4.2.2 Analisi delle azioni proposte da PdM 2024

Nel Piano di Mitigazione (PdM, 2024 - Tabella 5-51) erano state identificate le **azioni da mettere in campo per raggiungere gli obiettivi relativi al settore trasporti - Accesso al Campus**, ossia i benefici attesi dalle 24 azioni individuate e discusse nel Piano Spostamenti Casa - Università (PSCU, 2024).

Tali azioni sono state **raggruppate in sei aree, di seguito riportate**.

Per ogni area si indicano quali azioni previste sono state implementate e viene fornita l'interpretazione dei loro effetti sulle modalità degli utenti di accedere al campus.

Area I - Trasporto pubblico (TP)

L'incentivo all'utilizzo del trasporto pubblico, sotto forma di **sconto sull'abbonamento al personale**, è stato confermato con il medesimo livello di contribuzione degli anni precedenti in relazione a taluni vincoli burocratici. Si ritiene dunque che l'azione abbia contribuito a mantenere il livello di appetibilità economica degli anni precedenti. Non sono state introdotte campagne particolari di **rafforzamento delle misure di incentivazione all'utilizzo del trasporto pubblico** per aumentare la base di utenti: questo può avere contribuito a registrare variazioni contenute. Non è stato implementato il progetto di **ricerca-azione** mirato ad incentivare la mobilità sostenibile, con un focus rivolto a favorire il cambio modale di specifiche categorie di utenti, che si prevede però di implementare in futuro, dopo opportuna rivisitazione.

Complessivamente, rispetto alle azioni previste in ambito TP, si evidenzia un **risultato positivo** dovuto presumibilmente ad effetto esogeno di riassorbimento dei comportamenti variati durante la pandemia e nel periodo immediatamente successivo. In particolare, nelle distanze compatibili, ovvero per gli spostamenti di breve distanza, si è registrata una crescita dell'utilizzo del trasporto pubblico a sfavore della mobilità ciclistica.

Area II - Mobilità ciclistica

Diversi sono gli interventi iniziati nel 2024 che sono tuttavia **ancora in corso**, tra cui la pedonalizzazione di spazi interni con creazione di aree car free, riqualificazione e incremento stalli per sosta bici (anche con sistemi park up) e realizzazione/ricollocazione velostazioni con anche posizionamento di Bike Repair Station. In particolare, nel primo semestre del 2025 sono stati portati a termine alcuni interventi finalizzati all'**aumento dell'offerta di sosta bici**, sia convenzionale (archetti e rastrelliere) sia in struttura protetta (rastrelliere coperte), nei campus milanesi di Bonardi, Bassini, Golgi, La Masa e Lambruschini. Negli ultimi mesi del 2025 si svolgeranno ulteriori interventi nei campus Bassini e Durando, attualmente ancora interessati da cantieri, raggiungendo per tutti i campus un totale di 1.252 stalli bici disponibili a fine intervento (per il valore di dettaglio si veda la Tabella B- 2 nell'Appendice B). Non è possibile dunque rilevare allo stato attuale l'impatto di questa azione nei dati raccolti dal questionario 2024, dai dati del quale è tuttavia possibile affermare che risultano **peggiorate le condizioni esogene al contorno**: si registra un **maggiore grado di insicurezza percepita**, che ha contribuito ad un complessivo **calo degli utenti della mobilità ciclistica**, soprattutto per gli spostamenti di breve distanza in cui è in competizione con il trasporto pubblico, come descritto al punto precedente. Inoltre, un importante intervento a favore della mobilità dolce riguarda il Lotto II del progetto "Giardino di Leonardo" (i cui lavori inizieranno nei primi mesi del 2026) che andrà a completare la riqualificazione della restante area del Campus Leonardo non interessata dal precedente intervento concluso nel 2019. Al termine dei lavori, attualmente previsti per la fine del 2026, vi sarà una netta riduzione degli stalli di sosta dei veicoli motorizzati privati (circa 40 posti auto e circa 20 posti moto in meno), a favore della pedonalizzazione dell'intero campus e dell'installazione di postazioni studio, panche, aree verdi e stalli di sosta bici. Un'ulteriore azione, messa in campo da giugno 2025, riguarda il progetto "**Bike to Poli**" il cui obiettivo ha previsto l'individuazione di diversi percorsi per raggiungere le sedi milanesi del Politecnico con la mobilità leggera. I percorsi sono stati identificati in base all'esperienza di utenti politecnici "esperti" e pubblicati online⁸. L'impatto di questa azione sarà eventualmente rilevato dalla prossima indagine.

Ancora, con riferimento al tema dell'introduzione di premialità per bike to work presso le sedi milanesi, nel mese di novembre partirà una **Bike Challenge**, denominata "**Bike to Uni**", organizzata nell'ambito del progetto **PNRR MOST - Centro Nazionale per la Mobilità Sostenibile**, promossa dal Politecnico di

⁸ <https://www.campus-sostenibile.polimi.it/bike-to-poli/>

Milano e dall'Università degli Studi di Bergamo in collaborazione con Wecity (piattaforma italiana per la mobilità sostenibile). Studenti e lavoratori dei due atenei potranno gareggiare registrando i propri spostamenti casa-università e viceversa, effettuati in bicicletta o in monopattino. Ogni viaggio valido contribuirà alla classifica generale – in comune tra i due Atenei e aggiornata in app in tempo reale – che premierà i partecipanti più costanti, sia per numero di giorni in sella sia per chilometri percorsi. La App restituirà, inoltre l'informazione della CO₂ evitata con ogni spostamento. Anche gli effetti di questa iniziativa si potranno forse vedere a valle del questionario mobilità 2026.

Infine, nel secondo trimestre 2025, è stata considerata la possibilità di **attivare un servizio di bike sharing elettrico interno all'Ateneo** (in alternativa all'acquisto di bici per spostamenti di servizio). Sono in corso, in collaborazione con il Dipartimento di Meccanica, le attività volte a identificare un fornitore in grado di soddisfare le esigenze dell'Ateneo. Si precisa che verrà valutata la possibilità per il personale Polimi di utilizzare le biciclette senza alcun costo anche per gli spostamenti casa-università.

Complessivamente, il **risultato negativo riguardante la quantità di utenti della mobilità ciclistica** sembrerebbe potersi ascrivere da un lato, con i dati ad oggi disponibili e inconsiderazione delle tempistiche di effettiva attivazione delle azioni (alcune ancora in corso/altre ancora non avviate), ad una non ancora sufficiente attività di supporto da parte del Politecnico, dall'altro, ad una deteriorata situazione al contorno, verosimilmente molto più impattante negativamente rispetto alla prima.

Area III - Sharing mobility

L'azione riguardante lo sviluppo dell'offerta **Mobility as a Service (MaaS)** è attualmente in corso di sviluppo, in sinergia con altre realtà istituzionali e universitarie, e dunque non ha potuto produrre effetti sul campo. Riguardo ai servizi di **mobilità a chiamata e car pooling**, non si registrano avanzamenti e, pertanto, non vi è stato contribuito ai risultati.

È tuttavia in corso di valutazione la sperimentazione di un servizio di bike sharing riservato al personale Polimi come sopra descritto.

Inoltre, sono attualmente attive convenzioni con otto servizi di sharing (Cooltra, Dott, Ecoverso, Enjoy, E-VAI, Flibco, Flixbus, Lime, ShareNow, Trenitalia, Wayla) che offrono i loro servizi con una scontistica riservata a tutta la popolazione politecnica.

Area IV - Mobilità elettrica motorizzata

L'installazione di nuovi punti di ricarica per le auto elettriche (incremento di 50 nuovi punti di ricarica con una potenza pari a 7kW, di cui 20 in Città Studi, 20 in Bovisa La Masa, e i restanti 10 in Bovisa Durando) è un'azione che è stata posticipata al 2026, motivo per cui non ha potuto incidere sui dati rilevati nel 2024. Non vi sono inoltre state variazioni sulle agevolazioni sui prezzi di ricarica. Complessivamente, dai dati rilevati dal questionario 2024, la diffusione delle auto elettriche risulta ancora piuttosto limitata, con veicoli interamente elettrici che presentano quote tra l'1% degli studenti e il 4% del personale, mentre quelli ibridi si attestano rispettivamente sul 5% e l'8%. Si può ritenere che la scarsa diffusione di questo tipo di veicoli, che appare già comunque maggiore rispetto ai dati di riferimento del contesto milanese, non sia frenata dalla mancanza di servizi presso il Politecnico quanto, con maggiore probabilità, da fattori esogeni di contesto, dalle politiche governative, Nazionali ed Europee e del mercato di riferimento.

Area V - Frequenza di accesso ai campus

Le tendenze riguardanti lo smart working consolidano il percorso già intrapreso, senza variazioni sostanziali rispetto allo scenario precedente. La revisione delle regole di accesso al campus non ha, per il momento, interessato elementi che possano incidere sull'uso dell'auto. Ulteriori dettagli e dati concernenti questa area sono riportati in Appendice B.

Area VI - Cultura della mobilità sostenibile

Alle iniziative di formazione e sensibilizzazione consolidate da tempo, in genere organizzate nell'ambito della Settimana Europea della Mobilità, del Festival dello Sviluppo Sostenibile e in occasione della Giornata Mondiale della Bicicletta o della Giornata nazionale del risparmio energetico, ad oggi non sono ancora state affiancate ulteriori campagne specifiche, suggerite dal Mobility manager, di comunicazione, sensibilizzazione, ingaggio e partecipazione. È tuttavia in corso la progettazione, a cura di un gruppo di membri del cantiere mobilità (progetto "*Mobilità sicura, sostenibile e felice*"), di una campagna mirata di promozione della mobilità sostenibile, che prevede la redazione di un **Piano di Comunicazione** a lungo termine per guidare la pianificazione, la creazione, la pubblicazione e la gestione di contenuti (testi, video, audio, ecc.), che opportunamente dovrà rientrare in un più ampio Piano di Comunicazione di Ateneo.

Azioni per influenzare il contesto esterno

Oltre alle sei aree di azioni descritte, nel Piano di Mitigazione sono stati affrontati anche gli **effetti esogeni**, ovvero effetti fuori dal controllo dell'Ateneo (Sezione 5.3.2 del PdM, 2024). Essenzialmente, tali effetti stimati riguardavano da un lato la variazione delle tipologie di mezzi impiegati per l'accesso ai campus per il sedimentarsi o meno delle abitudini acquisite durante la pandemia (effetti di "rientro alla normalità"), e, dall'altro - per quanto riguarda le emissioni di CO₂ calcolate a partire dalla stima dei comportamenti - la variazione dei fattori di emissione veicolari. Per quanto riguarda l'effetto di **rientro alla normalità**, si stimava una riduzione delle emissioni dovuta al ritorno all'uso del trasporto pubblico di parte dell'utenza che l'aveva abbandonato: questo fenomeno è effettivamente accaduto, soprattutto per il personale, in buona sostanza in linea con quanto atteso. Da osservare però che, mentre si prevedeva una maggiore tenuta degli utenti acquisiti dalla bicicletta rispetto ai mezzi privati, questo non è avvenuto, ed entrambe le categorie hanno perso utenti a vantaggio del trasporto pubblico. In ogni caso, rispetto al periodo pre-pandemico, l'utilizzo del trasporto pubblico non è ancora tornato al livello precedente, almeno secondo quanto osservato con il Questionario mobilità 2024.

Per quanto riguarda invece la variazione dei fattori di emissione veicolari, si è registrato uno scostamento tra le stime effettuate nel PdM 2024 e i più recenti valori forniti da ISPRA; questo tema sarà affrontato in dettaglio nella III edizione del Piano di Mitigazione (PdM, 2026-2028) e non viene pertanto considerato in questo documento.

In aggiunta, stante quanto detto sopra, l'Ateneo si è impegnato a rafforzare i legami con gli stakeholder locali, nazionali e internazionali. In particolare, il progetto "*Città amiche della mobilità sostenibile*", nato all'interno del cantiere mobilità sostenibile nel 2024, mira a istituire un tavolo permanente multistakeholder dedicato all'identificazione di policy, buone pratiche e interventi volti a promuovere concretamente la cultura della mobilità sostenibile. In particolare, dopo aver avviato il dialogo con AMAT e Comune, il cantiere ha incontrato anche l'Agenzia del Trasporto Pubblico del bacino della Città Metropolitana di Milano, Monza e Brianza, Lodi e Pavia e la Regione. Gli obiettivi (in fase di valutazione all'interno del cantiere e da parte del mobility manager) per il 2026 sono: i) individuazione di un gruppo di esperti politecnici che collaborino con Comune e AMAT (supporto alla progettazione) per la realizzazione di almeno due interventi volti a migliorare l'accessibilità ciclistica e pedonale dei nostri campus milanesi (uno in Città Studi e l'altro in Bovisa); ii)

identificazione di un gruppo di esperti politecnici che supportino il mobility manager di Ateneo nell'istituzione e coordinamento di un tavolo di confronto permanente multistakeholder (con il coinvolgimento anche di altri mobility manager universitari e delle organizzazioni vicine agli Atenei) per identificare interventi ritenuti prioritari e/o strategici; iii) identificazione di un gruppo di esperti politecnici che supportino le attività volte ad istituire un osservatorio scientifico politecnico dedicato alla qualità del trasporto pubblico e del trasporto merci nella Città metropolitana.

4.2.3 Target di riduzione delle emissioni di CO₂ necessari per il settore trasporti per raggiungere gli obiettivi di Ateneo al 2025 e 2030

Le stime previste nel PdM, 2024 per le riduzioni delle **emissioni di CO₂ pro capite** relative al settore trasporti, attività **Accesso al Campus**, rispetto al 2015 negli anni obiettivo 2025 e 2030, in accordo con le azioni proposte, sono riportate in **Tabella 4-6**.

Tabella 4-6 Riduzione delle emissioni di CO₂ pro capite relative al settore trasporti.

Voce	PdM 2024
	App. mercato: scenario F+B
Emissioni di CO ₂	-18% (2025) -26% (2028 ⁹) -32% (2030)

Si evidenzia che per tali stime, nel presente documento, non è stato previsto un aggiornamento quantitativo in quanto **l'ultimo Questionario sulla mobilità disponibile** (Questionario mobilità 2024), è **referito all'anno accademico 2023/2024** e, pur permettendo la quantificazione delle emissioni di CO₂ negli anni 2023 e 2024, come già anticipato, **non permette di apprezzare appieno gli impatti delle azioni realizzate e previste a valle della pubblicazione del PdM 2024**. L'aggiornamento quantitativo delle stime avverrà a valle dell'elaborazione dei dati del Questionario sulla mobilità 2026 (referito all'anno accademico 2024/2025). **Tali stime saranno descritte nel PdM 2026**.

Si evidenzia che per tali stime, nel presente documento, non è stato previsto un aggiornamento quantitativo in quanto **l'ultimo Questionario sulla mobilità disponibile** (Questionario mobilità 2024), è **referito all'anno accademico**

⁹ Il valore riferito all'anno 2028 si basa sull'interpolazione lineare dei dati tra il 2025 ed il 2030.

2023/2024 e, pur permettendo la quantificazione delle emissioni di CO₂ negli anni 2023 e 2024, come già anticipato, **non permette di apprezzare appieno gli impatti delle azioni realizzate e previste a valle della pubblicazione del PdM 2024**. L'aggiornamento quantitativo delle stime avverrà a valle dell'elaborazione dei dati del Questionario sulla mobilità 2026 (riferito all'anno accademico 2024/2025). **Tali stime saranno descritte nel PdM 2026**.

Per delineare comunque un percorso per il settore trasporti, come effettuato per il settore energia, in **Tabella 4-7** vengono riportate le riduzioni di emissioni di CO₂ pro capite che il settore dovrebbe conseguire per raggiungere i target emissivi complessivi di Ateneo previsti per il 2025 (-25% pro capite vs 2015) e per il 2030 (-50% pro capite vs 2015). Tali riduzioni tengono conto di quelle previste dal settore energia, con riferimento alla **Tabella 4-3**, e in particolare lo scenario che tiene conto dell'introduzione principalmente dei PPA (insieme alle altre azioni già previste nello scenario F+B come descritto nel PdM, 2024).

Tabella 4-7 Calcolo delle riduzioni delle emissioni di CO₂ pro capite relative al settore mobilità necessarie per raggiungere i target complessivi di ateneo al 2025 e al 2030 in accordo con le riduzioni previste nel settore energia negli scenari con PPA (vedi Tabella 4-3).

Voce	Riduzione necessaria sul settore trasporti per il raggiungimento dei target complessivi di ateneo (-25% al 2025, -50% al 2030)
	App. mercato: scenario F+B con PPA
Emissioni di CO ₂	-17% (2025) -30% (2030)

Occorre osservare che le quote di riduzione necessarie, relative al settore trasporti, possono essere soddisfatte sostanzialmente con riferimento ai due macro-ambiti già citati nei paragrafi precedenti: **variazioni endogene**, derivanti dall'implementazione delle azioni stabilite dalle politiche definite dall'Ateneo e dal Piano di mitigazione, e **variazioni esogene**, cioè esterne dal contesto in cui il Politecnico si inserisce.

In particolare, si specifica che nell'ambito delle **variazioni esogene** ricadono tre elementi principali:

- a) l'andamento dei **fattori di emissione** veicolari per le tipologie di alimentazione e cilindrata;

- b) il tasso di **sostituzione del parco veicolare endotermico** con vetture elettriche;
- c) la **variazione del comportamento** degli utenti in base alle condizioni dell'offerta di trasporto (sia pubblica che privata, motorizzata o attiva).

Dall'osservazione delle serie storiche annuali, da fonte ISPRA, per quanto riguarda i **fattori di emissione (a)** medi del parco veicolare per tipologia di alimentazione non emerge una tendenza che possa far prevedere una riduzione significativa nell'arco dei prossimi anni. Allo stesso modo, seppure in termini di nuove immatricolazioni la quota di auto elettriche (e soprattutto ibride) continui a crescere, l'erosione annuale di **quota del parco circolante endotermico (b)** è risultata finora piuttosto modesta, senza che si possa prevedere dunque una sostituzione significativa di tipologie di alimentazione nei prossimi anni.

Infine, per quanto riguarda le **abitudini di mobilità (c)**, esaurita la spinta positiva sul trasporto pubblico derivante dalla conclusione della pandemia, quindi con un recupero della quota di utenza persa in precedenza (peraltro non completa in tutti gli ambiti), non si immagina una dinamica significativa di evoluzione delle scelte di mobilità nel prossimo periodo stante la situazione socioeconomica e gli indirizzi politici alla scala nazionale.

Sebbene non siano disponibili le stime di rendicontazione delle **emissioni lato trasporti per il 2025**, possiamo attenderci che analogamente all'anno 2024 anche per il **2025 possano mantenersi i trend già delineati, seppure con un rallentamento delle dinamiche in atto**. In particolare:

Per quanto riguarda l'**Accesso ai campus**, si delinea un maggiore ricorso alle scontistiche sugli abbonamenti per il personale (per approfondimenti si veda Appendice B). Considerando anche la reintroduzione di alcuni servizi ferroviari precedentemente limitati, nonché il completamento della linea M4 nell'ovest di Milano, appare lecito ipotizzare che per il commuting vi sarà **fra il 2024** (anno di rilevazione) **e il 2025** (anno target) **una ulteriore variazione in termini di emissioni di CO₂ pro capite del -3%**.

Tale ipotesi si traduce, **rispetto all'obiettivo dichiarato nel PSS 2024** (che è - **15% rispetto al 2022**), in una stima di riduzione per il **2025** (anno target) pari all'**-11%**, con uno **scarto di 4 punti percentuali** rispetto al target

Lato **Missioni di lavoro del personale**, vista la forte crescita dei viaggi avvenuti nel periodo post-Covid, in ripresa dopo il fermo obbligato e l'avvio del PNRR, e dal

2015, è ora fisiologicamente molto più contenuta, con probabilmente un incremento piuttosto marginale tra il **2024** e **2025** stimato pari a **+2%**.

Mentre rispetto alle attività **Studenti in mobilità** e **Veicoli di servizio del Politecnico**, si stima si mantengano invariati i valori pro capite tra il **2024** e **2025**

Per quanto sopra descritto, come mostrato in Tabella 4-8, si ritiene ipotizzabile che la variazione complessiva del settore trasporti fra il 2025 e il 2015 sarà ancora nella direzione giusta, seppur con una modesta riduzione delle emissioni pro capite pari al -2%.

Tabella 4-8 Tendenza di variazione delle emissioni di CO₂ pro capite (kg/persona.anno) delle attività del settore trasporti, al 2025, rispetto all'anno di riferimento 2015 per lo scenario Finanziato + Base (F + B), con evidenza della variazione stimata al 2025 rispetto al 2022.

SETTORE	ATTIVITA'	2015	2022	2024	stima 2025	variazioni % 2025 vs 2015	variazioni % 2025 vs 2022
Trasporti	Missioni personale interno	32	27	46	47	50%	77%
	Accesso al Campus	242	238	219	212	-12%	-11%
	Studenti in mobilità (es. Erasmus)	9	14	16	16	82%	21%
	Veicoli di proprietà del Politecnico	2	1	1	1	-13%	-1%
Trasporti Totale	284	279	283	277	-2%	-1%	

In definitiva, ci si attende che il contributo alla riduzione delle emissioni del settore trasporti da **fattori esogeni rimanga modesto**, sollecitando dunque una maggiore **incisività delle azioni previste dal Piano in questo settore al fine di raggiungere gli obiettivi previsti**, o una rimodulazione degli obiettivi che possa bilanciare i contributi effettivamente raggiungibili dai diversi settori con l'introduzione di altre forme di mitigazione e/o compensazione delle emissioni. Questi aspetti verranno approfonditi nella prossima edizione del Piano di Mitigazione 2026.

5. CONCLUSIONI

Il presente Piano di Mitigazione descrive i benefici attesi in relazione alle soluzioni di decarbonizzazione implementate nel 2024 o da implementare tra il 2025 e il 2030. Inoltre, riporta un confronto con i benefici descritti nel precedente Piano (PdM 2024), discutendo le cause delle variazioni.

In generale l'andamento della riduzione delle emissioni del Politecnico negli ultimi due anni risulta coerente con la traiettoria obiettivo prevista. Al 2024 la riduzione raggiunta in termini di emissioni di CO₂ pro capite rispetto a 2015 è pari al -18,9%, discostandosi di 3,6 punti percentuali dall'obiettivo intermedio del -22,5%.

Come visualizzato in **Figura 2-1**, nel 2024 l'inventario delle emissioni vede pesare i contributi energetici per il **47%** delle emissioni di CO₂ totali (dove i consumi di energia elettrica contribuiscono per il **19%**, quelli di gas per il **27%** e il rimanente 1% è dovuto al teleriscaldamento) e i contributi della mobilità per il **53%** (dove le emissioni per l'accesso ai campus contribuiscono per il **41%** e le altre voci di mobilità – viaggi effettuati nell'ambito del programmi di scambio, missioni del personale e veicoli di proprietà del Politecnico – per il **12%**).

Per quanto riguarda il **settore Energia**, le **emissioni pro capite da consumi elettrici da rete, di gas e di teleriscaldamento al 2024** hanno segnato una riduzione del **-33% rispetto al 2015** (da 372 kgCO₂/persona.anno a 249 kgCO₂/persona.anno).

Si evidenzia che nel 2025, nonostante ci si attendesse una riduzione più marcata a seguito delle azioni proposte (ossia superiore al -33%, corrispondente al delta tra il 2024 e il 2015), il PdM light 2025 mostra una riduzione inferiore, pari al -31% rispetto al 2015, vedi Tabella 5-1. Stesso andamento viene mostrato in tabella per i consumi di energia primaria globale non rinnovabile. Questo minore beneficio è strettamente correlato ai consumi di gas, che risultano più elevati nel 2025 rispetto al 2024 (Figura 4-2). Come indicato nella Sezione 4, le ore equivalenti (a piena capacità) del trigeneratore del Plesso Leonardo-Bassini-Bonardi nel 2024 sono state inferiori rispetto alle previsioni, comportando una riduzione dei consumi di gas associati. Nel 2025 si prevede il ritorno dell'impianto a pieno regime, con ore equivalenti di funzionamento allineate a quelle monitorate nel 2022.

La riduzione dei **consumi di energia primaria globale non-rinnovabile** al 2025 rispetto al 2015, è stimata al 22%. La decisione dell'Ateneo di acquistare tutta l'energia prelevata da rete elettrica nazionale con Certificati di Origine (GO)

rinnovabile tramite un Power Purchase Agreement (PPA) giocherà un ruolo fondamentale nel soddisfacimento degli obiettivi imposti dal 2026 al 2030: si stima che la riduzione di emissioni di CO₂ all'anno 2030 possa passare dal -48% (senza PPA) al -65% (con PPA) e che la riduzione dei consumi di energia primaria globale non rinnovabile possa passare dal -35% (senza PPA) al -71% (con PPA).

Per quanto riguarda il **settore trasporti**, l'analisi delle emissioni di CO₂ pro capite **al 2024** evidenzia un andamento di riduzione pari a **-0,4%, rispetto al 2015**. Considerando questo risultato in confronto al target di riduzione del -18% stimato **nel PdM 2024 per il 2025**, all'interno di questa trattazione, PdM light 2025, **si è proceduto a una revisione della stima** relativa a questo settore. **Tale revisione è stata effettuata** in modo qualitativo e tramite inferenze descritte nel capitolo 4.2 e di seguito riassunte, tenendo anche conto dei fattori esogeni ed endogeni intercorsi dopo la pubblicazione del PdM 2024, che al momento non è possibile quantificare.

Guardando solo l'attività emissioni da **Accesso al Campus**, fra il 2024 (anno di rilevazione) e il 2025 (anno target) la variazione delle emissioni di CO₂ pro capite aggiuntiva, rispetto al **-8%** già ottenuto, si è stimato possa attestarsi in circa il -3%, portando la variazione 2025-2022 intorno al **-11%** (risultando inferiore di circa 4 punti percentuali rispetto all'obiettivo dichiarato nel PSS, -15% vs 2022).

Oltre ad una **riduzione inferiore** di quella attesa **relativa alla quota modale del mezzo privato** da parte degli **studenti**, raggiungendo al 2024 un -5,1% rispetto al 2022 (lontano dal target previsto al 2025 del -15%), ha molto pesato anche il **fattore esogeno** legato all'andamento dei **fattori di emissione dei veicoli**, diverso da quanto previsto nel PdM, 2024 ed in controtendenza¹⁰.

Per quanto riguarda invece le **missioni di lavoro del personale** e i viaggi per gli **scambi di studio degli studenti**, la forte crescita del periodo post-Covid e dal 2015 (come mostrato in **Figura 3-2**), dovrebbe essere ora fisiologicamente molto più contenuta, con probabilmente nei prossimi anni un incremento piuttosto marginale. **Per quanto sopra descritto**, si ritiene ipotizzabile che la **variazione complessiva delle emissioni pro capite del settore trasporti fra il 2025 e il 2015** si sia avviata nella direzione giusta, seppur con un limitato **-2%**.

In conclusione, ci si attende che il contributo alla **riduzione delle emissioni del settore trasporti da fattori esogeni rimanga modesto per via dei trend**

¹⁰ In relazione a elementi esogeni, il fattore di emissione per le auto a benzina (che costituiscono quasi il 50% del parco veicolare nazionale) tra il 2015 e il 2023, è cresciuto molto.

esterni, e si **auspica un maggior contributo da fattori endogeni**, cioè una maggiore incisività delle azioni previste dal Piano di Mitigazione in questo settore al fine di raggiungere gli obiettivi previsti.

A fronte dell'analisi fin qui condotta, si suggerisce di prevedere una rimodulazione degli obiettivi che possa bilanciare i contributi effettivamente raggiungibili dai diversi settori con l'introduzione di altre o ulteriori azioni di mitigazione e avviare l'approfondimento sul tema delle compensazioni delle emissioni. Come accennato nella Sezione 4.2, questi aspetti verranno approfonditi nella prossima edizione del Piano di Mitigazione (PdM, 2026).

Alla luce delle considerazioni esposte in questo paragrafo e nel resto del documento, vengono riportate in **Tabella 5-1**, le stime delle emissioni di CO₂ di Ateneo ed i consumi di energia, con valori a consuntivo derivanti dagli Inventari di Ateneo per gli anni 2015, 2022 e 2024 e con stime previsionali per gli anni 2025 e 2030 aggiornate rispetto alle previsioni presenti nel PdM 2024.

Tabella 5-1. Riepilogo delle emissioni di CO₂ di Ateneo, assolute e pro capite per i settori energia e trasporti, e dei consumi di energia.

Voce	U.M.	2015	2022	2024	2025	2030
Emissioni CO ₂ assolute - Energia	tCO ₂ /a.	17.967	20.679	14.391	14.910	7.511
Emissioni CO ₂ assolute - Trasporti	tCO ₂ /a..	13.719	15.955	16.362	16.085	11.159
Emissioni CO ₂ assolute - Totali	tCO ₂ /a.	31.686	36.634	30.752	30.945	18.670
Popolazione Politecnico totale	n.	48.300	57.206	57.817	58.000	58.000
Emissioni CO ₂ pro capite - Energia	kgCO ₂ / (p.a.)	372	361	249	257	130
Emissioni CO ₂ pro capite - Trasporti	kgCO ₂ / (p.a.)	284	279	283	277	192
Emissioni CO ₂ pro capite - Totali	kgCO ₂ / (p.a.)	656	640	532	534	322
Variazione (pro capite) Energia rispetto al 2015	%	-	-3%	-33%	-31%	-65%
Variazione (pro capite) Trasporti rispetto al 2015	%	-	-2%	0%	-2%	-32%
Variazione (pro capite) Totale rispetto al 2015	%	-	-2%	-19%	-19%	-51%
Riduzione (pro capite) Totale rispetto al 2015	kgCO ₂ / (p.a.)	-	-16	-124	-122	-334
Consumi di elettricità (da rete) (Assoluti)	MWh/a.	42.879	34.816	29.869	26.215	23.441
Consumi di elettricità (da rete) (Pro capite)	kWh / (p.a.)	888	609	517	452	404
Consumi di gas (Assoluti)	GJ/a.	78.776	182.593	145.445	168.064	127.980
Consumi di gas (Pro capite)	MJ / (p.a.)	1.631	3.192	2.516	2.898	2.207
Consumi di energia primaria globale non-rinnovabile (Assoluti)	MWh/a.	107.448	121.844	101.263	100.662	37.328
Consumi di energia primaria globale non-rinnovabile (Pro capite)	kWh / (p.a.)	2.225	2.130	1.751	1.736	644

In conclusione, per quanto riguarda il **target al 2025** è poco verosimile che il Politecnico riuscirà a raggiungerlo: secondo le stime fatte per il settore energia (-31% rispetto al 2015) e per il settore trasporti (-2% rispetto al 2015) le emissioni pro capite al 2025 dovrebbero raggiungere un -19% rispetto al 2015 discostandosi di 6 punti percentuali rispetto all'obiettivo (-25% rispetto al 2015).

Il **target al 2030** invece, appare raggiungibile, a condizione che si registri una significativa trasformazione nelle abitudini di accesso ai campus della popolazione politecnica rafforzando anche i legami con gli stakeholder locali, nazionali, e con l'introduzione di policy di Ateneo rispetto alle modalità di viaggio per le missioni di lavoro del personale,

Se per il settore energia l'introduzione del PPA dovrebbe garantire una riduzione delle emissioni pro capite di circa il 65%, per conseguire l'obiettivo complessivo dell'Ateneo (-50% al 2030 rispetto al 2015) è indispensabile ottenere, in parallelo, una diminuzione delle emissioni di CO₂ pro capite legate all'ambito mobilità pari al 30%.

Passare dal -2% stimato al 2025 al -30% in soli cinque anni richiede un impegno mirato sul settore trasporti, attraverso investimenti interni – come campagne di sensibilizzazione efficaci e continuative rivolte a studenti e personale – e azioni coordinate con gli enti competenti locali, finalizzate a migliorare l'accessibilità e la percezione di sicurezza negli spostamenti più sostenibili. Solo un approccio integrato di questo tipo potrà rendere realistico il raggiungimento del target prefissato.

Se si volesse raggiungere l'obiettivo prefissato per il 2030 con due anni di anticipo (al 2028), occorrerebbe invece che oltre alla riduzione del 61% delle emissioni legate al settore energia, le emissioni di CO₂ relative al settore mobilità si riducessero del 36%.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

ARERA 117-2022. Revisione dei fattori percentuali convenzionali di perdita da applicare alle imprese distributrici per finalità perequative per il biennio 2022-2023 e ai prelievi in bassa tensione, di cui alla tabella 4 del testo integrato <https://www.arera.it/fileadmin/allegati/docs/22/117-22.pdf>

ISPRA (2023a). *Fattori di emissione per la produzione ed il consumo di energia elettrica in Italia*. <https://emissioni.sina.isprambiente.it/inventario-nazionale/>

ISPRA (2023b). *La banca dati dei fattori di emissione medi del trasporto stradale in Italia*. <https://fetranp.isprambiente.it/#/>

ISPRA (2023b) *Serie storica aggiornata dal 1990 al 2021 dei dati sul trasporto stradale in Italia* <https://emissioni.sina.isprambiente.it/inventario-nazionale/>

Mobitool (2023) <https://www.mobitool.ch/>

PdM (2019). *Proposta di Piano di Mitigazione e di obiettivi di riduzione delle emissioni di CO₂ del Politecnico di Milano*. https://www.polimi.it/fileadmin/user_upload/il_Politecnico/Piano_di_Mitigazione_finale.pdf

PdM (2024). *Il Piano di Mitigazione delle emissioni di CO₂ del Politecnico di Milano - anno di riferimento 2022*. <https://www.polimi.it/il-politecnico/chisiamo/documenti-strategici/piano-di-mitigazione-delle-emissioni-co2>

PNIEC (2023). Piano nazionale integrato per l'energia e il clima; MASE https://www.mase.gov.it/sites/default/files/PNIEC_2023.pdf

PRIMES (2020). Models used for the EU Reference Scenario 2020 https://energy.ec.europa.eu/data-and-analysis/energy-modelling/eu-reference-scenario-2020_en

ARERA (2024) Composizione percentuale del prezzo dell'energia elettrica - Maggior tutela, Dati e statistiche. Disponibile a:

<https://www.arera.it/dati-e-statistiche?ambito=55&keyword=&setto=4&orderby=> (Accessed: 1 April 2024).

Caserini, S. (2023) *Proposta di Piano di Mitigazione e di obiettivi di riduzione delle emissioni di CO₂ del Politecnico di Milano*. Milano.

ENEA (2022) 'Rapporto annuale 2022: Le detrazioni fiscali per l'efficienza energetica e l'utilizzo delle fonti rinnovabili di energia negli edifici esistenti', Rapporti online ENEA, 1(1), pp. 1-219.

Famiglietti, J. et al. (2023) 'Net-Zero Climate Emissions Districts: Potentials and Constraints for Social Housing in Milan', *Energies*, 16(3), p. 1504. di:

10.3390/en16031504.

Kemna, R. et al. (2019) Space and combination heaters: Ecodesign and Energy Labelling. Delft, The Netherlands. Disponibile a: https://www.eceee.org/static/media/uploads/site-2/ecodesign/products/Space_and_combination_heaters/boilers_task_5_final_report_july_2019.pdf.

Piano Spostamenti Casa Università (Edizione 2024) https://www.polimi.it/fileadmin/user_upload/Il-Politecnico/documenti-strategici/piano-spostamenti-casa-lavoro-universita/PSCU_2024_ita.pdf

QualEnergia (2024) Infodata energia, QualEnergia sito web. Disponibile a: <https://www.qualenergia.it/pro/documenti/quota-rinnovabili-4-9-21-31-pun-5-9-21-e-mwh-11309-petrolio-wti-b-6929-co2-3-9-21-e-ton-6133/#petrolio-gas> (Accessed: 2 May 2024).

Regione Lombardia (2020) Allegato H Decreto n. 18546/19. Procedura di calcolo per la certificazione energetica degli edifici.

Snam e Terna (2021) Scenario National Trend. Roma. Disponibile a: https://download.terna.it/terna/National_Trends_Italia_2021_8d8c8fe48cb033f.pdf.

Snam e Terna (2023) Documento di descrizione degli scenari 2022. Roma. Disponibile a: https://download.terna.it/terna/Documento_Descrizione_Scenari_2022_8da74044f6ee28d.pdf.

Sorrentino, R. (2024) Dove va l'inflazione? Un esercizio di previsione, Il Sole 24 ore. Disponibile a: https://riccardosorrentino.blog.ilsole24ore.com/2024/03/24/dove-va-linflazione-un-esercizio-di-previsione/?refresh_ce=1 (Accessed: 1 April 2024)

APPENDICE A

In questa appendice vengono presentati i dati relativi ai risultati ottenuti ed attesi in riferimento alle azioni implementate e previste nel settore Energia.

Per ogni azione viene data evidenza del beneficio ottenuto (analizzando i dati a consuntivo dell'Inventario 2024) e atteso, previsto per gli anni futuri (2025 e 2030). I dati sono anche in questo caso confrontati con i valori di riduzione esposti nel precedente Piano di Mitigazione (PdM 2024).

Le due **Figure A.1 e A.2** mostrano graficamente il beneficio (in termini di riduzione dei consumi di elettricità e di gas) ottenuto nell'anno 2024 (a consuntivo) rispetto all'anno 2015 delle varie azioni implementate, fornendo quindi un primo prospetto utile al lettore.

Sono inclusi i valori di aumento o riduzione dei consumi derivanti dall'aumento di superficie e del fattore correttivo (imputato alle azioni di sensibilizzazione degli utenti ed altre azioni non monitorate, i.e., data center, etc.) ottenuto come delta tra i valori di consumo elettrico misurati negli Inventari (2022 e 2024) e dedotti dai due PdM (2024 e 2025 light).

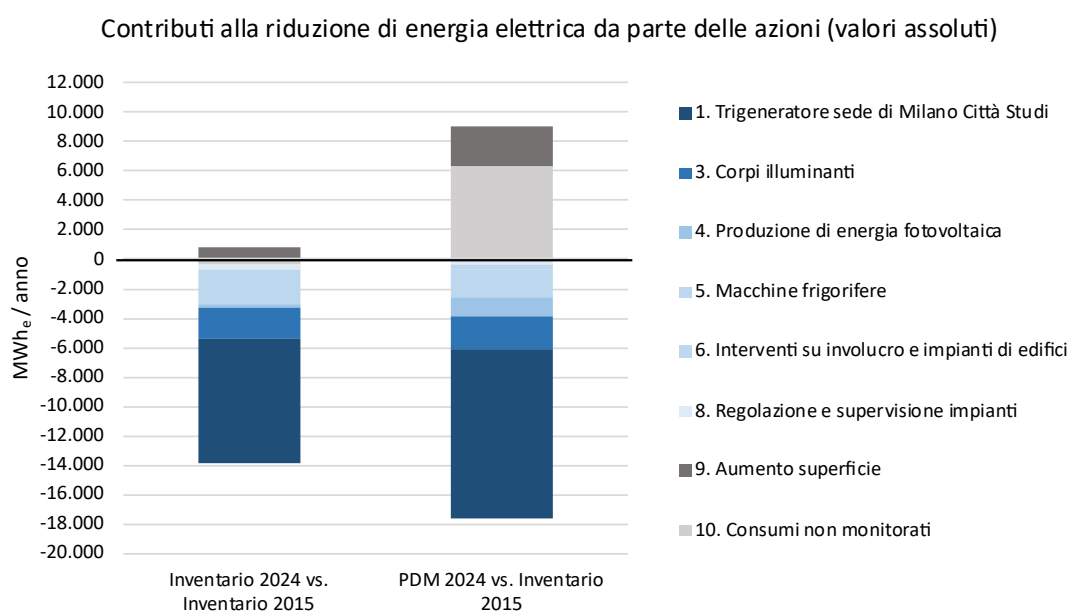


Figura A 1. Ripartizione degli effetti di riduzione sui consumi elettrici delle singole azioni intraprese (anno 2024 rispetto al 2015).

Contributi alla riduzione di gas naturale da parte delle azioni (valori assoluti)

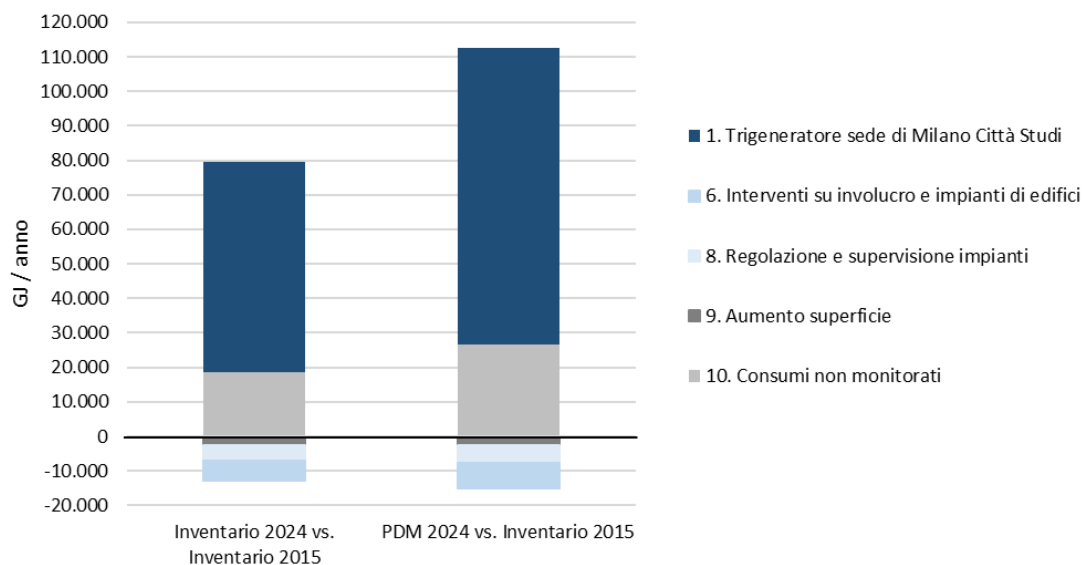


Figura A.2. Ripartizione degli effetti di riduzione sui consumi di gas delle singole azioni intraprese (anno 2024 rispetto al 2015).

Il prospetto quantitativo, ovvero in termini numerici, è invece fornito nelle due **Tabelle A.1 e A.2**.

Tabella A.1. Variazione dei consumi di elettricità dal 2024 al 2015.

Azione	Inventario 2024 vs. 2015	PdM 2024 vs. 2015
<i>Consumi di elettricità</i>		
Trigeneratore (MWh _e / a)	-8.399	-11.507
TLRF (MWh _e / a)	0	0
Corpi illuminati (MWh _e / a)	-2.136	-2.294
Fotovoltaico - FTV (MWh _e / a)	+292 (*)	+1.222 (*)
Gruppi frigo (MWh _e / a)	-1.973	-1.923
Involucro e impianti (MWh _e / a)	-324	-329
Bandi dipartimenti (MWh _e / a)	0	0
Regolazione e supervisione (MWh _e / a)	-322	-355
Aumento di superficie (MWh _e / a)	+817	+2.774
Consumi non monitorati (MWh _e / a)	-381	+6.330
Variazione totale di consumo da rete (MWh_e / a)	-13.010	-8.527

(*) I valori relativi alla produzione di energia da FTV sono stati considerati come beneficio (-) nella determinazione della variazione totale di consumo da rete.

Tabella A 2. Variazione dei consumi di gas naturale dal 2024 al 2015.

Azione	Inventario 2024 vs. 2015	PdM 2024 vs. 2015
<i>Consumi di gas naturale</i>		
Consumi di gas naturale da trigen. (GJ / a)	+69.863	+100.989
Consumi di gas evitati per risc. trigen (GJ / a)	-8.827	-14.939
Gas naturale da TLRF (GJ / a)	0	0
Gas naturale involucro e impianti (GJ / a)	-5.782	-7.238
Gas naturale da regolazione (GJ / a)	-4.748	-5.277
Gas naturale aumento superficie (GJ / a)	-2.424	-2.424
Consumi non monitorati (GJ / a)	+18.585	+ 26.648
Variazione totale di consumo di gas naturale (GJ / a)	+66.668	+97.760

Nelle sezioni successive vengono invece dettagliate le varie azioni.

Ottimizzazione trigeneratore per la sede di Milano Città Studi (plesso Leonardo-Bonardi- Bassini)

Il trigeneratore della sede di Milano Città Studi è entrato in esercizio nell'ottobre 2015, al servizio del plesso Leonardo-Bonardi-Bassini. Come evidenziato all'interno della sezione 4.1 le ore equivalenti (ore di funzionamento a pieno carico) relative all'anno 2024 sono state inferiori rispetto a quanto preventivato nel PdM 2024. Pertanto, si sono riscontrati minori consumi di gas naturale e una minore produzione di energia elettrica e termica per riscaldamento e raffrescamento.

Le due sezioni che seguono mostrano i valori di consumo e produzione di energia in relazione ai due Piani di Mitigazione. I valori previsionali (dal 2025 al 2030) sono stati assunti al pari dei valori relativi all'anno 2022, si stima infatti una produzione di energia elettrica e termica per gli anni futuri prossima a quella dei valori del 2022.

Risultati a consuntivo e previsti: PdM light 2025

Tabella A 3. Consumi e produzione di energia del trigeneratore secondo il PdM light 2025.

Voce	2015	2024	2025	2030
Consumi di gas trigeneratore (kSm ³)	626	2 647	3 548	3 548
Q _{th} da trigen. consumata da Polimi per riscaldamento (MWh)	2 579	4 847	6 418	6 418
Q _{th} da trigen. consumata da Polimi per raffrescamento (MWh)	0	1 443	2 106	2 106
Q _{th} da trigen. totale consumata da Polimi (MWh)	2 579	6 290	8 523	8 523
Q _f trigeneratore consumata da Polimi (MWh)	0	670	1 395	1 395
W totale prodotta dal trigeneratore (MWh)	2 555	10 733	14 439	14 439
W trigeneratore consumata da Polimi (MWh)	1 907	10 107	12 996	12 996
W trigeneratore ceduta all'esterno (MWh)	648	626	1 443	1 443

Risultati previsti: PdM 2024

Tabella A 4. Consumi e produzione di energia del trigeneratore secondo il PdM 2024.

Voce	2015	2024	2025	2030
Consumi di gas trigeneratore (kSm ³)	626	3 548	3 548	3 548
Q _{th} da trigen. consumata da Polimi per riscaldamento (MWh)	2 579	6 418	6 418	6 418
Q _{th} da trigen. consumata da Polimi per raffrescamento (MWh)	0	2 106	2 106	2 106
Q _{th} da trigen. totale consumata da Polimi (MWh)	2 579	8 523	8 523	8 523
Q _f trigeneratore consumata da Polimi (MWh)	0	1 395	1 395	1 395
W totale prodotta dal trigen. (MWh)	2 555	14 439	14 439	14 439
W trigeneratore consumata da Polimi (MWh)	1 907	12 996	12 996	12 996
W trigeneratore ceduta all'esterno (MWh)	648	1 443	1 443	1 443

Come si evince dal confronto dei valori presentati nelle Tabelle, il consumo di gas naturale nel 2024 è stato pari a 2.647 kSm³, -25% rispetto al valore atteso nel PdM 2024, ovvero 3.548 kSm³. Conseguentemente è stata riscontrata una riduzione dell'energia elettrica prodotta (autoconsumata ed esportata) così come la produzione di calore, utilizzata per il riscaldamento degli ambienti e per la produzione di energia frigorifera (calore in input all'assorbitore).

Teleriscaldamento e teleraffrescamento: Campus via La Masa

L'estensione della rete di teleriscaldamento e teleraffrescamento (TLRF) del Campus La Masa è stata ridimensionata rispetto a quanto previsto nel PdM 2024. In origine, la rete avrebbe dovuto servire l'intero Campus; attualmente, invece, è previsto che copra esclusivamente gli edifici situati in via La Masa, escludendo quelli di via Lambruschini. Per gli edifici di via Lambruschini sono comunque previsti interventi sugli impianti HVAC. In particolare, si prevede (nello scenario Base) l'installazione di pompe di calore aria-acqua individuali, a livello di singolo edificio. Questi impianti garantiranno un'efficienza di esercizio (rapporto tra effetto utile e domanda elettrica) comparabile alle PdC (aria-acqua) della rete TLRF (precedentemente stimata nel PdM 2024). Il completamento dell'intervento è previsto entro il 2027.

Oltre alla costruzione del sistema di TLRF e all'installazione delle macchine individuali si prevede di rinnovare il sistema di distribuzione ed emissione dell'energia all'interno degli edifici.

Nello specifico verranno installate 3 Pompe di Calore (PdC) / Chiller con sorgente esterna acqua. La potenza termica installata totale sarà pari a circa 4,2 MW_t (1,4 MW_t per macchina), con una domanda elettrica per la produzione di calore totale

pari a 539 MWh_e, più la domanda di elettricità del sistema di pompaggio (per il riscaldamento e raffrescamento) di 684 MWh_e. Le PdC appena descritte sono macchine reversibili con potenza frigorifera totale pari a 1,1 MW_f e domanda elettrica per produzione di freddo di 303 MWh_e.

Al momento non si hanno informazioni specifiche riguardo alle PdC reversibili individuali che saranno installate a livello di singolo edificio. Come detto però si stima un'efficienza di funzionamento prossima a quella del sistema PdC (aria-acqua) e rete di distribuzione di TLRF (precedentemente stimata nel PdM 2024).

Di seguito viene dato dettaglio delle caratteristiche tecniche della rete di TLRF, fornendo un confronto con quanto indicato nel PdM 2024.

Rete di TLRF: PdM light 2025

Tabella A 5. Informazioni rete TLRF La Masa.

Voce	PdC/Chiller aria-acqua	PdC/Chiller acqua-acqua
Numero unità	0	3
Potenza installata (kW _e / unità)	0	327 (elettrica)
Potenza installata (kW _{tof} / unità)	0	1 424 (termica) 1 122 (frigorifera)
<i>Consumi elettrici e produzione di energia per le macchine acqua-acqua</i>		
Consumi elettrici (MWh _e / anno)	539 (per calore) 303 (per energia frigorifera) 684 (pompaggi)	
Calore in rete (MWh _t / anno)		3 803
Energia frigorifera (MWh _f / anno)		2 046

Rete di TLRF: PdM 2024

Tabella A 6. Informazioni rete TLRF La Masa.

Voce	PdC/Chiller aria-acqua	PdC/Chiller acqua-acqua
Numero unità	6	3
Potenza installata (kW _e / unità)	371 (elettrica)	327 (elettrica)
Potenza installata (kW _{tof} / unità)	784 (termica) 941 (frigorifera)	1 424 (termica) 1 122 (frigorifera)
<i>Consumi elettrici e produzione di energia aggregati per le macchine aria-acqua e acqua-acqua</i>		
Consumi elettrici (MWh _e / anno)	1 761 (per calore) 989 (per energia frigorifera) 819 (pompaggi)	
Calore in rete (MWh _t / anno)		7 991
Energia frigorifera (MWh _f / anno)		5 478

Nella **Tabella A 7** vengono presentati i dati di fabbisogno energetico, domanda di energia elettrica ed energia non rinnovabile evitata grazie all'installazione delle macchine a PdC a servizio del Campus (TLRF e macchine individuali). Come già evidenziato si stima una riduzione di energia primaria non rinnovabile pari a quanto indicato nel PdM 2024, in quanto l'efficienza delle PdC individuali a servizio degli edifici di via Lambruschini è assunta comparabile a quella del sistema PdC e rete di distribuzione di TLRF.

Tabella A 7. Benefici relativi in termini di riduzione dei consumi.

Voce	Valore (2030) PdM light 2025 e PdM 2024
Consumo di elettricità per produzione di calore (MWh _e / anno) - W ₁	1 761
Consumo di elettricità per produzione di en. frigorifera (MWh _e / anno) - W ₂	989
Consumo di elettricità per pompaggi (MWh _e / anno) - W ₃	819
Produzione di energia termica da rete TLRF (MWh _t / anno) - Q _H	7 991
Rendimento caldaia (%) - n _c	0.925
Produzione di energia frigorifera da rete TLRF (MWh _f / anno) - Q _C	5 478
SEER macchine tradizionali -SEER	2,5
Fattore di conversione in energia primaria elettricità (non-rinnovabile) (kWh _{pe} / kWh _e) - EP _{ele}	1,97
Fattore di conversione in energia primaria gas (kWh _{pe} / kWh) - EP _{gas}	1,05
Fattore di conversione in energia primaria componente rinnovabile (sorgente fredda, aria e acqua) - (kWh _{pe} / kWh) - EP _{ren}	1,00
Riduzione dei consumi in energia primaria non-rinnovabile (MWh _{pe} / a) - ΔEP	-6 357

Corpi illuminanti

Nella presente sezione viene descritta l'azione relativa alla sostituzione delle lampade tradizionali (neon) con lampade a LED, effettuando un confronto con quanto dichiarato nel PdM del 2024.

Al 31.12.2024 risulta sostituito il 39% dei corpi illuminanti, ovvero 25.250 su un totale di 65.000 lampade. Tale valore ammontava al 15% nel 2015 (i.e., 9.750 su 65.000). La Tabella A 8 mostra i target a confronto tra il PdM del 2025 e del 2024, evidenziando gli scenari Finanziato (F) e Base (B).

Tabella A 8. Confronto PdM light 2025 vs. PdM 2024 per corpi illuminanti.

Anno	PdM light 2025	PdM 2024
2024 (F)	Sostituzione 11 789 (24% +18% = 42%)	Sostituzione 13 800 (24% +21% = 45%)
2025 (F + B)	Sostituzione 7 000 (42% + 11% = 53%)	Sostituzione 7 000 (45% + 11% = 56%)
2026 (F + B)	Sostituzione 7 000 (53% + 11% = 64%)	Sostituzione 7 000 (56% + 11% = 67%)
2027 (F + B)	Sostituzione 7 000 (64% + 11% = 75%)	Sostituzione 7 000 (67% + 11% = 77%)
2028 (F + B)	Sostituzione 7 000 (75% + 11% = 86%)	Sostituzione 7 000 (77% + 11% = 88%)
2029 (F + B)	Sostituzione 7 000 (86% + 11% = 97%)	Sostituzione 7 000 (88% + 11% = 99%)
2030 (F + B)	Sostituzione 4 750 (97% + 3% = 100%)	Sostituzione 700 (99% + 1% = 100%)

Come indicato nel PdM 2024, a luglio 2022 è stato finanziato il progetto per l'installazione di LED in alcuni edifici del campus Leonardo, prevedendo la sostituzione di 6.800 corpi illuminanti, più ulteriori 7.000 corpi nell'aprile 2024 grazie all'avanzo di bilancio, per un totale di 13.800 corpi illuminanti. Tale sostituzione, come si evince dalla tabella, al 2024 (a consuntivo) è risultata essere leggermente inferiore (pari a 11.789 corpi). Si prevede comunque di sostituire tutti i corpi illuminanti al 2030, finanziando la sostituzione di 7.000 corpi illuminanti all'anno (dal 2025 al 2030), in modo da raggiungere la completa sostituzione delle lampade.

In **Tabella A 9** viene mostrata la stima delle riduzioni dei consumi elettrici grazie alla sostituzione dei corpi.

Tabella A 9. Stima consumi evitati grazie alla sostituzione dei corpi illuminanti.

Anno	PdM light 2025 vs. 2015 (MWh _e /a)	PdM 2024 vs. 2015 (MWh _e /a)
2024	-2 136	-2 294
2025	-2 685	-2 843
2028	-4 367	-4 496
2030	-5 100	-5 100

Produzione di energia fotovoltaica

Nella presente sezione viene data evidenza riguardo alla potenza di picco dei moduli fotovoltaici installati a servizio dell'Ateneo. Come nelle precedenti e

successive sezioni relative alla descrizione delle azioni viene effettuato un confronto con quanto precedentemente indicato nel PdM 2024.

Risultati a consuntivo e previsti: PdM light 2025

Al 31.12.2024 la potenza di picco installata in esercizio (ovvero che ha già passato la fase di installazione e collaudo) risultava essere pari a 1,254 MWp. Della potenza totale installata, sopra indicata, solo 0,381 MWp hanno contribuito a produrre elettricità durante il 2024, ovvero sono entrati in funzione entro il 31.12.2023.

Nella **Tabella A 10** e **Tabella A 11** viene data evidenza della potenza fotovoltaica installata e prevista negli anni futuri, fornendo un confronto con quanto preventivato nel PdM 2024.

Tabella A 10. Prospetto potenza fotovoltaica installata e autoconsumo PdM light 2025.

Voce	2024 (MWp)	2025 (MWp)	2030 (MWp)	Scenario
1. FTV installato totale	1,254	1,428	3,307	F
2. FTV in esercizio per tutto l'anno	0,381	1,254	3,307	F
3. Da aggiungere FTV in corso di installazione	-	1,170	-	F
4. di cui Lotto 1 e 2	0,873	1,832	2,521	F
5. Nuovi edifici	-	-	5,192	F
Totale (F): 1 + 3 + 5	1,254	2,599	8,499	F
Voce	2024 (MWh/a)	2025 (MWh/a)	2030 (MWh/a)	Scenario
Autoconsumo (F): da punto 2 e 5	320	1 104	7 479	F

Di seguito un dettaglio degli impianti previsti nel Lotto 1 e 2:

- Lotto 1 (0,947 MWp): (i) 898 kWp previsti nella sede Città Studi (Campus P.zza L. da Vinci) e ulteriore fotovoltaico previsto nella sede Bovisa, Campus La Masa, (ii) 49 kWp Edificio B22;
- Lotto 2 (1,573 MWp): (i) 400 kWp previsti nella sede Città Studi (Campus P.zza L. da Vinci), (ii) 800 kWp sede Bovisa, Campus La Masa e (iii) 371 kWp sede Bovisa, Campus Durando.

Risultati previsti: PdM 2024

Tabella A 11. Prospetto potenza fotovoltaica installata e autoconsumo PdM 2022.

Voce	2024 (MWp)	2025 (MWp)	2030 (MWp)	Scenario
FTV installato	0,269	0,269	0,269	F
Lotto 1	1,215	1,215	1,215	F
Lotto 2	-	1,890	1,890	F
Nuovi edifici	-	0,219	5,192	F
Totale (F)	1,484	3,593	8,566	F

Voce	2024 (MWh/a)	2025 (MWh/a)	2030 (MWh/a)	Scenario
Autoconsumo (F)	1 247	3 162	7 538	F

Macchine frigorifere

Come nel caso del trigeneratore per la sede di Milano Città Studi, questa azione è stata completamente ammessa a finanziamento. La stima del potenziale di riduzione dei consumi elettrici tramite interventi sulle macchine frigorifere si è basata sull'ipotesi di sostituzione ogni anno del 5% delle macchine meno efficienti esistenti al 2015, raggiungendo il 75-90% (nel 2030) di sostituzione dei chiller.

Nelle due sezioni successive viene dato un confronto dell'effettiva sostituzione delle macchine al 2024 rispetto a quanto preventivato nel PdM 2024. I target al 2025 e al 2030 sono stati confermati, pertanto nelle due tabelle si riportano gli stessi valori.

Risultati a consuntivo e previsti: PdM light 2025

Nel 2023 e 2024 sono avvenute le seguenti sostituzioni (dati forniti da Commissione Energia).

Sede Città Studi

- Edificio 1, 1 macchina da 114 kW_f;
- Edificio 4, 1 macchina da 723 kW_f;
- Edificio 4A, 1 macchina da 80 kW_f e 1 macchina da 30 kW_f;
- Edificio 7, 1 macchina da 42 kW_f;
- Edificio 8, 1 macchina da 73 kW_f;
- Edificio 9, 2 macchine da 204 kW_f;
- Edificio 14, 2 macchine da 484 kW_f;
- Edificio 14B, 1 macchina da 61 kW_f;
- Edificio 29, 1 macchina da 73 kW_f.

Sede di Bovisa

- Edificio B5A, 1 macchina da 110 kW_f;
- Edificio B19, 1 macchina da 187.6 kW_f;
- Edificio BL26, 1 macchina da 820 kW_f e 1 macchina da 30 kW_f;
- Edificio BL27, 1 macchina da 700 kW_f e 1 macchina da 704 kW_f.

Sede di Piacenza

- Caserma Nave, 1 macchina da 208 kW_f.

Per un totale di 5 301 kW_f contro i 2 500 kW_f previsti nel PdM 2024.

Nella **Tabella A 12** vengono mostrati i valori relativi alle quote di intervento negli anni e la riduzione dei consumi elettrici stimati.

Tabella A 12. Risultati a consuntivo e previsti PdM light 2025.

Taglia potenza macchine frigorifere	Consumi elettrici (kWh _e /anno)	SEER nuove macchine	Riduzione dei consumi rispetto al 2015 (kWh _e / a)		
			2024	2025	2030
≤ 10 kW	496 800	4,6	-	-161 746	-204 120
10 - 30 kW	320 400	4,6	-	-113 427	-131 643
30 - 50 kW	191 880	4,6	-11 833	-69 669	-70 078
50 - 100 kW	310 320	4,6	-60 151	-90 391	-113 334
100 - 500 kW	3 272 760	4,6	-771 219	-623 300	-1 120 565
> 500 kW	6 076 080	4,6	-1 129 398	-1 135 211	-2 080 397
Totale	10 668 240	-	-1 972 601	-2 193 744	-3 720 136

Risultati previsti: PdM 2022

Tabella A 13. Risultati previsti PdM 2022.

Taglia potenza macchine frigorifere	Consumi elettrici (kWh _e /anno)	SEER nuove macchine	Riduzione dei consumi rispetto al 2015 (kWh _e / a)		
			2024	2025	2030
≤ 10 kW	496 800	4,6	-136 957	-161 746	-204 120
10 - 30 kW	320 400	4,6	-49 304	-113 427	-131 643
30 - 50 kW	191 880	4,6	-49 304	-69 669	-70 078
50 - 100 kW	310 320	4,6	-41 416	-90 391	-113 334
100 - 500 kW	3 272 760	4,6	-607 649	-623 300	-1 120 565
> 500 kW	6 076 080	4,6	-1 038 404	-1 135 211	-2 080 397
Totale	10 668 240	-	-1 923 034	-2 193 744	-3 720 136

Interventi su involucro e impianti degli edifici

Questa sezione descrive gli interventi su involucro e impianti degli edifici effettuati ed attesi, fornendo, come negli altri casi, un confronto con il PdM 2024.

Risultati a consuntivo e previsti: PdM light 2025

In **Tabella A 14** viene data evidenza degli interventi effettuati (a consuntivo per il 2024) e previsti negli anni successivi. Rispetto a quanto preventivato nel PdM 2024 (**Tabella A 15**) si sottolineano le seguenti variazioni:

- L'intervento sull'involucro e il sistema di distribuzione ed emissione del calore di parte dell'Edificio 5 (M. Città Studi) verrà concluso nel 2025. Così come la sostituzione degli infissi relativa all'Edificio 6.
- La sostituzione degli infissi di parte dell'Edificio 2 (M. Città Studi) è programmata, pertanto non rientra più nello scenario (F + T) ma nello scenario (F + B).

Tabella A 14. Interventi su edifici (involucro e impianti), PdM light 2025.

Interventi e Scenario	2024	2025	2030
Involucro e distribuzione ed emissione calore (F)	Edificio 4 (M. Città Studi)		-
Involucro (F)	-	Edifici 5 (1/2) (M. Città Studi)	-
Infissi (F)	-	Edificio 6 - Torre (M. Città Studi)	-
Infissi (F)	-	-	Edificio 2 (1/2) (M. Città Studi)
Involucro e impianti - generazione, distribuzione ed emissione (B)	-	-	Edificio 26 (M. Città Studi). 8 M€ dal 2026 al 2030 su edifici da definire.
Infissi (B)	-	-	Edifici 1, 2 (1/2), 3 e 9 (M. Città Studi)
Riduzione dei consumi vs. 2015	2024	2025	2030
Riduzione consumi di elettricità (MWh / a)	-325 (F + B)	-325 (F + B)	-351 (F + B)
Riduzione consumi di gas naturale (GJ / a)	-5 728 (F + B)	-6 700 (F + B)	-14 473 (F + B)

Risultati previsti: PdM 2024

Tabella A 15. Interventi su edifici (involucro e impianti), PdM 2024.

Interventi e Scenario	2024	2025	2030
Involucro e distribuzione ed emissione calore (F)	Edifici 4 e 5 (1/2) (M. Città Studi)	-	-
Infissi (F)	Edificio 6 (*) (M. Città Studi)	-	-
Involucro e impianti – generazione, distribuzione ed emissione (T)	-	Edificio 26 (M. Città Studi)	Programmati 20 M€ dal 2026 al 2030 su edifici da definire.
Infissi (T)	-	Edifici 1, 2, 3 e 9 (M. Città Studi)	-
Riduzione dei consumi vs. 2015	2024	2025	2030
Riduzione consumi di elettricità (MWhe / a)	-329 (F + B) -329 (F + T)	-329 (F + B) -381 (F + T)	-329 (F + B) -324 (F + T)
Riduzione consumi di gas naturale (GJ / a)	-7 238 (F + B) -7 238 (F + T)	-7 238 (F + B) -12 866 (F + T)	-7 238 (F + B) -18 227 (F + T)

(*) L'intervento di rifacimento dell'impianto di condizionamento rientra nell'azione "Macchine frigorifere".

Bandi per i dipartimenti

Nell'ambito della propria politica di riduzione delle emissioni di CO₂, il Politecnico intende promuovere il rinnovo di apparecchiature o sistemi dipartimentali al fine di ridurre la domanda di energia. La misura può coinvolgere:

- impianti di laboratorio;
- apparecchiature tecnico scientifiche;
- macchinari in dotazione per attività didattica o di ricerca;

con il duplice scopo di rinnovare il patrimonio tecnico/scientifico e diminuire i consumi di energia elettrica.

Il metodo prevede di destinare il valore economico determinato da un minor consumo al cofinanziamento, fino al limite del 100%, del valore per acquisti di dotazione di ultima generazione e nuova tecnologia in grado di assicurare minori emissioni di CO₂.

Il metodo sopra descritto trova concretezza operativa nella possibilità di partecipazione a un bando interno all'Ateneo. Ad oggi sono state finanziate 6 proposte per un costo di investimento di 1.3 M€ ed un importo co-finanziato di 1.0 M€. Le 6 proposte permetteranno di risparmiare 6.3 GWh_e in 10 anni. Le 6 proposte sono di seguito elencate:

- Centrale olio B13-B14 DMECC1 (DMECC, DAER);
- GSR@DEIB (DEIB);
- Compressore aria B23 DMECC2 (DMECC);
- Green Computing (DENG);
- Energy-Efficient Educational Scientific Computing & Engineering (DMAT);
- Efficientamento calorimetri RELAB (DENG).

A tale riguardo è stato rivisto l'importo co-finanziato totale per l'anno 2030, passando da 5 M€ del PdM 2024 a 3M€ per l'attuale PdM. Nella tabella sottostante vengono riportate le stime delle riduzioni di CO₂ ottenibili da tali interventi.

Tabella A 16. Stima delle riduzioni di CO₂ ottenibili da bandi di dipartimenti.

Anno	Voce	Scenario (F)	Scenario (B)
24 vs. 15	Co-finanziamento (M€)	1	0
	Prezzo elettricità (€ / MWh _e)	-	-
	Vita max. sistema (anni)	10	10
	Sostituzioni attuate (%)	0%	0%
	Riduzione consumi (MWh _e / anno)	0	0
25 vs. 15	Co-finanziamento (M€)	1	1
	Prezzo elettricità (€ / MWh _e)	200	200
	Vita max. sistema (anni)	10	10
	Sostituzioni attuate (%)	0%	0%
	Riduzione consumi (MWh _e / anno)	0	0
30 vs. 15	Co-finanziamento (M€)	1	3
	Prezzo elettricità (€ / MWh _e)	200	200
	Vita max. sistema (anni)	10	10
	Sostituzioni attuate (%)	50%	50%
	Riduzione consumi (MWh _e / anno)	250	750

Regolazione e supervisione impianti

In questo aggiornamento del PdM, a differenza delle previsioni descritte nel piano precedente (PdM 2024), sono stati modificati gli edifici per i quali saranno effettuati gli interventi di regolazione e supervisione degli impianti. Di seguito, all'interno delle successive Tabelle, vengono quindi indicati gli interventi previsti e la stima di riduzione dei consumi elettrici e termici. Nella **Tabella A 19** e nella

Tabella A 20 viene invece fornito un confronto con quanto preventivato nel PdM 2024.

Tabella A 17. Riduzione dei consumi per regolazione e supervisione.

Edificio, Campus	Riduzione gas (GJ / anno)	Riduzione elettricità (kWh _e / anno)	Anno
Edificio 4 - Città Studi	406	25 435	2024
Edificio B1 - Bovisa	256	9 966	2024
Edificio B6 - Bovisa	191	89 192	2024
Edificio B2 - Bovisa	478	39 727	2024
Edificio B8 - Bovisa	424	68 769	2024
Edificio B5 - Bovisa	35	5 669	2025
Edificio B9 - Bovisa	64	10 459	2025
Edificio B12 - Bovisa	499	96 375	2025
Edificio B14 - Bovisa	208	29 266	2025
Edificio B15 - Bovisa	94	12 946	2025
Edificio B19 - Bovisa	225	13 863	2025
Edificio B20 - Bovisa	67	13 208	2025
Edificio B22 - Bovisa	248	34 755	2025

Tabella A 18. Stima delle riduzioni di CO₂ ottenibili da regolazione e supervisione.

Anno	Voce	Scenario (F)	Scenario (B)	Scenario (T)
24 vs. 15	RGIT (GJ/anno)	-4 748	0	0
	REIT (kWh _e /anno)	-321 590	0	0
	REN (kWh _e /anno)	0	0	0
25 vs. 15	RGIT (GJ/anno)	-6 223	0	0
	REIT (kWh _e /anno)	-389 232	0	0
	REN (kWh _e /anno)	0	-1 065 364	0
30 vs. 15	RGIT (GJ/anno)	-7 434	0	0
	REIT (kWh _e /anno)	-431 147	0	0
	REN (kWh _e /anno)	0	-761 436	0
Nomenclatura adottata per la descrizione degli interventi				
RGIT	Riduzione consumi di gas per regolazione impianti termici			
REIT	Riduzione consumi elettrici per regolazione impianti termici			
REN	Riduzione consumi elettrici per regolazione notturna			

Risultati previsti: PdM 2024

Tabella A 19. Riduzione dei consumi per regolazione e supervisione.

Edificio, Campus	Riduzione gas (GJ / anno)	Riduzione elettricità (kWh _e / anno)	Anno
Edificio 14 - Città Studi	529	33 723	2030
Edificio 4 - Città Studi	406	25 435	2030
Edificio 1 - Città Studi	282	39 782	2030
Edificio 3 - Città Studi	165	69 298	2030
Edificio 8 - Città Studi	96	0	2030
Edificio 19 - Città Studi	202	13 642	2030
Edificio 25 - Città Studi	132	786	2030
Edificio 27 - Città Studi	13	0	2030
Edificio 32.1 - Città Studi	93	0	2030
Edificio 32.2 - Città Studi	50	2 395	2030
Edificio 32.3 - Città Studi	15	3 058	2030
Edificio 32.4 - Città Studi	2	0	2030
Padiglione 2 - Piacenza	46	1 435	2030
Padiglione 3 - Piacenza	70	2 180	2030
Padiglione 4 - Piacenza	28	812	2030
Padiglione 5 - Piacenza	49	1 359	2030
Padiglione 6 - Piacenza	24	674	2030
Padiglione 8 - Piacenza	19	523	2030

Tabella A 20. Stima delle riduzioni di CO₂ ottenibili da regolazione e supervisione.

Anno	Voce	Scenario (F)	Scenario (B)	Scenario (T)
24 vs. 15	RGIT (GJ/anno)	-5 683	0	0
	REIT (kWh _e /anno)	-380 749	0	0
	REN (kWh _e /anno)	0	0	-1 065 624
25 vs. 15	RGIT (GJ/anno)	-5 683	0	-1 285
	REIT (kWh _e /anno)	-380 749	0	-135 943
	REN (kWh _e /anno)	0	-1 065 624	-1 051 929
30 vs. 15	RGIT (GJ/anno)	-5 683	0	-1 285
	REIT (kWh _e /anno)	-380 749	0	-135 943
	REN (kWh _e /anno)	0	-761 688	-1 051 519
Nomenclatura adottata per la descrizione degli interventi				
RGIT	Riduzione consumi di gas per regolazione impianti termici			
REIT	Riduzione consumi elettrici per regolazione impianti termici			
REN	Riduzione consumi elettrici per regolazione notturna			

Power Purchase Agreement

Attività descritta all'interno della sezione 4.1.1.

Comunità energetiche rinnovabili e solidali

Su proposta iniziale della Commissione Energia, l'Ateneo si è dapprima impegnato in un dialogo con il Comune di Milano circa la possibilità di costituire delle Comunità di Energia Rinnovabile Solidali (CERS) presso le sue tre principali sedi di Milano. Successivamente, è stato anche inserito un obiettivo specifico all'interno del Piano Strategico di Sostenibilità. Nel corso del 2022 è stato attivato un gruppo di lavoro tra Comune di Milano e Politecnico che, con l'aiuto anche di consulenti esterni, ha permesso di convergere su un'idea comune di CERS che avesse esplicite finalità di pubblica utilità, ponendosi obiettivi di carattere sia ambientale che sociale. Sono state definite le principali caratteristiche dell'iniziativa sotto il profilo giuridico, economico, amministrativo e tecnologico. Nell'ottobre del 2024 è stata costituita la CERS CER.ca.MI Solidale ETS. Attualmente essa conta 1 configurazione attiva (Città Studi) e 3 da attivare (Bovisa, Niguarda, Ponte Nuovo), con 8 soci effettivi e circa 300 pre-adesioni. La campagna di adesione ufficiale e di nuove associazioni verrà aperta ufficialmente a settembre 2025, accompagnata da una giornata di eventi dedicati nell'ambito della Green Week e del Festival Internazionale dell'Ingegneria.

Il periodo temporale che verrà concesso all'associazione per raggiungere uno stato di funzionamento autonomo a regime è di 3 anni, in considerazione dei tempi necessari all'installazione degli impianti fotovoltaici che sono stati ipotizzati in fase di costituzione della CERS. Le CERS sono state introdotte nella legislazione italiana dal Dlgs. 199/2021, recependo la Direttiva Europea 2018/2001, e godranno di un incentivo pubblico riconosciuto sull'energia condivisa tra i membri della comunità. Inoltre, Regione Lombardia ha emanato e poi concluso la prima parte di un bando per la selezione di iniziative di installazione di impianti fotovoltaici in ambito CER a cui destinare delle risorse finanziarie specifiche. L'Ateneo ha collaborato con il Comune di Milano nella partecipazione a questo primo bando, ottenendo il passaggio alla fase successiva di tutte e tre le iniziative di CERS proposte. Mentre l'iter legislativo nazionale è stato completato nell'aprile del 2024, l'iniziativa regionale è tuttora in fase di sviluppo e definizione. L'Ateneo intende perciò valutare la forma che prenderà l'intervento regionale nella sua versione finale, e successivamente agire di conseguenza al fine di massimizzare sia lo sviluppo di impianti fotovoltaici che le ricadute in termini di esternalità ambientali, economiche e sociali che la creazione delle CERS può avere sulla comunità di Ateneo in senso allargato, comprendendo anche i quartieri in cui l'Ateneo è storicamente

insediato, nonché quelle realtà nelle quali sta già conducendo azioni di carattere sociale (es. Off-Campus).

L'Ateneo ha inoltre definito un accordo per l'adesione alle CERS fondate dal Comune di Lecco e dal Comune di Cremona. Anche in questi casi, oltre a mettere a disposizione i propri consumi e la propria produzione di energia rinnovabile, l'Ateneo intende promuovere con l'iniziativa delle finalità legate alla sua terza missione (responsabilità sociale).

Aumento della superficie riscaldata e raffrescata

Nella presente sezione viene valutato il contributo in termini di aumento dei carichi energetici in base alla variazione della superficie di pavimento riscaldata e raffrescata dell'Ateneo nel periodo 2015 – 2030.

Al 2030 si prevede di disporre dei seguenti edifici di nuova costruzione (con il supporto di ATE, AGIS e Commissione Energia):

Nuove costruzioni realizzate nel periodo 2023-2024 conformi alla previsione PdM 2024

- Sede di Milano Bovisa, Campus La Masa (entro il 2023), edificio EN:LAB (BL 31), con superficie di pavimento riscaldata e raffrescata pari a 2.573 m².

Variazione previsioni nuove costruzioni rispetto alla previsione PdM 2024

Come indicato nella sezione 4 del documento la nuova sede di Cremona non è stata realizzata nelle tempistiche indicate nel PdM 2024, pertanto nel presente PdM i carichi associati sono stati posticipati al 2025.

- Sede di Cremona (entro il 2025), con superficie di pavimento riscaldata e raffrescata pari a 22 000 m². A cui vanno sottratti 7 172 m² relativi alle Palazzine A, B e C di via Sesto che verranno dismesse.

Nuove costruzioni che verranno realizzate entro il 2030 conformi alla previsione PdM 2024

- Sede di Milano Bovisa, Campus La Masa (entro il 2025), edificio Rotor Tower, con superficie di pavimento riscaldata e raffrescata pari a 2.575 m²;
- Sede di Milano Bovisa, Campus Durando, edificio La Domus del Professore (entro il 2030), con superficie di pavimento riscaldata e raffrescata pari a 527 m²;
- Sede di Milano Città Studi, Campus Bassini, realizzazione nuovi edifici destinati al DCMIC (Dipartimento di Chimica, Materiali e Ingegneria Chimica "Giulio Natta") e al DEIB (Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria), entro il 2026, con superficie di pavimento riscaldata e raffrescata pari a 12 600 e 12 400 m²;

- Sede di Milano Bovisa, Campus Nord (La Goccia) – entro il 2030, con superficie di pavimento riscaldata e raffrescata pari a 52 170 m², ottenuta a partire dalla superficie costruita, pari a 90 000 m².

La **Tabella A 21** mostra l'evoluzione della superficie di pavimento riscaldata e raffrescata dal 2015 al 2030 confrontando le stime.

Tabella A 21. Variazione della superficie di pavimento di Ateneo.

Anno	SP riscaldata - NC (m ²)	SP raffrescata - NC (m ²)	SP riscaldata - CE (m ²)	SP raffrescata - CE (m ²)
<i>Valori da PdM light 2025</i>				
2015	0	0	351 891	277 671
2024	2 594	2 594	355 473	335 626
2025	24 594	24 594	348 300	330 288
2030	92 466	92 266	348 300	345 727
<i>Valori da PdM 2024</i>				
2015	0	0	351 891	277 671
2024	22 000	24 573	348 300	313 641
2025	24 575	27 148	348 300	327 726
2030	89 872	92 245	348 300	345 727
<i>Nomenclatura</i>				
SP riscaldata - NC	Superficie di pavimento riscaldata – nuove costruzioni			
SP raffrescata - NC	Superficie di pavimento raffrescata – nuove costruzioni			
SP riscaldata - CE	Superficie di pavimento riscaldata – costruzioni esistenti			
SP raffrescata - CE	Superficie di pavimento raffrescata – costruzioni esistenti			

Tabella A 22. Aumento dei consumi causati dall'aumento di superficie.

Anno	Voce	PdM light 2025	PdM 2024
24 vs. 15	Elettricità nuove costruzioni (kWh _e /anno)	+257 063	+2 435 162
	Elettricità raffrescamento successivo (kWh _e /anno)	+560 461	+338 706
	Consumi di gas naturale (GJ/anno)	-2 424	-2 424
25 vs. 15	Elettricità nuove costruzioni (kWh _e /anno)	+2 437 243	+2 690 342
	Elettricità raffrescamento successivo (kWh _e /anno)	+506 619	+480 777
	Consumi di gas naturale (GJ/anno)	-2 424	-2 424
30 vs. 15	Elettricità nuove costruzioni (kWh _e /anno)	+9 143 477	+9 141 396
	Elettricità raffrescamento successivo (kWh _e /anno)	+662 354	+662 354
	Consumi di gas naturale (GJ/anno)	-2 424	-2 424

APPENDICE B

In questa appendice vengono presentati i dati relativi ai risultati ottenuti nel settore Trasporti con riferimento alle azioni implementate e previste, partendo dall'analisi dei dati a consuntivo dell'Inventario 2024.

Accesso al Campus: dettaglio dati chilometri percorsi

In **Tabella B 1** è riportato il dettaglio dei chilometri per l'accesso ai campus negli anni 2022 e 2024, ripartito per mezzo, utilizzato per la stima delle emissioni di CO₂.

Tabella B 1. Dati dei chilometri per l'accesso ai campus negli anni 2022 e 2024 utilizzati per la stima delle emissioni di CO₂ (fonte dati questionario mobilità 2022 e 2024).

MEZZO	2022	2024
AUTOVETTURA	68.662.682	66.859.280
TRENO	262.759.301	285.120.860
BUS EXTRAURBANO	4.073	3.730
AUTOBUS URBANO	4.505.675	5.029.424
TRAM O FILOBUS	2.533.604	2.837.665
MOTOCICLO	4.579.105	4.209.146
BICICLETTA	6.854.808	5.634.310
METROPOLITANA	33.341.541	35.186.656
SKATEBOARD	980.693	211.644
PIEDI E INTERO TRAGITTO A PIEDI	7.947.812	9.260.126
IMBARCAZIONE	25.888	11.280
TOTALE KM PERCORSI	392.195.183	414.364.123

Trasporto Pubblico

Le considerazioni riportate nella Sezione 4.2 derivano da due elementi: *i)* l'andamento dell'adesione alle scontistiche sugli abbonamenti¹¹ riservate al personale e *ii)* l'andamento della quota modale rilevata dai questionari sulla mobilità (edizioni 2019, 2022, 2024).

¹¹ Occorre notare che i dati relativi agli abbonamenti di riferimento per ciascuna edizione del questionario sono quelli dell'anno precedente, in quanto gli abbonamenti annuali vengono tipicamente sottoscritti all'inizio dell'anno accademico, mentre i questionari sulla mobilità vengono somministrati nella seconda parte dell'anno accademico (ovvero nell'anno solare successivo alla sottoscrizione dell'abbonamento).

Nella **Figura B 1** si evidenzia come l'andamento degli abbonamenti Trenord, che ha avuto un picco proprio nel 2018, non ha ancora recuperato la situazione pre-pandemia: sulle distanze maggiori quindi la quota di abbonati non è ancora stata recuperata, anche se certamente si vede un incremento sostanziale fra il 2021 e il 2023. Per quanto riguarda gli abbonamenti ATM, l'andamento è invece differente e risultano numericamente nettamente maggiori nel 2023 rispetto alla situazione pre-covid e quasi doppi rispetto al 2021. Questi effetti si riflettono sugli andamenti di share modale (**Figura 4-3**), seppure non possa essere direttamente stabilito il livello di correlazione.

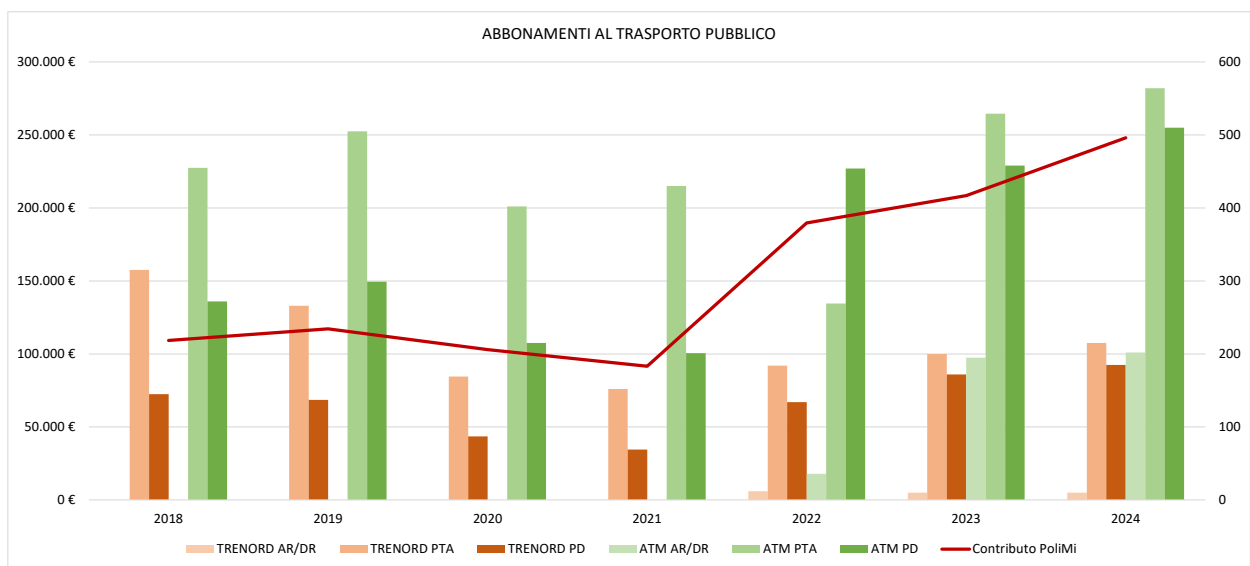


Figura B 1. Numero abbonamenti convenzionati e contributo Polimi, anni 2018-2024 (redigendo PSCU, 2025).

Osservando però la crescita sia numerica che di importo fra il 2023 e il 2024, si può ritenere che nell'anno solare 2025 gli utenti del trasporto pubblico fra il personale siano ulteriormente aumentati (se pure ancora in ambito urbano e metropolitano piuttosto che sulle distanze maggiori).

Considerati questi elementi, si ritiene che la misura strutturata come è attualmente possa produrre nei prossimi dei risultati solo modestamente maggiori rispetto a quelli rilevati nel 2024.

Occorre inoltre considerare che gli spostamenti del personale producono meno del 20% delle emissioni per l'accesso ai campus; di converso, gli studenti ne producono oltre l'80% (Figura B 2).

Emissioni di CO₂ assolute per categoria di utente

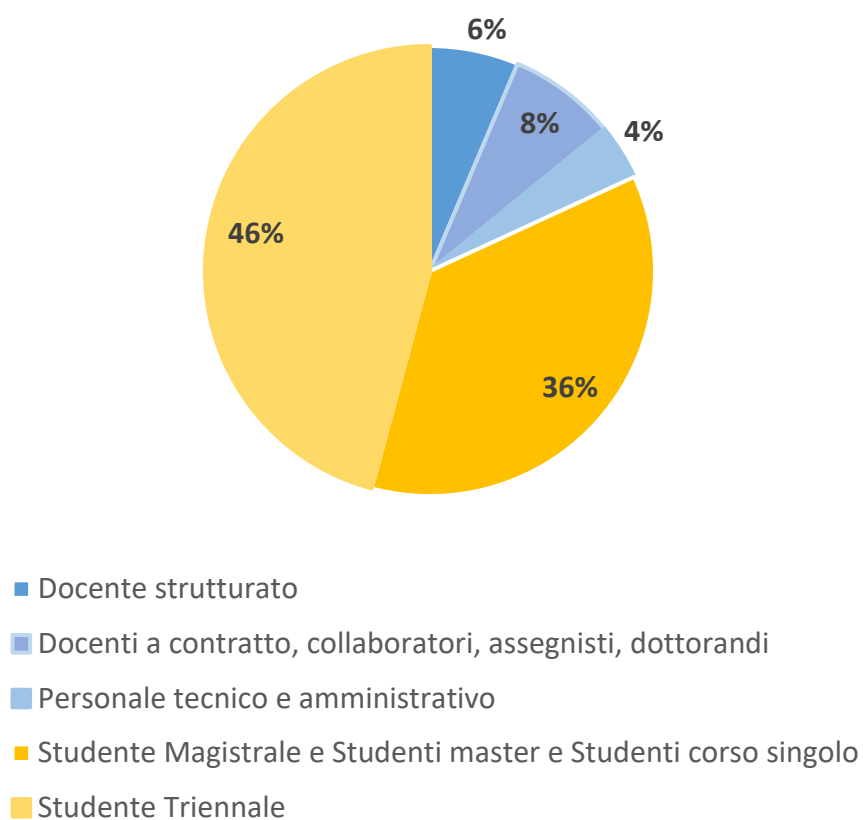


Figura B 2. Quota di emissioni di CO₂ per categoria di utente (redigendo PSCU, 2025).

Considerato il minor ritorno all'uso del trasporto pubblico da parte degli studenti (**Figura B 3**), e l'attuale assenza di politiche di incentivo tariffario dirette a questa categoria, potrebbe essere opportuno accompagnare a quelli esistenti per il personale anche incentivi analoghi per gli studenti.

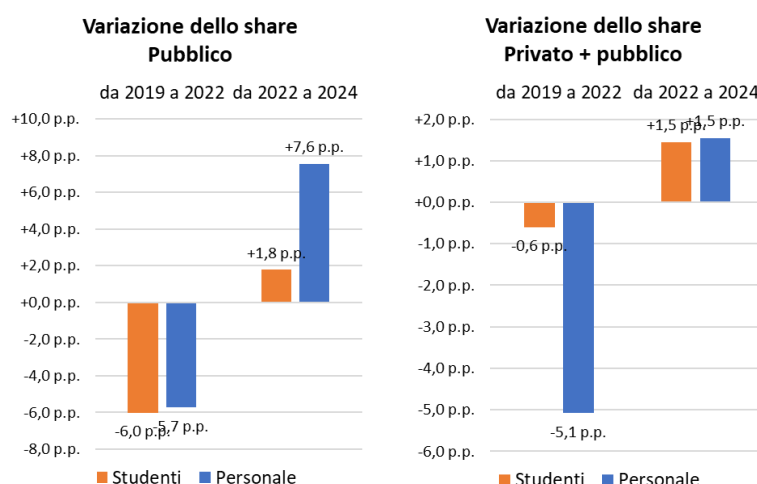


Figura B 3. Variazioni delle quote modali legate al trasporto pubblico espresse in punti percentuali per gli anni 2019-2022 e 2022-2024 (elaborazioni TRASPOL su dati Questionario mobilità 2024; modif. da redigendo PSCU, 2025).

Mobilità ciclistica

Da una survey mirata sulla percezione del trasporto pubblico condotta dall'Ateneo nel corso del 2025 è emerso¹² che una quota consistente della riduzione della mobilità ciclistica, soprattutto fra il personale, è da imputare ad una maggior preferenza del trasporto pubblico rispetto al passato sulle tratte che vedono in competizione le due modalità di trasporto (vedi **Figura 4-3**).

Una motivazione si ritiene che possa essere legata alla percezione della sicurezza (citata nella Sezione 4.2), investigata dalla domanda del questionario mobilità 2024 rivolta agli utenti che non usano la bici concernente i fattori che potrebbero far cambiare loro idea. La risposta inerente ad una maggiore sicurezza ha guadagnato peso rispetto al 2022, passando da circa il 26% a circa il 30% (con alcuni punti percentuali di differenza fra le due categorie) (**Figura B 4**), segno del desiderio di una maggiore sicurezza percepita lungo i percorsi, nonostante l'estesa delle piste ciclabili sia complessivamente aumentata.

¹² Risultati preliminari, ancora in fase di elaborazione al momento della stesura del testo

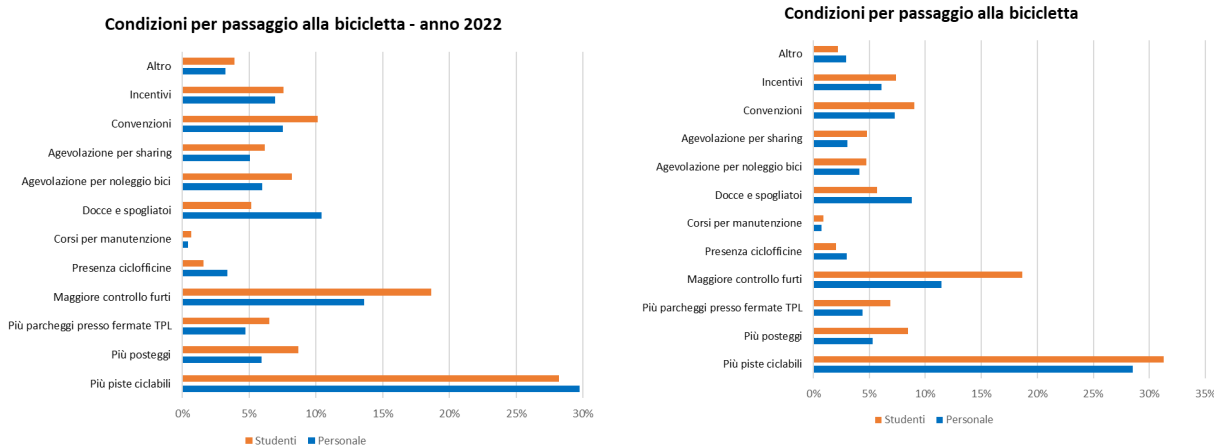


Figura B 4. Condizioni per il passaggio all'utilizzo della bicicletta: la voce “*più piste ciclabili*” è quella con la percentuale maggiore di risposte (PSCU 2024 e redigendo PSCU 2025).

Con riferimento alla seconda condizione “abilitante” per l’uso della bici “maggiore controllo dei furti”, il Politecnico si è impegnato a garantire una maggiore sicurezza interna ai propri campus ampliando e rendendo più sicuri, come già accennato nella Sezione 4.2 e come da azione programmata nel Piano Spostamenti Casa Università (edizione 2024), gli stalli di sosta bici all’interno dei Campus Città Studi e Bovisa: in totale, tra la fine del 2024 e il primo semestre 2025 sono stati installati circa 500 posti bici tra archetti e rastrelliere coperte e scoperte con possibilità di aggancio del telaio (**Tabella B 2**). Nella seconda metà dell’anno verranno completati i lavori a valle della chiusura delle aree di cantiere ancora presenti, andando ad installare altri circa 200 posti bici a servizio della comunità politecnica.

Si sottolinea tuttavia che questi interventi, fondamentali per garantire sicurezza all’interno delle aree di pertinenza del Politecnico e i cui benefici saranno apprezzabili solo nei successivi mesi, potrebbero non impattare tanto positivamente quanto preventivato a causa del peggioramento della percezione della sicurezza dei percorsi ciclabili, come accennato precedentemente. Si è quindi cercato di sopperire a questo problema da un lato condividendo, grazie al lavoro svolto all’interno del Cantiere Mobilità del Politecnico di Milano, 77 percorsi per raggiungere le sedi milanesi del Politecnico di Milano con la mobilità leggera identificati in base all’esperienza di utenti politecnici “esperti”, e dall’altro instaurando un dialogo continuo con AMAT e il Comune di Milano.

Si è quindi cercato di sopperire a questo problema da un lato condividendo, grazie al lavoro svolto all'interno del Cantiere Mobilità del Politecnico di Milano, 77 percorsi per raggiungere le sedi milanesi del Politecnico di Milano con la mobilità leggera identificati in base all'esperienza di utenti politecnici "esperti", e dall'altro instaurando un dialogo continuo con AMAT e il Comune di Milano.

Tabella B.2. Dettaglio incremento stalli bici pianificato a fine 2025 sui campus interessati (fonte dati: SSA). Si sottolinea che i valori potrebbero variare a causa dell'insistenza di cantieri presso i campus di Bovisa-Durando e Città Studi-Bassini.

CAMPUS	ESISTENTI AL 2024	RIMOSSI	INSTALLATI NUOVI A FINE 2025	NUOVI STALLI NETTI A FINE 2025	STALLI TOTALI A FINE 2025
BONARDI	11	0	94	94	105
BASSINI	111	0	64	64	177
GOLGI	64	0	24	24	88
DURANDO	213	68	138	70	283
LAMBRUS CHINI	65	53	210	157	222
LA MASA	252	48	176	128	380
TOTALE	715	169	706	537	1252

Sharing mobility

Per quanto riguarda le convenzioni aperte a tutta la comunità Polimi, attualmente l'Ateneo ne ha attive otto:

- Cooltra (dal 2022);
- Dott (dal 2021);
- Enjoy (dal 2021);
- E-Vai (dal 2021);
- Lime (dal 2024);
- Pikyrent (dal 2025);
- SHARE NOW (dal 2022);
- Wayla (dal 2024).

Per i dettagli si rimanda alla pertinente pagina sul sito di Ateneo (<https://www.polimi.it/campus-e-servizi/convenzioni-e-agevolazioni>), mentre in **Figura B 5** si riporta l'andamento del numero totale di registrazioni ai servizi nel periodo 2018-2024.

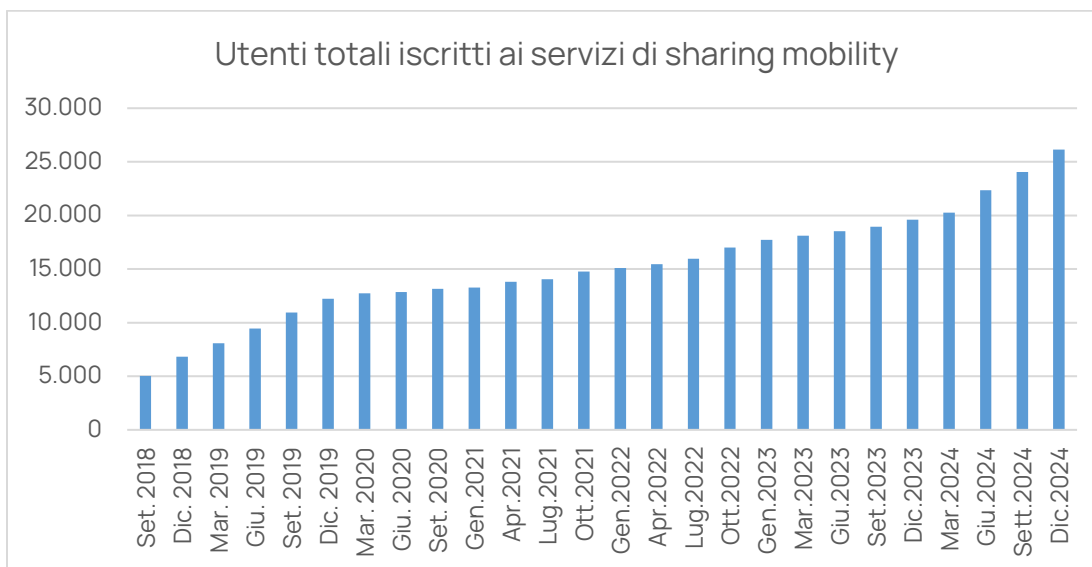


Figura B 5. Dettaglio numero totale di registrazioni ai vari servizi di sharing mobility, variazione 2018-2024 (redigendo PSCU, 2025).

Mobilità elettrica motorizzata

La stima dell'accesso di veicoli ai campus nel giorno di lezioni medio citata nella Sezione 4.2 deriva dalle informazioni risultanti dal questionario sulla mobilità. Riguardo alle auto elettriche (**Tabella B 3**), trattandosi di una quota molto piccola del numero di auto complessive (e di una indagine a sua volta campionaria), la stima è soggetta a molte incertezze, tuttavia analoghe fra le due edizioni del questionario.

Tabella B 3. Uso dei veicoli elettrici da parte della comunità politecnica nel 2024 e confronto tra 2024-2022 espresso come variazione percentuale (redigendo PSCU, 2025).

<u>Auto solo elettrica</u>	Como	Cremona	Lecco	Mantova	Piacenza	Bovisa	Città Studi	<i>Totali</i>	<i>Variazione 2024-2022</i>
Personale	0	6	0	0	0	19	21	46	+21%
Studenti	0	0	14	0	0	30	11	55	+15%

Indubbiamente la crescita della diffusione delle vetture BEV (Battery Electric Vehicle) continuerà nel prossimo futuro; tuttavia, il ritmo attuale di sostituzione delle motorizzazioni endotermiche e il complesso del mercato auto italiano e

delle scelte politiche in materia non lasciano intendere accelerazioni sostanziali in tal senso.

Frequenza di accesso ai campus

La frequenza di accesso ai campus si è mantenuta nel complesso sostanzialmente stabile fra il 2022 e il 2024, attestandosi a circa 4 giorni a settimana personale e studenti (con evidenti riduzioni durante il periodo degli esami) (**Figura B 6**). In assenza di interventi più incisivi rispetto al livello attuale di smart working/telelavoro (**Tabella B 4**), seppure cresciuto tra il 2022 e il 2024, non si prevedono variazioni in termini di emissioni innescate da questo fattore.

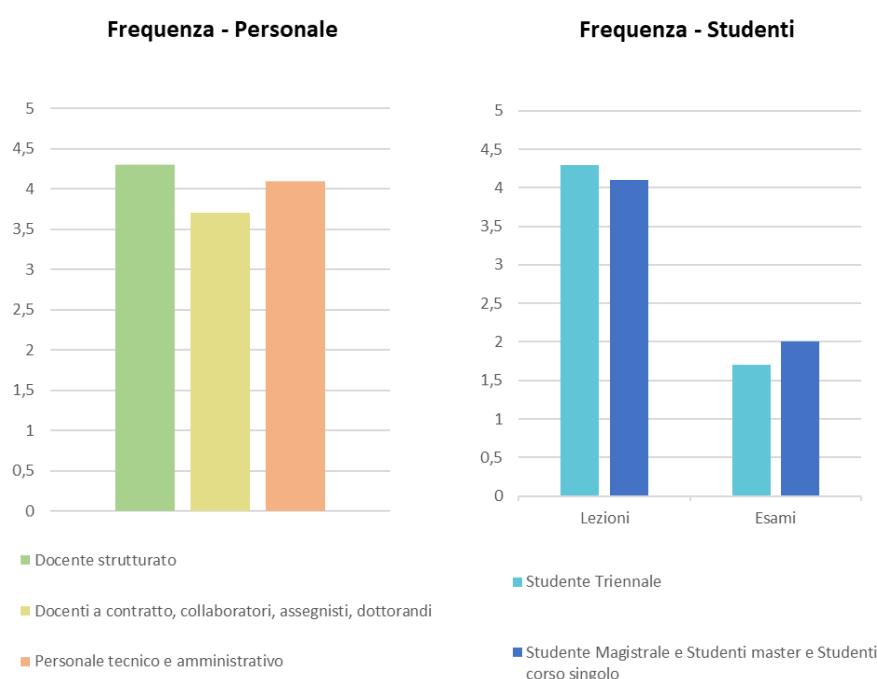


Figura B 6. Frequenza di accesso ai campus per il personale (sinistra) e gli studenti (destra) per l'anno 2024 (redigendo PSCU, 2025).

Tabella B 4. Adozione dello smart working/del telelavoro presso il Personale Tecnico Amministrativo (PTA) confrontato con il numero di dipendenti PTA (redigendo PSCU, 2025).

	2019	2022	2023	2024
n. dipendenti personale tecnico e amministrativo	1234	1293	1333	1382
n. persone in smart working/ telelavoro totale	222	803	898	963

Cultura della mobilità sostenibile

Con riguardo all'anno 2024 sono state organizzate alcune iniziative di sensibilizzazione sulla mobilità sostenibile, con riferimento specifico alla mobilità ciclistica ed elettrica.

Si ricorda in particolare, la 18° Ecoverso R-Ace che si è svolta il 19 maggio 2024 a cura dell'associazione Ecoverso¹³, con il patrocinio di Regione Lombardia e Comune di Lecco, e che si è conclusa con un incontro presso l'aula magna del Polo territoriale di Lecco dell'Ateneo (titolo: "Tutto quello che avresti voluto sapere sulle auto elettriche ma non hai mai osato chiedere alla scienza"), cui hanno partecipato 80 persone, tra cittadini, docenti e studenti.

In occasione della inaugurazione della velostazione¹⁴ presso il Campus La Masa-Milano Bovisa, il 3 giugno (Giornata Mondiale della Bicicletta), è stato organizzato un incontro che ha visto la partecipazione di rappresentanti del Comune di Milano, di AMAT, di docenti e studenti dell'Ateneo.

In concomitanza invece dell'avvio della European Mobility Week, il 16 settembre 2024, in partnership con diversi enti e associazioni, si è tenuta una giornata di formazione¹⁵ dedicata alla guida in sicurezza, la cui sessione pomeridiana era incentrata in particolare sulle opportunità e criticità della mobilità ciclistica. Anche questa iniziativa ha visto una nutrita partecipazione, tra presenti in aula e persone collegate da remoto (75 iscritti).

Si segnala infine che è attualmente in corso di definizione un ampio progetto di comunicazione e informazione che prevede l'impiego di diversi canali, allo scopo di promuovere la mobilità sostenibile in modo capillare e mirato in funzione dei diversi target. Si rimanda a tal proposito al redigendo PSCU 2025.

¹³ L'Associazione Ecoverso, con cui l'Ateneo ha siglato una convenzione, promuove l'acquisto a prezzi agevolati di auto elettriche ed ibride per studenti e personale.

¹⁴ <https://www.campus-sostenibile.polimi.it/inaugurazione-nuova-velostazione-campus-bovisa-la-masa-3-06-2024/>

¹⁵ <https://www.campus-sostenibile.polimi.it/european-mobility-week-16-09-2024-giornata-di-formazione-sulla-sicurezza-stradale/>