



COMUNE DI BERGAMO

Comune di
BERGAMO

DIREZIONE SICUREZZA, AMBIENTE E
MOBILITA' - SERVIZIO ECOLOGIA E
AMBIENTE



Agenda21



PAES

Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile **2° REPORT DI MONITORAGGIO**

Maggio 2021



Estensori
TERRARIA srl
Via M. Gioia 132 _ Milano

Gruppo di lavoro

Comune di Bergamo

Direzione Sicurezza, Ambiente e Mobilità

Silvano Armellini

Servizio Ecologia e Ambiente

Serena Trussardi

Stefano Chiesa

Simona Turetta

Ilaria Pezzotta

E-Mail: tutelaambiente@comune.bg.it

TerrAria S.r.l.

Giuseppe Maffei _ Responsabile di progetto

Luisa Geronimi _ Referente di progetto

Alice Bernardoni_ Elaborazioni dati e CO₂₀

Si ringraziano le Istituzioni, gli Enti del territorio, le Società Partecipate e tutti coloro che a diverso titolo hanno contribuito alla stesura del presente documento.

Indice

1.	INTRODUZIONE.....	6
2.	CONTESTO TERRITORIALE	8
2.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	8
2.2	AMBITI TERRITORIALI DI BERGAMO.....	9
2.2.1	Il sistema residenziale e la caratterizzazione energetica dell'edificato	9
2.2.2	L'analisi delle certificazioni energetiche dell'edificato.....	12
2.3	ASPETTI SOCIOECONOMICI	15
2.3.1	La popolazione.....	15
2.3.2	Gli addetti e le attività terziarie-industriali	16
2.3.3	Il parco veicolare immatricolato.....	19
2.4	QUADRO PROGRAMMATICO DEGLI STRUMENTI VIGENTI.....	22
2.4.1	Il Piano di Governo del Territorio	22
2.4.2	Il Regolamento Edilizio Comunale.....	22
2.4.1	Il Piano Urbano della Mobilità.....	23
3.	MONITORING EMISSION INVENTORY	24
3.1	METODOLOGIA.....	24
3.1.1	SIRENA20	24
3.2	ANALISI DEI CONSUMI	26
3.2.1	Gli edifici comunali	26
3.2.2	L'illuminazione pubblica e gli impianti semaforici	30
3.2.3	Il trasporto pubblico locale.....	33
3.2.4	Il parco veicoli comunale.....	34
3.2.5	I consumi elettrici rilevati dal distributore	35
3.2.6	I consumi di gas naturale rilevati dal distributore.....	36
3.2.7	I consumi di calore/freddo rilevati dal gestore del teleriscaldamento e teleraffrescamento.....	38
3.3	CONFRONTO TRA I DATI SIRENA E I DATI REPERITI DAI DISTRIBUTORI ENERGETICI	39
3.3.1	Il confronto dei consumi di energia elettrica	39
3.3.2	Il confronto dei consumi di gas naturale	40

3.4	ANALISI DELLE BANCHE DATI RILEVANTI IN MATERIA DI ENERGIA	41
3.4.1	I dati relativi agli impianti termici.....	41
3.4.2	Gli operatori del sistema ETS.....	43
3.5	ANALISI DELLA PRODUZIONE LOCALE DI ENERGIA	43
3.5.1	Il fotovoltaico.....	44
3.5.2	L'idroelettrico	46
3.5.3	Il teleriscaldamento (TLR) e la cogenerazione.....	48
3.5.4	La geotermia.....	51
3.6	MEI - INVENTARIO AL 2019	52
3.6.1	Gli inventari	52
3.6.2	I consumi energetici finali	53
3.6.3	Le emissioni totali.....	55
3.6.1	I consumi energetici finali	56
3.6.2	Le emissioni totali.....	58
3.6.3	La produzione locale di energia elettrica	60
3.6.4	La produzione locale di energia termica	61
4.	GRADO DI ATTUAZIONE DEL PIANO D'AZIONE	63
4.1	OBIETTIVO	63
4.1.1	L'obiettivo dichiarato	63
4.2	STATO DI FATTO di ATTUAZIONE delle AZIONI del PAES	64
4.2.1	Gli effetti del PAES.....	64
4.3	AZIONI	66
5.	SOFTWARE CO20.....	69

Allegati



Allegato 1 _ FOCUS SPECIALISTICI

Allegato 2 _ SCHEDE DELLE AZIONI

Glossario

Ab	Abitanti
AC	Amministrazione Comunale
AEEG	Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas
AT	Ambiti di Trasformazione
BAU	Business As Usual
BEI	Baseline Emission Inventory (Inventario di Base delle Emissioni)
CAGR	Compound Annual Growth Rate (Tasso di Crescita Annuale Composto)
CO ₂ eq	Emissioni di Biossido di Carbonio (Anidride Carbonica) Equivalente
COMO	Covenant of Mayors Office (Ufficio del Patto dei Sindaci)
Consip	Concessionaria Servizi Informativi Pubblici
DBT	Database Topografico
DdP	Documento di Piano
ENEA	Agenzia Nazionale per le Nuove tecnologie, l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile
ESCO	Energy Service Company
ETS	Emissions Trading Scheme (Sistema Europeo di scambio di quote di emissione)
FER	Fonti Energetiche Rinnovabili
GHGs	GreenHouse Gases (Gas Climalteranti / Gas Serra)
GSE	Gestore Servizi Energetici SpA
ILSPA	Infrastrutture Lombarde SpA
JRC	Joint Research Centre
MEI	Monitoring Emission Inventory (Inventario di Monitoraggio delle Emissioni)
MFR	Maximum Feasible Reduction
PAES (SEAP)	Piano di Azione per l'Energia Sostenibile (Sustainable Energy Action Plan)
PdR	Piano delle Regole
PDR	Punto Di Riconsegna (Fornitura di gas naturale)
POD	Point Of Delivery (Fornitura elettrica)
PGT	Piano di Governo del Territorio
PUM(S)	Piano Urbano della Mobilità (Sostenibile)
PUT	Piano Urbano del Traffico
RE	Regolamento Edilizio Comunale
SIRENA	Sistema Informativo Regionale ENERGIA ed Ambiente
Slp	Superficie lorda di pavimento
Smc	Standard metro cubo
St	Superficie territoriale
TPL	Trasporto Pubblico Locale
TLR	Teleriscaldamento
VAS	Valutazione Ambientale Strategica

1. INTRODUZIONE

Il Comune di Bergamo ha aderito al Patto dei Sindaci (Covenant of Mayors) con Deliberazione di Consiglio Comunale N. 174 Reg. C.C. – N. 98 Prop. Del. del 14 dicembre 2009 (Fase 1 – Figura 1-1). Successivamente è stato predisposto dall'Università degli Studi di Bergamo - Centro per la Gestione dell'Innovazione e del Trasferimento Tecnologico – GITT, a seguito di una Convenzione approvata con Deliberazione di Giunta Comunale N. 132 Reg. G.C. – N. 136 Prop. Del. del 07 aprile 2010, il PAES (Piano di Azione per l'Energia Sostenibile o SEAP – Sustainable Energy Action Plans), che è stato poi approvato dal Consiglio Comunale in data 06 giugno 2011 con Deliberazione N. 105 Reg. C.C. – N. 38 Prop. Del.

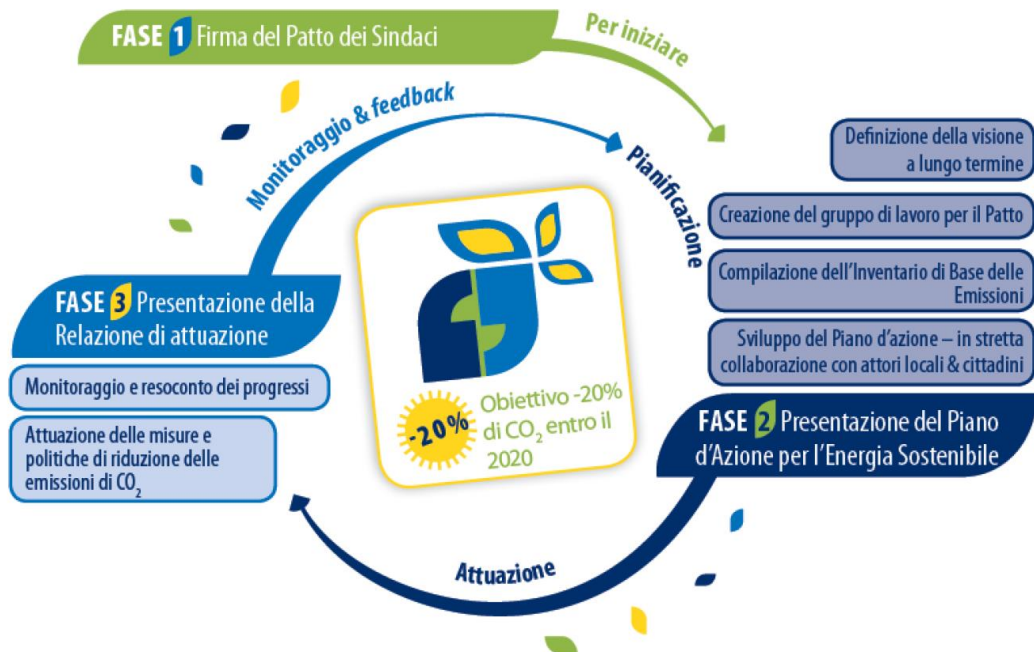
Il PAES è stato quindi conseguentemente trasmesso alla Commissione Europea tramite il modulo on-line (Fase 2 – Figura 1-1)) all'interno dell'area riservata del sito del Patto dei Sindaci (www.eumayors.eu).

A seguito dei controlli effettuati dal JRC, il PAES è stato poi accettato e approvato dal Covenant of Mayors Technical Helpdesk in data 20 maggio 2013, contestualmente alla pubblicazione del relativo Feedback Report. Tale documento, contenente le principali osservazioni del JRC rispetto al Piano d'Azione, è stato oggetto di analisi nel 1° Report di Monitoraggio, approvato con Deliberazione di Giunta Comunale N. 521 Reg. G.C. – N. 541 Prop. Del. del 19 novembre 2015 e subito dopo inviato al Covenant of Mayors.

Come mostrato nello schema nella figura seguente, infatti, la Fase 3 del Patto dei Sindaci prevede la periodica presentazione di Rapporti di Attuazione (Implementation Report): in particolare, la relazione di monitoraggio dev'essere presentata ogni due anni dalla data di presentazione del PAES al Covenant of Mayors e ogni quattro anni comprensiva anche dell'aggiornamento dell'Inventario delle Emissioni (MEI - Monitoring Emission Inventory - Monitoraggio delle Emissioni).

Al primo Report di Monitoraggio approvato nel novembre 2015, in cui è stato valutato il MEI al 2014, segue la presente relazione redatta in sinergia tra Comune e TerrAria S.r.l., 2° Report di Monitoraggio comprensivo di aggiornamento dell'Inventario all'anno MEI 2019, predisposto seguendo le indicazioni presenti nella Sezione 2 delle Linee Guida del JRC "Reporting Guidelines on Sustainable Energy Action Plan and Monitoring" del maggio 2014.

Figura 1-1: Fasi previste dal Patto dei Sindaci (Fonte: Linee Guida per la stesura del PAES)



Questo Report di Monitoraggio procede su due binari distinti:

- Aggiornamento dell'inventario energetico-emissivo del 2005 (BEI) utilizzato nel PAES come punto di partenza e costruzione del MEI al 2019 a partire dai dati dei distributori territoriali di energia elettrica, gas naturale e teleriscaldamento;
- Monitoraggio del grado di attuazione del PAES (monitoraggio delle azioni), verificando al contempo la conformità dei risultati intermedi a fronte degli obiettivi previsti.



Come indicato nel capitolo specifico a seguire della presente relazione, lo strumento utilizzato per le attività di monitoraggio è il software CO₂₀ (www.co20.it), l'applicazione web utilizzata nel processo di costruzione del PAES e progettata per supportare i Comuni anche nella fase di attuazione e verifica dell'attuazione del Piano. CO₂₀, infatti, come sistema di monitoraggio, costituisce l'attività di controllo degli effetti del PAES ottenuti attraverso l'attuazione delle misure dallo stesso definite, finalizzata anche alla segnalazione di eventuali problemi e all'adozione di opportune misure di ri-orientamento del Piano. In tutto il documento saranno quindi utilizzati i risultati in termini numerici e grafici ricavati direttamente dal software.

2. CONTESTO TERRITORIALE

L'analisi dei sistemi territoriali e sociodemografici è funzionale a costruire il quadro di riferimento analitico-conoscitivo dell'assetto urbanistico che caratterizza il territorio di Bergamo. Tali componenti sono analizzate rispetto al campo di azione in cui il PAES può intervenire.

Dopo un'analisi dei principali dati statistici disponibili su scala comunale, forniti da fonti ufficiali (ISTAT, InfoCamere e ACI), e delle informazioni fornite dal Comune, e dal database CURIT, si riporta l'inquadramento territoriale, articolato nei seguenti sottosistemi:

- ↳ il sistema residenziale;
- ↳ il sistema terziario non comunale;
- ↳ il sistema infrastrutturale.

Per meglio comprendere il contesto territoriale del Comune di Bergamo è stato infine necessario approfondire anche il quadro programmatico degli strumenti di pianificazione vigenti, i quali indirizzano le scelte delle trasformazioni future.

2.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Bergamo si trova in territorio pedemontano, laddove l'alta pianura lascia spazio agli ultimi colli delle Prealpi Bergamasche, a metà strada tra i fiumi Brembo e Serio. Il nucleo antico della città è stato fondato proprio sui colli.

L'abitato di Bergamo è suddiviso in due parti distinte, la «Città Bassa» e la «Città Alta»; quest'ultima è posta in posizione più elevata e ospita la maggioranza dei monumenti più significativi, mentre la Città Bassa, benché sia anch'essa di antica origine e conservi i suoi nuclei storici, è stata resa in parte più moderna da alcuni interventi di urbanizzazione. Le due porzioni dell'abitato sono separate dalle Mura Venete, annoverate dal 2017 fra i patrimoni dell'umanità tutelati dall'UNESCO.

Figura 2-1: Territorio del Comune di Bergamo (Fonte: Geoportale, Regione Lombardia)



2.2 AMBITI TERRITORIALI DI BERGAMO

2.2.1 Il sistema residenziale e la caratterizzazione energetica dell'edificato

Nella tabella che segue si analizza il patrimonio edilizio del territorio comunale in funzione dell'epoca in cui è stato realizzato: queste informazioni costituiscono un elemento importante per l'individuazione delle modalità costruttive adottate, direttamente connesse alle performance energetiche medie degli edifici. I dati utilizzati fanno riferimento al 15° Censimento Generale della Popolazione e delle Abitazioni – Istat – Anno 2011.

Dalle elaborazioni svolte e mostrate in Tabella 2-1 si evince che gli edifici con un numero di piani superiore a 2 sono i più diffusi in quanto rappresentano il 65% circa degli edifici totali. Il 34% degli edifici presenti a Bergamo sono stati costruiti prima del 1946, mentre il 31% tra il 1962 e il 1981. In epoca più recente, tra il 2002 e il 2011 sono stati costruiti il 5% degli edifici.

Tabella 2-1: Numero di edifici e abitazioni per tipologia ed epoca costruttiva presenti nel Comune di Bergamo al 2011 (Fonte: Istat)

NUMERO DI ABITAZIONI								EDIFICI		
Tipologia di edificio	Epoca di costruzione						TOTALE	Totale [%]	TOTALE	Totale [%]
	Fino 1945	Dal 1946 al 1961	Dal 1962 al 1981	Dal 1982 al 1991	Dal 1992 al 2001	Dal 2002 al 2011				
Numero di piani <= 2	2'864	1'801	4'735	1'474	985	909	12'768	21%	3'019	35%
Numero di piani > 2	10'679	6'717	17'659	5'496	3'673	3'391	47'615	79%	5'663	65%
TOTALE	13'543	8'518	22'394	6'970	4'658	4'300	60'383	100%	8'682	100%
Totale [%]	22%	14%	37%	12%	8%	7%	100%			

EDIFICI	TOTALE	2'913	1'648	2'649	713	355	404	8'682
	Totale [%]	34%	19%	31%	8%	4%	5%	100%

Considerando i dati relativi alle abitazioni riportati nella tabella precedente, elaborati a partire dalla distribuzione del numero di abitazioni per epoca e dalla tabella che riporta il numero di edifici per numero di piani fornite da Istat, si riscontra un peso molto significativo delle abitazioni in edifici con numero di piani superiore a 2 (79% del totale), mentre, in termini di epoca di costruzione, la categoria maggiormente rappresentata è quella delle abitazioni costruite tra il 1962 e il 1981 con il 37% delle abitazioni totali, seguono quelle antecedenti al 1946 con il 22%. L'incidenza delle abitazioni costruite tra il 2002 e il 2011 è leggermente superiore e quindi pari al 7%.

Analizzando il dato relativo al numero medio di abitazioni per edificio, è infatti possibile riscontrare che negli edifici costruiti tra il 2002 e il 2011 sono presenti in media circa 11 abitazioni per edificio, 13 abitazioni in quelli costruiti dagli Anni '90 ai 2000 mentre il numero medio delle abitazioni per gli edifici costruiti prima degli Anni '90 è inferiore alla decina.

La Tabella 2-2 restituisce i consumi energetici stimati per tipologia ed epoca costruttiva. Tale suddivisione risulta di particolare rilevanza ai fini dell'analisi energetica, in quanto solamente alla fine degli Anni '70 sono entrate in vigore le prime Leggi con prescrizioni di efficienza e risparmio energetico. I consumi residenziali riportati nel MEI così come messo in evidenza nello specifico paragrafo, con esclusione del vettore elettrico, sono stati distribuiti nelle differenti epoche costruttive sulla base dei consumi specifici lombardi riportati nella Tabella 2-3.

Tabella 2-2: Consumi energetici [MWh] stimati per tipologia ed epoca costruttiva nel Comune di Bergamo (Fonte: Istat)

CONSUMI MEI 2019 [MWh]								
Tipologia di edificio	Epoca di costruzione						TOTALE	Totale [%]
	Fino 1945	Dal 1946 al 1961	Dal 1962 al 1981	Dal 1982 al 1991	Dal 1992 al 2001	Dal 2002 al 2011		
Numero di piani <= 2	59'270	30'730	68'092	17'064	10'780	9'408	195'345	24%
Numero di piani > 2	184'333	96'866	215'718	53'979	34'156	29'854	614'905	76%
TOTALE	243'603	127'596	283'810	71'043	44'936	39'262	810'250	100%
Totale [%]	30%	16%	35%	9%	6%	5%	100%	

Dei circa 810 GWh di consumi termici annui del settore residenziale nel Comune di Bergamo, l'81% circa è attribuibile a edifici che risultano costruiti precedentemente al 1982 e, in particolare, il 35% risulta assegnato agli edifici costruiti negli Anni '60 e '70, il 30% agli edifici ante 1946. Si evidenzia, inoltre, che i consumi sono attribuibili principalmente agli edifici con numero di piani superiore a 2 (76%).

Tabella 2-3: Consumi specifici lombardi [kWh/mq per anno] per tipologia ed epoca costruttiva (Fonte: ARPA Lombardia - Punti Energia)

CONSUMI SPECIFICI LOMBARDI [kWh / m ² / anno]							
Tipologia di edificio	Epoca di costruzione						
	<1919	1919-1945	1946-1961	1962-1971	1972-1981	1982-1991	>1991
villetta 1-2 u.a.	249	221	194	178	148	131	124
palazzina 3-15 u.a.	207	185	164	152	126	112	106
palazzina 16-30 u.a.	189	171	151	140	115	103	97
edificio a torre +31 u.a.	151	141	127	119	96	85	81

Il consumo medio specifico per superficie nel Comune di Bergamo, calcolato a partire dai consumi termici al 2019 e dal dato di superficie determinato sulla base dei dati Istat al 2011, è pari a 133 kWh/mq, valore decisamente inferiore rispetto a quello regionale: il consumo medio specifico al 2011 in Lombardia è, infatti, pari a 211 kWh/mq.

Relativamente alla disponibilità di servizi (Tabella 2-4) e, in particolare, alla tipologia impiantistica per la climatizzazione invernale, dal censimento Istat è possibile stimare che poco più della metà delle abitazioni riscaldate da impianti fissi dispone di impianto autonomo (54%); si evidenzia inoltre che nel 68% circa delle abitazioni che dispongono di acqua calda è presente un impianto unico utilizzato sia per il riscaldamento dell'abitazione che per soddisfare il fabbisogno di acqua calda sanitaria.

Tabella 2-4: Numero di abitazioni per disponibilità di servizi nel Comune di Bergamo al 2011 (Fonte: ISTAT)

ABITAZIONI OCCUPATE RISCALDATE				ABITAZIONI OCCUPATE CON ACQUA CALDA SANITARIA			
Anno	Da impianto autonomo	Da impianto centralizzato	TOTALE *	Anno	Impianto unico (riscald. + acs)	Impianto acs separato **	TOTALE
2011	28'095	23'739	51'834	2011	35'537	16'521	52'058
Totale [%]	54%	46%	100%	Totale [%]	68%	32%	100%

*: totale delle abitazioni occupate riscaldate da impianti fissi.

** : calcolato per differenza rispetto al totale fornito da ISTAT.

In base al censimento Istat al 2011 si individua che sono presenti sul territorio di Bergamo oltre 36'000 impianti di riscaldamento di cui circa l'11% risulta essere centralizzato.

Tabella 2-5: Stima del numero di impianti di riscaldamento fissi per tipologia nel Comune di Bergamo al 2011 (Fonte: Istat)

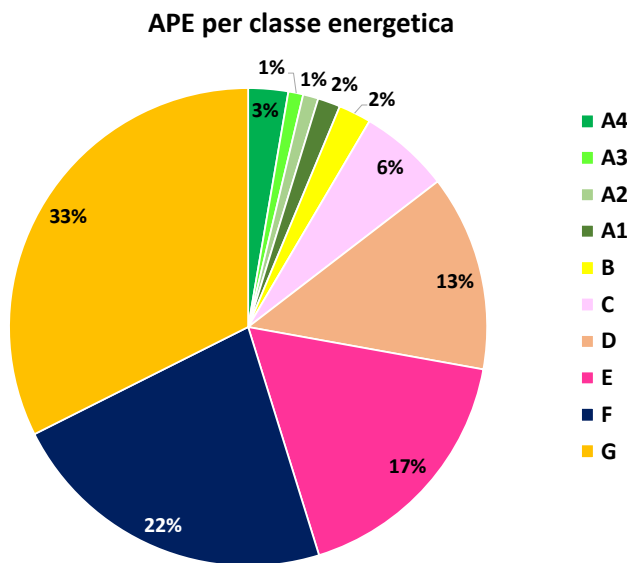
IMPIANTI DI RISCALDAMENTO		
Anno	Autonomi	Centralizzati
2011	32'729	3'976

2.2.2 L'analisi delle certificazioni energetiche dell'edificato

In questo paragrafo si riportano le informazioni funzionali alla stesura del 2° Report di Monitoraggio del PAES in merito alle certificazioni energetiche dell'edificio: le informazioni qui riportate sono state estrapolate dall'elaborazione compiuta e riportata integralmente nell'Allegato 1.

Nel 2020 nel Comune di Bergamo sono stati registrati in totale n. 6'559 APE (Attestati di Prestazione Energetica), di seguito si riporta la suddivisione degli APE per classe energetica di appartenenza.

Figura 2-2: APE registrati per il Comune di Bergamo suddivisi per classe energetica (Fonte: CENED)



Come si nota dal grafico, la classe più rappresentata è la classe G con il 33%, seguita dalla classe F (22%) e dalla classe E (17%). Per quanto riguarda la somma degli edifici in classe A (A4, A3, A2, A1) migliori da un punto di vista energetico, rappresenta il 7% degli edifici certificati. Questo significa che c'è un elevato potenziale di miglioramento in termini di performance energetico del tessuto edilizio esistente. Passando ad un'analisi degli APE in relazione alle singole destinazioni d'uso dell'edificio/unità immobiliare, così come definite dal D.P.R. n. 412/1993 e ss.mm.ii., per la quale è stato redatto, emerge come il settore residenziale sia quello che presenta una percentuale di APE maggiore (82%), in particolar modo nelle classi energetiche meno performanti (E, F e G) che rappresentano più della metà del totale.

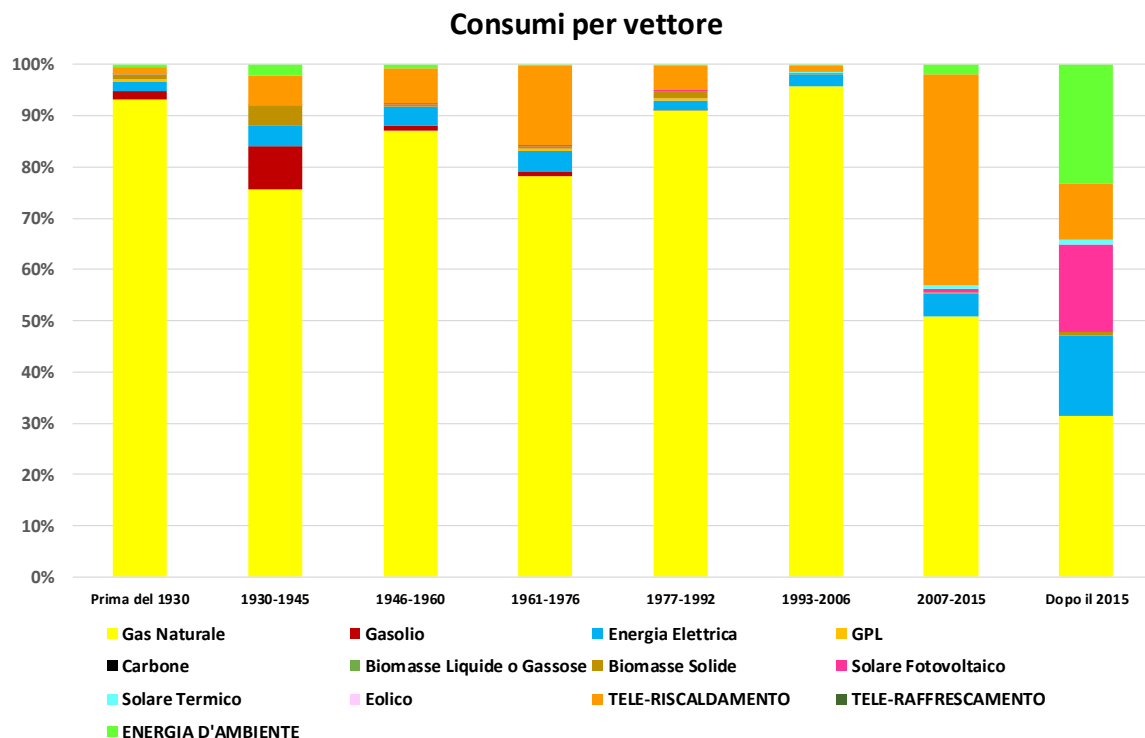
Il comparto non residenziale, con il 18% del totale di APE, invece sembra essere più virtuoso in quanto questi ultimi interessano le classi energetiche intermedie C, D ed E.

Tabella 2-6: APE per destinazione d'uso e classe energetica (Fonte: CENED)

CLASSE ENERGETICA											
DESTINAZIONE D'USO	APE	A4	A3	A2	A1	B	C	D	E	F	G
Residenziale	5'367	176	57	50	83	81	174	507	893	1'321	2'025
	82%	33%	1.1%	0.9%	1.5%	1.5%	3.2%	9.4%	16.6%	24.6%	37.7%
Non residenziale	1'192	1	9	18	17	64	226	363	246	148	100
	18%	0.01%	0.8%	1.5%	1.4%	5.4%	19%	30.4%	20.6%	12.4%	8.4%

Osservando i consumi per vettore, si evince come gli edifici di recente costruzione abbiano nettamente ridimensionato il loro apporto energetico fornito da fonti non rinnovabili a favore di quelle rinnovabili, con il gas che ormai non rappresenta più il vettore maggioritario.

Figura 2-3: Vettori energetici per epoca degli edifici residenziali (Fonte: CENED)



Si riportano inoltre gli indici di prestazione termica degli edifici in riferimento alla loro epoca costruttiva, i valori della superficie disperdente, degli elementi dell'involucro e la trasmittanza U per epoca costruttiva.

Tabella 2-7: Valori dell'indice di Prestazione Termica Utile Media per la Climatizzazione Invernale e del rispettivo edificio di riferimento in relazione all'epoca costruttiva (Fonte: CENED)

PERIODO DI COSTRUZIONE	EPH,nd [kW/m ² a]	EPH,nd,rif [kW/m ² a]
Prima del 1930	181.01	35.36
1930 - 1945	179.72	37.58
1946 - 1960	156.03	28.44
1961 - 1976	134.69	27.35
1977 - 1992	126.98	27.20
1993 - 2006	96.70	25.58
2007 - 2015	60.99	25.83
Dopo il 2015	34.53	27.00

Figura 2-4: Valori dell'indice di Prestazione Termica Utile Media per la Climatizzazione Invernale e del rispettivo edificio di riferimento in relazione all'epoca costruttiva (Fonte: CENED)

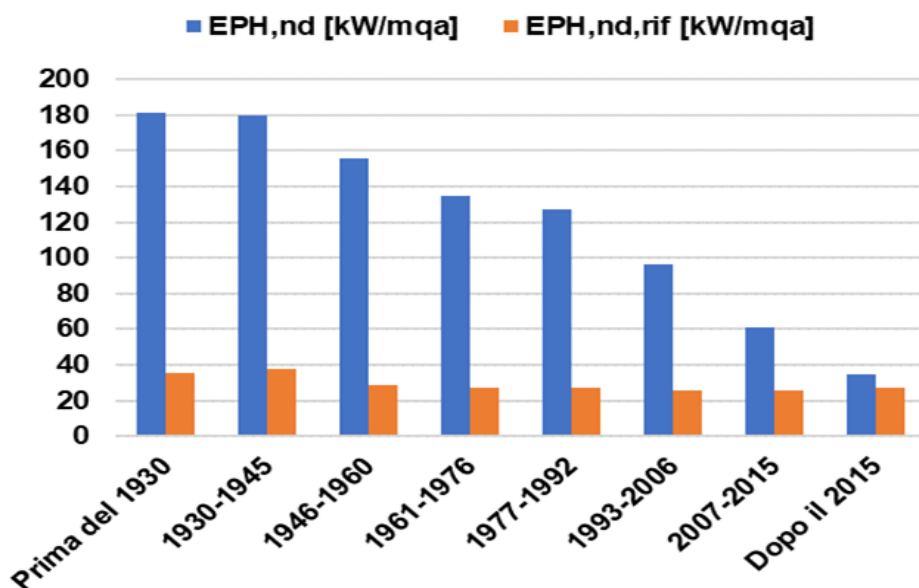


Tabella 2-8: Superficie Totale Disperdente degli elementi d'involucro [m²] e relativa Trasmissanza Termica Media U [W/m²K] in riferimento all'epoca costruttiva (Fonte: CENED)

Epoca Costruttiva	Sup. Tot. Coperture [m ²]	U Coperture [W/m ² K]	Sup. Tot. Pareti [m ²]	U Pareti [W/m ² K]	Sup. Tot. Pavimenti [m ²]	U Pavimenti [W/m ² K]	Sup. Tot. Serramenti [m ²]	U Serramenti [W/m ² K]
Prima del 1930	63'754.96	1.23	207'253.12	1.47	109'184.90	1.38	8'438.75	3.21
1930 – 1945	45'054.44	1.25	174'948.40	1.34	101'030.30	1.34	14'905.20	3.56
1946 – 1960	49'625.59	1.26	169'646.55	1.19	95'711.94	1.28	7'618.07	3.28
1961 – 1976	136'669.31	1.27	347'063.91	1.16	195'555.37	1.26	16'118.67	3.39
1977 – 1992	99'255.22	1.17	180'898.21	1.06	142'677.25	1.18	12'158.58	3.11
1993 – 2006	32'780.39	0.80	88'860.61	0.80	54'212.18	0.89	4'655.67	2.69
2007 – 2015	21'713.74	0.46	42'217.65	0.53	29'166.88	0.58	2'569.72	1.81
Dopo il 2015	12'529.85	0.24	54'793.19	0.33	43'963.90	0.31	4'719.60	1.17
TOTALE	461'383.50		1'265'681.64		771'502.72		71'184.26	

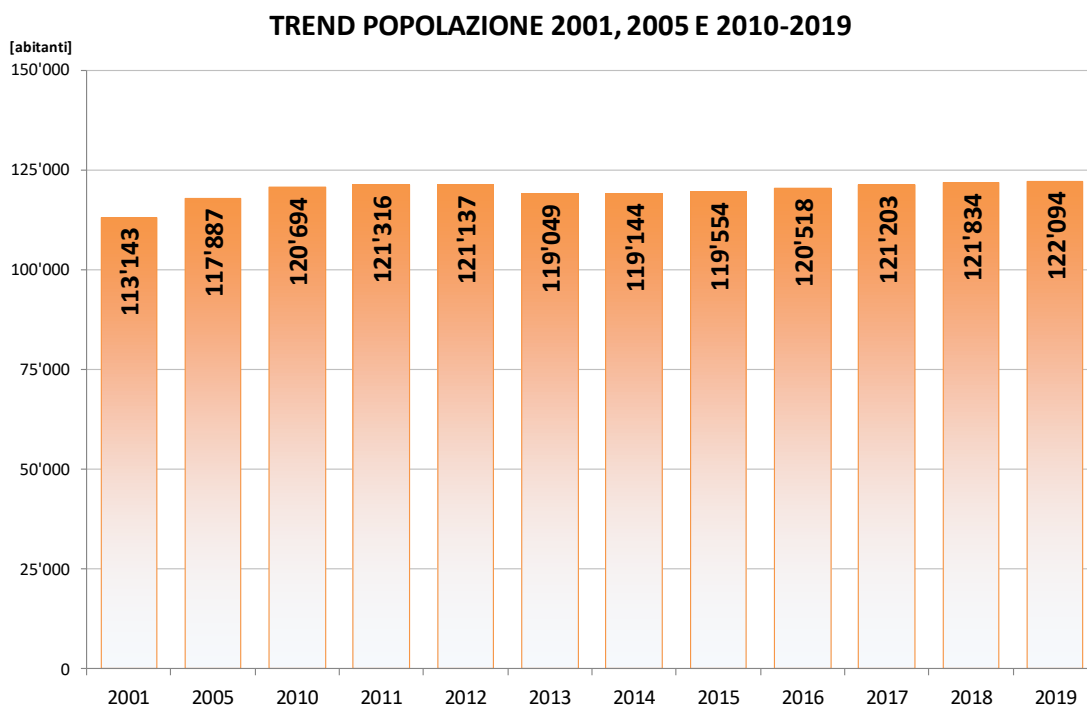
	U Coperture	U Pareti	U Pavimenti	U Serramenti
Limiti Normativi	0.24 W/m ² K	0.28 W/m ² K	0.29 W/m ² K	1.4 W/m ² K

2.3 ASPETTI SOCIOECONOMICI

2.3.1 La popolazione

Nella figura che segue si riporta il numero di abitanti del Comune di Bergamo nel 2001 e dal 2005 al 2019 (Fonte: Istat e Comune di Bergamo): tra il 2001 e il 2005 la popolazione aumenta, con una crescita complessiva del 4% (+1% annuo circa), mentre tra il 2010 e il 2019 la popolazione si conferma essere in aumento, ma in modo meno netto (+1.2%).

Figura 2-5: Popolazione residente nel Comune di Bergamo, dati al 2001, al 2005 e dal 2010 al 2019
 (Fonte: Istat e Comune di Bergamo)



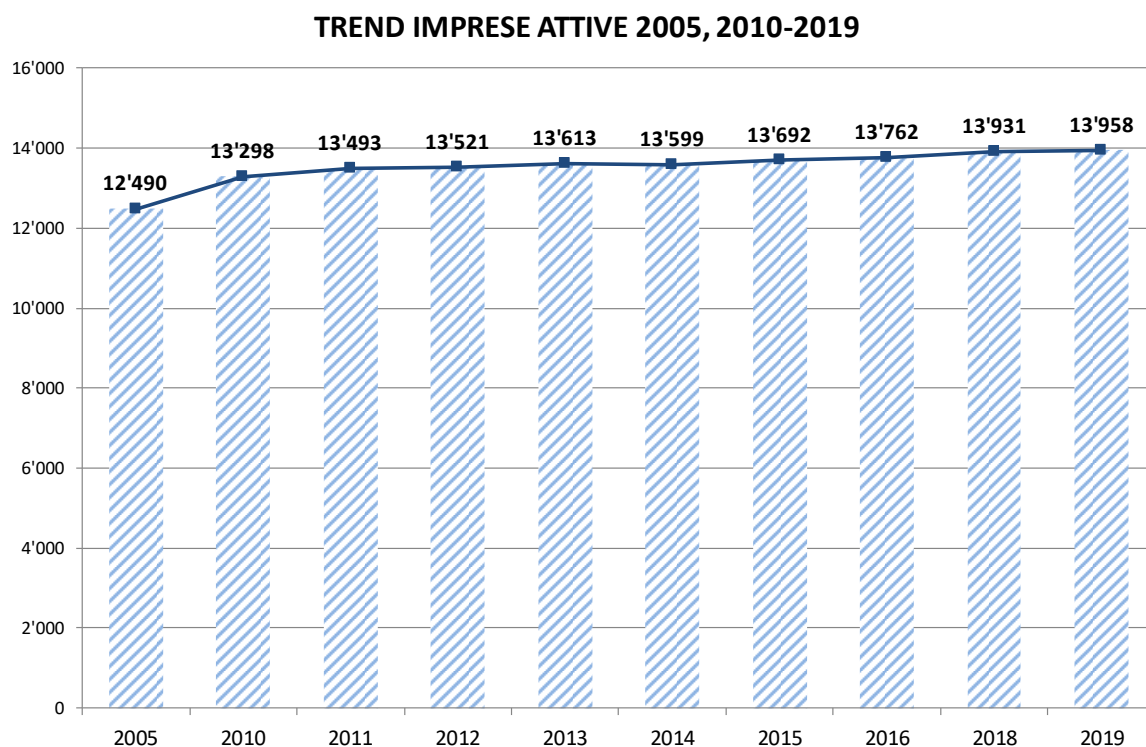
Considerando l'intero periodo 2001-2019 si osserva un aumento della popolazione di circa l'8%, pari allo 0.44% annuo, che porta ad un CAGR (Compound Annual Growth Rate) pari a 0.42%; considerando, invece, il periodo 2010-2019 il tasso annuo di crescita composto risulta pari a 0.13%.

Nel SEAP si era stimato di raggiungere nel 2020 una popolazione residente pari a 134.988 abitanti, cioè di incrementare la popolazione residente al 2005 di 17.101 unità, pertanto lo scarto tra la popolazione effettivamente residente al 2020 e quella stimata al 2005 è di -14.028 unità.

2.3.2 Gli addetti e le attività terziarie-industriali

Nella figura a seguire si mostra l'evoluzione delle imprese attive per categoria nel Comune di Bergamo nel 2005 - Anno BEI e tra il 2010 e il 2019: si osserva un incremento tra il 2005 e il 2010 e, negli anni successivi, una sensibile crescita. Tra il 2005 e il 2010 la crescita è pari a circa il 6%, tra il 2010 e il 2019 la crescita è pari al 5%, mentre per l'intero periodo 2005-2019 la crescita si attesta all'11%.

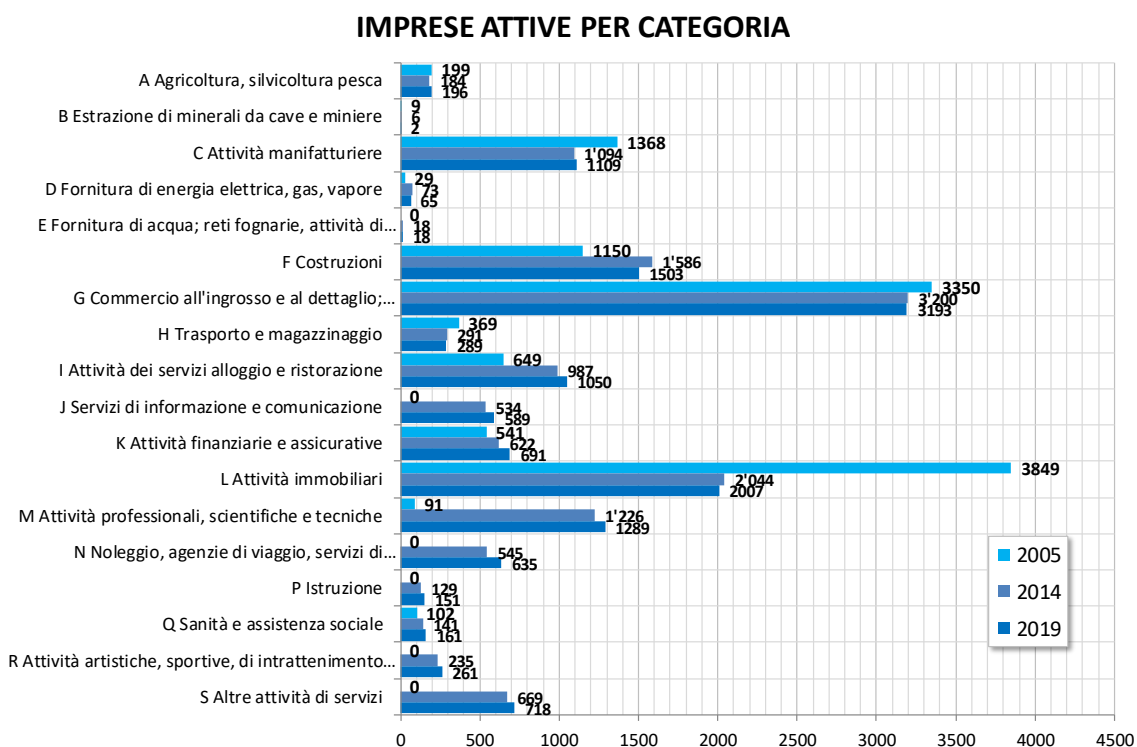
Figura 2-6: Andamento del numero complessivo di imprese attive nel Comune di Bergamo nell'Anno BEI - 2005, e tra il 2010 e il 2019 (Font: InfoCamere, ASR)



Si analizza, inoltre, l'andamento del numero di imprese attive per sezione di attività economica nel 2005, nel 2014 (Anno del primo MEI) e nel 2019. Si precisa innanzitutto che nel 2007 è avvenuta una riclassificazione delle sezioni aziendali, motivo per cui le tipologie di aziende presenti nel 2014 e nel 2019 non sono del tutto corrispondenti con quelle presenti nel 2005. Si registrano dei decrementi significativi nel numero di "Attività immobiliari" (-48%), "Attività manifatturiere" (-19%) e "Commercio all'ingrosso e al dettaglio" (-5%).

Al contrario, si rilevano aumenti significativi nel numero di "Attività professionali, scientifiche e tecniche" (oltre le 1'000 unità), nelle "Attività dei servizi di alloggio e ristorazione" (+66%, pari a 430 imprese) e nelle "Costruzioni" (31%, pari a 356 unità).

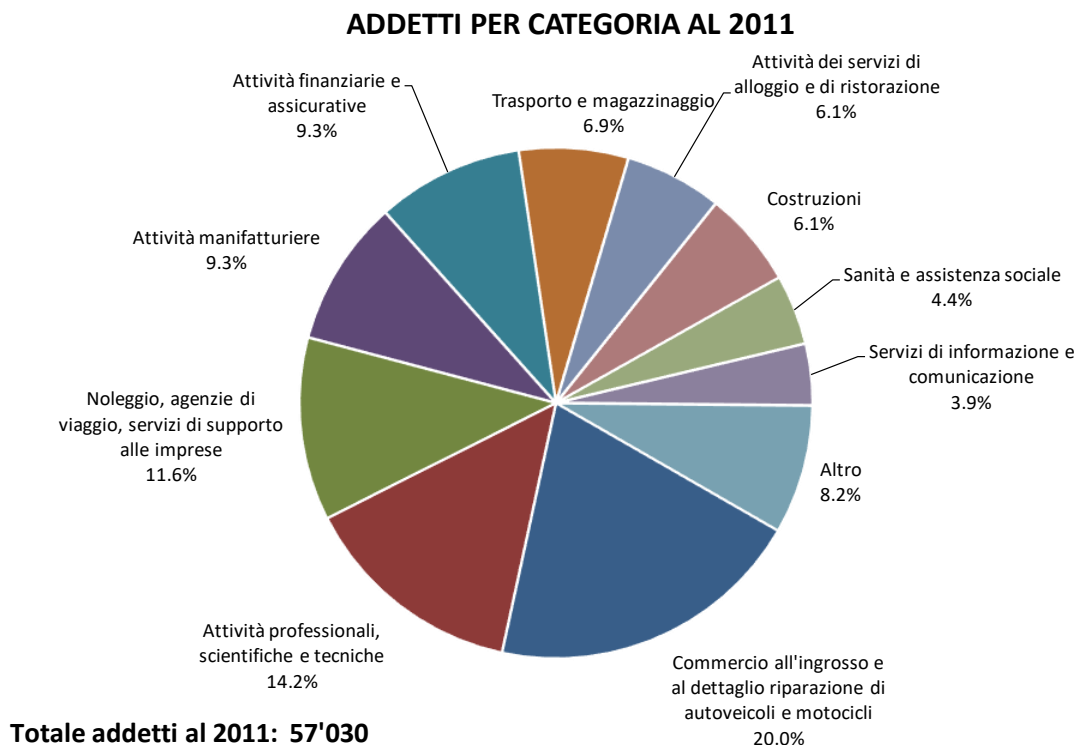
Figura 2-7: Imprese attive per sezione di attività economica nel Comune di Bergamo al 2005, 2014 e 2019
 (Fonte: InfoCamere, ASR)



Nella figura seguente si rappresentano gli addetti suddivisi per categoria nel Comune di Bergamo. I dati sono relativi al censimento Istat del 2011. Si può notare come circa il 20% degli addetti sia impiegato nel commercio all'ingrosso e al dettaglio (11'433 addetti); seguono gli addetti delle attività professionali, scientifiche e tecniche (8'081 addetti, pari al 14%), gli addetti impiegati nella categoria "Noleggio, agenzie di viaggio e servizi di supporto alle imprese" (6'605 addetti, pari al 12%) e, infine, gli addetti impiegati nel settore manifatturiero (5'293 addetti, pari al 9%).

Nel 2011 il numero di addetti locali era pari al 47% della popolazione.

Figura 2-8: Addetti per categoria nel Comune di Bergamo - Dati 2011 (Fonte: Istat)

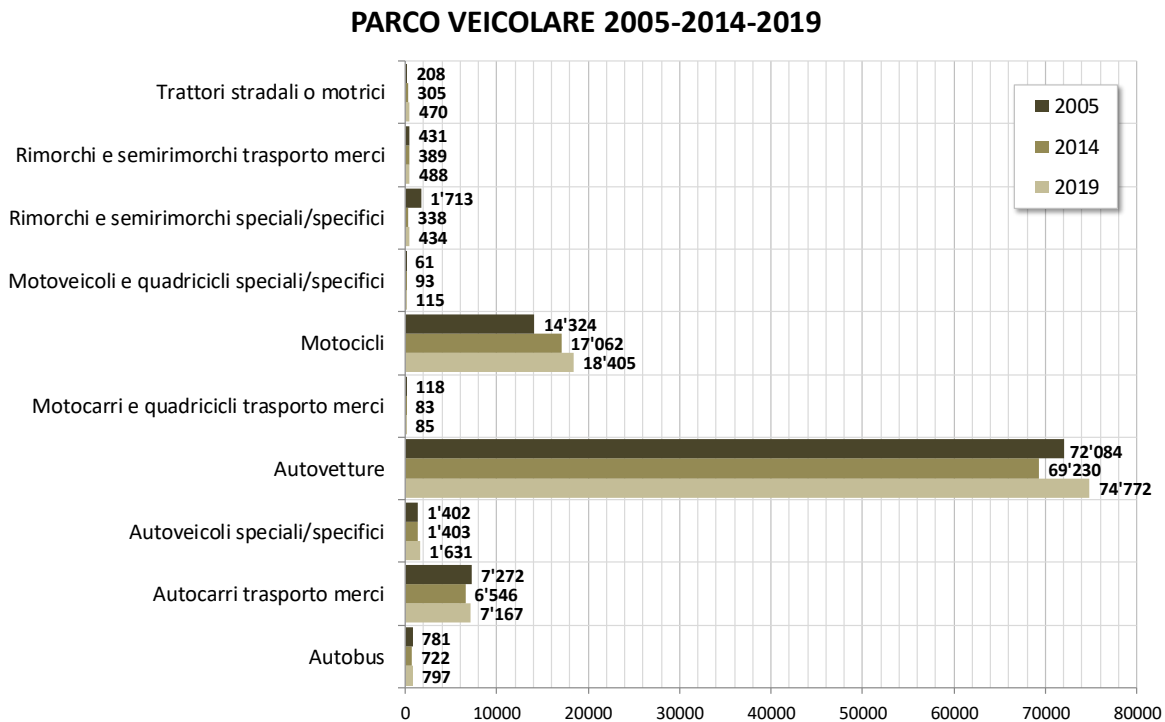


2.3.3 Il parco veicolare immatricolato

In Figura 2-9 si mostra il parco veicolare immatricolato per categoria nel Comune di Bergamo e la sua evoluzione tra il 2005, il 2014 e il 2019. Dal grafico si evince che nell'intero periodo il parco veicolare ha subito un incremento del 6% circa, per un totale di 6'160 veicoli in più. Analizzando le diverse categorie di veicoli, è possibile osservare un aumento nel numero di autovetture pari al 4% (2'688 veicoli), che rappresentano il 72% dei veicoli immatricolati nel 2019, mentre i motocicli (pari al 18% dei veicoli immatricolati nel 2019) risultano in crescita del 30% circa (4'271 veicoli); relativamente ai veicoli commerciali, si riscontra un calo del 3% degli autocarri adibiti al trasporto merci (225 mezzi), categoria che rappresenta il 7% dei veicoli immatricolati al 2019.

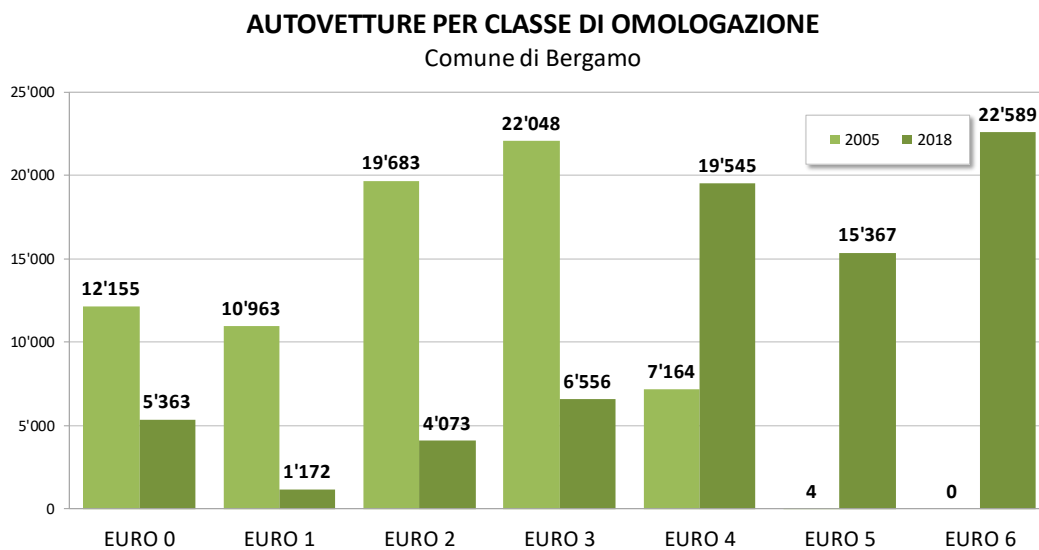
Il numero di automobili per abitante nel Comune di Bergamo rimane sostanzialmente invariato tra il 2005 e il 2019, ed è pari 0.61 autovetture per abitante, il dato comunale fa registrare un calo tra il 2005 e il 2014 (da 0.61 a 0.58 autovetture per abitante) per poi riassetarsi a 0.61 autovetture per abitante nel 2019; il dato comunale per tutti e tre gli anni di riferimento è inferiore al valore medio provinciale, ma è in linea con quello regionale.

Figura 2-9: Parco veicolare per categoria nel Comune di Bergamo, dati al 2005, 2014 e 2019 (Fonte: ACI)



Analizzando i dati disponibili relativi al numero di autovetture per classe di omologazione è possibile osservare come sia cambiato negli ultimi anni il parco veicoli nel Comune di Bergamo. In particolare, tra il 2005 e il 2019, si osserva una riduzione dell'89% dei veicoli Euro 1 e una riduzione del 60% dei veicoli Euro 0. Nel 2019 il 30% delle autovetture è omologata Euro 6, il 26% Euro 4 ed il 21% Euro 5.

Figura 2-10: Autovetture per classe di omologazione nel Comune di Bergamo, dati al 2005 e al 2019 (Fonte: ACI)



Nelle successive due figure si riporta invece il numero di veicoli immatricolati al 2010 e al 2019 in Provincia di Bergamo, suddivisi per categoria veicolare, alimentazione e per classe di omologazione: l'analisi di tali dati permette di integrare le precedenti considerazioni valutando i cambiamenti registrati da ACI anche dal punto di vista dei carburanti utilizzati. In particolare, è possibile osservare che il numero di autoveicoli a benzina è leggermente aumentato a fronte di un aumento degli autoveicoli a gasolio pari al 15% circa; le automobili a metano/GPL rappresentano ancora solo il 6% degli autoveicoli circolanti al 2019, nonostante il loro numero sia aumentato del 40% negli ultimi nove anni, mentre l'1% degli autoveicoli è di tipo elettrico o ibrido (categoria di autoveicoli non presente al 2010).

Figura 2-11: Parco veicolare per classe di omologazione e categoria in Provincia di Bergamo al 2010
 (Fonte: ACI)

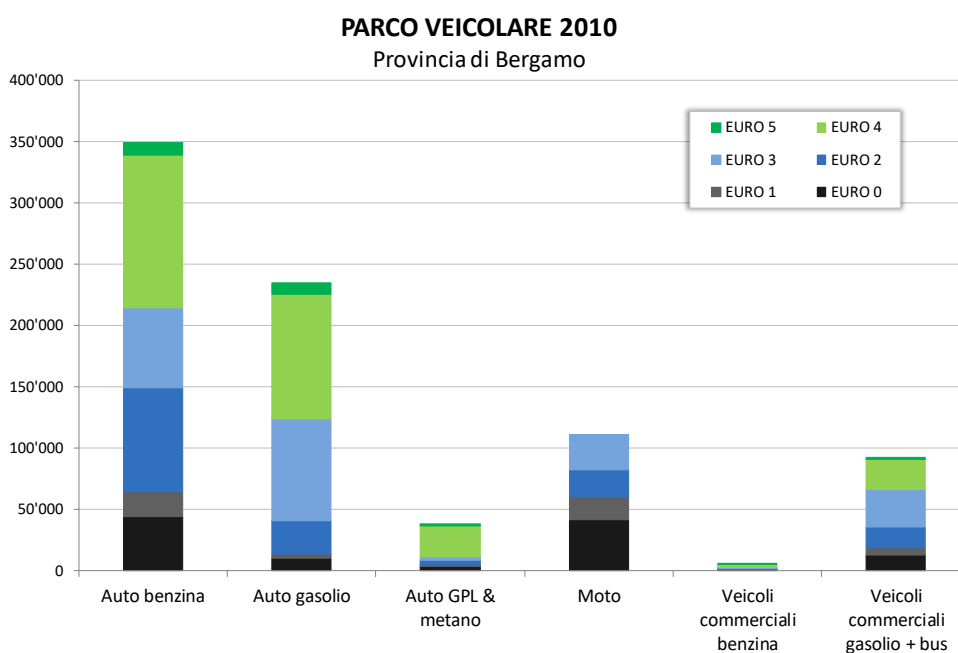
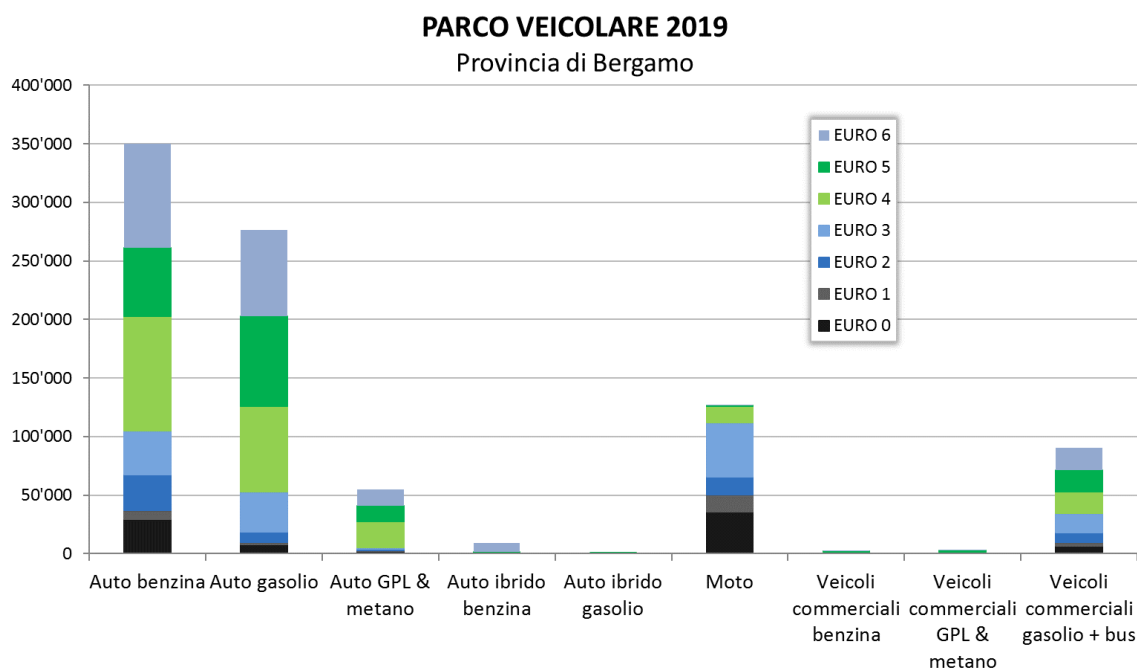


Figura 2-12: Parco veicolare per classe di omologazione e categoria in Provincia di Bergamo al 2019
 (Fonte: ACI)



2.4 QUADRO PROGRAMMATICO DEGLI STRUMENTI VIGENTI

In sintesi di seguito si riportano i principali strumenti urbanistici con cui il PAES può dare indirizzi per una pianificazione attenta al tema dell'energia.

2.4.1 Il Piano di Governo del Territorio

L'Amministrazione Comunale ha approvato con delibera di Consiglio Comunale n. 86 del 14/05/2010 il PGT. Successivamente sono intercorse varie Varianti ed attualmente è in corso la revisione dello strumento urbanistico. Sono infatti in corso 3 laboratori tematici uno dei quali per una "Bergamo Sostenibile" ricolti alla partecipazione dei cittadini per la raccolta delle loro istanze e suggerimenti. Con Delibera di Giunta N.241-20 del 20/07/2020 è stato approvato l'Atto di indirizzo e l'avvio del procedimento del "Nuovo Piano di Governo del Territorio, ai sensi dei commi 3 e 4 dell'art.5 della L.R. 31/2014 e s.m.i. (cd "Legge sul consumo di suolo").

2.4.2 Il Regolamento Edilizio Comunale

L'ultima modifica del Regolamento edilizio del Comune di Bergamo è stata approvata con Delibera Consiglio Comunale 113 del 23/07/2019 e contiene riferimenti per promuovere nelle trasformazioni edilizie l'efficiamento e il risparmio energetico. In sintesi si riportano i principali articoli in ambito energetico presenti nel regolamento che riporta un dettagliato elenco delle norme di riferimento aggiornate all'alla data di approvazione:

- **Art. 59 _ Riduzione del contributo sugli oneri di urbanizzazione a fronte di misure di risparmio energetico:** Le riduzioni del contributo sono stabilite da apposita deliberazione

consiliare, dando atto che il parametro EPgl è da intendersi EPgl, tot e il parametro EPgl rif è da intendersi EPgl, tot, limite.

- **Art. 60 Scomputi volumetrici:** Al fine di beneficiare dello scomputo di cui art.4, comma 2 bis e seguenti della legge regionale 28 novembre 2014, n. 31 si precisa che:
 - la riduzione dell'indice di prestazione energetica espresso in termini di energia primaria deve essere dimostrata rispetto al valore limite dell'Energia Primaria Totale Globale (EPgl,tot), calcolato tramite l'edificio di riferimento;
 - [...]
- **Art. 87 Fonti rinnovabili per copertura fabbisogno energia primaria – ACS e produzione energia elettrica:** Gli edifici di nuova costruzione e gli edifici esistenti sottoposti a ristrutturazioni importanti di primo livello nonché gli “edifici sottoposti a ristrutturazione rilevante” come definiti dall'art. 2 del decreto legislativo 15 febbraio 2011, n. 28, [...]
- **Art. 112 Impianti per la climatizzazione estiva:** sono specificate per l'uso di pompe di calore, l'indici di efficienza energetica (EER) [...];
- **Art. 116 Illuminazione artificiale e impianti elettrici:** In caso di rifacimento dell'impianto elettrico, per l'illuminazione artificiale devono essere impiegati sistemi a L.E.D. o tecnologia equivalente, ovvero a minor consumo energetico [...].

2.4.1 Il Piano Urbano della Mobilità

Con Deliberazione della Giunta comunale 16/05/2019, n. 252 è stato adottato il PUMS che è uno strumento di pianificazione strategica con un orizzonte temporale di medio-lungo periodo di 10 anni. Il Piano sviluppa una visione di sistema della mobilità urbana, proponendo il raggiungimento di obiettivi di sostenibilità ambientale, sociale ed economica attraverso la definizione di azioni orientate a migliorare l'efficacia e l'efficienza del sistema della mobilità e la sua integrazione con l'assetto e gli sviluppi urbanistici e territoriali.

3. MONITORING EMISSION INVENTORY

3.1 METODOLOGIA

Il Monitoring Emission Inventory (MEI) è l'inventario delle emissioni annue di CO₂ relative agli usi energetici finali attribuibili ad attività di competenza diretta e/o indiretta dell'AC. Alle prime fanno capo i consumi energetici del patrimonio edilizio pubblico, dell'illuminazione pubblica, del parco veicolare del Comune e del TPL. Alle seconde si riferiscono le emissioni del patrimonio edilizio privato, del terziario, delle piccole e medie imprese (non ETS), dell'agricoltura e del trasporto in ambito urbano che risulti regolato dalle attività pianificatorie e regolatorie dell'AC. L'indagine conoscitiva condotta sul territorio approfondisce sia i dati di banche dati di livello nazionale/regionale/provinciale (SIRENA20, INEMAR, Atlasole/Atlaimpianti, CENED, CURIT) sia di livello comunale (dati del distributore di energia elettrica, dati del distributore gas naturale, altri dati di consumo, dati sul patrimonio edilizio privato, attività produttive, attività commerciali, etc.).

Il MEI 2019, così come il BEI 2005 costruito nel PAES, quantifica la CO₂ emessa nel territorio dell'Autorità Locale (ossia del Firmatario del Patto) durante l'anno di riferimento ed è di importanza cruciale in quanto rappresenta lo strumento attraverso il quale misurare l'impatto dei propri interventi relativi alle azioni di mitigazione della CO₂ ed al cambiamento climatico; infatti, mentre il BEI mostra la situazione di partenza per l'Autorità Locale, i successivi Inventari di Monitoraggio delle emissioni (Monitoring Emission Inventory – MEI), previsti nella Fase 3 del Patto dei Sindaci, mostrano il progresso rispetto all'obiettivo. Gli inventari delle emissioni sono dunque elementi molto importanti per mantenere alta la motivazione di tutte le parti disposte a contribuire all'obiettivo di riduzione di CO₂ del territorio comunale, poiché consentono di constatare i risultati dei propri sforzi.

3.1.1 SIRENA20

Come anno di riferimento per questo Report di Monitoraggio è stato scelto il 2019 per due principali motivi: la pronta disponibilità dei dati da parte delle AC e la necessità di verificare l'andamento delle azioni in prossimità del compimento dell'orizzonte temporale del PAES.

Il primo passo per la costruzione del MEI al 2019 è la determinazione dei consumi energetici finali suddivisi per vettore (combustibile) e per settore (residenziale, terziario, edifici pubblici, illuminazione pubblica, settore produttivo, trasporto privato, settore agricolo e trasporto pubblico).

Un primo livello di stima è basato sulla banca dati SIRENA20 messa a disposizione da Regione Lombardia a livello di dettaglio comunale e per la parte pubblica sulla base dei dati raccolti dagli Uffici Tecnici Comunali.

La Banca Dati SIRENA20 (acronimo di Sistema Informativo Regionale ENergia e Ambiente¹) è realizzata, gestita ed aggiornata da ARIA per conto di Regione Lombardia². Tale Banca Dati nasce nel 2007 con il preciso obiettivo di monitorare i consumi e le diverse modalità di produzione e trasmissione/distribuzione di energia sul territorio lombardo, parametri cruciali per la competitività e la sostenibilità ambientale. Con questo obiettivo, garantendo un alto grado di aggiornamento dei dati e la loro restituzione in piena trasparenza con un innovativo servizio su internet, il sistema fornisce tutte le informazioni che, ai diversi livelli territoriali e rispetto ai diversi ambiti di interesse, consentono di ricostruire le dinamiche energetiche della Lombardia. SIRENA20 rappresenta quindi la fonte principale per ricostruire i consumi energetici e le relative emissioni per i Comuni localizzati in Regione Lombardia, consentendo di acquisire a livello di dettaglio comunale il quadro generale dei consumi per vettore (energia elettrica, gas naturale, gasolio, benzina, etc.) e per settore (residenziale, terziario, industria non ETS, trasporto urbano e agricoltura) dal 2005 al 2012 e per il 2017.

Pur utilizzando Banche Dati con il massimo dettaglio spaziale disponibile, per scendere a scala comunale sono però necessari processi di disaggregazione che possono necessitare di una taratura/correzione a livello comunale; a tale scopo sono stati quindi richiesti i dati rilevati dai distributori locali di energia elettrica e gas naturale e dal gestore della rete di teleriscaldamento.

Il passaggio da consumi energetici a emissioni avviene attraverso i fattori di emissione dell'IPCC (Inter-governmental Panel for Climate Change) suggeriti dalle Linee Guida Europee che forniscono un valore di emissione (tonnellate di CO₂) per unità di energia consumata (MWh) per ogni tipologia di combustibile. Per quanto riguarda l'energia elettrica si utilizza invece il fattore di emissione locale utilizzato nel PAES di Bergamo (0,388 t/MWh) "corretto" per la quota di energia elettrica rinnovabile prodotta localmente, caratterizzata da un fattore di emissione nullo. Difatti, il fattore di emissione locale per l'elettricità rispecchia il mix energetico utilizzato per la produzione della stessa elettricità e se il Comune acquista elettricità verde certificata, è altresì possibile ricalcolare il fattore di emissione dell'energia elettrica scomputando tali consumi in modo da evidenziare i guadagni associati in termini di emissioni di CO₂.

Analogamente, in presenza di impianti di cogenerazione o di teleriscaldamento-teleraffrescamento come nel caso di Bergamo, le Linee Guida del PAES prevedono che venga determinato un fattore di emissione locale da associare all'energia termica prodotta e distribuita che dovrebbe rispecchiare il mix energetico utilizzato per la produzione stessa. Si rimanda al paragrafo specifico per maggiori dettagli su tale stima.

¹ <http://sirena20.energialombardia.eu>

² Ultimo aggiornamento disponibile: anno 2017.

Tabella 3-1: Fattori di emissione di alcuni dei principali combustibili (Fonte: IPCC 2006, PAES di Bergamo)

FATTORI DI EMISSIONE [t CO ₂ /MWh]		
VETTORI		FE
Combustibili fossili	Energia elettrica	0.388
	Gas naturale	0.202
	GPL	0.227
	Olio combustibile	0.279
	Gasolio	0.267
	Benzina	0.249
	Carbone	0.341
	Rifiuti e biogas	0
Energie rinnovabili	Olio vegetale	0
	Biocarburanti	0
	Altre biomasse	0
	Solare termico	0
	Geotermia	0

Si precisa che, secondo le Linee Guida del JRC, nella definizione degli scenari energetico-emissivi sono state escluse le emissioni riconducibili alla produzione di energia (perché considerate negli usi finali di energia elettrica), alle attività produttive ETS e ai trasporti “nazionali” (autostrade e strade extraurbane).

3.2 ANALISI DEI CONSUMI

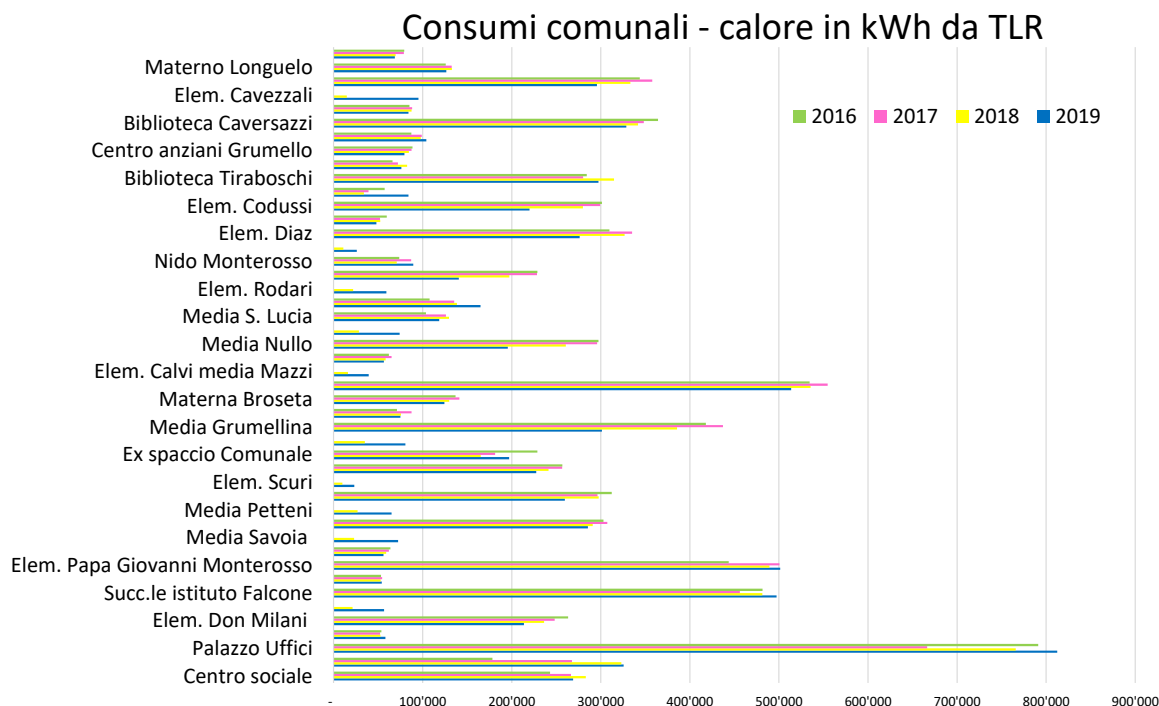
3.2.1 Gli edifici comunali

Il patrimonio immobiliare del Comune di Bergamo risulta essere particolarmente complesso e articolato.

Per fotografare la situazione dei consumi energetici (elettrici e di calore da TLR) degli edifici di proprietà comunale sono stati analizzati i dati disponibili sul portale di E-distribuzione SpA e quelli forniti dall'AC comunicati da A2A SpA. In particolare, viene proposta l'analisi dei consumi di calore da teleriscaldamento dei n. 46 edifici di cui sono stati forniti i consumi per gli anni dal 2016 al 2019.

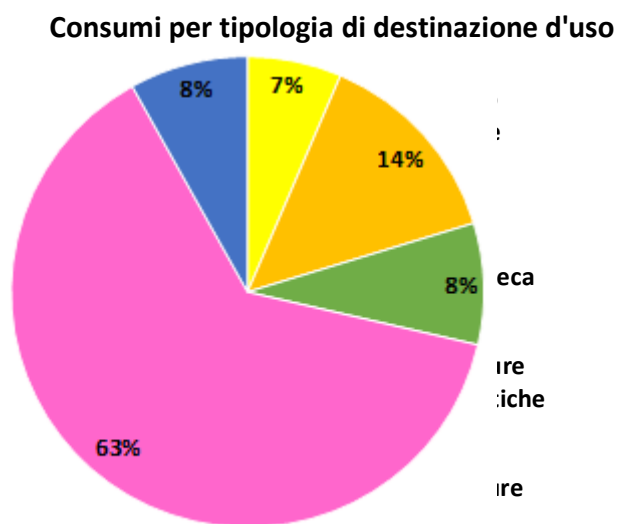
Per gli anni considerati l'andamento dei consumi è simile, si possono quindi evidenziare gli edifici più energivori, ovvero Palazzo Uffici in Piazza Matteotti, la Scuola Primaria “Calvi” assieme alla Scuola Secondaria di 1° Grado “Mazzi”, la Scuola Primaria “Papa Giovanni” e il Liceo Linguistico “Falcone”.

Figura 3-1: Consumi comunali di calore da teleriscaldamento (Fonte: Comune di Bergamo)



I consumi di calore da TLR forniti per questa analisi mettono in luce che la categoria a cui sono imputabili la maggior parte dei consumi è quella degli edifici scolastici, che è anche quella con il maggior numero di edifici collegati alla rete.

Figura 3-2: Consumi comunali di calore da TLR suddivisi per tipologia di edificio al 2019 (Fonte: Comune di Bergamo)

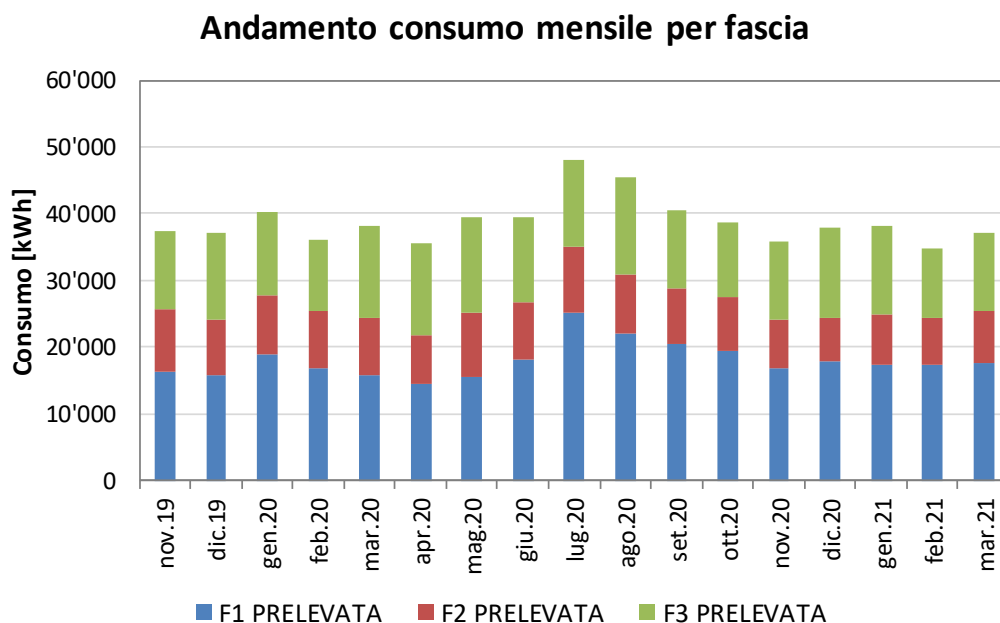


Palazzo Uffici, l'edificio con i consumi di calore più elevati tra quelli considerati, nel 2019 è responsabile di circa il 10% dei consumi totali, i consumi di questo edificio sommati a quello della Scuola Primaria "Calvi", della Scuola Secondaria di 1° Grado "Mazzi", della Scuola Primaria "Papa Giovanni" e del Liceo Linguistico "Falcone" coprono oltre il 28% dei consumi totali di calore.

Viene di seguito proposta una prima analisi dell'andamento dei consumi elettrici per il periodo disponibile sul portale di E-distribuzione per i tre POD comunali alimentati in media tensione desunti dal portale di E- Distribuzione.

Per quando riguarda il POD IT001E17690079 situato in Piazza Giacomo Matteotti 3 corrispondente a Palazzo Uffici, è stato possibile analizzare i dati mensili per il periodo novembre 2019 – marzo 2021.

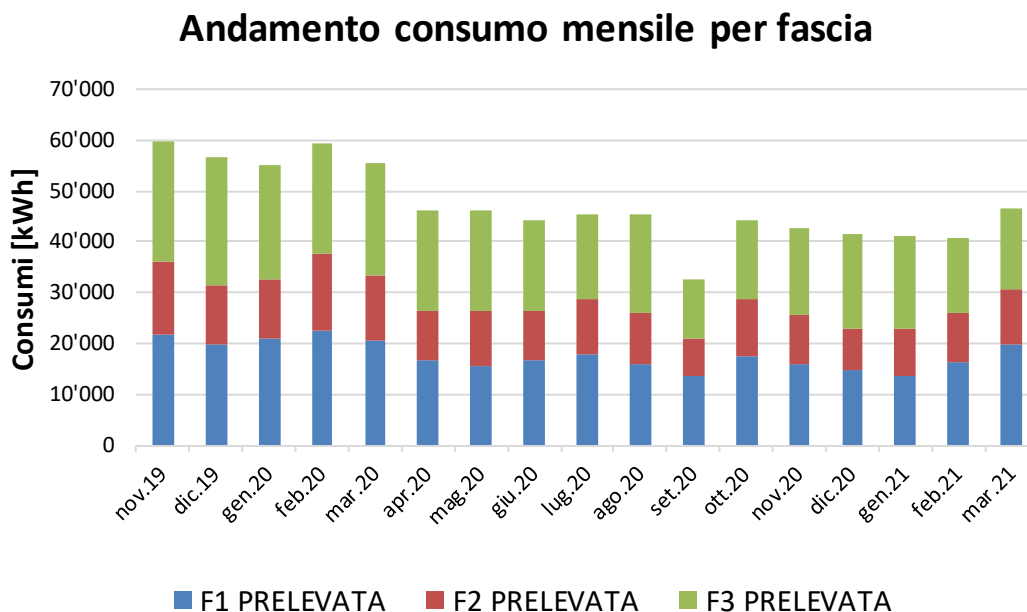
Figura 3-3: Consumi imputabili al POD IT001E17690079 (Fonte: portale E-distribuzione)



Come si può notare dal grafico, i consumi prevalenti sono quelli nella fascia F1 che denota un picco nel mese di luglio imputabile all'utilizzo di sistemi di raffrescamento elettrici.

Si riporta ora l'analisi dei consumi del POD IT00E00248906, situato in Via San Tomaso, anche in questo caso si sono potuti analizzare i consumi dal mese di novembre 2019 a marzo 2021.

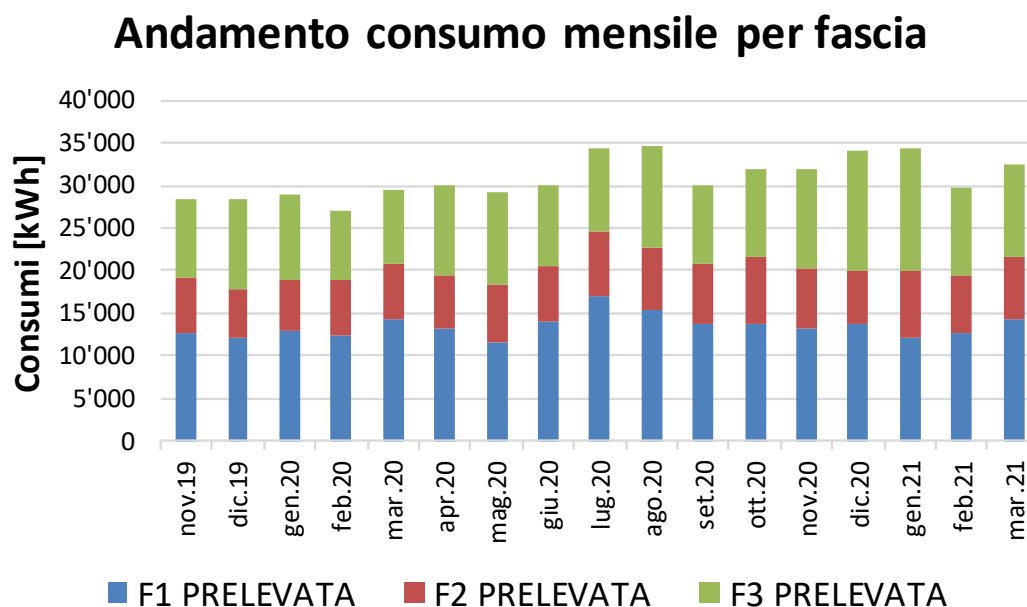
Figura 3-4: Consumi imputabili al POD IT00E00248906 (Fonte: portale E-distribuzione)



In questo caso i consumi maggiori sono quelli in fascia F3, i consumi in F3 sono superiori agli altri soprattutto nel primo periodo di analisi.

Si riporta di seguito l'analisi dell'ultimo POD in media tensione, il POD IT001E00252073, situato in Piazza del Cimitero.

Figura 3-5: Consumi imputabili al POD IT001E00252073 (Fonte: portale E-distribuzione)



La fascia di consumi prevalente è la F1 che fa registrare un picco nel mese di luglio 2020, in generale i consumi in fascia F1 sono sempre superiori a quelli delle fasce F2 e F3, nel gennaio 2020 sono invece superiori i consumi in fascia F3.

3.2.2 L'illuminazione pubblica e gli impianti semaforici

L'illuminazione pubblica nel Comune di Bergamo ha subito una notevole evoluzione nel tempo. La tabella riporta lo stato all'Anno 2005 in termini di punti luce in funzione della tipologia di alimentazione e delle rispettive potenze; la tipologia di lampada prevalente risulta essere quella a vapori di sodio ad alta pressione, seguita da quella a vapori di mercurio e da quella agli ioduri metallici.

Figura 3-6: Parco lampade dell'impianto di illuminazione pubblica del Comune di Bergamo al 2005 (Fonte: 1° Report di Monitoraggio del PAES)

Tipologia Lampade		Potenza [W][lm]	N. Lampade	TOTALE	
Incandescenza		157 W (2.000 lm)	39	372	
		157 W (2.500 lm)	227		
		258 W (4.000 lm)	106		
Vapori di Sodio	Alta Pressione	50 W	213	11.164	11.167
		70 W	4.990		
		100 W	2.282		
		110 W	51		
		150 W	2.478		
		250 W	1.079		
		400 W	71		
	Bassa Pressione	90 W	3	3	
	Alogene		60 W	43	86
		140 W	43		
Vapori di Mercurio		50 W	90	2.476	
		80 W	472		
		125 W	1.728		
		250 W	186		
Ioduri Metallici		35 W	9	1.494	
		70 W	567		
		100 W	507		
		150 W	370		
		250 W	32		
		400 W	3		
		1000 W	6		
Fluorescenti		18 W	22	239	
		26 W	217		
TOTALE			15.834	15.834	

Il censimento successivo è aggiornato a fine febbraio 2015 da cui è possibile notare innanzitutto un incremento del parco lampade di oltre il 10% principalmente dovuto a un aumento di utilizzo di lampade a Vapore di sodio con sostituzione delle lampade a mercurio, passando infatti da circa 2'500 punti luce a 1'200 punti luce, introducendo la tecnologia delle lampade a LED con circa 500 punti luce.

Figura 3-7: Parco lampade dell'impianto di illuminazione pubblica del Comune di Bergamo al 2015 (Fonte: Consuntivo del programma di efficientamento energetico dell'impianto di illuminazione pubblica)

ILLUMINAZIONE PUBBLICA Consistenza lampada al 28/05/ 2015	
Tipologia	Numero
Vapori di Sodio alta pressione	12'090
Vapori di Mercurio	1'232
Alogenuri metallici	3'251

ILLUMINAZIONE PUBBLICA Consistenza lampada al 28/05/ 2015	
Tipologia	Numero
Fluorescenza	1'054
LED	538
Altre	24
Totale	18'116

Successivamente, il programma di efficientamento dell'illuminazione pubblica comunale ha previsto la sostituzione degli apparecchi di illuminazione mantenendo però invariati i sostegni. Sono state sostituiti tutti gli apparecchi della cosiddetta "Città Bassa", tranne quelli dedicati all'illuminazione del Teatro Donizetti, le lampade presenti in Città Alta e nella zona dei Colli, aree caratterizzate da eccellenze artistiche, architettoniche e paesaggistiche non compatibili con il percorso di sostituzione massiva e che richiedono una progettualità specifica. In particolare, è stata prevista la realizzazione dei seguenti interventi:

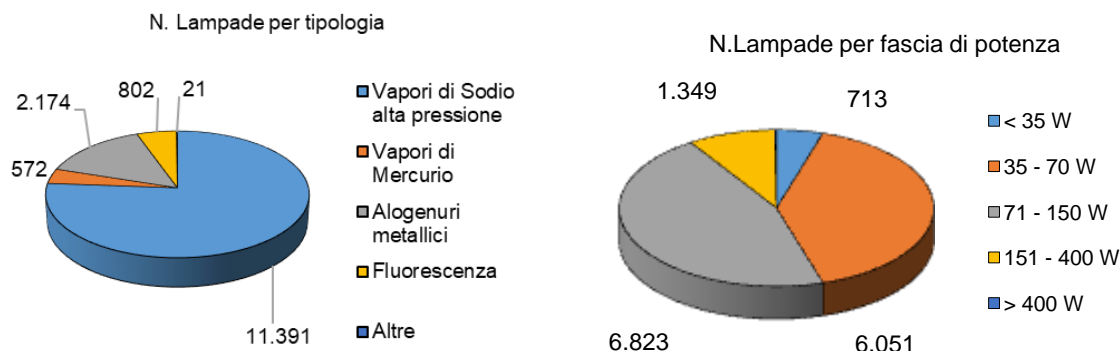
- sostituzione degli apparecchi di illuminazione contenenti lampade a scarica con apparecchi di illuminazione corredati di sorgenti LED;
- utilizzo di sistemi per la regolazione notturna del flusso luminoso;
- utilizzo del sistema di telecontrollo idoneo al monitoraggio dell'energia assorbita e dalla rilevazione dei guasti a livello di quadro elettrico.

Con Delibera n. 124 Reg. CC del 15/09/2015, il Consiglio Comunale ha quindi approvato il piano di efficientamento energetico con tecnologia LED e il relativo cronoprogramma di attuazione:

- inizio delle operazioni di sostituzione entro il 15/10/2015;
- raggiungimento della soglia delle sostituzioni pari all'80% entro il 31/01/2016;
- completamento delle sostituzioni entro il 30/07/2016.

Di seguito vengono riportate le lampade che sono state interessate dal suddetto piano di efficientamento per un totale di 14'960 unità su un totale di 18'116 punti luce dell'illuminazione pubblica con lampade a LED, tranne per quelli di Città Alta e della zona dei Colli (escluse solo 3'229 unità).

Figura 3-8: Lampade per tipologia coinvolte nel piano di efficientamento energetico suddivise per tipologia (A2A spa)



Il costo consuntivo complessivo per i lavori, forniture materiali, personale, servizi e spese generali per le attività previste e realizzate è stato di € 3'229'267.

Terminata con successo tale fase, la società A2A Illuminazione Pubblica Srl – Gruppo A2A SpA ha poi realizzato uno studio di fattibilità e ha definito una stima dell'entità economica per la riqualificazione dell'illuminazione di Città Alta consistente, in sintesi, in:

1. rifacimento dell'illuminazione di una porzione del perimetro delle mura cittadine, dichiarate Patrimonio dell'Umanità dall'Unesco il 09/07/2017;
2. rifacimento dell'illuminazione delle quattro porte di accesso a Città Alta;
3. realizzazione dell'illuminazione degli elementi monumentali verticali di Città Alta che compongono lo skyline cittadino e completamento dell'illuminazione ivi presente a fini della valorizzazione architettonica.

Con Delibera n. 13 Reg. CC del 18/02/2019, il Consiglio Comunale ha quindi approvato, rimandando a un momento successivo la valutazione e l'analisi sulla realizzazione dell'illuminazione degli elementi monumentali verticali di Città Alta, il programma di riqualificazione illuminotecnica che ha interessato gli ambiti geografici di Porta S. Giacomo (con soluzione RGB), Porta S. Agostino, Porta S. Lorenzo, Porta S. Alessandro, delle Mura Sud-Est (Baluardo S. Giacomo – S. Michele), delle Mura Nord-Est (Baluardo S. Michele – S. Lorenzo), delle Mura Nord-Ovest (Baluardo S. Lorenzo – S. Giovanni) e delle Mura Sud-Ovest (Baluardo S. Giovanni – S. Giacomo) per un importo complessivo di circa 1'000'000 €. Infatti, a oggi, risultano essere stati sostituiti tutti i vecchi proiettori ai piedi delle Mura Veneziane con luci LED.

Anche questo secondo intervento di relamping denota una particolare attenzione alla riqualificazione dell'impianto illuminotecnico cittadino, dando risalto alle peculiarità artistico-architettoniche della Città, ma sempre perseguendo le finalità di contenimento dei consumi energetici.

In aggiunta a quanto sopra, si precisa che a partire dall'Anno 2012 il Comune di Bergamo ha aderito al progetto "Votiva" ovvero a una iniziativa di risparmio energetico indirizzata a tutte le strutture cimiteriali italiane, pubbliche e private, che prevede la distribuzione gratuita di lampade

elettroniche a LED per illuminazione votiva. L'adesione a tale progetto, proposto dalla Società Gesco SpA, ha comportato la sostituzione di 10'000 luci votive con altrettante lampadine a tecnologia LED aventi una potenza di 0.2 W, con un risparmio di energia consumata, oltre che conseguentemente anche dei costi legati al consumo di corrente elettrica, pari a più del 90%.

Inoltre, nel 2014 sono state sostituite tutte le lampade semaforiche a incandescenza con lampade a LED grazie a un progetto del Comune di Bergamo e ATB Mobilità SpA.

In particolare, nell'ambito dell'anno 2019 sono stati prodotti da ATB Mobilità SpA dati analitici di monitoraggio legati al suddetto progetto e aggiornate, al contempo, le tipologie di lampade in funzione del flusso luminoso (180 o 210 lumen), della potenza (nuove lampade a 8 Watt) e dei rendimenti medi delle stesse (22.5 o 26.25 lumen/Watt).

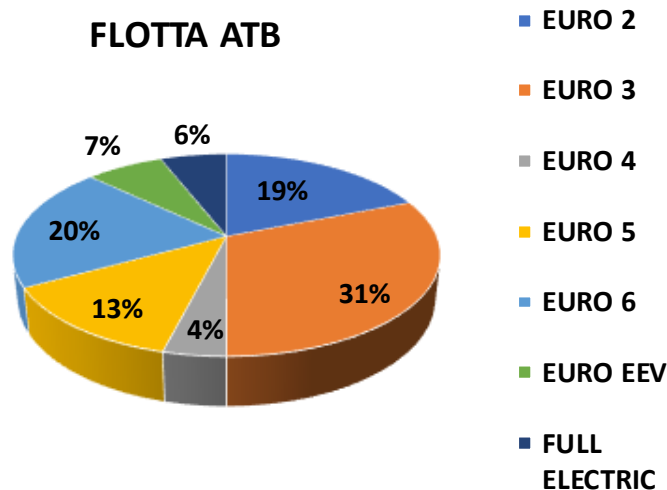
Conseguentemente le nuove lampade a Led, maggiormente performanti rispetto a quelle precedentemente installate nel 2014, risultano caratterizzate da flussi luminosi pari a 180 lumen e 210 lumen: le lampade precedentemente installate nel 2014 erano caratterizzate da flussi luminosi pari a 520 lumen, 910 lumen e 1'300 lumen.

Infatti, gli impianti semaforici presenti sul territorio comunale al 2019 sono pari a 147 per un totale di 5'650 punti luce, di cui 4'900 con flusso luminoso a 180 lumen e 750 con flusso luminoso a 210 lumen.

3.2.3 Il trasporto pubblico locale

Per il calcolo dei consumi relativi al settore del trasporto pubblico su gomma, in particolare della flotta ATB Consorzio Scrl composta da ATB Servizi SpA, SAB Autoservizi Srl, Autoservizi Locatelli Srl e TBSO Trasporti Bergamo Sud Ovest SpA sono stati considerato i dati forniti da ATB Mobilità SpA relativi all'intera area servita da ATB Consorzio Scrl, area che computa oltre al territorio comunale di Bergamo anche altri n. 27 Comune. Si è poi proceduto a ripartire la flotta per tipologia di autobus e per alimentazione, nello specifico gasolio, metano ed elettrico. A questi sono stati associati i km percorsi per calcolarne i consumi e le relative emissioni.

Figura 3-9: Flotta ATB Consorzio S.c.r.l. nel 2019 per alimentazione (Fonte: ATB Consorzio S.c.r.l.)



Come premesso, la società ATB Consorzio Scrl ha privilegiato e continua a privilegiare l'acquisto di autobus ecologici a basse emissioni inquinanti. Infatti, nel 2018 all'interno del Comune di Bergamo è stata realizzata la nuova Linea Elettrica "C" con messa in servizio di n. 12 autobus completamente elettrici e l'installazione di n. 16 pensiline intelligenti a servizio della stessa.

Per ulteriori approfondimenti, come per altre tematiche, si rimanda all'Allegato 1 in cui la tematica è trattata integralmente.

3.2.4 Il parco veicoli comunale

Il parco veicoli del Comune di Bergamo nel 2014 contemplava complessivamente 196 mezzi mentre per la fine del 2020 ne sono stati contati 171. Rispetto al 2005, in cui erano presenti 250 mezzi, si è registrato un decremento del 21.6% rispetto al 2014 e del 31.6% rispetto al 2020.

Come si nota nella tabella seguente, il parco veicoli del Comune di Bergamo è costituito da autovetture (53.8%), autocarri per il trasporto merci (23.4%), motocicli (19.9%) e da autoveicoli ad uso speciale (2.9%). Rispetto al 2014, nel 2020 non sono più presenti macchine operatrici. Per quanto riguarda la tipologia di alimentazione, la maggior parte dei veicoli comunali sono alimentati a benzina, il 46% del totale dei veicoli, circa il 28% sono alimentati a GPL e il 21% a diesel, oltre a registrare n. 8 veicoli alimentati a metano, in crescita rispetto ai n. 3 del 2014 mentre, a differenza del 2014, non sono presenti veicoli elettrici.

Tabella 3-2: Flotta comunale al 2020 suddivisa per tipologia e per alimentazione (Fonte: Comune di Bergamo)

Tipologia	BENZINA	DIESEL	GPL	METANO	TOTALE
Autovetture	35	23	26	8	92
Autocarri trasporto merci	10	9	21	0	40
Motocicli	34	0	0	0	34
Autoveicoli ad uso speciale	0	5	0	0	5
TOTALE	79	37	47	8	171

Sulla base delle informazioni relative al tipo di alimentazione dei veicoli e dei km percorsi nell'Anno 2020 è stato possibile calcolare i consumi e le emissioni imputabili alla flotta comunale.

Tabella 3-3: Flotta comunale al 2020 suddivisa per tipologia e per alimentazione (Fonte: Comune di Bergamo)

CONSUMI ENERGETICI DEL PARCO VEICOLI COMUNALE NEL MEI		
Vettore	Quantità [l o kg]	Consumi [MWh]
	MEI 2019	MEI 2019
Gas naturale	13'832	5
GPL	111'484	76

CONSUMI ENERGETICI DEL PARCO VEICOLI COMUNALE NEL MEI		
Vettore	Quantità [l o kg]	Consumi [MWh]
	MEI 2019	MEI 2019
Gasolio	141'963	108
Benzina	241'062	193
TOTALE		381

Si è verificata una riduzione delle percorrenze annue del 39%, passate da 1'266 mila km del 2005 a 508 mila km del 2020, è di conseguenza ascrivibile ai seguenti fattori:

- ↳ riduzione del parco auto comunale, con conseguente riduzione delle percorrenze;
- ↳ sostituzione di una parte del parco auto comunale esistente con mezzi meno inquinanti;
- ↳ introduzione del servizio di Car Sharing pubblico E-Vai S.r.l., meglio dettagliato nell'Allegato 1.

Inoltre, nel 2018/2019 sono state messe a disposizione del Sindaco e degli Assessori in comodato d'uso gratuito n. 3 Toyota Auris plug-in per i loro spostamenti istituzionali. Successivamente da dicembre 2019 e fino al 31/12/2022 sono state noleggiate n. 2 auto ibride, Toyota RAV 4 Business 2WD e Toyota RAV 4 active 2WD, per un massimo di 15.000 Km all'anno per auto, oltre a disporre in comodato d'uso a titolo gratuito di una terza auto ibrida, LEXUS UX 250 Hybrid, per tutto il 2020.

3.2.5 I consumi elettrici rilevati dal distributore

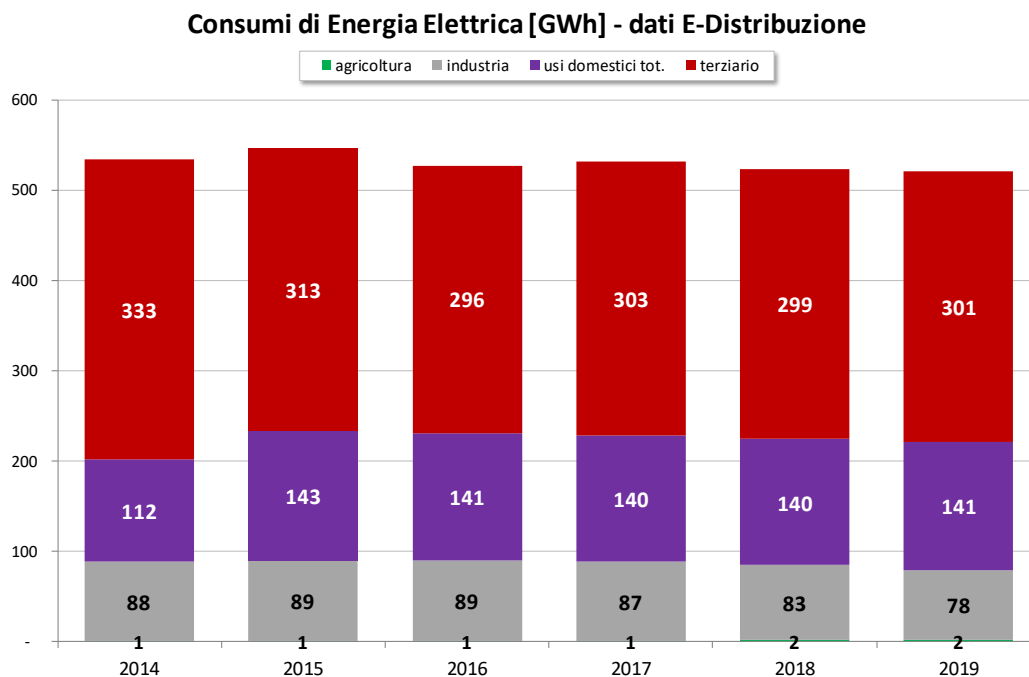
Il distributore locale di energia elettrica (E-distribuzione S.p.A.) ha fornito i dati relativi all'energia elettrica prelevata negli anni dal 2014 al 2019 nel territorio comunale, suddivisi nelle seguenti macrocategorie di consumo:

- ↳ utenze domestiche;
- ↳ illuminazione pubblica;
- ↳ utenze del terziario non comunale;
- ↳ utenze del settore produttivo;
- ↳ utenze del settore agricolo;
- ↳ utenze del terziario comunale.

I consumi imputabili all'illuminazione pubblica e del terziario comunale in questa prima fase di analisi vengono conteggiati insieme a quelli del settore terziario.

Di seguito si riporta un grafico per mostrare l'andamento dei consumi di energia elettrica negli anni a disposizione.

Figura 3-10: Consumi energia elettrica dal 2014 al 2019 per settore (Fonte: E-distribuzione S.p.a.)



I consumi del settore terziario sono quelli prevalenti in tutti gli anni considerati, a seguire il residenziale, il produttivo e infine, il settore agricolo. Tra il 2014 e il 2019, in generale, si evidenzia un calo dei consumi del 2%, valutando i diversi settori invece si può osservare un calo nei settori terziario e produttivo ed un incremento nel residenziale, anche il settore agricolo, poco rilevante nel contesto, fa registrare un incremento.

3.2.6 I consumi di gas naturale rilevati dal distributore

I distributori locali di gas naturale a Bergamo sono due: Unareti SpA e 2i Rete Gas SpA, entrambi hanno fornito i dati relativi ai volumi di gas distribuiti presso il Comune dall'Anno 2015 al 2019, suddivisi per categoria d'uso: tali dati sono riportati in due tabelle distinte, Tabella 3-4 per i dati forniti da Unareti SpA e in Tabella 3-5 per quelli di 2i Rete Gas SpA che ha comunicato anche i dati relativi al 2020, questi ultimi dati non sono riportati in quanto, in assenza di quelli di Unareti SpA, non sono significativi per l'analisi del contesto.

Tabella 3-4: Consumi gas naturale dal 2015 al 2019, suddivisi per categoria d'uso secondo la Del. ARERA n. 229/2012 (Fonte: Unareti SpA)

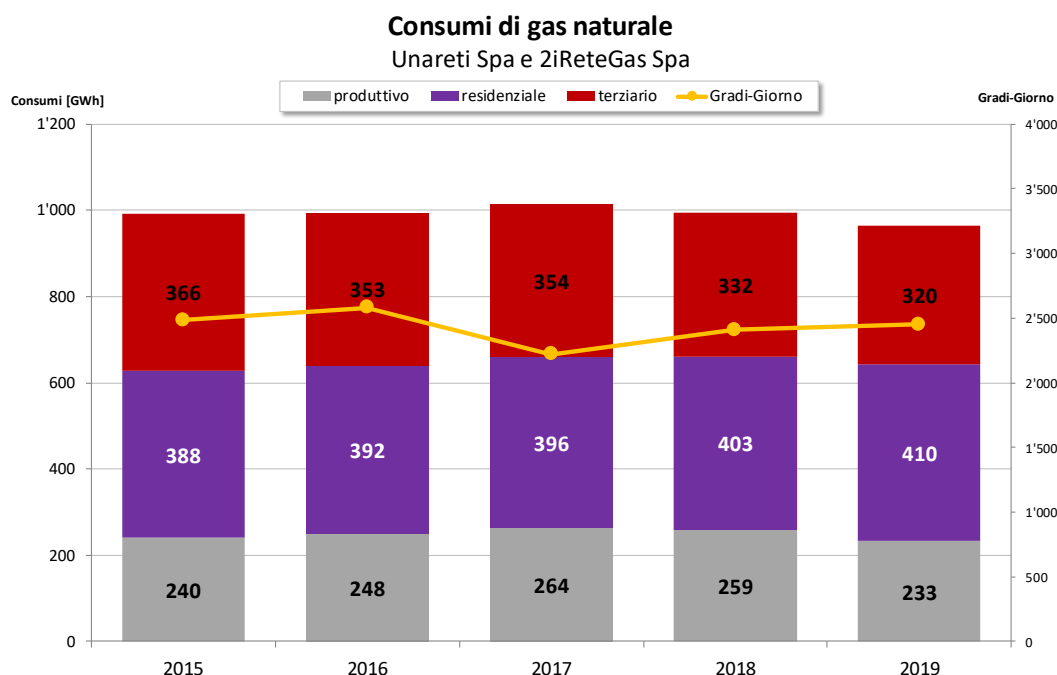
VOLUMI DI GAS DISTRIBUITI NEL COMUNE DI BERGAMO (Unareti S.p.A.) [Smc]						
Categoria	2015	2016	2017	2018	2019	Settore
C1 Riscaldamento	37'893'790	36'596'735	36'664'161	34'397'268	33'010'152	Terziario
C2 Uso cottura cibi e/o produzione di acqua calda sanitaria	4'973'753	4'790'773	4'908'770	4'944'451	4'993'306	Residenziale
C3 Riscaldamento+uso cottura cubu e/o produzione di acqua calda sanitaria	35'102'583	35'735'556	36'049'443	36'719'462	37'524'033	Residenziale
C4 Uso condizionamento	0	18	92	18	1'715	Residenziale
C5 Uso condizionamento+riscaldamento	21'382	21'852	2'298	4'103	12'307	Residenziale
T1 Uso tecnologico (artigianale-industriale)	216'799	265'577	295'327	284'687	436'349	Terziario
T2 Uso tecnologico+riscaldamento	24'722'467	25'559'236	27'175'299	26'604'498	24'035'018	Industria
TOTALE	102'930'774	102'969'747	105'095'390	102'954'487	100'012'880	

Tabella 3-5: Consumi gas naturale dal 2015 al 2019, suddivisi per categoria d'uso secondo la Del. ARERA n. 229/2012 (Fonte: Zi Rete Gas SpA)

VOLUMI DI GAS DISTRIBUITI NEL COMUNE DI BERGAMO (ZiReteGas) [Smc]						
Categoria	2015	2016	2017	2018	2019	Settore
C1 Riscaldamento	176'150	158'825	160'829	154'404	154'443	Terziario
C2 Uso cottura cibi e/o produzione di acqua calda sanitaria	41'423	39'372	39'469	41'760	39'766	Residenziale
C3 Riscaldamento+uso cottura cubu e/o produzione di acqua calda	509'276	495'637	490'185	508'229	458'305	Residenziale
C4 Uso condizionamento	0	0	0	0	0	Residenziale
C5 Uso condizionamento+riscaldamento	0	0	0	0	0	Residenziale
T1 Uso tecnologico (artigianale-industriale)	73'317	13'090	12'631	5'353	5'162	Terziario
T2 Uso tecnologico+riscaldamento	417'564	484'011	521'266	517'332	431'610	Industria
TOTALE	1'217'730	1'190'935	1'224'380	1'227'078	1'089'286	

Per il medesimo periodo sono stati forniti da Unareti SpA anche i dati relativi al numero di punti di riconsegna: al 2019 risultano serviti 73'311 clienti finali, valore con un trend di leggera crescita rispetto al 2015; anche Zi Rete Gas SpA comunica il numero di PDR (Punto Di Riconsegna) serviti che nel 2019 ammontano a un totale di 567, in lieve calo rispetto ai 572 del 2015. Nella figura successiva si riporta tale dato e l'andamento dei consumi per settore dal 2015 al 2019, determinati secondo la classificazione riportata nelle precedenti Tabelle.

Figura 3-11: Consumi gas naturale dal 2015 al 2019 per settore, confrontati con l'andamento dei Gradi-Giorno (Fonte: Unareti Spa, 2i Rete Gas Spa)

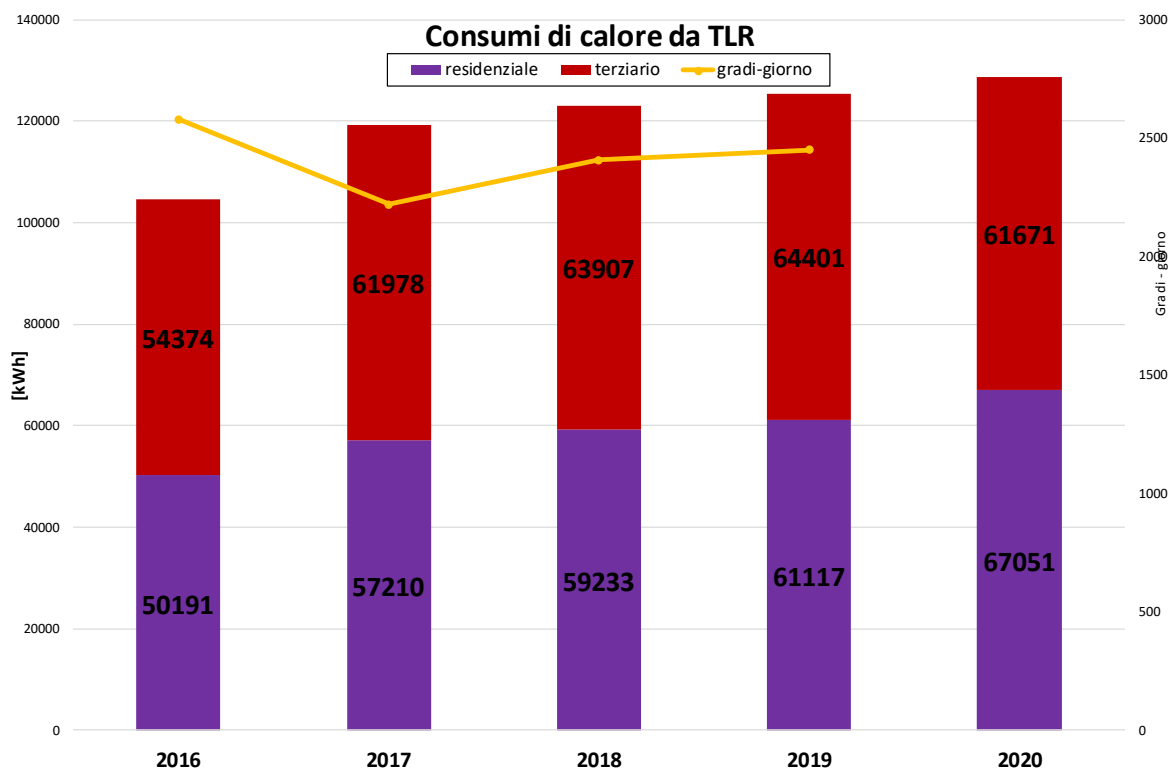


Il grafico evidenzia come l'andamento dei consumi di tutti i settori non denotano particolari differenze tra i diversi anni considerati. Il settore con la maggiore quota di consumi è il residenziale, con in media il 40% dei consumi totali, al secondo posto, con una media del 35%, si attestano i consumi del settore terziario e infine il settore produttivo con il 25%. L'andamento dei gradi giorno comunali non sempre è in linea con l'andamento dei consumi di gas naturale rilevati dal distributore: si registra, infatti, una flessione nel 2017 a fronte invece di un incremento dei consumi totali di gas naturale rilevati dai distributori.

3.2.7 I consumi di calore/freddo rilevati dal gestore del teleriscaldamento e teleraffrescamento

Il gestore della rete di teleriscaldamento presente nel territorio comunale di Bergamo, A2A Calore e Servizi Srl – Gruppo A2A SpA, ha fornito le quantità di energia termica annuale erogata per tipologia di utenza dal 2016 al 2020: tali dati sono riportati nella figura successiva. Si precisa che tali dati si riferiscono ai consumi finali di calore e, pertanto, non includono le perdite di rete legate alla distribuzione del calore; tale aspetto è indirettamente considerato nella determinazione del fattore di emissione associato ai consumi finali di calore da teleriscaldamento nel paragrafo 3.5.3.

Figura 3-12: Energia termica erogata dal 2016 al 2020 per tipologia di utenza, confrontati con l'andamento dei Gradi-Giorno (fonte: A2A SpA)



Come per i consumi di gas naturale, l'andamento dei gradi-giorno non si allinea con l'andamento dei consumi del settore residenziale, dove prevale una crescita. Non sono presenti i gradi – giorno aggiornati al 2020. Alla rete di teleriscaldamento sono allacciate utenze di tipo residenziale e utenze di tipo terziario. Il settore prevalente di consumo fino al 2019 è stato quello terziario, dal 2020 il residenziale.

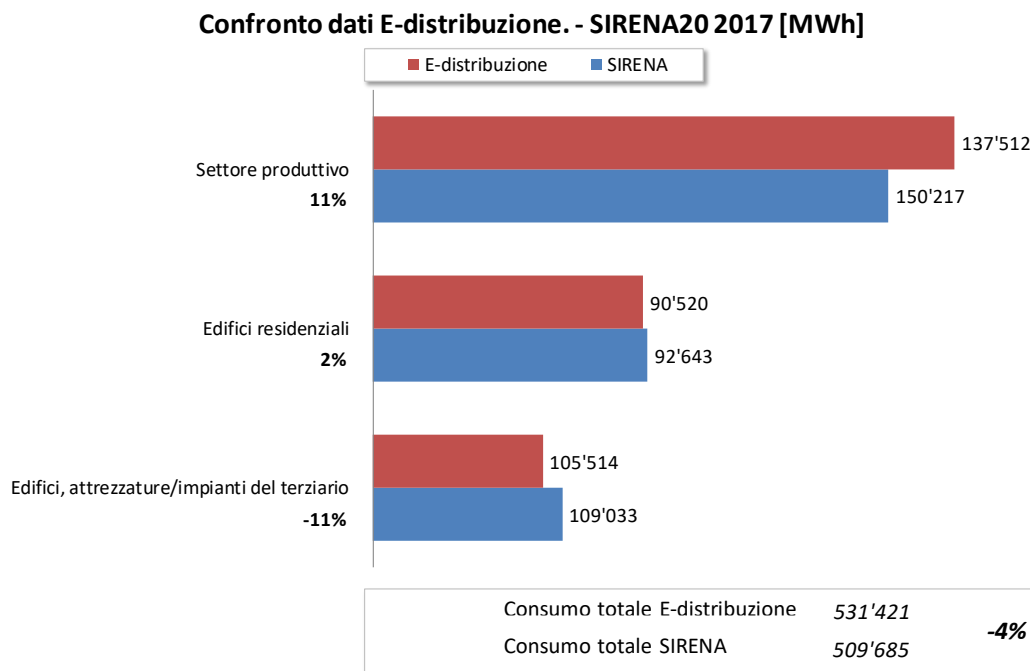
Per ulteriori approfondimenti sulla rete di teleriscaldamento del Comune di Bergamo si rimanda al paragrafo specifico, dove si riporta un'analisi speditiva del mix energetico utilizzato per la produzione di calore, allo scopo di determinare il fattore di emissione da associare a tali consumi.

3.3 CONFRONTO TRA I DATI SIRENA E I DATI REPERITI DAI DISTRIBUTORI ENERGETICI

3.3.1 Il confronto dei consumi di energia elettrica

In questo paragrafo sono messi a confronto i consumi comunicato dal distributore locale con quelli desunti da SIRENA20 allo scopo di costruire un inventario dei consumi il più possibile vicino al reale contesto comunale.

Figura 3-13: Confronto tra i dati forniti dal distributore locale di energia elettrica e quelli desunti da SIRENA20 (Fonte: E - Distribuzione SpA, SIRENA20)

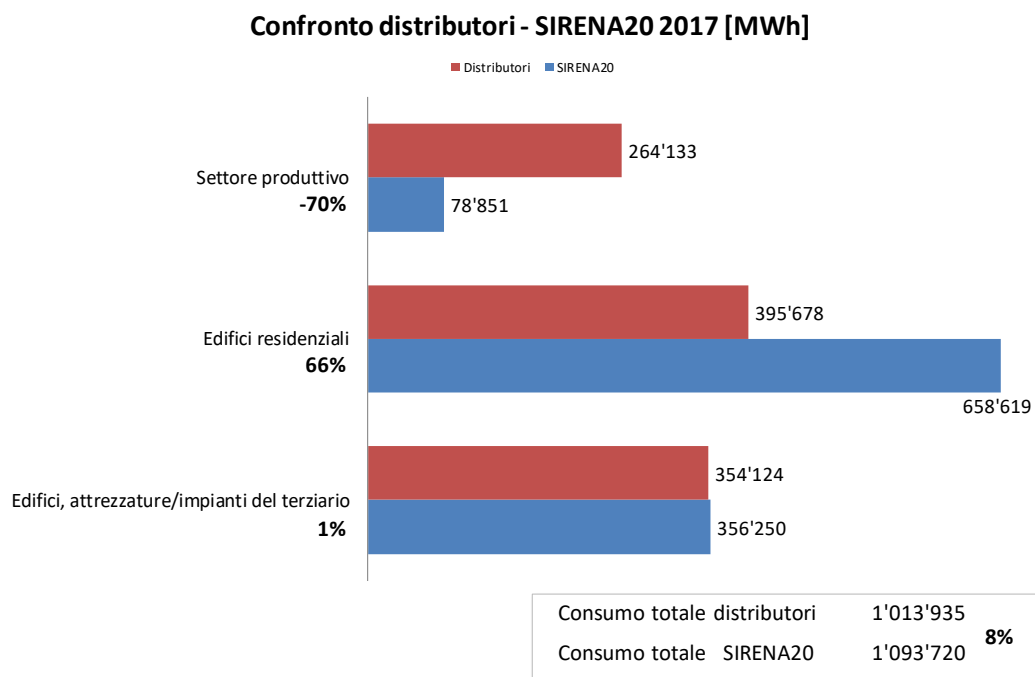


Dal confronto dei due inventari non si notano particolari differenti, ma, si è scelto comunque di completare l'inventario utilizzando i dati forniti dal distributore.

3.3.2 Il confronto dei consumi di gas naturale

Con lo scopo di costruire un inventario dei consumi il più completo e coerente possibile sono stati messi a confronto i dati di consumo forniti dai distributori locali di gas naturale e quelli desunti dall'inventario SIRENA20.

Figura 3-14: Confronto tra i dati forniti dal distributore locale di gas naturale e quelli desunti da SIRENA20
 (Fonte: Unareti SpA, 2i Rete Gas SpA, SIRENA20)



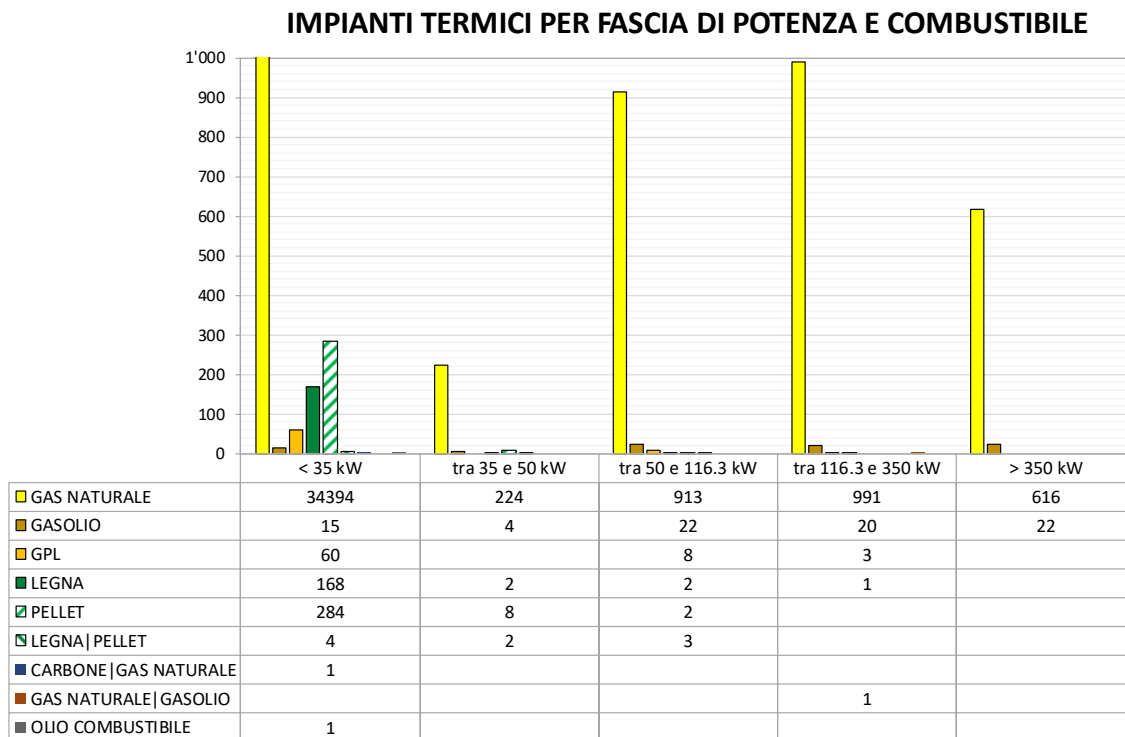
In questo caso il confronto, seppure con valori complessivi simili (differenza dell'8%), mette in luce notevoli differenze tra le due fonti di dati, in particolare, in termini di consumi del settore produttivo e residenziale. Si è deciso quindi di utilizzare i dati forniti dai distributori locali di gas naturale perché in grado di leggere in modo più approfondito le dinamiche del territorio, per rendere i dati coerenti in tutto il periodo di riferimento si è scelto di correggere i dati di consumo di gas naturale per l'anno 2014 (unica fonte SIRENA) per i settori residenziale e produttivo con due differenti parametri calcolati confrontando le due banche dati.

3.4 ANALISI DELLE BANCHE DATI RILEVANTI IN MATERIA DI ENERGIA

3.4.1 I dati relativi agli impianti termici

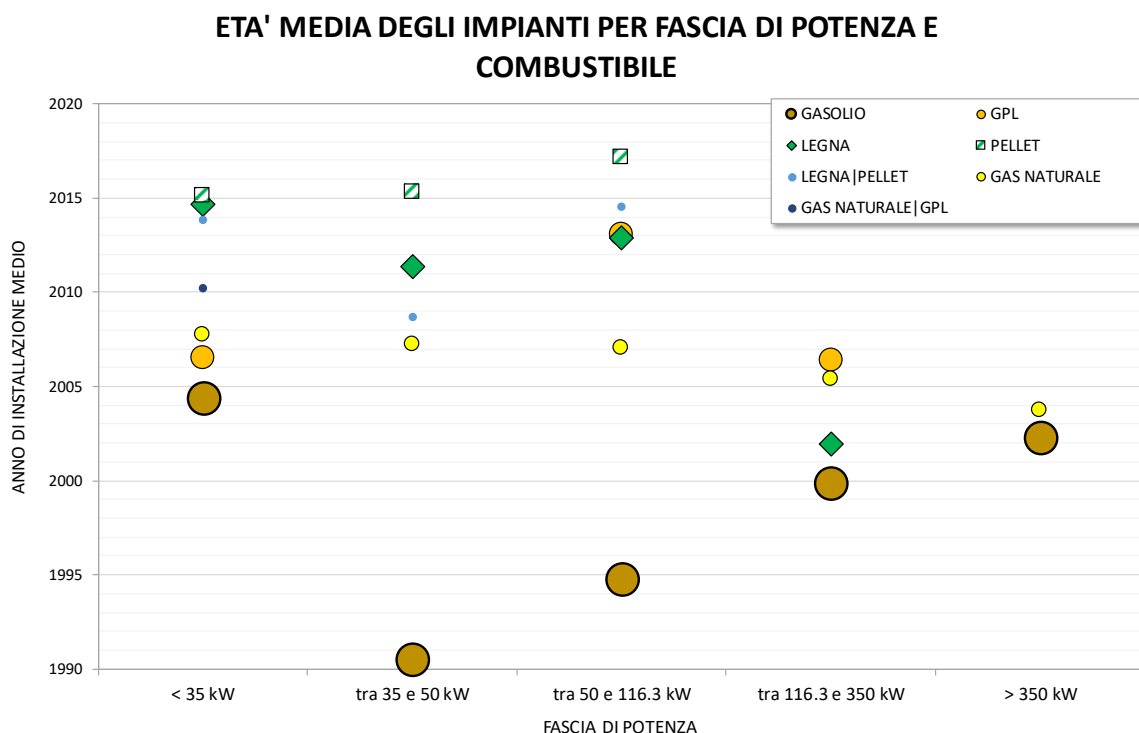
Come ulteriore approfondimento, sono stati analizzati i dati presenti nel CURIT (Catasto Unico Regionale degli Impianti Termici) di Regione Lombardia, strumento che permette di monitorare l'evoluzione del parco impianti termici regionale, a servizio degli edifici residenziali e terziari, sia in termini di consistenza che di prestazioni energetiche ed ambientali. In particolare, in Figura 3-15 si mostra la numerosità degli impianti termici presenti nel Comune di Bergamo per fascia di potenza e combustibile. Dai dati appare evidente come tra i quasi 35'000 impianti caratterizzati da potenza inferiore a 35 kW prevalgano quasi totalmente gli impianti alimentati con gas naturale (98%), gli impianti a pellet sono l'1%. Per le fasce di potenza superiori la situazione è analoga con una netta prevalenza degli impianti alimentati a gas metano, un'incidenza quasi nulla di impianti a pellet e un numero limitato di impianti a gasolio.

Figura 3-15: Numero di impianti che effettuano il servizio di climatizzazione invernale per fascia di potenza e combustibile nel Comune di Bergamo. Il grafico è limitato a 1'200 impianti rispetto ai quasi 21'000 a gas naturale con potenza inferiore a 35 kW (Fonte: CURIT)



Gli impianti a gasolio risultano essere 85 su un totale di circa 38'000 impianti. In Figura 3-16 è invece possibile analizzare la vetustà media degli impianti termici: in generale, non si riscontrano impianti particolarmente obsoleti; tuttavia è interessante osservare come mediamente gli impianti a gasolio di potenza compresa tra 35 e 350 kW risultino essere in funzione da 25 anni e si confermano quelli più obsoleti. Dal 2015 in poi le installazioni di impianti sono diminuite in modo significativo, dal 2015 al 2019 sono stati installati circa 5'000 impianti, approssimativamente un quinto degli impianti totali.

Figura 3-16: Età media degli impianti termici per fascia di potenza e combustibile nel Comune di Bergamo
 (Fonte: CURIT)



Nell'Allegato 1 è contenuta una trattazione approfondita di quanto riassunto in questo paragrafo.

3.4.2 Gli operatori del sistema ETS

Analizzando i dati disponibili relativi al sistema ETS, il sistema di scambio di quote di emissione dell'Unione Europea, sul quale si fonda la politica dell'UE per contrastare i cambiamenti climatici, non è possibile individuare impianti attivi ricadenti nel territorio comunale di Bergamo. Come indicato dalle Linee Guida per la redazione del PAES, le emissioni dirette legate ai consumi energetici dei soggetti inclusi nel sistema ETS non devono essere considerate nel BEI e nel MEI, appunto perché già oggetto delle politiche e degli obiettivi legati al sistema internazionale di scambio delle emissioni.

Avendo utilizzato prevalentemente i dati forniti dai distributori di gas per ricostruire i consumi termici dei settori privati da considerare nel MEI, si ritiene che i consumi termici dei soggetti ETS (e dunque le relative emissioni dirette) siano già conseguentemente esclusi dagli inventari definiti, in quanto generalmente il rifornimento di energia di soggetti di questa dimensione non avviene attraverso le reti di distribuzione civile.

3.5 ANALISI DELLA PRODUZIONE LOCALE DI ENERGIA

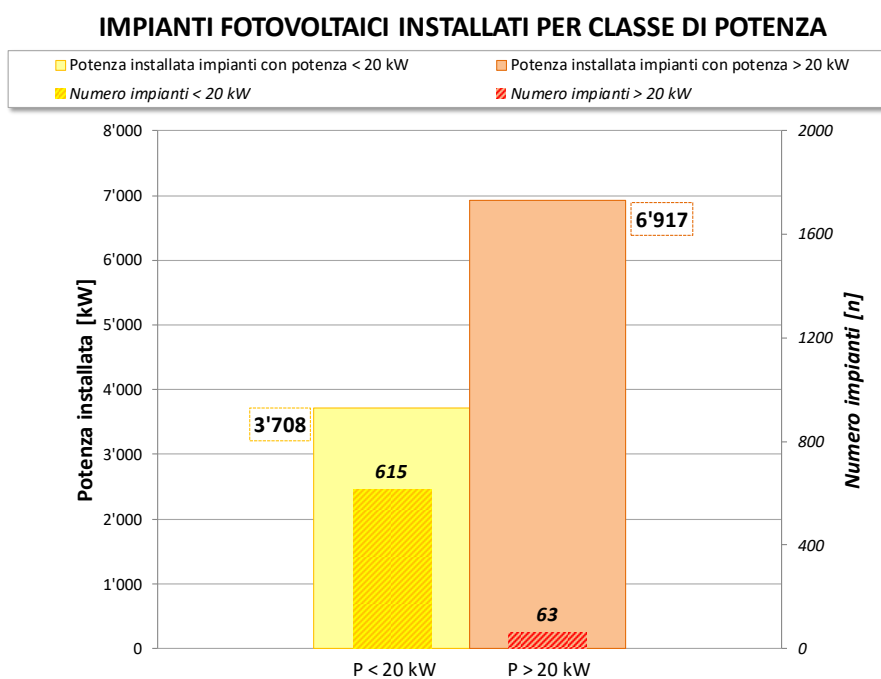
Nella costruzione del MEI, come per il BEI, è possibile tenere conto delle riduzioni delle emissioni di CO₂ sul versante della produzione qualora siano presenti sul territorio comunale impianti di

produzione locale di energia rinnovabile elettrica e di energia termica. Nei paragrafi successivi sono presentati i dati disponibili sugli impianti presenti nel territorio di Bergamo.

3.5.1 Il fotovoltaico

Per disegnare il quadro conoscitivo circa la produzione locale di energia elettrica, sono state analizzate le informazioni ricavabili dalla Banca Dati Nazionale Atlaimpianti, il sistema informativo geografico messo a disposizione dal GSE che rappresenta l'atlante degli impianti di produzione di energia incentivati. Attraverso questi dati è possibile ricavare informazioni più dettagliate circa la numerosità e la potenza degli impianti fotovoltaici installati. In Figura 3-17, si restituisce una sintesi della tipologia di impianti fotovoltaici presenti a Bergamo a settembre 2020 secondo quanto restituito dal GSE. Effettuando un confronto con il numero di edifici residenziali, riportati al paragrafo 2.2.1, è possibile osservare come gli impianti di piccole dimensioni e dunque integrati agli edifici (potenza inferiore a 20 kW) siano ancora limitatamente diffusi, in quanto risultano installati 615 impianti a fronte di un numero di edifici presenti al 2011 pari a 8'682.

Figura 3-17: Numero di impianti e potenza installata per classe di potenza nel Comune di Bergamo, aggiornamento a settembre 2020 (Fonte: GSE)



La potenza installata cumulata a Bergamo è pari 10'625 kW per una produzione potenziale pari a 13'611 MWh, la quota di energia elettrica prodotta tramite il fotovoltaico risulta pari al 2.7% dei consumi elettrici desunti da SIRENA20.

Si restituisce di seguito un quadro degli impianti di proprietà comunale.

Tabella 3-6: Impianti fotovoltaici di proprietà comunale (Fonte: Comune di Bergamo)

Edificio Comunale	Localizzazione	Potenza Installata [kWp]
Stazione Autolinee (**)	Via B. Bono	72.850
Urban Center (**)	Viale Papa Giovanni XXIII, 57	99.875
Scuola Secondaria I Grado "L. Lotto" (**)	Via L. Tadini, 72	79.900
Scuola Secondaria I Grado "Mazzi" (**)	Via F.lli Calvi, 3	54.990
Scuola Primaria "De Amicis" (**)	Via delle Tofane, 1	97.995
Scuola dell'Infanzia "Celadina" (**)	Via Pizzo di Redorta, 15	39.010
Scuola dell'Infanzia "Dasso" (**)	Via P. Isabello, 4	39.010
Scuola dell'Infanzia di Colognola (**)	Via C. Linneo, 17	39.245
Scuola Secondaria I Grado "G. D. Petteni" (**)	Via Buratti, 2	93.765
Scuola Primaria "G. Rodari" (**)	Via G. Sylva, 8	72.850
Scuola dell'Infanzia "Aquilone" (**)	Via G. Sylva, 10	39.010
Scuola Primaria "Cavezzali" (**)	Via V. Bellini, 14	32.900
Case Comunali Via Promessi Sposi (**)	Via Promessi Sposi	29.375
Scuola Primaria "I. Calvino" (**)	Via per Azzano S. Paolo, 2	47.940
Scuola Secondaria I Grado "Savoia-Nullò" (**)	Via G. Rossini, 10	84.600
Scuola Secondaria I Grado "Savoia-Nullò" (**)	Via C. Goldoni, 125	29.610
Scuola Secondaria I Grado "V. Muzio" (**)	Via S. Pietro Ai Campi, 1	79.900
Centro Sportivo "Don Bepo Vavassori" (**)	Via Don Bepo Vavassori	76.845
Asilo Nido e Scuola dell'Infanzia "Il Villaggio" – Scuola Primaria "A. Manzoni" (**)	Via Don Bepo Vavassori	48.175
Scuola dell'Infanzia "Arcobaleno" (*)	Via della Morla	19.800
Scuola dell'Infanzia "Girasoli" (*)	Via E. Fornoni	12.650
Scuola dell'Infanzia "Coghetti" (*) (***)	Via F. Coghetti, 20	9.000
Centro Tennis Loreto (*)	Via Briantea	10.000
TOTALE		1'209.295

(*) Impianti fotovoltaici di proprietà comunale.

(**) Impianti fotovoltaici installati su edifici di proprietà comunale.

(***) Impianto fotovoltaico donato dalla Società Mauri Group SpA al Comune di Bergamo.

In aggiunta agli impianti sopraelencati, sono in fase di attivazione altri sistemi fotovoltaici a servizio di tre nuovi edifici di proprietà del Comune, nello specifico:

- ↳ la palestra destinata all'attività di scherma sita nel Centro Sportivo del Quartiere Longuelo (Deliberazione di Giunta Comunale n. 513-17 Reg. G.C. del 07/12/2017);
- ↳ la palestra della Scuola Secondaria 1° Grado "M. Codussi" (Deliberazione di Giunta Comunale n. 519-17 Reg. G.C. del 07/12/2017);
- ↳ il polo della Protezione Civile (Deliberazione di Giunta Comunale n. 406-18 Reg. G.C. del 11/10/2018).

Tabella 3-7: Impianti fotovoltaici di proprietà comunale di prossima attivazione (Fonte: Comune di Bergamo)

Edificio Comunale	Localizzazione	Potenza Installata [kWp]
Palestra di Scherma - Centro Sportivo del Quartiere Longuelo	Incrocio tra Viale P. e M. Curie e Via Briantea	12.96
Palestra Scuola Secondaria 1^ Grado "M. Codussi"	Via A. Nicolodi, 12	12
Polo Protezione Civile	Via F. Coggetti, 10	9.24
TOTALE		24.96

Oltre agli impianti appena menzionati, il 16 settembre 2013 è stata inaugurata in Piazzale G. Marconi, la prima pensilina, con una superficie complessiva di circa 32 m², dotata di pannello fotovoltaico con una potenza di 4.5 kW la cui produzione di energia elettrica è destinata alla ricarica di mezzi elettrici (bici, motorini e auto) mediante tre colonnine di rifornimento. La struttura della pensilina non ha comportato alcuna spesa per il Comune di Bergamo in quanto è stata interamente donata dal Banco del Monte.

Nell'Allegato 1 sono contenute maggiori informazioni riguardo la presenza di fotovoltaico nel Comune di Bergamo.

3.5.2 L'idroelettrico

L'energia idroelettrica è una fonte di energia alternativa e rinnovabile, che sfrutta la trasformazione dell'energia potenziale gravitazionale, posseduta da una certa massa d'acqua ad una certa quota altimetrica, in energia cinetica al superamento di un certo dislivello. Tale energia cinetica viene, infine, trasformata in energia elettrica in una centrale idroelettrica grazie ad un alternatore accoppiato ad una turbina.

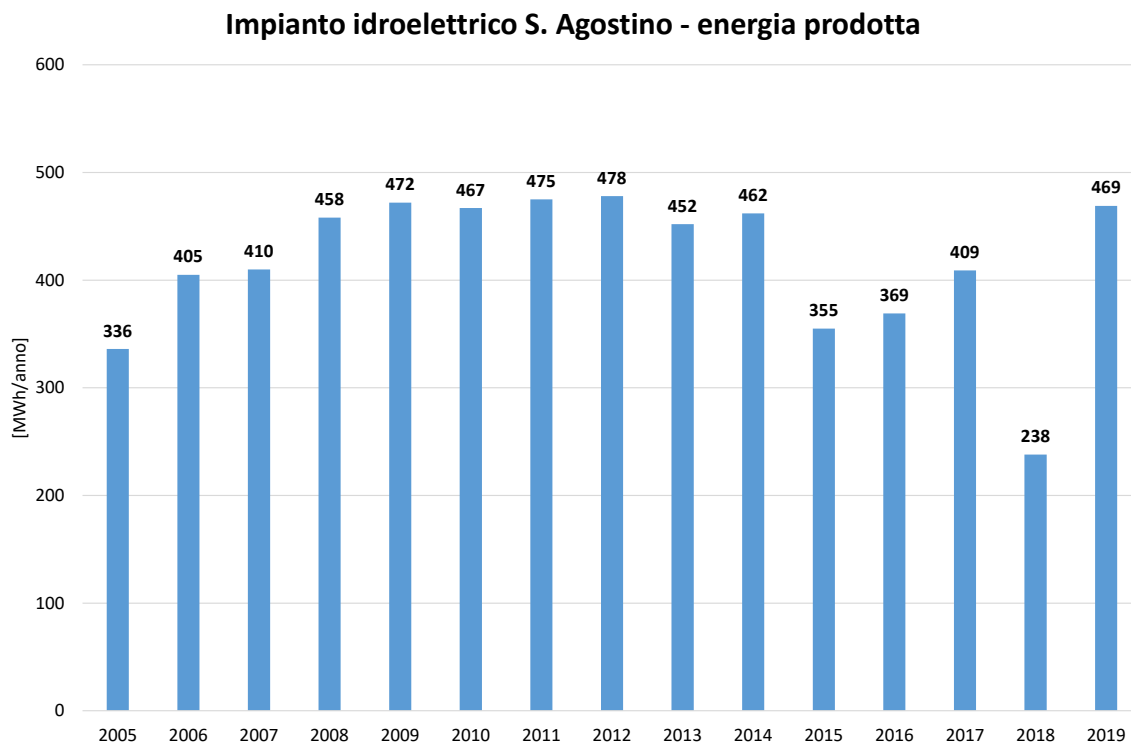
L'unico impianto di produzione idroelettrica esistente all'interno del territorio comunale di Bergamo è un piccolo impianto micro-idroelettrico (P<100 kW, essendo P la Potenza Nominale Media generata dalla centrale idroelettrica in condizioni nominali) posto presso il Serbatoio S. Agostino, sito in Viale Vittorio Emanuele II.

Figura 3-18: Caratteristiche dell'impianto micro – idroelettrico installato a Bergamo (Fonte: Comune di Bergamo)

Impianto Mini-Idroelettrico	Localizzazione	Portata massima [l/s]	Potenza media [l/s]	Salto [m]	Potenza nominale media [kW]
Serbatoio S. Agostino	Viale Vittorio Emanuele II	140	155	59	80.9

Nel grafico riportato di seguito è visualizzata la produzione di energia idroelettrica dell'impianto micro-idroelettrico attivo nel Comune di Bergamo.

Figura 3-19: Produzione idroelettrica dell'impianto installato a Bergamo (Fonte: UniAcque SpA)



Dal grafico si nota che in alcuni anni (2015, 2016 e 2018) la produzione annuale è inferiore rispetto agli altri anni a causa di lavori e ristrutturazione idraulica di tutte le strutture annesse al funzionamento della micro-turbina.

A gennaio 2021, inoltre, sono in fase di costruzione, a seguito di concessione di derivazione di acqua ad uso idroelettrico (D.D.U.O. n.252 del 15/01/20121) i seguenti impianti mini-idroelettrici, da realizzare nel Comune di Bergamo.

Figura 3-20: Impianti mini – idroelettrici in fase di richiesta di concessione da realizzare nel Comune di Bergamo (Fonte: Regione Lombardia)

Impianto Mini-Idroelettrico	Derivazione Acqua ad Uso Idroelettrico	Portata Massima [L/s]	Portata Media [L/s]	Salto [m]	Potenza Nominale Media [kW]
Alberigo da Rosciate	Roggia Serio Grande	4'300	2'000	4.90	96.07
Gleno	Roggia Morlana	2'200	1'500	3.00	44.11
Corridoni 1 (Filati)	Roggia Serio Grande	4'300	2'000	5.25	192.94
Corridoni 2 (Esselunga)	Roggia Serio Grande	4'300	2'000	1.59	31.18
Coggetti	Roggia Serio	2'400	4'300	2.17	51.06
Redona	Roggia Serio Grande	3'200	2'000	1.85	36.27
Daste e Spalenga	Roggia Morlana	2'200	1'500	1.60	23.53

3.5.3 Il teleriscaldamento (TLR) e la cogenerazione

La maggiore produzione di elettricità ed energia termica sul territorio del Comune di Bergamo è originata dagli impianti del Gruppo A2A SpA. L'attività di A2A Calore&Servizi si focalizza sulla distribuzione del calore e produzione di energia elettrica da impianti a Cogenerazione, con un continuo miglioramento delle prestazioni energetiche e ambientali, nel pieno rispetto delle disposizioni legislative e regolamentari, infatti, sul territorio comunale è presente una rete di teleriscaldamento gestita dal Gruppo A2A SpA.

Il sistema di TLR nel Comune di Bergamo è partito nel 2003 e con l'entrata in funzione nel 2005 della prima Centrale Cogenerativa di Via G. Carnovali (Area Ex-Magrini), che, insieme alla Centrale di Produzione Semplice di Piazza C.B. Conte di Cavour, fornisce calore ai principali edifici pubblici e privati del Centro Città. Nel periodo 2005-2008 sono stati posati i primi 20 km di rete per servire:

- la Zona Centro, alimentata dalla Centrale Cogenerativa di Via G. Carnovali (Area Ex-Magrini),
- la Zona Ovest e Sud-Ovest, alimentata dalla Centrale Cogenerativa di Via L. Goltara,
- la Zona Nord, alimentata dalla Centrale Cogenerativa del Quartiere Monterosso.

Negli anni la rete di TLR ha subito una forte accelerazione, soprattutto dal 2009, nel corso del quale sono stati eseguiti gli interventi di posa delle tubazioni lungo Via G. Carducci e Via S. Bernardino. Questo intervento ha rivestito particolare rilevanza in quanto ha permesso di collegare la rete del TLR della Zona Centro con quella della Zona Sud-Ovest, portando di conseguenza a un aumento dell'affidabilità e della continuità del servizio, in quanto entrambe le zone possono essere alimentate dalla Centrale Cogenerativa sia di Via G. Carnovali (Area Ex-Magrini) che di Via L. Goltara. Dal 2011, con l'espansione del TLR nella Zona Ovest della Città, finalizzata a servire il nuovo Ospedale "Papa Giovanni XXIII", si è aggiunto il Termovalorizzatore di RSU di Via L. Goltara, ottenendo così un sistema cittadino interconnesso in grado di garantire elevati standard in termini di potenzialità e continuità di servizio.

Per quanto riguarda la produzione di energia nel 2019 l'impianto aveva una potenza termica nominale pari a 130.6 MWt e una potenza elettrica pari a 13.5 MWel secondo lo schema sotto riportato.

Tabella 3-8: Impianti di produzione del TLR installati a Bergamo (Fonte: A2A Calore e Servizi Srl – Gruppo A2A SpA)

Impianto	Combustibile	Potenza Termica Nominale [MWt]	Potenza Nominale Elettrica [MWel]
Goltara	CDR + Metano	105	10.6
Cavour	Metano	6.1	-
Carnovali	Metano	9.6	1.8
Monterosso	Metano	9.9	1.1
TOTALE		130.6	13.3

Il fabbisogno di calore della rete è pari a 197.6 GWh, per un'estensione della stessa rete pari a 75 km (doppio tubo). I clienti che ne usufruiscono sono oltre 600, per una volumetria riscaldata pari a circa 7 milioni di m³, cioè il 70% della volumetria allacciata ipotizzata al 2020 nel PAES, pari a 10 milioni di m³.

Nell'estate 2019 è stata sottoscritta una partnership pluriennale tra A2A Calore&Servizi Srl – Gruppo A2A SpA e REA Dalmine SpA finalizzata alla modifica del ciclo termico del termovalorizzatore di Dalmine per consentire di riutilizzare il calore che non può essere recuperato sotto forma di energia elettrica e che viene attualmente dissipato. Il calore recuperato sarà trasportato fino all'impianto di Via L. Goltara a Bergamo (circa 5 km di rete di trasporto), dove verrà anche potenziata la stazione di pompaggio della rete del teleriscaldamento e verrà realizzato un nuovo accumulo termico, per la migliore gestione del calore disponibile.

Fino a oggi la rete del TLR si è sviluppata gradualmente anno dopo anno, come rappresentato nella seguente tabella e grafico, che fanno riferimento ai dati forniti direttamente da A2A Calore & Servizi Srl – Gruppo A2A SpA e aggiornati al 31/12/2020.

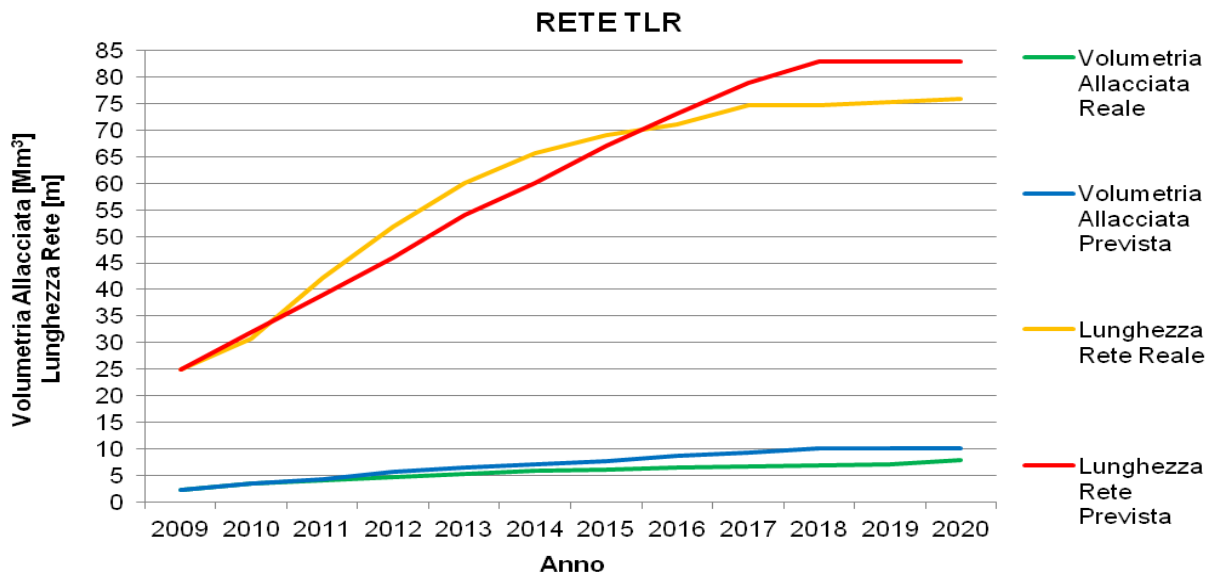
Tabella 3-9: Rete del TLR installata nel Comune di Bergamo (Fonte: A2A Calore&Servizi - Gruppo A2A SpA)

Anno	Volumetria Allacciata Reale [Mm ³]	Volumetria Allacciata Prevista [Mm ³]	Lunghezza Rete Reale [km]	Lunghezza Rete Prevista [km]
2009	2.20	2.20	25.00	25.00
2010	3.40	3.40	30.80	32.00
2011	4.11	4.30	42.19	39.00
2012	4.76	5.70	51.78	46.00
2013	5.24	6.40	59.99	54.00
2014	5.83	7.00	65.59	60.00
2015	6.17	7.70	69.05	67.00
2016	6.52	8.60	71.16	73.00
2017	6.77	9.30	74.74	79.00
2018	6.97	10.10	74.80	83.00
2019	7.16	10.10	75.40	83.00
2020	7.80	10.10	76.00	83.00

Il grafico sotto riportato illustra le previsioni di sviluppo della rete del TLR in termini di volumetria riscaldata e di lunghezza della rete, poste a confronto con quanto in realtà è stato realizzato. La linea blu rappresenta la volumetria allacciata prevista, che al 2020 doveva essere pari a 10'100'000 m³, mentre la linea verde rappresenta la volumetria allacciata reale, che risulta pari a 7'600'000 m³, cioè il 22.77 % in meno rispetto alle previsioni fatte nel PAES. Invece, la linea rossa rappresenta la lunghezza della rete di TLR prevista, che al 2020 doveva essere pari a 83 km, mentre la linea gialla rappresenta la lunghezza della rete di TLR reale, che risulta pari a 76.40 km, cioè l'8.43% in meno rispetto alle previsioni fatte nel PAES Questa rete di TLR, anche se

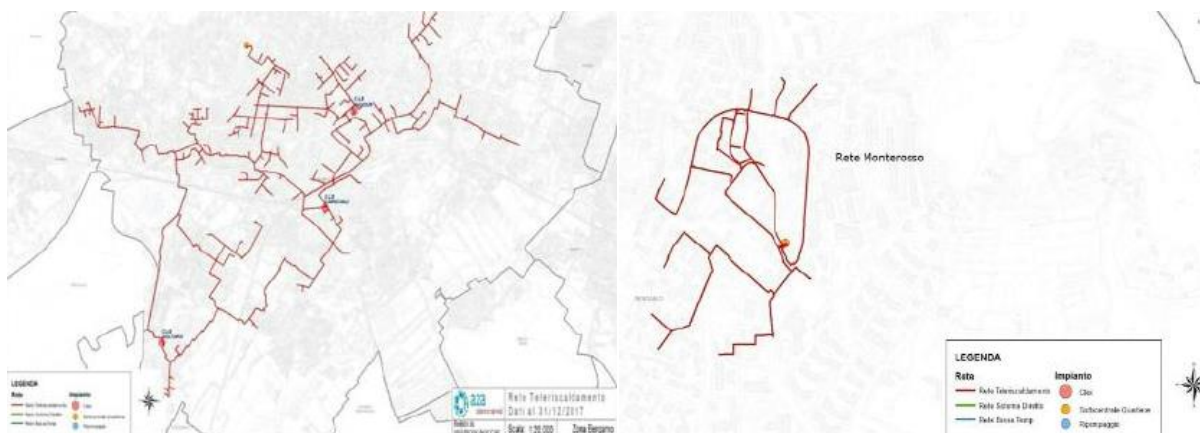
leggermente in ritardo rispetto alle previsioni in termini di volumetria allacciata, è in continuo sviluppo, perché sono molte le richieste di allacciamento da parte soprattutto di condomini, che dovendo sostituire la caldaia centralizzata preferiscono installare lo scambiatore di calore, così da evitare i molti oneri legati all'uso e alla manutenzione della caldaia. Inoltre, le più recenti Normative a livello europeo e nazionale, riconoscendo la validità del TLR come uno degli strumenti più efficaci per la riduzione della CO_{2eq}, obbligano le nuove costruzioni, che distano meno di 1 km da una rete di TLR, a progettare e predisporre i propri impianti per essere alimentati dal calore distribuito dalla rete stessa.

Figura 3-21: TLR installata a Bergamo (Fonte: A2A Calore&Servizi – Gruppo A2A SpA)



Per il calcolo dei consumi imputabili al teleriscaldamento e per il calcolo del relativo fattore di emissione si sono utilizzati i dati presenti sull'annuario AIRU.

Figura 3-22: TLR a Bergamo (Fonte: AIRU)



La rete a Bergamo è composta da due reti, quella di Bergamo e quella di Monterosso. La rete di Bergamo serve utenze residenziali e del terziario per una volumetria totale pari a 6'560'808 m³, è alimentata da due caldaie a gas naturale e dal termovalorizzatore di RUR.

La rete di Monterosso serve una volumetria complessiva di 211'214 m³ con utenze residenziali e del terziario, è alimentata da due caldaie a gas naturale.

Per il calcolo della produzione e dei consumi comunali le due reti sono state sommate: la produzione totale di energia è pari a 184'731 MWh, i consumi sono pari 291'542 MWh. Il fattore di emissione per il calore del teleriscaldamento così calcolato è pari a 0.1255 t CO₂/MWh, più basso rispetto a quello del gas pari a 0.202 t CO₂/MWh. Per il calcolo del fattore di emissione del calore del TLR si è utilizzato come fattore di emissione dei rifiuti il valore 0 in accordo con la Norma UNI EN 15316-4-5 del febbraio 2018. Il beneficio della cogenerazione del termovalorizzatore in termini di energia elettrica non è stato considerato in quanto già inserito nel PAES di Bergamo nel calcolo del fattore di emissione dell'energia elettrica.

3.5.4 La geotermia

Dalla consultazione dei bilanci energetici regionali emerge una situazione di rapida crescita dell'impiego di energia geotermica che si attesta al secondo posto, dopo l'energia idro-elettrica, tra le risorse energetiche interne alla Lombardia, tanto da raggiungere nel 2017 il 20,27% delle risorse energetiche complessive interne. Tenuto conto della rapida diffusione delle pompe di calore, è plausibile aspettarsi per gli anni a venire che una quota sempre più ingente del capitale energetico della Lombardia sarà costituita proprio dall'energia geotermica. Nel Registro delle Sonde Geotermiche (RSG), in riferimento al Comune di Bergamo, sono presenti 196 impianti su 4'635 impianti registrati in tutta Regione Lombardia, cioè circa il 4%. Per quanto riguarda gli scambiatori di calore, sono presenti 2'680 sonde geotermiche su 66'033 sonde geotermiche registrate in tutta la Regione Lombardia, circa il 4%.

Tabella 3-10: Impianti geotermici installati a Bergamo e in Lombardia e loro potenza (Fonte: RSG)

	N. Impianti Geotermici	N. Sonde Geotermiche	Potenza Complessiva Riscaldamento [kW]	Potenza Complessiva Raffrescamento [kW]
Regione Lombardia	4'653	66'033	26'129.8	17'979
Comune di Bergamo	196	2'680	1'161.2	1'154.1

La tabella soprastante mostra il dato complessivo della potenza installata sia per Regione Lombardia sia per il Comune di Bergamo, relativo agli impianti termici a pompa di calore associati a sonde geotermiche distinguendo tra potenza termica e frigorifera. Rispetto all'ultimo monitoraggio del PEAS, effettuato su dati riferiti al 2014, dove il numero degli impianti geotermici ammontava nel Comune di Bergamo a 166 con 2'478 sonde geotermiche, il numero degli impianti è salito di 30 unità per gli impianti e di 202 unità per le sonde geotermiche, tutte di tipologia verticale.

Per quanto riguarda la potenza termica e frigorifera, nel complesso nel Comune di Bergamo sono stati installati rispettivamente il 4.44% e il 6.42% rispetto al totale registrato regionalmente.

Tabella 3-11: Impianti geotermici installati a Bergamo e in Lombardia per tipologia di intervento (Fonte: RSG)

Tipologia di intervento	REGIONE LOMBARDIA		COMUNE DI BERGAMO	
	2014	2019	2014	2019
Nuova Costruzione	2'328	3'205	135	154
Ristrutturazione	901	1.360	28	39
Non Specificato	41	70	3	3
TOTALE	3'270	4'635	166	196

Dalla tabella sopra riportata è possibile individuare, per i 30 impianti geotermici che si sono aggiunti al catasto dopo il 2014, le tipologie d'intervento effettuate: 19 interventi a titolo di nuova costruzione e 11 interventi a titolo di ristrutturazione. Inoltre, è possibile identificare le tipologie di utenze che hanno richiesto un intervento sull'impianto termico dal 2014 all'ultimo aggiornamento disponibile del catasto: 26 nel settore residenziale e 4 in quello commerciale/terziario.

La maggior parte degli impianti presenti nel Comune di Bergamo sono di grossa taglia e quindi con potenza superiore ai 50 kW (circa il 60% degli impianti totali), probabilmente a servizio di utenze condominiali. Ulteriori informazioni sono riportate nell'Allegato 1.

3.6 MEI - INVENTARIO AL 2019

3.6.1 Gli inventari

I dati energetici mostrati nei paragrafi precedenti sono stati caricati nel software CO₂₀ allo scopo di ricostruire l'inventario emissivo al 2005 del BEI, il MEI del 2014 e creare un nuovo MEI al 2019. È stata inoltre integrata l'analisi della produzione locale di energia elettrica con gli ultimi dati disponibili.

Nei paragrafi successivi si riportano i trend osservati, focalizzando l'attenzione sugli andamenti in termini assoluti, dato che l'obiettivo del PAES di Bergamo è stato definito in questi termini. A titolo di confronto, si riporta nella tabella successiva il numero di abitanti residenti presso il comune di Bergamo negli anni analizzati e si ricorda che nel periodo in esame si riscontra un incremento demografico pari al +4% circa.

Tabella 3-12: Trend della popolazione nel comune di Bergamo, dati 2005, 2014 e 2019 (Fonte: ISTAT)

POPOLAZIONE RESIDENTE NEL COMUNE DI BERGAMO				
Anno	2005	2014	2019	Var. 2005-19
Numero di abitanti	116'197	119'002	120'783	+4%

3.6.2 I consumi energetici finali

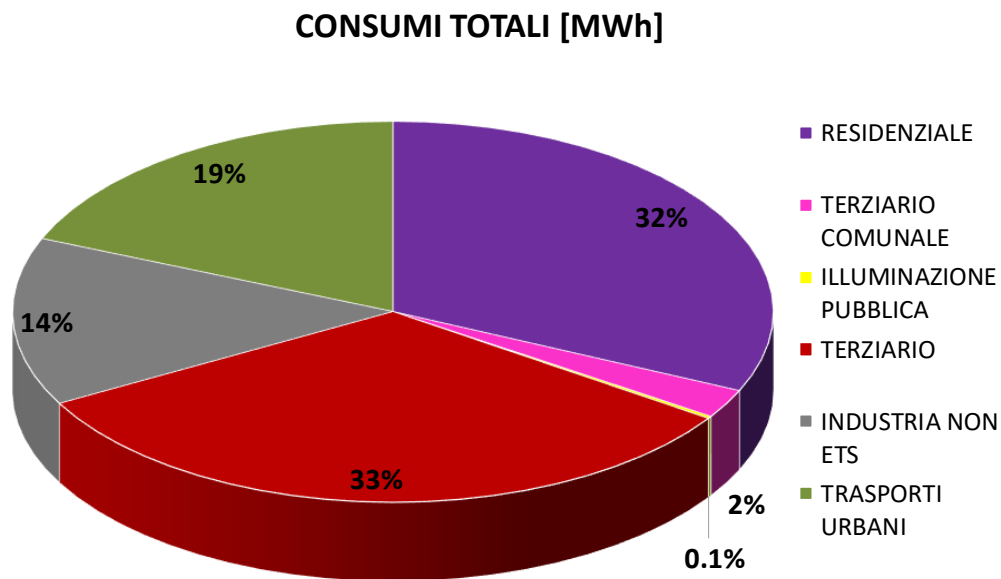
La Tabella 3-13, esito delle elaborazioni di cui ai paragrafi precedenti, è compilata sulla base del template del JRC e riporta i dati di consumo forniti dai distributori di gas naturale e di energia elettrica, i dati di consumo del comparto comunale forniti dal Comune stesso, i dati di consumo dei veicoli privati e commerciali elaborati dai dati di ACI e quelli rimanenti recuperati da SIRENA20.

Dall'analisi della distribuzione dei consumi energetici per settore (Figura 3-23), il settore maggiormente energivoro risulta essere il terziario non comunale con il 33% circa dei consumi totali, segue il settore residenziale con il 32%, il settore produttivo copre il 14% dei consumi comunali totali, mentre il settore dei trasporti privati e commerciali il 19%, il 2% dei consumi è invece direttamente imputabile al settore del terziario comunale.

Tabella 3-13: Consumi energetici annui per settore e per vettore (2019-MEI) nel Comune di Bergamo
(Fonte: SIRENA20, Dati Comunali)

INVENTARIO DEI CONSUMI AL 2019- dati SIRENA e DISTRIBUTORI LOCALI [MWh]																
Settori	vettori															Totale
	Energia Elettrica	Gas Naturale	Gasolio	Benzina	GPL	Olio combustibile	Carbone	Gas di processo	Rifiuti	Biomasse	Biogas	Biocombustibili	Solare termico	Aerotermitico	TLR	
RESIDENZIALE	141'255	459'687	15'556	0	1'720	0	0	0	0	3'361	0	0	3'309	30'043	115'872	770'801
TERZIARIO COMUNALE	11'093	35'299	1'925	0	1'925	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9'328	59'571
ILLUMINAZIONE PUBBLICA	4'833	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4'833
TERZIARIO	284'592	363'260	3'598	0	1'253	0	0	0	0	0	0	0	1'238	56'411	77'595	787'948
INDUSTRIA NON ETS	81'119	233'435	5'327	0	1'484	0	0	0	0	2'698	0	0	35	18'201	3'698	345'997
TRASPORTI URBANI	281	7'741	288'942	106'768	22'481	0	0	0	0	0	0	27'509	0	0	0	453'723
TOTALE	523'172	1'099'421	315'348	106'769	28'864	0	0	0	0	6'059	0	27'509	4'582	104'655	206'493	2'422'874

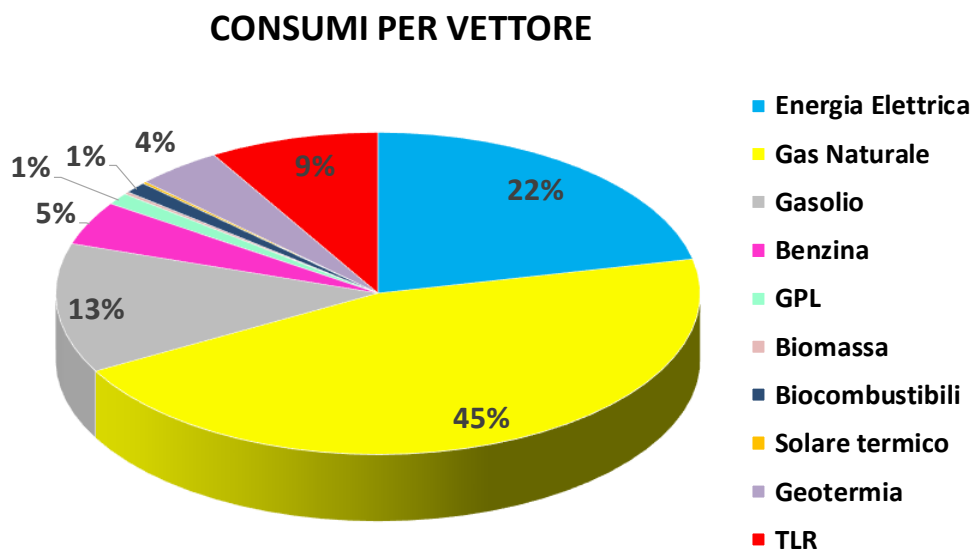
Figura 3-23: Distribuzione percentuale dei consumi energetici annui per settore a Bergamo (Fonte: SIRENA20, Dati Comunali)



CONSUMI: 2'442'874 MWh

Nella figura successiva si mostra la distribuzione percentuale dei consumi energetici per vettore. Dall'analisi effettuata si può notare come il 45% circa dei consumi sia da attribuire al gas naturale, seguito dall'energia elettrica con il 22%. Significativo il consumo di gasolio pari al 13% circa, mentre i consumi imputabili al teleriscaldamento sono circa il 9%.

Figura 3-24: Distribuzione percentuale dei consumi energetici annui per vettore a Bergamo nell'Anno MEI (Fonte: SIRENA20, Dati Comunali)



3.6.3 Le emissioni totali

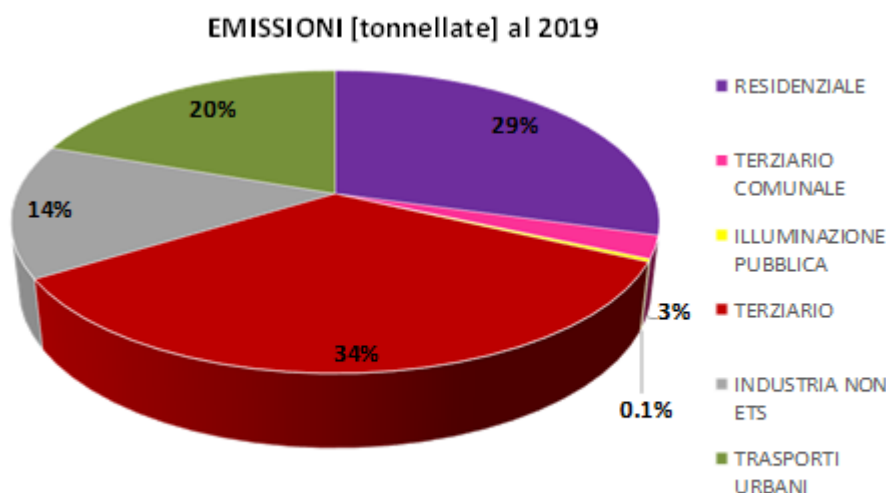
La situazione precedentemente descritta si ritrova in linea di massima replicata anche nella distribuzione delle emissioni di CO₂. Come spiegato nel paragrafo sulla metodologia, le emissioni di CO₂ sono calcolate come prodotto tra i consumi dei diversi vettori energetici e i corrispondenti fattori di emissione (tonnellate di emissione per MWh di energia consumata).

Tabella 3-14: Emissioni annue di CO₂ per settore e per vettore (2019-MEI) nel Comune di Bergamo (Fonte: SIRENA20, Dati Comunali)

INVENTARIO delle EMISSIONI AL 2019- dati SIRENA20 e DISTRIBUTORI LOCALI [MWh]																	
Settori	vettori															Totale	
	Energia Elettrica	Gas Naturale	Gasolio	Benzina	GPL	Olio combustibile	Carbone	Gas di processo	Rifiuti	Biomasse	Biogas	Biocombustibili	Solare termico	Aerotermico	TIR		
RESIDENZIALE	53'332	92'857	4'153	0	390	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14'553	165'285
TERZIARIO COMUNALE	4'188	7'130	514	0	437	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1'172	13'441
ILLUMINAZIONE PUBBLICA	1'825	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1'825
TERZIARIO	107'450	73'379	961	0	285	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9'746	191'819
INDUSTRIA NON ETS	30'627	47'154	1'422	0	337	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	465	80'005
TRASPORTI URBANI	106	1'564	77'148	26'585	5'103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110'506
TOTALE	197'528	222'083	84'198	26'585	6'552	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25'935	562'881

Dall'analisi della stima delle emissioni di CO₂ (Figura 3-25) appare evidente come una quota consistente delle emissioni sia dovuta al settore terziario, responsabile per circa il 34% delle emissioni totali; seguito da vicino dal settore residenziale con il 29%, i trasporti sono responsabili del 20% delle emissioni, mentre il produttivo del 14%. Gli edifici comunali sono responsabili del 3% delle emissioni totali.

Figura 3-25: Distribuzione percentuale delle emissioni annue per settore a Bergamo considerate nel MEI: (Fonte: SIRENA20, Dati Comunali)

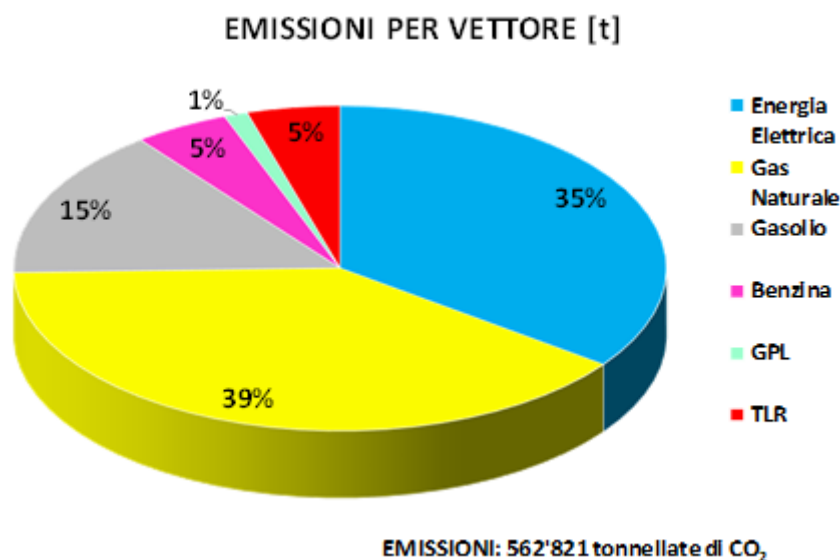


EMISSIONI: 562'821 tonnellate di CO₂

Dall'analisi delle emissioni totali per vettore (Figura 3-26) si può notare come la maggior parte delle emissioni sia dovuta ai consumi di gas naturale (poco meno del 39% circa), seguiti poi dai

consumi di energia elettrica con una quota pari al 35%. Le emissioni di gasolio sono invece pari al 15% delle emissioni totali.

Figura 3-26: Distribuzione percentuale delle emissioni annue per vettore a Bergamo (Fonte: SIRENA20, Dati Comunali)



3.6.1 I consumi energetici finali

Nella tabella che segue si riportano i consumi complessivi del Comune di Bergamo in termini assoluti, ripartiti per settore, al 2005 e al 2019.

Si osserva come complessivamente si registri una riduzione dei consumi complessivi, pari all'8.1% circa, passando da 2'626 GWh a 2'414 GWh. Analizzando la situazione settore per settore, è possibile riscontrare come l'intero comparto pubblico faccia registrare delle contrazioni dei consumi: i consumi degli edifici pubblici calano del -7%, quelli imputabili all'illuminazione pubblica del -11%, quelli della flotta comunale quasi del -64%, sono in calo anche i consumi del TPL (-26.5%). I consumi dei settori residenziale e terziario non comunale tra il 2005 e il 2019 diminuiscono del -27% e del -6.5% rispettivamente. Fanno registrare una crescita invece i consumi del settore trasporti privati e commerciali (+43), dell'agricoltura (+39%) mentre sono stabili (+0.4%) quelli del settore produttivo. Si segnala che il metodo di stima dei consumi dei trasporti è modificato nel MEI (basato sui veicoli ACI), spiegando in parte la differenza.

Tabella 3-15 : Consumi energetici assoluti comunali per settore al 2005 e al 2019 (fonte: CO₂₀)

CONSUMI ENERGETICI COMUNALI 2005 – 2019 [MWh]			
Settore	2005	2019	Var. 2005-19
Edifici, attrezzature/impianti comunali	64'181	59'571	-7.2%
Edifici, attrezzature/impianti del terziario (non comunali)	842'811	787'948	-6.5%
Edifici residenziali	1'058'150	770'801	-27.2%

CONSUMI ENERGETICI COMUNALI 2005 – 2019 [MWh]			
Settore	2005	2019	Var. 2005-19
Illuminazione pubblica comunale	5'456	4'833	-11.4%
Industria	341'073	342'536	0.4%
Agricoltura	2'498	3'462	38.6%
Parco veicoli comunale	1'051	381	-63.8%
TPL	11'550	8'490	-26.5%
Trasporti privati e commerciali	310'742	444'852	43%
TOTALE	2'637'511	2'422'873	-8.1%

Figura 3-27: Trend dei consumi energetici comunali al 2005, 2014 e 2019, ripartizione per settore (fonte: CO₂₀)

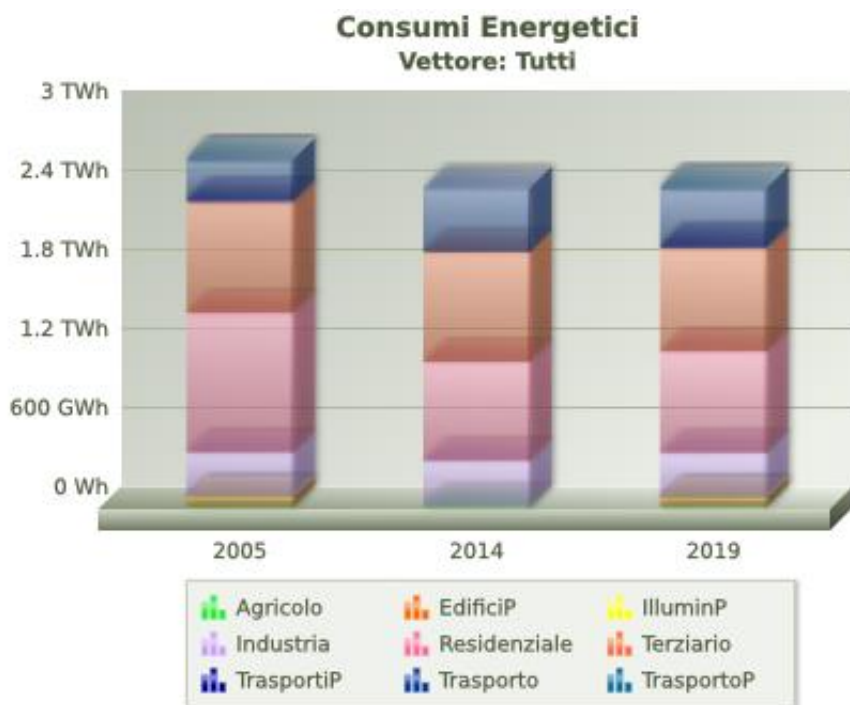
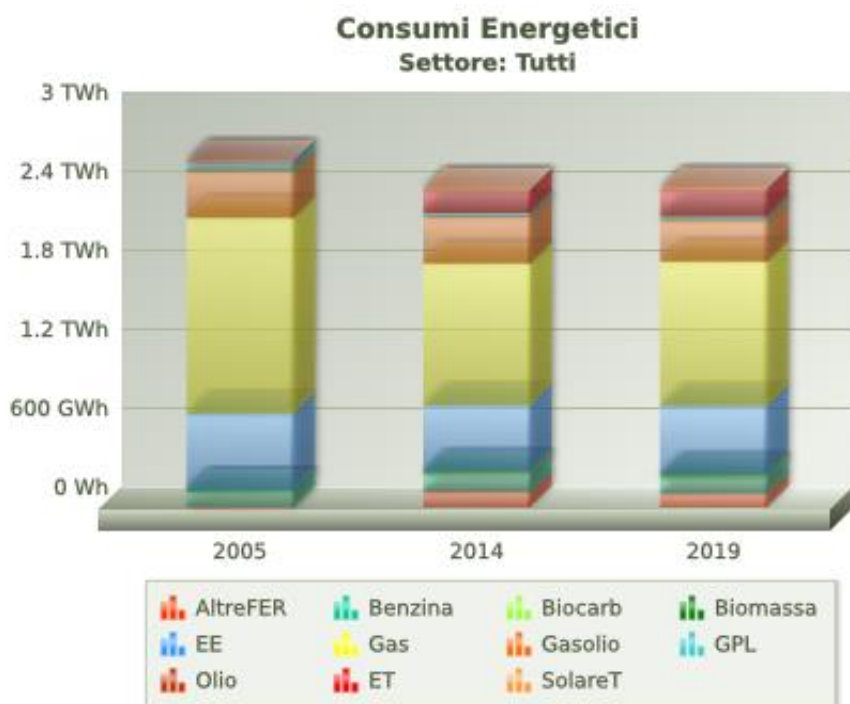


Figura 3-28: Trend dei consumi energetici comunali al 2005, 2014 e 2019, ripartizione per vettore (fonte: CO₂₀)



3.6.2 Le emissioni totali

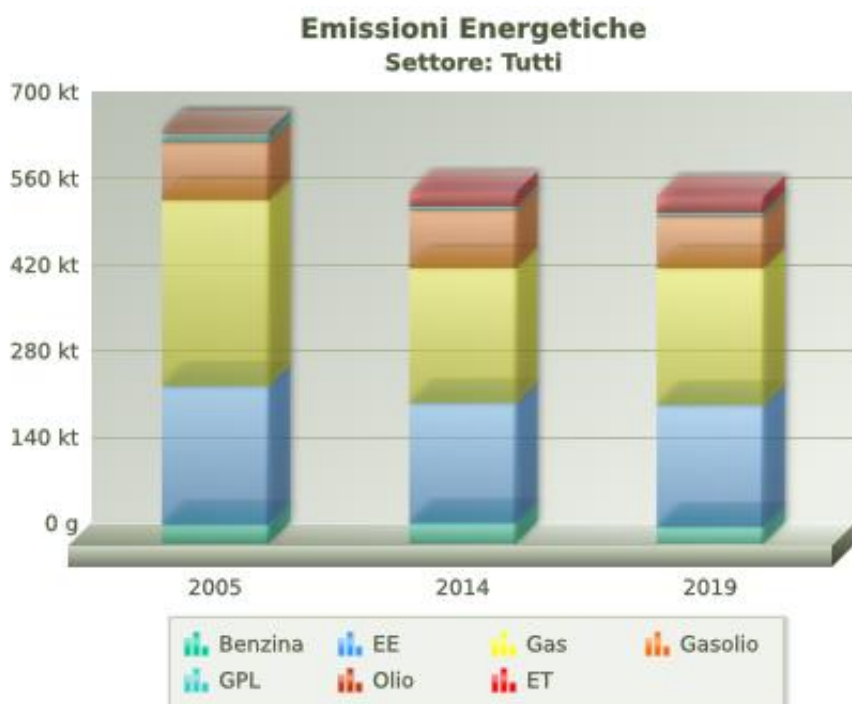
Anche confrontando le emissioni tra gli anni 2005 e 2019 si registra un calo, più marcato di quello dei consumi, pari a -16%.

Per quanto riguarda il comparto pubblico, si osserva un calo del -24% delle emissioni degli edifici comunali, un calo del -64% delle emissioni imputabili ai veicoli comunali, le emissioni legate all'illuminazione pubblica subiscono una contrazione del -14%, il TPL del -27%. I settori che fanno registrare un incremento emissivo (come per i consumi) sono quelle del settore dei trasporti privati e commerciali e del settore agricolo. Le emissioni del settore residenziale calano del -32%, quelle del terziario non comunale del -18%, del -10% quelle del produttivo.

Tabella 3-16: Emissioni di CO₂ comunali per settore al 2005 e 2019 (fonte: CO₂₀)

EMISSIONI CO ₂ COMUNALI 2005-2019 [t]			
Settore	2005	2019	Var. 2005-19
Edifici, attrezzature/impianti comunali	17'788	13'441	-24.4%
Edifici, attrezzature/impianti del terziario (non comunali)	233'587	191'819	-18%
Edifici residenziali	244'502	165'285	-32%
Illuminazione pubblica comunale	2'116	1'825	-14%
Industria	88'102	78'922	-10%
Agricoltura	729	1'083	49%

Figura 3-30: Trend delle emissioni di CO₂ comunali tra il 2005 e il 2019, ripartizione per vettore (fonte: CO₂₀)

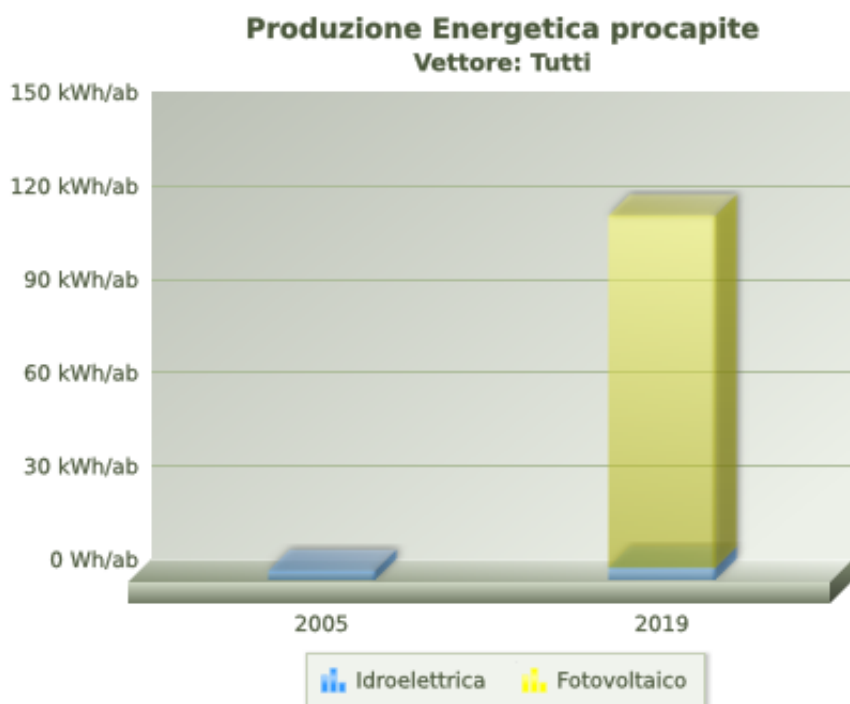


3.6.3 La produzione locale di energia elettrica

Nel Comune di Bergamo sono presenti due tipologie di impianto di produzione di energia elettrica che concorrono alla riduzione del fattore di emissione locale dell'energia elettrica (fotovoltaico e idroelettrico).

Il software CO₂₀ permette di ricostruire l'andamento della produzione locale di energia elettrica a partire dal 2005: si riporta di seguito il grafico dell'andamento della produzione di energia elettrica locale.

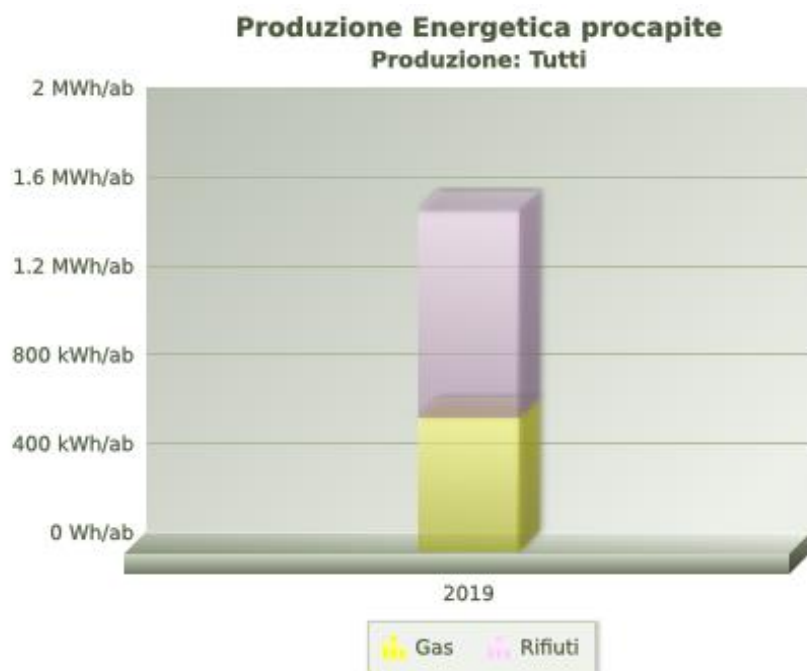
Figura 3-31: Trend della produzione di energia elettrica derivante dagli impianti fotovoltaici installati nel territorio comunale, dati dal 2005 al 2019 (fonte: CO₂)



3.6.4 La produzione locale di energia termica

Come visto precedentemente, nel Comune di Bergamo sono presenti due reti di teleriscaldamento che concorrono alla produzione di energia termica sulla base dell'energia primaria del gas naturale e dei rifiuti e di conseguenza alla determinazione del fattore di emissione.

Figura 3-32: Energia primaria dedicata alla produzione di energia termica delle reti di teleriscaldamento nel territorio comunale, dati al 2019 (fonte: CO₂₀)



4. GRADO DI ATTUAZIONE DEL PIANO D'AZIONE

4.1 OBIETTIVO

L'obiettivo dichiarato nel PAES è quello di raggiungere entro il 2020 almeno il 20% di riduzione delle emissioni di CO_{2eq} rispetto a quelle del 2005 in termini assoluti, senza includere nel computo emissivo il settore produttivo. Con il presente monitoraggio sono stati aggiornati i fattori di emissione, resi ora coerenti con quelli richiamati nelle linee guida del Covenant of Mayors. I valori delle emissioni risultanti così modificati, seppure di poco, sono riportati nella tabella a seguire.

4.1.1 L'obiettivo dichiarato

Come ricordato pocanzi, l'abbattimento entro il 2020 delle emissioni di CO_{2eq} del 20% rispetto a quelle calcolate nel 2005, anno della baseline, interessa le sole attività riconducibili al Settore Residenziale (Pubblico e Privato), Terziario e della Mobilità, poiché l'apporto della Agricoltura è praticamente trascurabile. Si ricorda che nel PAES non è stato previsto il contributo della parte industriale, sia ETS (European CO₂ Emission Trading Scheme - Piano Europeo di Scambio delle Emissioni di CO₂) che non ETS. Infatti, il Settore Industriale non rappresenta un obiettivo fondamentale del Patto dei Sindaci, poiché la politica industriale, non essendo di norma di competenza delle amministrazioni comunali, non viene, in generale, inclusa.

Tale obiettivo viene riconfermato anche se, a causa della modifica dei fattori di emissioni utilizzati nel 2005, resi ora coerenti con quelli richiamati nelle linee guida del Covenant of Mayors, i valori sono leggermente differenti rispetto a quelli calcolati durante la stesura del PAES, come si evince dalla tabella successiva.

Tabella 4-1: Emissioni di CO₂ comunali al 2005 calcolate nel PAES e ricalcolate nel presente MEI (fonte: Comune di Bergamo e CO₂₀)

	PAES 2005	PAES 2005 RICALCOLATO
Emissioni CO_{2eq} nel 2005 [tCO_{2eq}]	569'413.50	581'191
Abbattimento 20% Emissioni CO_{2eq} al 2020 [tCO_{2eq}]	113'882.70	116'238
Emissioni CO_{2eq} Stimate al 2020 [tCO_{2eq}]	455'530.80	464'952

Le strategie generali definite nella stesura del PAES fissano per il Comune di Bergamo un obiettivo di riduzione valutato in **termini assoluti, non considerando il settore produttivo, pari al 20%**, prevedendo una riduzione di 116'238 tCO_{2eq}, che è stato quasi completamente raggiunto al 2019 con una riduzione residua pari a 17'924 tCO_{2eq}.

Tabella 4-2 _ riepilogo del trend emissivo e distanza dall'obiettivo del PAES in termini e assoluti (fonte: nostra elaborazione)

Anno	2005	2014	2019
Popolazione	116'197	119'002	120'783
Emissioni totali [t]	581'191	485'341	482'877
Obiettivo di riduzione [t]	116'238	20'389	17'924
Obiettivo Emissioni CO₂eq al 2020 [t]	464'952	464'952	464'952

4.2 STATO DI FATTO di ATTUAZIONE delle AZIONI del PAES

Per quanto riguarda il Piano d'azione, attraverso il software CO₂₀ è stato possibile aggiornarlo e integrarlo attraverso due operazioni ben distinte:

- da un lato, per ogni azione del PAES sono state valutate le stime condotte nel PAES per valutarne gli effetti in termini di emissioni evitate, utilizzando, nel caso di interventi già realizzati, dati reali osservati sui trend dei consumi in sostituzione ai valori stimati; si rimanda al Report finale dell'anno 2020 per una rivalutazione complessiva delle principali azioni (TLR, interventi sugli edifici pubblici, illuminazione pubblica, per citarne alcuni) rispetto alla stima del TLR;
- in un secondo momento, per ciascuna misura prevista è stata definita una percentuale di completamento, che ha permesso di valutare il grado di attuazione del PAES di Bergamo.

I risultati ottenuti dall'aggiornamento delle stime e le percentuali di completamento definite per ciascuna azione sono riportati nella tabella in appendice. Nei paragrafi successivi si riportano alcune peculiarità emerse nel lavoro di aggiornamento del PAES e si riassume in termini generali la situazione attuale rispetto alla situazione attesa al 2020. Si rimanda all'Allegato 2 per una descrizione di maggior dettaglio delle singole azioni.

4.2.1 Gli effetti del PAES

Nelle figure seguenti si esplicitano i risultati conseguiti al 2019 grazie alle azioni implementate (dati derivanti dall'applicazione di percentuali di completamento ad ogni misura del Piano), confrontati con quelli previsti al 2020 dal PAES. Poiché per alcune azioni sono già stati considerati i valori registrati nel 2020, laddove disponibili, è difficile che il Report finale al 2020 si discosti di molto da quanto riportato in questa sede di monitoraggio. Ragionevolmente si presume, pertanto, l'impossibilità di conseguire al 2020 un abbattimento complessivo di circa 277mila tonnellate di CO₂ (evidenziato nella torta a destra): un simile risultato sarebbe stato realizzabile solo grazie alla completa attuazione di ciascuna azione contemplata nel PAES. In ogni caso, si evidenziano, in termini di abbattimento delle emissioni, i benefici al 2019 (-142mila tonnellate di CO₂) dovuti alla realizzazione e all'implementazione di buona parte delle misure previste.

Figura 4-1: Emissioni evitate attraverso le azioni attualmente implementate e previsione al 2020, ripartizione per settore (fonte: CO₂)

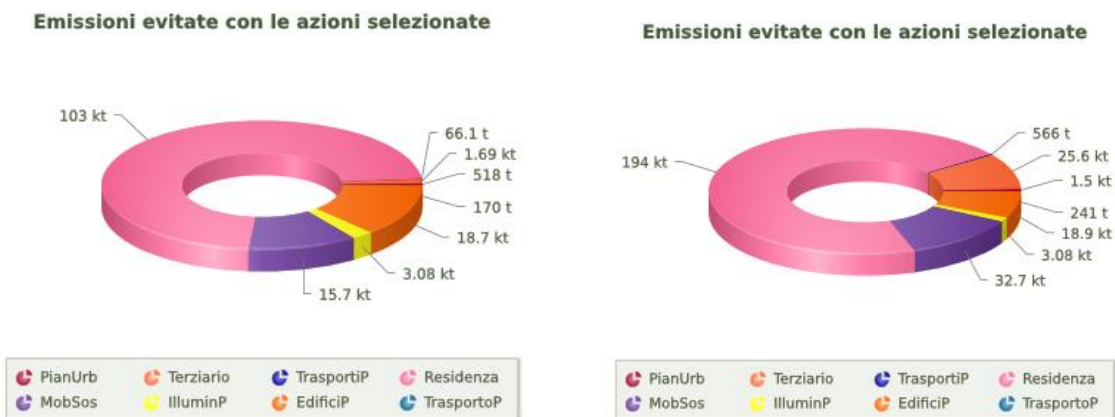
EMISSIONI EVITATE [tonnellate di CO₂]

Situazione attuale (2019):

-142'516 t

Situazione al 2020:

-276'857 t



Come si può notare dal confronto della figura con le tabelle precedenti, ad oggi, **l'obiettivo emissivo determinato nel PAES è stato raggiunto e superato**. Dall'analisi della figura si può osservare come la maggior parte delle emissioni evitate sia dovuta ad azioni in corso o completate afferenti al settore residenziale in grazie all'implementazione della rete di teleriscaldamento che però, nei fatti, serve anche per il 40% utenze di tipo terziario. Il 99% delle azioni sugli edifici del terziario comunale è stato portato a termine; per quanto riguarda l'illuminazione pubblica è stato raggiunto il 100% delle riduzioni emissive previste, per il settore della mobilità sostenibile si è raggiunta una percentuale di riduzione pari al 46% di quanto previsto al 2020, sono state intraprese anche le azioni sulla flotta comunale (70% di quanto previsto al 2020). A completamento, il 70% delle emissioni sarà ridotto per mezzo di azioni sul settore residenziale, per il 7% con azioni sugli edifici comunali, circa il 12% sul settore dei trasporti e della mobilità sostenibile, il 9% sul terziario non comunale.

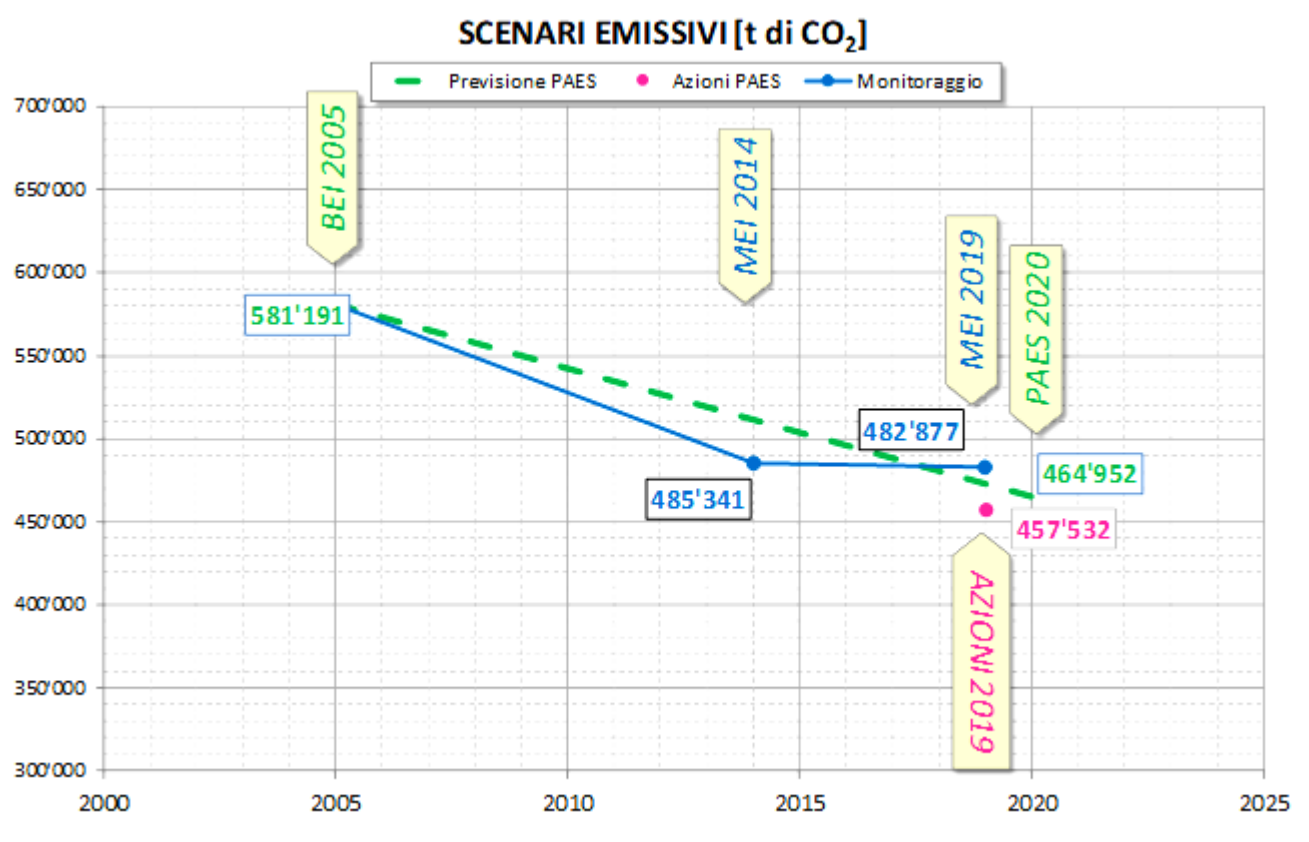
Nell'allegato 2, ogni azione presente nel PAES è descritta con una scheda specifica, in questo report si riporta invece solo una sintesi.

In conclusione, si riassumono in figura 4-2 i risultati ottenuti dalle attività di monitoraggio, sia in termini di inventari emissivi ricostruiti (2005, 2014 e 2019) che in termini di grado di attuazione del PAES e relativi benefici (2020). Nello specifico, le emissioni del Comune di Bergamo calcolate per mezzo del bilancio dei consumi per la redazione del PAES al 2005 e di questo MEI al 2019, nel grafico sono rappresentate dalla linea blu che mette in evidenza l'effettivo trend di diminuzione del contesto emissivo comunale, andando a fotografare quindi lo stato reale della situazione del Comune. La linea tratteggiata verde rappresenta invece l'obiettivo di riduzione delle emissioni a cui deve tendere il PAES. Il confronto tra la linea blu (emissioni reali) e quella verde (obiettivo del PAES) mostra una convergenza, segnale che l'andamento delle emissioni reali sta raggiungendo l'obiettivo prefissato nel PAES. Nel grafico si propone anche un ulteriore elemento per mettere in luce quanto le azioni intraprese in questi anni abbiano avvicinato il contesto emissivo all'obiettivo prefissato; le riduzioni emissive calcolate sulla base del grado di attuazione delle azioni

individuata dal PAES portano al valore indicato in rosa che, come si può vedere, è inferiore rispetto all'obiettivo di riduzione del PAES. Il valore così calcolato tiene conto anche di azioni messe in atto nel 2019 e di fatto anticipa quella che potrà essere l'evoluzione del contesto emissivo comunale.

Il report finale con il MEI al 2020 valuterà se il beneficio previsto in termini di emissioni ridotte calcolato dalle singole azioni si attuerà effettivamente in termini di consumo energetico e quindi di emissioni al 2020.

figura 4-2 _ trend emissivo 2005-2020 previsto dal PAES confrontato con il BEI e con i risultati con gli inventari successivi (MEI 2014 e 2019) e con la stima delle emissioni al 2019, determinata in base al monitoraggio dell'attuazione delle azioni del PAES, dati espressi in tonnellate di CO₂ (fonte: nostra elaborazione)



4.3 AZIONI

Si propongono nell'Allegato 2 le schede descrittive di tutte le azioni previste all'interno del PAES, con l'indicazione, per ciascuna, della situazione al 2019 non solo in termini di attuazione ma anche a livello di riduzione della CO₂ conseguita.

Rispetto alle azioni previste nel PAES, sono state apportate delle variazioni, come mostrato nella seguente tabella.

Tabella 4-3: Azioni modificate rispetto al PAES (Fonte: Comune di Bergamo)

AZIONE	MODIFICA
INF-S05 – Green Friendly Event	Azione rivista e rinominata (Ex- Azione PAES INF-S05 – Diffusione della cultura “ECOLABEL UE”)
INF-S/L09 – Digitalizzazione e Dematerializzazione	Azione aggiunta nel report di monitoraggio del 2014 e poi mantenuta.
EDI-PUB-S/L02 – Riqualficazione energetica costruttiva del patrimonio comunale residenziale	Azione rivista, rinominata e rinumerata nel report di monitoraggio del 2014 e poi mantenuta (Ex- Azione PAES EDI-PUB-L03 – Riqualficazione energetica costruttiva del patrimonio comunale non residenziale)
EDI-PUB-S/L03 – Riqualficazione energetica impiantistica del patrimonio comunale	Azione rivista, rinominata e rinumerata nel report di monitoraggio del 2014 e poi mantenuta (Ex- Azione PAES EDI-PUB-S02 – Riqualficazione energetica impiantistica del patrimonio comunale non residenziale ed Ex- Azione PAES EDI-PUB-L04 – Riqualficazione energetica impiantistica del patrimonio comunale non residenziale)
EDI-PUB-S04 – Audit energetico del patrimonio comunale	Azione rivista, rinominata e rinumerata nel report di monitoraggio del 2014 e poi mantenuta (Ex- Azione SPAES EDI-PUB-S05 – Audit leggero su 32 edifici scolastici e 1 edificio per uffici comunali ed Ex- Azione PAES EDI-PUB-S06 – Audit leggero su 174 edifici del Settore Terziario Pubblico Comunale)
RES-S/L02 – Riqualficazione energetica del patrimonio edilizio esistente	Azione rivista e rinominata (Ex- Azione PAES RES-S/L02 – Promozione di Consorzi ed Associazioni di imprese per la riqualficazione edilizia).
IND-S06 – Contributi economici per la sostituzione di impianti alimentati a gasolio	Azione rivista e rinominata (Ex- Azione PAES INF-L06 – incentivazione all’installazione di impianti micro -cogenerazione e micro - trigenerazione verso privati)
IND-L08 – Idroelettrico	Azione aggiunta nel report di monitoraggio del 2014 e poi mantenuta.
IND-L09 – Monitoraggio e controllo degli impianti termici	Azione aggiunta nel report di monitoraggio del 2014 e poi mantenuta.
MOB-S08 – Progetto "Bergamo_Bus&Bike"	Azione rivista e rinominata (Ex- Azione PAESMOB-S08 – Campagna di educazione alla guida virtuosa)
MOB-S09 – Nuovo impianto di risalita verso Città Alta da Via C. Baioni	Azione eliminata nel report di monitoraggio del 2014 e non più riproposta.
MOB-S24 – Informatizzazione dei servizi pubblici	Azione confluita nella azione MOB-S16 – Info-Mobilità (Information Technology Services - ITS)
MOB-L26 – Potenziamento del trasporto pubblico lungo l’asse Est/Ovest della Città – Linea “C”	Azione aggiunta nel report del 2014 e poi mantenuta, rivista e rinominata.

AZIONE	MODIFICA
AGR-S01 – Produzione locale di grano per la panificazione	Azione aggiunta nel report del 2014 e poi mantenuta.

Si noti che per alcune azioni non si è potuta stimare la riduzione delle emissioni di CO_{2eq}, mentre per altre non si è voluto stimare il costo complessivo, in quanto non ipotizzabile con margine di errore accettabile.

Le azioni sono state poi suddivise per ambito d'intervento, di cui si riportano di i rispettivi codici identificativi:

- ↳ INF - Settore dell'Informazione/Formazione e Promozione,
- ↳ PUB - Settore Pubblico,
- ↳ EDI-PUB - Settore dell'Edilizia Pubblica,
- ↳ ILL-PUB - Settore dell'Illuminazione Pubblica,
- ↳ MON-PUB - Monitoraggio del Settore Pubblico,
- ↳ IND - Settore della Produzione,
- ↳ RES - Settore Residenziale,
- ↳ EDI-PR - Settore dell'Edilizia Produttiva,
- ↳ MOB - Settore della Mobilità,
- ↳ ECO - Settore dell'Ecologia,
- ↳ AGR - Settore dell'Agricoltura.

I suddetti codici sono poi seguiti dalle lettere “S” e/o “L”, che sono rispettivamente le abbreviazioni di “Short Term” e “Long Term”, infatti si ricorda che nel PAES le azioni sono state suddivise in base alle tempistiche di attuazione, cioè all'ipotesi temporale di realizzazione dell'intervento (con Short Term ci si riferisce a quelle implementate entro la fine del 2014 e con Long Term ci si riferisce a quelle che verranno implementate entro la fine del 2020). Si sottolinea che nel PAES si è cercato di categorizzare come Short Term le azioni in grado di soddisfare contemporaneamente due requisiti fondamentali: 1) certezza e facilità di implementazione, 2) ottimo rapporto tra investimento e diminuzione risultante di CO_{2eq}.

Nell'Allegato 2 della presente relazione di monitoraggio, si propone inoltre il prospetto tabellare sinottico di tutte le azioni, nel quale si quantifica per ciascuna di esse sia la riduzione di CO_{2eq} (espressa in tCO_{2eq}) raggiunta al 2019 sia il grado di completamento (espresso in %).

5. SOFTWARE CO20

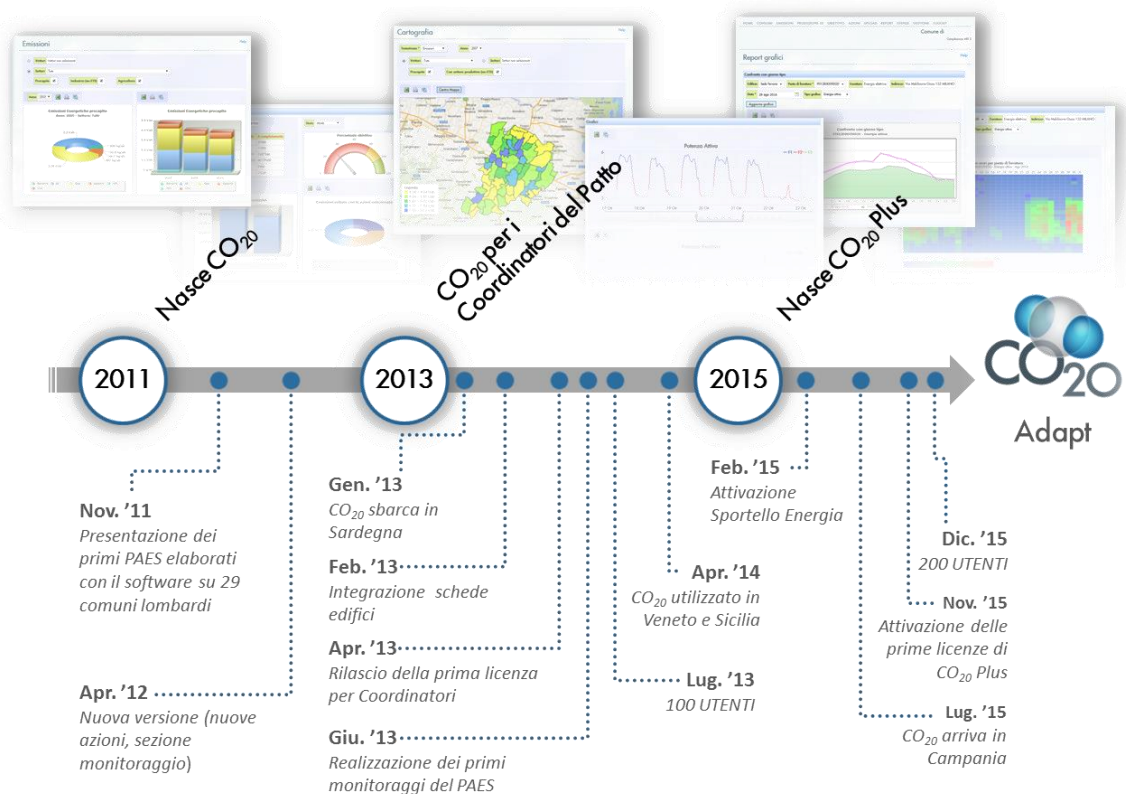
CO20 è uno strumento innovativo e avanzato, ideato e realizzato da TerrAria e reso disponibile a partire dal 2011, nato come strumento di supporto per i firmatari del Patto dei Sindaci, chiamati a costruire i bilanci energetico-emissivi del proprio territorio di competenza e a definire un piano di azione concreto per il raggiungimento degli obiettivi fissati dall'Unione Europea.

Da subito, il software è stato pensato per consentire di effettuare periodicamente un monitoraggio dell'efficacia complessiva del Piano di intervento, permettendo inoltre di divulgare attraverso il web gli impegni presi dall'Ente. All'interno del software CO20 è stato successivamente integrato un sistema per il monitoraggio in tempo reale dei consumi delle utenze di competenza dell'Ente, denominato CO₂₀ Plus.

Con la presentazione del nuovo Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia, avvenuta a fine 2015, si è aperta una nuova sfida: l'introduzione dei concetti di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici nella nuova versione del software (CO20 Adapt), temi già affrontati da TerrAria nell'ambito del Progetto Europeo IRIS (Improve Resilience of Industry Sector), il cui obiettivo è il miglioramento della resilienza del settore industriale attraverso azioni di adattamento in sinergia con le politiche ambientali.



Figura 5-2: Il Software CO₂₀ (Fonte: Nostra elaborazione)



Un supporto di particolare importanza per il processo di costruzione (valutazione ex-ante) e di attuazione (valutazione ex-post) delle azioni del Piano dell'AC è costituito dal software CO₂₀, un'applicazione web sviluppata dalla Società TerrAria sulla base di esperienze maturate sia nello sviluppo di sistemi informativi ambientali (SIRENA, INEMAR, CENED, etc.), sia in termini progettuali e attuativi.

L'applicativo CO₂₀ è uno strumento ideale a supporto della pianificazione energetica locale, della programmazione e del monitoraggio delle politiche comunali in tale ambito, realizzato specificatamente per il supporto alla definizione e redazione del PAES all'interno del percorso previsto dal Patto dei Sindaci.

All'AC sono state fornite le credenziali da inserire nell'area riservata del sito www.co20.it mediante le quali poter accedere al sistema e caricare i dati specifici, potendo così:

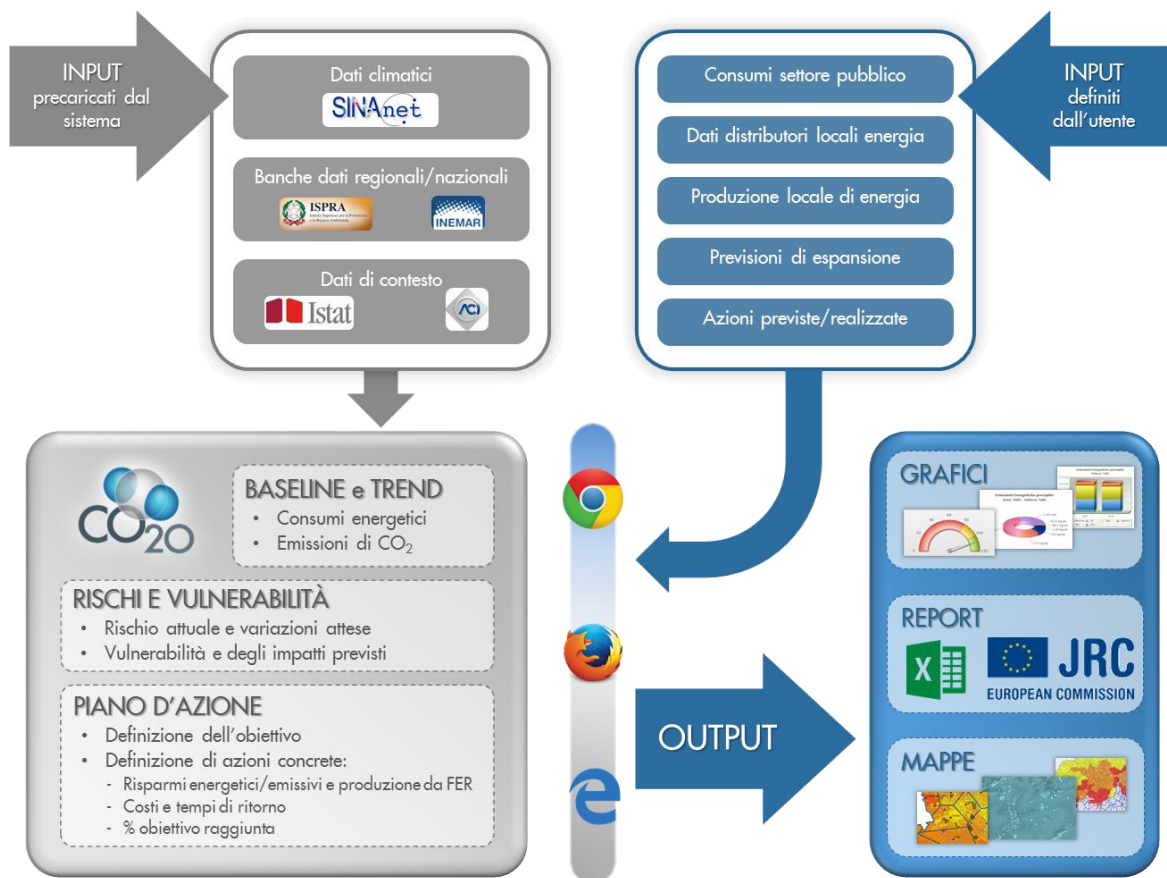
- 1.** costruire l'inventario base delle emissioni di CO₂ (BEI) e i successivi inventari di aggiornamento (MEI) sia in termini di consumi energetici finali che di emissioni di CO₂ dettagliati per anno, settore (residenziale, terziario pubblico e privato, illuminazione pubblica, industria non ETS, agricoltura, trasporto pubblico e privato) e vettore (combustibili fossili e fonti rinnovabili);

2. visualizzare, attraverso grafici e tabelle, i consumi e le emissioni di CO₂ del BEI e degli anni successivi (assolute o procapite e conteggiando o meno i settori industriale e/o agricolo);
3. visualizzare, attraverso grafici e tabelle, la produzione di energia elettrica e termica locale all'anno di riferimento del BEI e negli anni successivi;
4. individuare l'obiettivo in termini di riduzione delle emissioni di CO₂ da raggiungere attraverso il PAES;
5. inserire in apposite interfacce gli indicatori delle azioni al fine di stimare l'efficacia del PAES in termini di riduzione delle emissioni di CO₂, risparmio energetico e consumo di energia proveniente da FER;
6. valutare ex-ante l'efficacia delle misure che si pensa di adottare all'interno del PAES;
7. rendicontare periodicamente la fattibilità delle azioni proposte e il raggiungimento degli obiettivi;
8. produrre in automatico le tabelle (in formato xls) e i grafici (in formato immagine) di consumi, emissioni e produzione elettrica/termica;
9. produrre in automatico il report richiesto dal JRC (in formato xls) contenente i dati da inviare biennialmente alla Commissione Europea;
10. verificare la quota di raggiungimento dell'obiettivo del PAES man mano che si introducono le azioni attraverso appositi "cruscotti web";
11. pubblicare sul proprio sito l'accesso pubblico all'applicativo in modo da permetterne la visualizzazione ai propri Cittadini (senza possibilità di modificarne i contenuti).

Nello schema successivo è illustrato il flow-chart concettuale dello strumento informatico che vede un'interfaccia web attraverso la quale è possibile:

- ↳ inserire dati regionali e comunali dei consumi/produzione energetici da un lato e dall'altro inerenti le misure del PAES;
- ↳ integrare i dati locali di cui al punto precedente principalmente inerenti i consumi e la produzione di FER del Comune inteso come Istituzione con i dati comunali stimati dall'applicativo regionale SIRENA20 secondo una logica di integrazione dei due approcci (top-down quello regionale e bottom-up quello comunale);
- ↳ visualizzare grafici e tabelle relativi al BEI e agli inventari successivi (consumi/emissioni/produzione FER) e cruscotti dello stato di attuazione del PAES e produrre i report richiesti dall'UE.

Figura 5-2: Architettura concettuale dell'applicativo CO₂₀ (Fonte: Nostra elaborazione)



Si precisa che, per quanto riguarda la valutazione degli effetti delle azioni, la metodologia implementata all'interno del software CO₂₀ stima i risparmi energetici sulla base degli algoritmi sviluppati dall'AEEG per la quantificazione dei Titoli di Efficienza Energetica (TEE) e per gli interventi non inclusi nei TEE si fa ricorso ad algoritmi specifici utilizzati dalle Energy Saving Company (ESCO) nella stima dei benefici economici.

Segue una presentazione generale del software CO₂₀ attraverso le sue principali schermate (estratto del manuale del software).

Figura 5-3: Applicativo CO₂₀- Sezione consumi energetici (Fonte: Manuale del software CO₂₀)

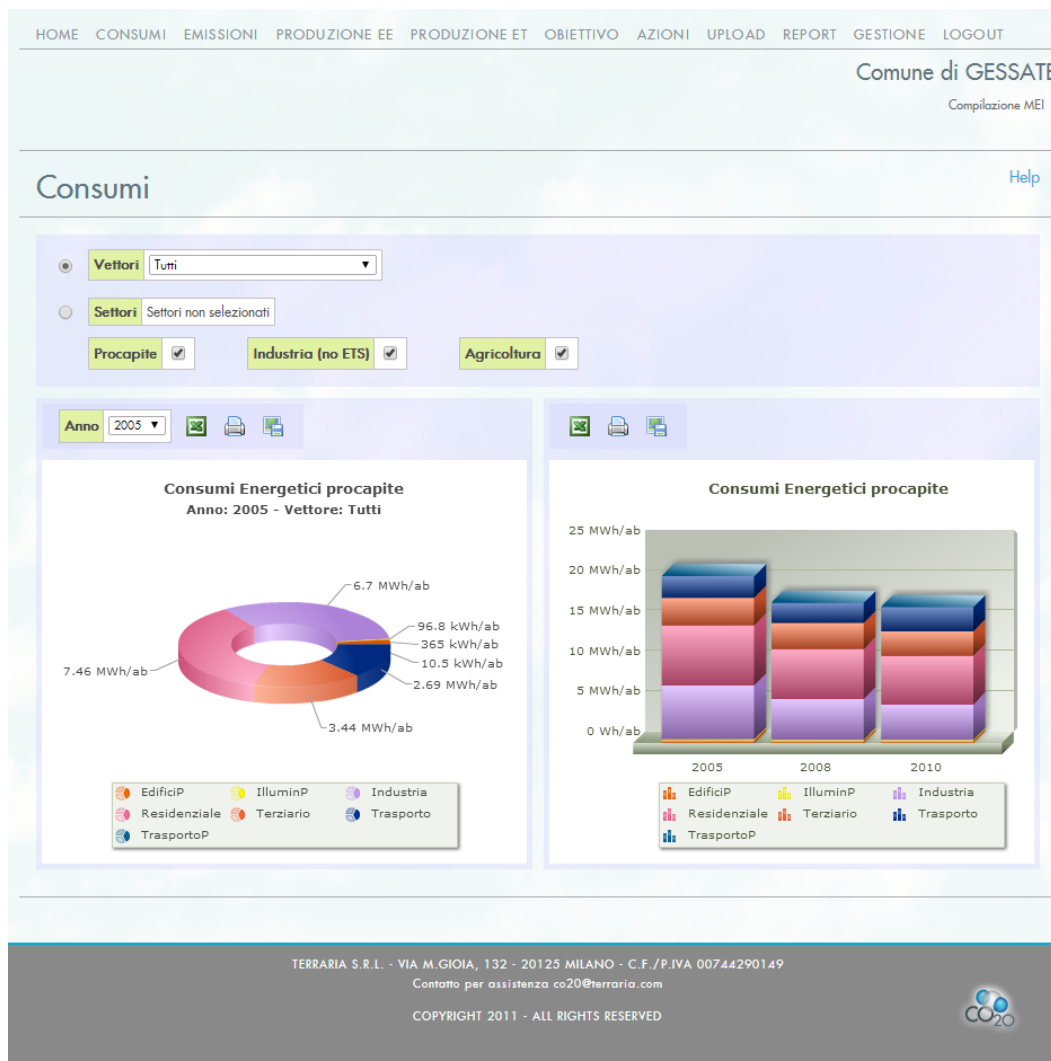


Figura 5-4: Applicativo CO₂₀ - Sezione emissioni (Fonte: Manuale del software CO₂₀)

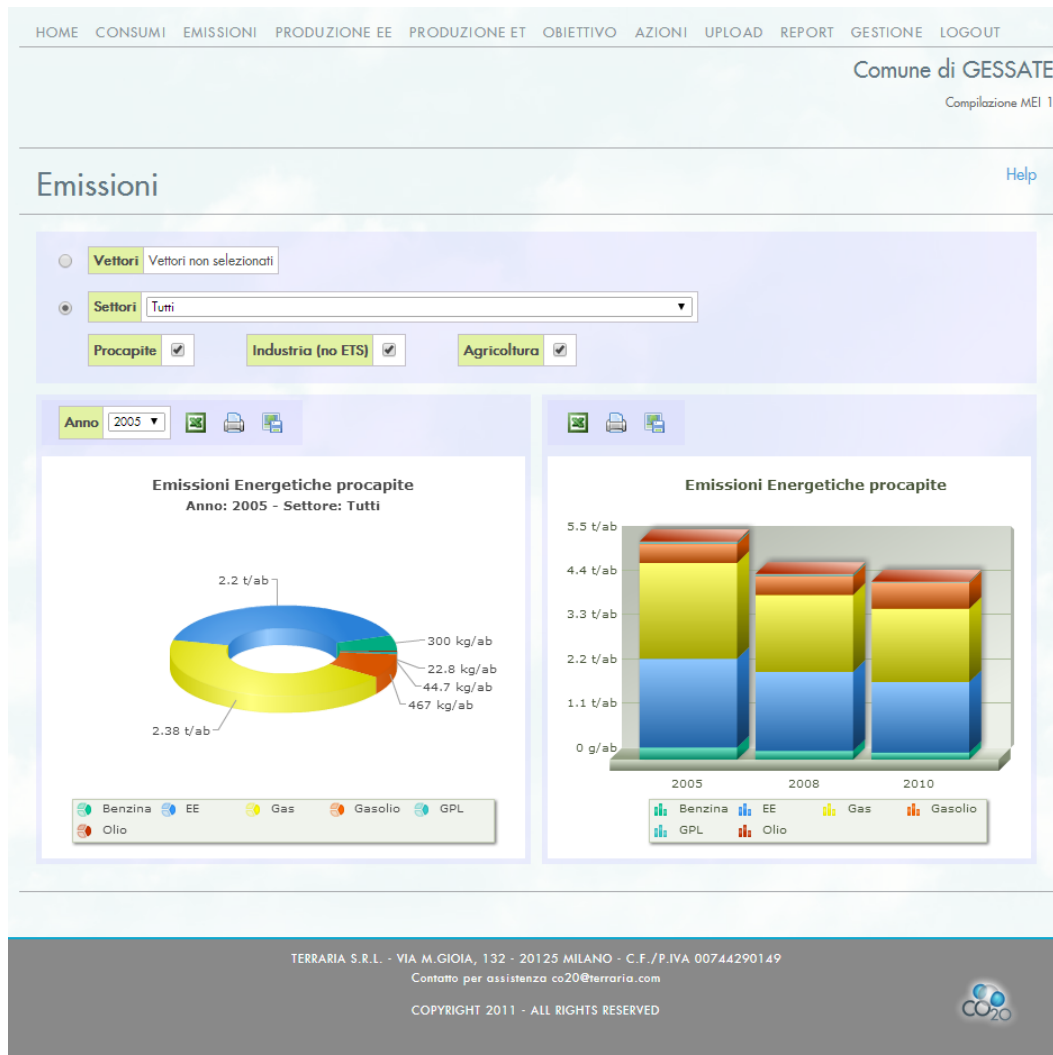


Figura 5-5: Applicativo CO₂₀ - Sezione obiettivo (Fonte: Manuale del software CO₂₀)

HOME CONSUMI EMISSIONI PRODUZIONE EE PRODUZIONE ET OBIETTIVO AZIONI UPLOAD REPORT GESTIONE LOGOUT

Comune di GESSATE
Compilazione MEI 1

Obiettivo Help

Strategie generali

Percentuale obiettivo (>=20%)
Industria (no ETS)
Procapite
Agricoltura

Calcolo degli incrementi emissivi 2005-2020

Incremento demografico 2005-2020 Default

Inserisci incremento complessivo

Inserisci incrementi per settore

<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Industria (no ETS) esistente al 2005 (mq)</td> <td style="width: 20%; text-align: right;">562245.0</td> <td style="width: 30%; text-align: right;">Default</td> </tr> <tr> <td>Agricoltura esistente al 2005 (mq)</td> <td style="text-align: right;">0.0</td> <td style="text-align: right;">Default</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="background-color: #e0f0e0; padding: 5px;">Espansioni previste</td> </tr> <tr> <td>Residenziale previsto (mq)</td> <td style="text-align: right;">85864.0</td> <td style="text-align: right;">Default</td> </tr> <tr> <td>Terziario previsto (mq)</td> <td style="text-align: right;">139000.0</td> <td style="text-align: right;">Default</td> </tr> <tr> <td>Industria (no ETS) previsto (mq)</td> <td style="text-align: right;">37900.0</td> <td style="text-align: right;">Default</td> </tr> <tr> <td>Agricoltura prevista (mq)</td> <td style="text-align: right;">0.0</td> <td style="text-align: right;">Default</td> </tr> </table> <p style="text-align: center; margin-top: 10px;">Calcola tutto ></p>	Industria (no ETS) esistente al 2005 (mq)	562245.0	Default	Agricoltura esistente al 2005 (mq)	0.0	Default	Espansioni previste			Residenziale previsto (mq)	85864.0	Default	Terziario previsto (mq)	139000.0	Default	Industria (no ETS) previsto (mq)	37900.0	Default	Agricoltura prevista (mq)	0.0	Default	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2" style="background-color: #e0f0e0; padding: 5px;">Incremento emissioni al 2020 (t)</td> </tr> <tr> <td style="width: 80%;">Edifici, attrezzature/impianti del terziario (non comunali)</td> <td style="text-align: right;">4637</td> </tr> <tr> <td>Edifici residenziali</td> <td style="text-align: right;">3310</td> </tr> <tr> <td>Illuminazione pubblica comunale</td> <td style="text-align: right;">140</td> </tr> <tr> <td>Industria (no ETS)</td> <td style="text-align: right;">910</td> </tr> <tr> <td>Agricoltura</td> <td style="text-align: right;">0</td> </tr> <tr> <td>Trasporti privati e commerciali</td> <td style="text-align: right;">2471</td> </tr> <tr> <td>TOTALE</td> <td style="text-align: right;">11'468</td> </tr> </table>	Incremento emissioni al 2020 (t)		Edifici, attrezzature/impianti del terziario (non comunali)	4637	Edifici residenziali	3310	Illuminazione pubblica comunale	140	Industria (no ETS)	910	Agricoltura	0	Trasporti privati e commerciali	2471	TOTALE	11'468
Industria (no ETS) esistente al 2005 (mq)	562245.0	Default																																				
Agricoltura esistente al 2005 (mq)	0.0	Default																																				
Espansioni previste																																						
Residenziale previsto (mq)	85864.0	Default																																				
Terziario previsto (mq)	139000.0	Default																																				
Industria (no ETS) previsto (mq)	37900.0	Default																																				
Agricoltura prevista (mq)	0.0	Default																																				
Incremento emissioni al 2020 (t)																																						
Edifici, attrezzature/impianti del terziario (non comunali)	4637																																					
Edifici residenziali	3310																																					
Illuminazione pubblica comunale	140																																					
Industria (no ETS)	910																																					
Agricoltura	0																																					
Trasporti privati e commerciali	2471																																					
TOTALE	11'468																																					

Risultati

[Aggiorna](#)

Obiettivo emissioni al 2020 (t/ab)

Anno	2005	2010	2020
Popolazione	6'887	8'690	10'500
Totale emissioni (t/ab)	5.417	4.419	4.645
Obiettivo riduzione assoluto (t)	11'191	5'449	8'960

[Salva obiettivo](#)

Trend emissivo 2005-2020 procapite



■ Emissioni
■ Incrementi emissivi
■ Obiettivo

TERRARIA S.R.L. - VIA M.GIOIA, 132 - 20125 MILANO - C.F./P.IVA 00744290149
 Contatto per assistenza co20@terraria.com
 COPYRIGHT 2011 - ALL RIGHTS RESERVED

Figura 5-61: Applicativo CO₂₀ - Sezione azioni (Fonte: Manuale del software CO₂₀)

HOME CONSUMI EMISSIONI PRODUZIONE EE PRODUZIONE ET OBIETTIVO AZIONI UPLOAD REPORT GESTIONE LOGOUT

Comune di GESSATE
Compilazione MEI 1

Azioni PAES

Inserimento azioni

Definisci una nuova azione Caricamento set di azioni

Filtri

Vettore iniziale Tutti i vettori iniziali
Vettore finale Tutti i vettori finali
Settori Tutti

Quadro di sintesi

Obiettivo di riduzione del PAES (t) 8'900

Stato Attuale

Stato	Attuale	A completamento
Risparmio energetico (MWh)	7'392	25'386
FER (MWh)	2'522	11'893
Costo Pubblico (€)	1'323'510	2'457'546
Costo Privato (€)	3'7854'352	48'179'650
Riduzione di CO ₂ (t)	2'837	9'900
% obiettivo	31.66	110.49

Percentuale obiettivo

Scenari emissivi

Emissioni evitate con le azioni selezionate

Lista delle azioni

	Id azione	Nome	Data inizio	Data fine	Risparmio energetico (MWh)	FER (MWh)	Riduzione di CO ₂ (t)	Percentuale obiettivo	Percentuale di Completamento
☺	49 (1.1.3)	Realizzazione cappotto esterno (scuole, uffici)	gen 2010	gen 2011	45	0	9	0.10	100.0
☺	50 (1.1.3)	Realizzazione cappotto esterno (scuole, uffici)	gen 2013	gen 2020	193	0	39	0.44	0.0
☺	52 (1.1.4)	Scatuzione caldaia	gen 2013	gen 2020	15	0	3	0.03	0.0
☺	51 (1.1.4)	Scatuzione caldaia	gen 2013	gen 2020	60	0	12	0.14	0.0
☺	53 (1.1.5)	Riqualficazione impianto termico	gen 2013	gen 2020	55	0	11	0.12	0.0
☺	48 (1.1.6)	Riqualficazione impianto illuminazione	gen 2013	gen 2020	16	0	7	0.07	0.0
☺	38 (1.2.2)	Isolamento copertura (uffici)	gen 2013	gen 2020	37	0	7	0.08	10.0
☺	37 (1.2.3)	Realizzazione cappotto esterno (uffici)	gen 2013	gen 2020	14	0	3	0.03	10.0
☺	57 (1.2.11)	Riqualficazione vasI elettrici	gen 2013	gen 2020	419	0	168	1.87	10.0

Colonna 1 Id azione Colonna 2 Nome Colonna 3 Data inizio
Colonna 4 Data fine Colonna 5 Risparmio energetico (MWh) Colonna 6 FER (MWh)
Colonna 7 Riduzione di CO₂ (t) Colonna 8 Percentuale obiettivo

TERRARA S.R.L. - VIA M. GIOIA, 132 - 20125 MILANO - C.F./P.IVA 00744290149
Contatto per assistenza: co20@terrarra.com
COPYRIGHT 2011 - ALL RIGHTS RESERVED