



# PAESC

Piano d'Azione per l'energia sostenibile e il clima

CITTA' DI BERGAMO

gennaio 2024

# Team

## **Comune di Bergamo**

Giorgio Gori \_ Sindaco

Stefano Zenoni \_ Assessore all'Ambiente e alla Mobilità

Silvano Armellini \_ Dirigente Direzione Ambiente, Verde Pubblico e Mobilità

Michele Stefini \_ Responsabile Servizio Ecologia e Ambiente

Ilaria Pezzotta \_ funzionario

Ilaria Fumagalli \_ funzionario con incarico di Alta Specializzazione

## **TerrAria srl \_ estensore del PAESC**

Giuseppe Maffeis \_ Responsabile del progetto

Luisa Geronimi \_ Referente tecnico e supporto alla stesura del PAESC

Alice Bernardoni \_ Referente tecnico del PAESC

Fabrizio Ferrari \_ Referente tecnico analisi climatiche

Con il finanziamento:

"CALL FOR IDEAS – STRATEGIA CLIMA"



"PROGRAMMA SPERIMENTALE DI INTERVENTI PER L'ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI IN AMBITO URBANO"



# Indice

<b>0. INTRODUZIONE .....</b>	<b>7</b>
0.1 CONTENUTI DEL PAESC.....	7
0.1.1 Gli inventari di base (BEI) e di monitoraggio (MEI) .....	11
0.1.2 Il Piano di Azione per la Mitigazione .....	11
0.1.3 Il Piano d'Azione per l'Adattamento .....	12
0.1.4 La Povertà energetica .....	12
0.2 FORMALIZZAZIONE DELL'ADESIONE AL PATTO DEI SINDACI PER IL CLIMA E L'ENERGIA.....	13
<b>1. QUADRO CONOSCITIVO di CONTESTO .....</b>	<b>14</b>
1.1 INFRASTRUTTURE ANTROPICHE e NATURALI COMUNALI.....	14
1.1.1 Il sistema insediativo.....	15
1.1.2 Il sistema della mobilità .....	16
1.1.3 Il sistema delle reti: TLR, rete gas e rete energia elettrica, fognatura .....	17
1.1.4 Il sistema ambientale: biodiversità ed aree naturali .....	19
1.1.5 Il sistema idrico .....	19
1.2 DETERMINANTI per la MITIGAZIONE e l'ADATTAMENTO .....	20
1.2.1 La popolazione.....	20
1.2.2 Gli edifici e gli impianti.....	22
1.2.3 Gli addetti e attività terziarie-industriali ed agricole.....	24
1.2.4 Il parco veicolare.....	26
1.3 QUADRO PROGRAMMATICO DEGLI STRUMENTI VIGENTI.....	29
1.3.1 Gli strumenti sovracomunali.....	29
1.3.2 Gli strumenti locali.....	30
1.4 PROGETTUALITA' IN CORSO DELL'AMMINISTRAZIONE COMUNALE.....	30
1.4.1 La Strategia di Transizione Climatica (STC) Cli.C Bergamo .....	30
1.4.2 NetZeroCities .....	31
1.4.3 Let's GOv - GOVerning the Transition through Pilot Actions.....	31
1.5 ESITO DEL PERCORSO DEL PAES AL 2020.....	32
1.6 SINTESI del QUADRO CONOSCITIVO di CONTESTO .....	36
<b>2. PRIMO PILASTRO - QUADRO CONOSCITIVO ENERGETICO: Emission Inventory (BEI e MEI) .....</b>	<b>38</b>
2.1 METODOLOGIA.....	38

2.1.1	SIRENA20 .....	38
2.1.1	I fattori di emissione .....	39
2.1.2	Il Catasto Energetico Edifici Regionale (CEER) .....	40
2.1.3	Il Catasto Unico Regionale degli Impianti Termici (CURIT) .....	40
2.2	RACCOLTA DATI .....	41
2.3	ANALISI DELLE BANCHE DATI RILEVANTI IN MATERIA DI ENERGIA.....	42
2.3.1	Le prestazioni energetiche dell'edificato del territorio.....	42
2.3.2	Gli impianti termici registrati .....	45
2.3.3	Gli operatori del sistema ETS .....	48
2.4	ANALISI DEI CONSUMI .....	49
2.4.1	Gli edifici comunali.....	49
2.4.2	L'illuminazione pubblica .....	52
2.4.3	Il parco veicoli comunale .....	53
2.4.4	Il trasporto pubblico locale .....	54
2.4.5	I consumi elettrici rilevati dal distributore .....	56
2.4.6	I consumi di gas naturale rilevati dal distributore.....	57
2.4.7	I consumi di calore/freddo rilevati dal gestore del teleriscaldamento e teleraffrescamento 59	
2.5	SIRENA20 e CONFRONTO con i DATI dei DISTRIBUTORI ENERGETICI .....	60
2.5.1	Il confronto dei consumi di energia elettrica .....	60
2.5.2	Il confronto dei consumi di gas naturale.....	60
2.6	ANALISI DELLA PRODUZIONE LOCALE DI ENERGIA .....	61
2.6.1	La produzione locale di energia elettrica .....	61
2.6.2	Il teleriscaldamento e la cogenerazione .....	64
2.7	BEI del PAES: 2005 .....	65
2.8	MEI del PAESC: 2021.....	70
2.8.1	I consumi energetici finali .....	70
2.8.2	Le emissioni totali .....	73
2.9	TREND ENERGETICO – EMISSIVO.....	76
2.10	SCENARIO del PAESC.....	80
2.11	CALCOLO dell'OBIETTIVO di RIDUZIONE delle EMISSIONI.....	81
3.	<b>SECONDO PILASTRO - ADATTAMENTO: QUADRO CONOSCITIVO CLIMATICO: CLIMA, RISCHI e VULNERABILITA'</b> .....	<b>83</b>



3.1	CARATTERIZZAZIONE CLIMATICA.....	83
3.1.1	Il contesto sovracomunale: il Piano Nazionale di adattamento ai Cambiamenti Climatici.....	83
3.1.2	Il quadro climatico locale passato del Comune di Bergamo .....	88
3.1.3	Gli Scenari climatici passati e futuri – fonte CMCC .....	94
3.2	ANALISI DI RISCHIO .....	100
3.2.1	Il rischio dovuto alle ondate di calore .....	100
3.2.2	Il rischio Idrogeologico e Idraulico .....	103
3.2.3	Il rischio di incendi Boschivi .....	106
3.2.4	Il rischio di siccità .....	108
3.2.5	La Mappatura dell'indice di rischio climatico.....	109
3.3	VALUTAZIONE CONCLUSIVA DEL QUADRO CONOSCITIVO CLIMATICO.....	115
4.	<b>TERZO PILASTRO - POVERTA' ENERGETICA: TRANSIZIONE PIU' EQUA.....</b>	<b>117</b>
4.1	METODOLOGIA .....	117
4.2	MAPPATURA DELLE FIGURE FRAGILI.....	117
4.3	INDICATORI DI POVERTA' ENERGETICA.....	121
5.	<b>GOVERNANCE OBIETTIVI GENERALI, SPECIFICI ed AZIONI STRATEGICHE del PAESC.....</b>	<b>122</b>
5.1	OBIETTIVI GENERALI del PAESC .....	122
5.2	INDICAZIONE DEGLI OBIETTIVI TRASVERSALI E DI DETTAGLIO .....	123
5.3	GOVERNANCE DELLA TRANSIZIONE ENERGETICA e CLIMATICA per la CITTÀ DI BERGAMO .....	126
5.4	AZIONI STRATEGICHE E DI DETTAGLIO.....	127
5.4.1	L'assorbimento della CO <sub>2</sub> in ambito urbano .....	128
5.4.2	L'efficientamento energetico degli edifici e l'incremento di utilizzo delle FER.....	129
5.4.3	Le comunità energetiche rinnovabili .....	130
5.4.4	Sviluppo di mobilità sostenibile .....	130
5.4.5	Gli interventi di riqualificazione urbana in chiave resiliente .....	131
5.5	AZIONI STRATEGICHE PER AMBITI TERRITORIALI.....	132
5.5.1	L'ambito territoriale: Città storica.....	132
5.5.2	L'ambito territoriale: città densa .....	133
5.5.3	L'ambito territoriale: città di cintura.....	133
5.5.4	La Città efficiente .....	134
5.5.5	La Città per la Mobilità.....	134
6.	<b>PIANO D'AZIONE.....</b>	<b>135</b>

6.1	PIANO DI MITIGAZIONE .....	135
6.1.1	L'analisi SWOT.....	135
6.1.2	Lo scenario obiettivo della mitigazione.....	141
6.1.3	Le azioni del PAES .....	142
6.1.4	I consumi energetici attesi.....	145
6.1.5	Le emissioni attese.....	146
6.1.6	Le azioni di dettaglio della mitigazione .....	149
6.2	PIANO DI ADATTAMENTO .....	152
6.2.1	Il Rischio e la vulnerabilità.....	152
6.2.2	Le azioni di adattamento .....	155
7.	<b>SISTEMA DI MONITORAGGIO .....</b>	<b>156</b>
7.1	PIANO DI MITIGAZIONE .....	156
7.1.1	La raccolta dati.....	156
7.1.2	Il monitoraggio delle azioni.....	156
7.1.3	SOFTWARE CO <sub>20</sub> .....	157
7.2	PIANO DI ADATTAMENTO .....	164

## Allegati

- **Allegato 01** \_ Focus CEER
- **Allegato 02** \_ Focus CURIT
- **Allegato 03** \_ Schede delle azioni del Piano di Mitigazione
- **Allegato 04** \_ Schede delle azioni del Piano di Adattamento

## Glossario

Ab	abitanti
AC	Amministrazione comunale
ACI	Automobile Club d'Italia
AIRU	Associazione Italiana Riscaldamento Urbano
ARPA	Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente
ASR	Annuario Statistico Regionale (Regione Lombardia)
AT	Ambiti di Trasformazione
BEI	Baseline Emission Inventory – Inventario di riferimento (baseline) delle emissioni
CAGR	Compound Annual Growth Rate, tasso di crescita annuo composto
CEER	Catasto Energetico Edifici Regionale (Regione Lombardia)

CENED	Certificazione Energetica degli Edifici (Regione Lombardia)
CER	Comunità Energetiche Rinnovabili
COMO	Covenant of Mayors Office _ Ufficio del Patto dei Sindaci
CURIT	Catasto Unico Regionale degli Impianti Termici (Regione Lombardia)
DdP	Documento di Piano
ETS	Emission Trading Scheme
FER	Fonti Energetiche Rinnovabili
GSE	Gestore Servizi Energetici
ARIA	Azienda Regionale per l'Innovazione e gli Acquisti Spa
INEMAR	INventario EMissioni Aria
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
Istat	Istituto Nazionale di Statistica
JRC	Joint Research Centre
MEI	Monitoring Emission Inventory – inventari delle emissioni per anni successivi a quello di riferimento del BEI
PAES	Piano di Azione per l'Energia Sostenibile
PAESC	Piano di Azione per l'Energia Sostenibile ed il Clima
PdR	Piano delle Regole
PEC	Piano di Emergenza Comunale
PGRA	Piano di Gestione del Rischio Alluvione
PGT	Piano di Governo del Territorio
PLIS	Parco Locale di Interesse Sovracomunale
PUGSS	Piano Urbano Generale dei Servizi nel Sottosuolo
PUMS	Piano Urbano della Mobilità Sostenibile
PRIC	Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale
RE	Regolamento Edilizio Comunale
RCP	Representative Concentration Pathways - andamento rappresentativo delle concentrazioni dei gas serra (ad es. RCP8.5 nessuna politica a protezione del clima; nell'RCP4.5 limitate politiche a protezione del clima ...)
SIRENA20	Sistema Informativo Regionale Energia ed Ambiente
Slp	Superficie lorda di pavimento
SNACC	Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici
SRACC	Strategia Regionale per l'adattamento al Cambiamento Climatico
St	Superficie territoriale
STC	Strategia di Transizione Climatica



# 0. INTRODUZIONE

## 0.1 CONTENUTI DEL PAESC

Il Patto dei Sindaci per il clima e l'energia coinvolge le autorità locali e regionali impegnate su base volontaria a raggiungere sul proprio territorio gli obiettivi UE per l'energia e il clima. Questo inclusivo movimento dal basso è iniziato nel 2008 con il supporto della Commissione Europea e conta attualmente quasi 12'000 firmatari. Nel 2015 l'iniziativa del Patto dei Sindaci assume una prospettiva di più lungo termine: con il Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia viene aumentato l'impegno inizialmente preso dal Patto dei Sindaci per la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> e incluso il tema dell'adattamento ai cambiamenti climatici. L'orizzonte temporale si allunga con l'obiettivo di accelerare la decarbonizzazione dei territori coinvolti nel processo, di rafforzare la capacità di adattamento agli inevitabili effetti dei cambiamenti climatici e di garantire ai cittadini l'accesso a un'energia sicura, sostenibile e alla portata di tutti; lo scenario temporale infatti, si sposta dal 2020 al 2030, raddoppiando l'obiettivo minimo di riduzione della CO<sub>2</sub> (dal 20% al 55%).

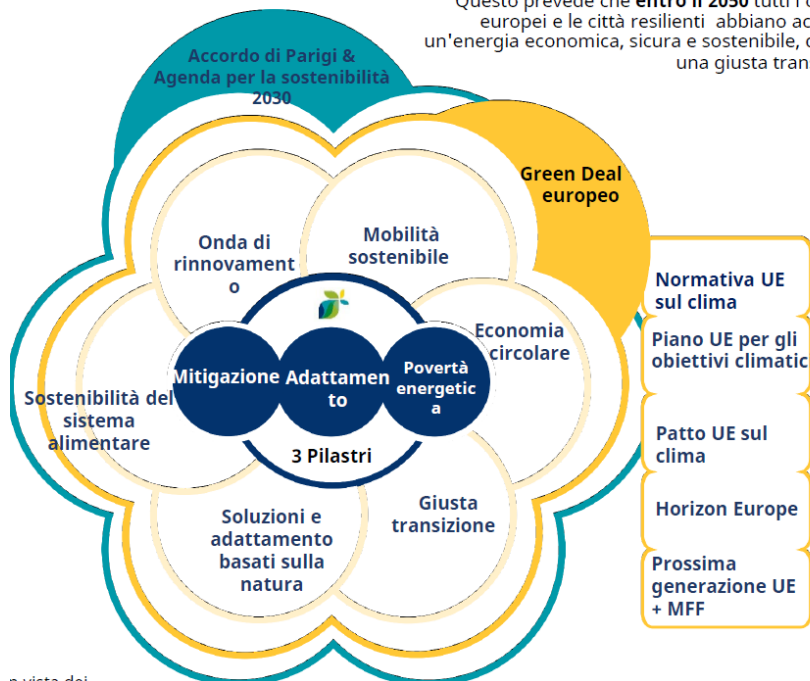
I firmatari si impegnano a sviluppare entro il 2030 dei Piani d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima (PAESC) e ad adottare un approccio congiunto per l'integrazione di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici. Si segnala che i nuovi aderenti al Patto condividono una visione per il 2050: accelerare la decarbonizzazione dei loro territori, rafforzare la loro capacità di adattarsi agli impatti del cambiamento climatico e consentire ai loro cittadini di accedere a un'energia sicura, sostenibile e accessibile. Nell'aprile 2021, infatti, il Consiglio politico del Covenant of Mayors ha presentato la visione del Patto "Per un'Europa più equa e climaticamente neutra"; il nuovo impegno delle città e dei comuni è volto a rafforzare le ambizioni in materia di clima. **I nuovi firmatari si impegnano a ridurre le loro emissioni di gas a effetto serra al 2030 in misura almeno equivalente al rispettivo obiettivo nazionale ed a essere coerenti con l'obiettivo dell'UE di ridurre le emissioni del 55% entro il 2030 rispetto ai valori di baseline (BEI), oltre a raggiungere la neutralità climatica entro il 2050.**

La città di Bergamo, successivamente al rinnovo dell'adesione al patto dei Sindaci, ha aderito ed è stata selezionata insieme ad altre 100 città europee tra cui 9 città italiane all'iniziativa *Net Zero Cities* che prevede l'impegno a raggiungere entro il 2030 (anticipando di fatto l'obiettivo Europeo e del COMO di vent'anni) la neutralità climatica del territorio, ovvero bilanciando le emissioni di gas serra residue con misure di assorbimento dei GHGs.

**Figura 0-1: la finalità del PAESC (fonte: Allegato I - In pratica Panoramica sul Patto dei Sindaci - Europa)**




Mentre l'Europa e il mondo entrano nel decennio che porta al 2030, il Patto dei Sindaci - Europa continua a garantire che i tre pilastri (mitigazione, adattamento e povertà energetica) siano trasformati nella priorità assoluta del nostro tempo e che segua un'azione ambiziosa.

Questo prevede che **entro il 2050** tutti i cittadini europei e le città resilienti abbiano accesso a un'energia economica, sicura e sostenibile, durante una giusta transizione.



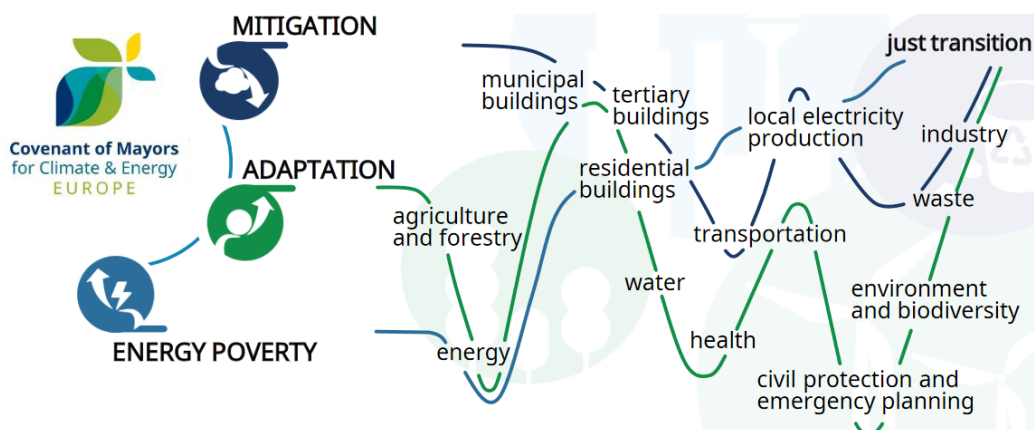
n vista dei

In sintesi, aderendo oggi al nuovo Patto integrato dei Sindaci per il clima e l'energia, ci si impegna ad un movimento di città e di comunità pronte ad affrontare una triplice sfida:

-  Ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> (e degli altri gas serra) dei propri territori comunali raggruppati di almeno il 55% rispetto alla baseline del 2005 definita nel PAES (approvato dal Consiglio Comunale nel giugno 2011) entro il 2030, mediante una migliore efficienza energetica e un maggiore impiego di fonti di energia rinnovabili, al fine di raggiungere l'obiettivo della neutralità carbonica nel 2050;
-  Accrescere la propria resilienza, adattandosi agli effetti del cambiamento climatico;
-  Agire per diminuire il problema della povertà energetica che coinvolge più di 2 milioni di italiani attraverso attività quali la sensibilizzazione per l'efficienza energetica nell'edilizia residenziale pubblica.

Il Patto dei Sindaci-Europa è sostenuto da tre pilastri (mitigazione, adattamento e povertà energetica) attraverso i quali raggiungere l'obiettivo che potrà consentire entro il 2050 a tutti i cittadini europei di vivere in città climaticamente neutre, decarbonizzate e resilienti con accesso ad una energia a prezzi accessibili, sicura e sostenibile, pur partecipando al processo di una transizione climatica.

Figura 0-2 i tre pilasti del Patto dei Sindaci (fonte: sito Covenant of Mayors)



Il Covenant of Mayors prevede 4 step principali per raggiungere gli obiettivi dati al 2030 e al 2050:





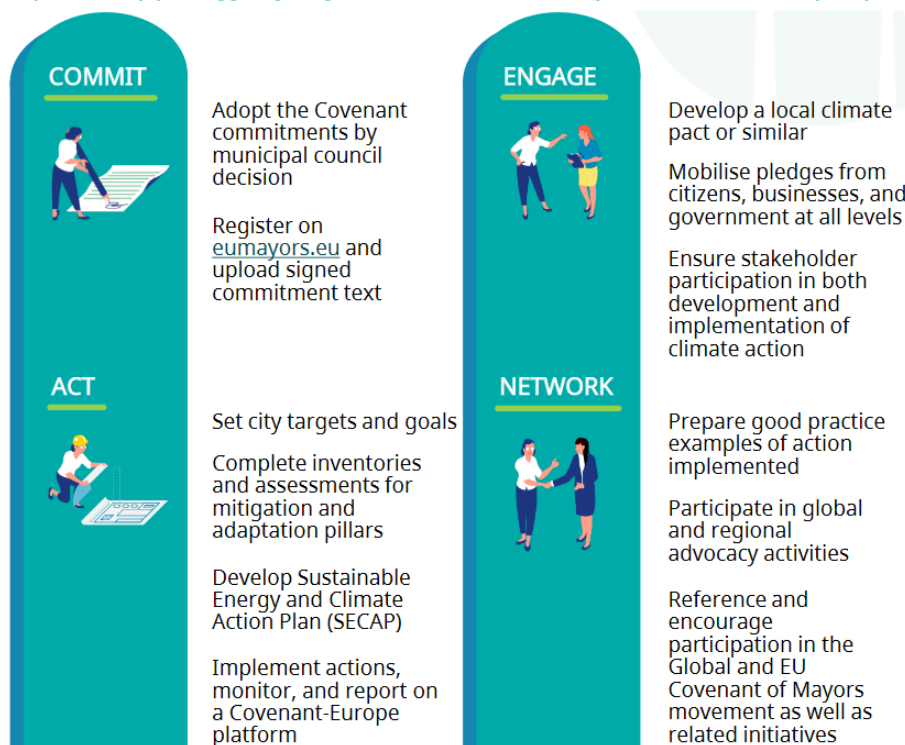
-  **Commit:** adottare gli impegni del Patto dei Sindaci con decisione del Consiglio Comunale e registrazione sul sito del Patto dei Sindaci;
-  **Act:** stesura del PAESC così da stabilire vision e obiettivi rispetto al quadro conoscitivo dell'inventario delle emissioni e del contesto climatico. Il percorso della quantificazione dell'obiettivo di riduzione al 2030 del 55% della CO<sub>2</sub> rispetto all'anno 2005 del BEI del PAES sarà supportato nella definizione delle azioni da prevedere per il Piano di Mitigazione e Adattamento, a partire da quelle già previste dal PAES e ad oggi già implementate. Il sistema di monitoraggio (ed i relativi rapporti biennali) ha un ruolo strategico nella fase implementativa del PAESC;
-  **Engage:** sviluppare un patto sul clima locale mobilitando gli impegni di cittadini, imprese e governo a tutti i livelli per garantire la loro partecipazione;
-  **Network:** mettere in rete le proprie esperienze e raccogliere buone pratiche adottate da altri Sindaci partecipanti al Patto. Promuovere la partecipazione al movimento del Patto dei sindaci globale e dell'UE e alle iniziative correlate.

Figura 0-3 i quattro step per raggiungere gli obiettivi al 2030 e 2050 (fonte: sito Covenant of Mayors)



Il documento relativo al PAESC comprende quindi oltre al tema trasversale della povertà energetica tre principali parti di seguito dettagliate:

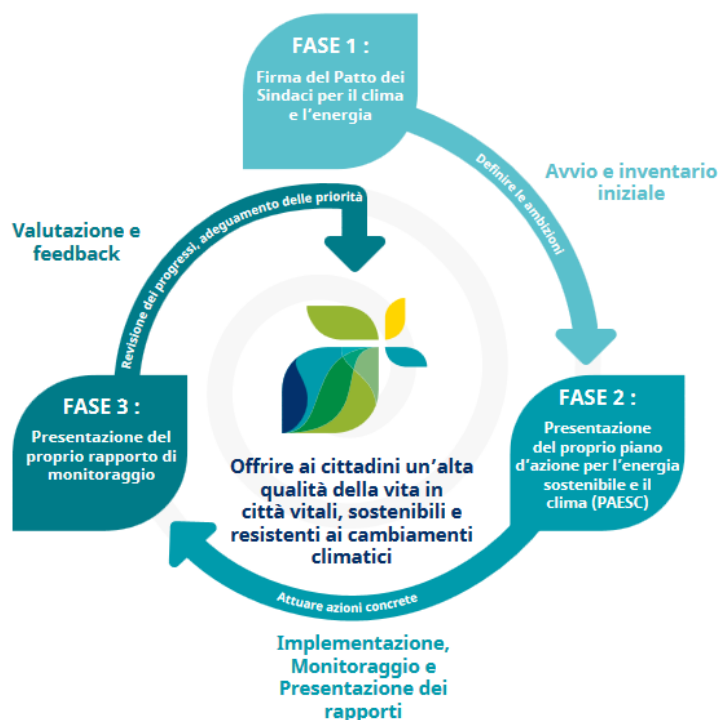
- l'inventario comunale dei consumi energetici e delle emissioni di CO<sub>2</sub> - BEI (inventario di riferimento) ed i successivi MEI (inventari di monitoraggio) ed il quadro dei rischi e delle vulnerabilità a cui è soggetto il territorio comunale;
- Piano di Azione per la decarbonizzazione (Mitigazione);
- Piano di Azione per l'Adattamento.

Di seguito si riporta lo schema presente nelle "Linee Guida per la stesura del PAESC" che restituisce le fasi principali del percorso di definizione dello stesso, che prevede tre passaggi:

- **Fase 1:** Firma del Patto dei Sindaci per il clima e l'energia e il clima;
- **Fase 2:** Entro due anni dalla adesione, l'invio del PAESC;
- **Fase 3:** Entro due anni dall'approvazione del PAESC, l'invio del "Report di Monitoraggio sulle azioni" ed entro quattro anni dall'approvazione del PAESC il "Resoconto Completo del Monitoraggio".



Figura 0-4: iter di approvazione del PAESC (fonte: linee guida per la stesura del PAESC)



### 0.1.1 Gli inventari di base (BEI) e di monitoraggio (MEI)

L'attività consiste nell'elaborazione del bilancio dei consumi per settore (terziario pubblico e privato, residenziale, illuminazione pubblica, attività produttive, agricoltura, trasporto pubblico, trasporto privato, con esclusione dei settori non di competenza comunale: industrie ETS e strade di attraversamento) e per vettore (gas naturale, gasolio, energia elettrica, ...).

Come da Linee Guida del patto dei Sindaci **si conferma come anno BEI il 2005** ovvero quello utilizzato dal PAES e dai successivi Monitoraggi: 2014, 2019 e 2020. Il PAESC inoltre prevede un **nuovo bilancio dei consumi ed emissivo (MEI) all'anno 2021** per monitorare l'andamento dei consumi dopo il 2020 fortemente caratterizzato dalla pandemia.

### 0.1.2 Il Piano di Azione per la Mitigazione

Questa fase consiste nell'elaborazione del Piano di Azione a partire dalle risultanze della precedente Baseline, dello scenario tendenziale, dell'obiettivo che è ragionevole porsi e sulla base delle intenzioni dell'Amministrazione Comunale.

Il Piano d'Azione sulla base dell'obiettivo di riduzione delle emissioni definito al punto precedente rispetto a quelle dell'anno di riferimento del BEI (2005) che, come già anticipato, dovrà essere il più ambizioso possibile per avvicinarsi alla neutralità climatica prevista da *Net Zero Cities*.

Il PAESC prevede strategie generali finalizzate alla razionalizzazione dei consumi energetici in ciascun comparto e successivamente alla produzione efficiente e rinnovabile; le strategie sono differenziate in efficientamento dell'esistente e minimizzazione dell'impatto della nuova edificazione e sono articolate in

azioni specifiche le quali sono approfondite in schede dedicate qualitative e quantitative. Per ciascuna azione attraverso il software CO<sub>20</sub>, è valutato oltre al beneficio in termini di riduzione delle emissioni ed il contributo all'obiettivo, la riduzione del consumo energetico, l'incremento di produzione di energia da FER, come per esempio nella previsione delle Comunità Energetiche Rinnovabili, il costo dell'azione per l'Amministrazione Comunale o per il privato ed il tempo di ritorno dell'investimento.

Deve essere data particolare enfasi all'approfondimento delle tematiche relative al settore pubblico ovvero patrimonio immobiliare pubblico, illuminazione pubblica, parco auto comunale e trasporti pubblici, dove gli Enti Locali, come il Comune di Bergamo, possono maggiormente incidere.

### **0.1.3 Il Piano d'Azione per l'Adattamento**

Per quanto riguarda l'obiettivo di adattamento ai cambiamenti climatici, il PAESC si pone come obiettivo generale la riduzione del rischio e l'ottimizzazione delle opportunità di adattamento per i territori interessati, che dispongono delle loro caratteristiche, capacità e vulnerabilità. Alla luce di una analisi di contesto e di rischio e vulnerabilità, vengono definiti obiettivi di adattamento e, sulla base degli stessi, azioni di adattamento ai cambiamenti climatici attuali e futuri. La valutazione del contesto, dei suoi fattori di resilienza e vulnerabilità si è basata sul confronto con i referenti e gli esperti locali, la consultazione di strati informativi documentali (tra cui piani e programmi comunali) e l'elaborazione di dati da fonti diverse (ISTAT, ISPRA, Agenzia delle Entrate, Ministero dell'Ambiente, Comune di Bergamo ed altri) effettuati all'interno della Strategia di Transizione Climatica "Cli.C. Bergamo!". Per la valutazione degli scenari climatici, ci si avvale delle informazioni disponibili attraverso il Piano Nazionale per l'Adattamento ai Cambiamenti Climatici, delle mappe di anomalia per diversi indicatori climatici prodotte dal Centro Euro-mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC) ed a livello di dettaglio comunale le analisi svolte dalla STC già citata.

Così come richiesto dal COMO analogamente al percorso di Mitigazione che prevede l'obiettivo quantitativo di riduzione delle emissioni di gas serra rispetto a quelle del BEI, anche l'Adattamento deve individuare obiettivi quali-quantitativi individuando poi quali azioni concorrano al suo raggiungimento, monitorandone poi nel tempo l'efficacia.

**Si sottolinea pertanto che la sezione del Piano di Adattamento fa riferimento in gran parte alla Strategia di transizione climatica del Comune di Bergamo approvata in Consiglio Comunale dell'8 novembre 2021.**

### **0.1.4 La Povertà energetica**

L'impegno dei firmatari europei definisce la visione secondo cui entro il 2050 vivremo tutti in città decarbonizzate e resilienti, con accesso a un'energia economica, sicura e sostenibile. In quanto appartenenti al movimento del Patto dei Sindaci europeo, i firmatari si assumono l'impegno di contrastare la povertà energetica come una delle principali misure per garantire una giusta transizione.

Il pilastro della povertà energetica nel quadro di riferimento per la rendicontazione e il monitoraggio del Patto europeo funge da strumento per la pianificazione e l'implementazione delle misure per la povertà energetica. È uno strumento flessibile che permette di soddisfare le diverse esigenze e circostanze locali dei firmatari. Il pilastro sulla povertà energetica del CoMo europeo è composto da: (i) obiettivo; (ii) valutazione; (iii) azioni. **Nella fase di stesura del presente PAESC si è in una fase di transizione (attiva fino al**

2024), durante la quale non vi è l'obbligo per i firmatari di approfondire questo pilastro. Nel presente PAESC si è comunque deciso di affrontarne alcuni elementi, funzionali a tratteggiare un primo quadro delle criticità e delle potenzialità del territorio in tale ambito.

## 0.2 FORMALIZZAZIONE DELL'ADESIONE AL PATTO DEI SINDACI PER IL CLIMA E L'ENERGIA

Il Comune di Bergamo ha **deliberato in Consiglio Comunale nel dicembre 2009** la sottoscrizione al Patto dei Sindaci e ha approvato nel giugno del 2011 il Piano d'azione per l'energia sostenibile (PAES). Successivamente ha svolto 3 monitoraggi del PAES (MEI 2014, MEI 2019 e MEI 2020) e con **Delibera di Consiglio Comunale del 8 novembre 2021** ha rinnovato l'adesione al Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia, impegnandosi a predisporre il PAESC per raggiungere l'obiettivo di:

- riduzione di almeno il 40% delle emissioni di CO<sub>2</sub> al 2030 rispetto all'inventario emissivo all'anno di riferimento (Baseline) in particolare mediante una migliore efficienza energetica e un maggiore impiego di fonti di energia rinnovabili;
- raggiungimento della neutralità climatica entro il 2050;
- accrescere la loro resilienza adattandosi agli effetti del cambiamento climatico;
- mettere in comune la loro visione, i loro risultati, la loro esperienza e il loro know-how con le altre autorità locali e regionali dell'UE e oltre i confini dell'Unione attraverso la cooperazione diretta e lo scambio inter pares, in particolare nell'ambito del patto globale dei sindaci.

Nello stesso Consiglio Comunale è stata approvata la **Strategia di transizione Climatica (STC)** finanziata da Fondazione Cariplo in cui è stata definita la visione territoriale per avviare la transizione climatica prevedendo una serie di azioni pilota co-finanziate sia da Fondazione Cariplo che da Regione Lombardia per avviare tale processo di trasformazione.

Il percorso di transizione energetica e climatica della città di Bergamo vede un ulteriore e significativo passo nella presentazione della propria candidatura al processo europeo **Net Zero Cities** risultata vincente insieme ad altre 8 città italiane. L'adesione a Net Zero Cities comporta per la Città di Bergamo l'impegno a raggiungere la decarbonizzazione del territorio al 2030.

In tal senso l'obiettivo della riduzione delle emissioni del 40% al 2030 rispetto al BEI 2005 nel presente PAESC è stato rivisto al rialzo e posto pari ad una **riduzione emissiva di almeno il 55% al 2030**.



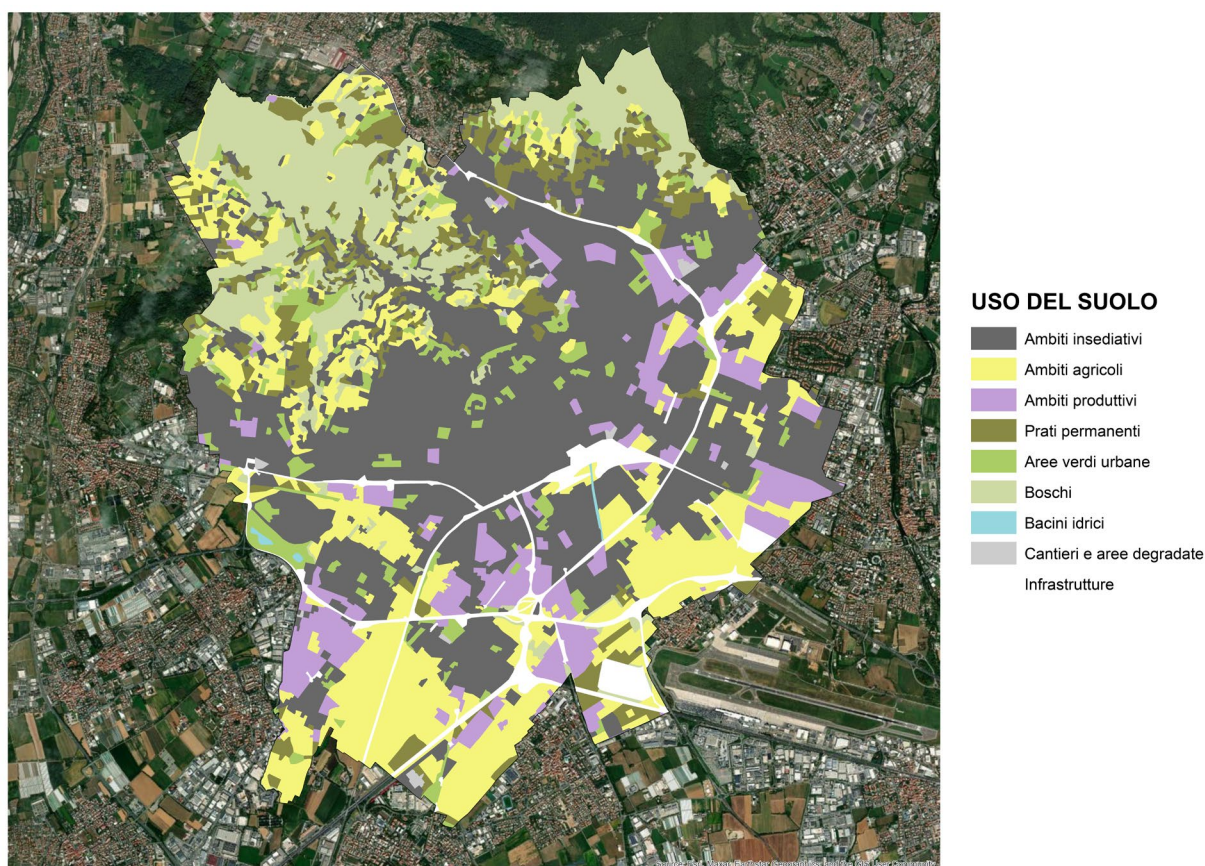
# 1. QUADRO CONOSCITIVO di CONTESTO

## 1.1 INFRASTRUTTURE ANTROPICHE e NATURALI COMUNALI

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.

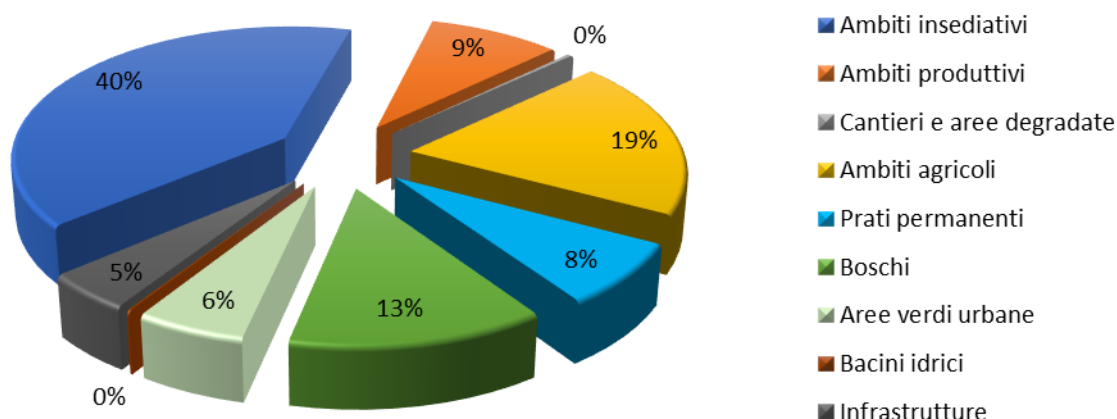
L'abitato di Bergamo è suddiviso in due parti distinte, la «Città Bassa» e la «Città Alta»; quest'ultima è posta in posizione più elevata e ospita la maggioranza dei monumenti più significativi, mentre la Città Bassa, benché sia anch'essa di antica origine e conservi i suoi nuclei storici, è stata resa 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 1-1: Territorio del Comune di Bergamo (Fonte: DUSAF)*



La Città di **Bergamo** è caratterizzata principalmente dalla presenza degli ambiti insediativi che occupano circa il 49% del suolo complessivo, di cui il 9% sono gli ambiti produttivi. Segue l'ambito agricolo costituito dal 19%, il 13% destinato a boschi, l'8% adibito a prati permanenti e il restante 6% ad aree verdi urbane. Il restante 5% del territorio è occupato dalle infrastrutture.

*Figura 1-2: Destinazioni d'uso prevalenti del territorio del Comune di Bergamo (Fonte: DUSAF)*



### 1.1.1 Il sistema insediativo

Il tessuto insediativo della Città di Bergamo si compone di elementi insediativi di elevato pregio definiti dalle varie fasi di evoluzione e crescita dell'edificato. In massima sintesi è possibile leggere il territorio come una Città Storica antica e moderna (fonte PGT):

- 1) Area storica principale, denominata "Città Alta", di impianto medioevale, prevalentemente localizzata all'interno della cerchia delle mura venete, ad eccezione dell'ambito di Borgo Canale, che, pur rappresentando un nucleo esterno alla cerchia, risulta strettamente connesso al sistema della città antica e dai suoi ambiti complementari; costituendone pertanto parte integrante;
- 2) Ambito dei cinque borghi storici immediatamente esterni alla cinta muraria, localizzati lungo le radiali di accesso alla città antica e riconoscibili per impianto morfo-tipologico e per caratteristiche storiche, architettoniche e ambientali di pregio;
- 3) Tessuti otto-novecenteschi della Città Bassa, distinguibili per i loro caratteri di rilievo storico e architettonico, riferibili non solo alle caratteristiche tipologiche, ma anche alle loro relazioni con l'intorno urbano e gli assi viari;
- 4) Centro cittadino, riconoscibile dall'impianto urbanistico unitario risalente ai primi trent'anni del Novecento e realizzato nella sua configurazione attuale attraverso interventi urbanistici, progetti urbani e singole nuove realizzazioni, prevalentemente destinati ad accogliere funzioni pubbliche ad opera di nomi autorevoli, tra cui Marcello Piacentini, Luigi Angelini, Alziro Bergonzo, Giovanni Muzio, Enrico Sesti, Angiolo Mazzoni ed altri;
- 5) Edifici moderni e contemporanei, singoli o parti di impianti complessi, realizzati a partire dagli anni Trenta e che comprendono esempi di architettura pubblica e/o privata di pregio, riconducibili al movimento razionalista e/o relativi a edilizia popolare degli anni '60-'70;



- 6) Fronti storici e dai nuclei storici periferici, comprendenti i fronti lungo gli assi storici principali e i tessuti storici marginali esterni alla città centrale, di matrice rurale e corrispondenti ai centri storici dei nuclei urbani minori annessi in seguito ai processi di espansione della città consolidata;
- 7) Singole emergenze storico-architettoniche di pregio, individuate come edifici speciali da sottoporre a indicazioni di tutela in quanto soggetti a vincolo ai sensi del D. Lgs. 42/2004 già inseriti nell'Inventario dei Beni Culturali isolati e/o segnalati dal PGT.

Tali tessuti sono distinti nelle seguenti tipologie (Fonte: PGT):

- ✔ tipologie insediative con impianto chiuso o semi-aperto, che includono Tessuti a prevalente destinazione residenziale, spesso integrata con usi terziari, direzionali e commerciali, caratterizzati da un edificato di tipo intensivo, con altezze superiori ai cinque piani e riconoscibile per una morfologia di impianto tendenzialmente chiusa o semi-aperta, con fronti edilizi lungo strada di tipo lineare e compatto, privi di soluzioni di continuità;
- ✔ tipologie insediative con impianto aperto o libero, che includono Tessuti residenziali a densità fondiaria variabile, da bassa ad alta nei quali l'elemento uniformante è rappresentato dall'impianto morfologico di tipo aperto, libero, caratterizzato da localizzazione degli insediamenti e dei manufatti edilizi prevalentemente al centro dei lotti o comunque in posizione arretrata rispetto al fronte stradale. A seconda delle tipologie architettoniche, dalla torre, alla linea alla palazzina o al blocco, fino alla villa mono e bifamiliare, tale tipologia di tessuto ricomprende la più ampia varietà di tessuti urbani realizzati dal dopoguerra ad oggi;
- ✔ tipologie insediative a impianto unitario, che includono da Tessuti formati attraverso interventi unitari riconducibili ad un disegno urbanistico generale omogeneo ed autonomo rispetto alla griglia urbana, spesso con presenza di spazi, pubblici e/o privati con evidenti e riconoscibili soluzioni urbanistiche di tipo organico;
- ✔ tipologie di tessuti con presenza di attività miste o polifunzionali, che includono Tessuti generati attraverso la stratificazione progressiva sostituzione funzionale e/o edilizia, la cui conformazione risulta caratterizzata da tipologie non uniformi, estrema frammistione di funzioni e assenza di una funzione dominante. Hanno densità e caratteri morfologici variabili.

### **1.1.2 Il sistema della mobilità**

La città è attraversata dall'Autostrada A4, che la collega a Milano e Brescia. Bergamo è circondata su tre lati (ovest, sud ed est) da un sistema di strade tangenziali, collegato all'autostrada, da cui partono le strade provinciali e statali dirette verso le valli e verso i capoluoghi delle province confinanti. La principale via di comunicazione tra la Val Brembana, il capoluogo orobico e il settore orientale della provincia è la Tangenziale Sud di Bergamo. Altre importanti infrastrutture stradali del capoluogo sono la tangenziale ovest, la tangenziale est, la circonvallazione e l'asse interurbano.

Il "Rondò delle Valli", altro nome del Largo Decorati al Valor Civile, è una rotatoria importante nel sistema viabilistico della città. Situato a nord-est, collega le strade statali e provinciali delle valli Seriana e Brembana con la circonvallazione che si snoda a sud del capoluogo, nonché con il centro cittadino.

Il territorio inoltre ha una rete di infrastrutture sui binari: Ferrovie e tranvie. La stazione di Bergamo è servita da treni regionali operati da Trenord nell'ambito del contratto di servizio stipulato con la Regione

Lombardia e collegamenti a lunga percorrenza svolti da Trenitalia. Dalla Stazione di Bergamo partono inoltre treni Frecciarossa e Frecciargento verso la stazione di Roma Termini. Dal 2019 Italo Treno ha inaugurato una nuova linea che collega la città di Bergamo alla stazione di Roma Termini e successivamente a Napoli Centrale passando per: Stazione di Brescia, Verona Porta Nuova, Bologna Centrale, Firenze Campo di Marte, Roma Termini, Napoli Centrale.

Bergamo è inoltre servita da un'altra stazione minore chiamata Stazione di Bergamo Ospedale.

Nelle adiacenze della Stazione di Bergamo ha capolinea la tranvia Bergamo-Albino, inaugurata nel 2009. Questa tranvia, chiamata T1, è l'unica linea di tram presente in città e collega la città di Bergamo alla Val Seriana. La società che gestisce la tranvia è la Tramvie Elettriche Bergamasche, posseduta per il 55% da ATB (azienda trasporti Bergamo).

A breve distanza fuori dai confini comunali è presente l'aeroporto di Bergamo-Orio al Serio, da cui partono frequenti collegamenti con numerose città d'Italia e d'Europa. Dal 2015 è il terzo scalo italiano, dopo Roma-Fiumicino e Milano-Malpensa.

Il trasporto pubblico urbano è gestito da Azienda Trasporti Bergamo mediante una rete costituita da:

- ✔ 13 linee di autobus che collegano le varie zone della città e i comuni circostanti;
- ✔ Tram delle Valli, che collega Bergamo alla Val Seriana;
- ✔ Funicolare di Bergamo Alta, che collega la città bassa (viale Vittorio Emanuele II) con quella alta (piazza Mercato delle Scarpe);
- ✔ Funicolare di Bergamo-San Vigilio, che unisce la città alta (porta Sant'Alessandro) con il colle di San Vigilio.

Altre aziende (Locatelli, SAB) costituiscono il consorzio Bergamo Trasporti, che gestisce il collegamento con i comuni della provincia che non vengono raggiunti dal servizio di trasporto pubblico.

### **1.1.3 Il sistema delle reti: TLR, rete gas e rete energia elettrica, fognatura**

Le reti tecnologiche presenti sul territorio del Comune di Bergamo (fonte PUGSS vigente):

- ✔ Gas metano A2A RETI GAS SPA (Gruppo A2A);
- ✔ Acqua potabile; BAS-SII (Gruppo A2A);
- ✔ Fognatura BAS-SII (Gruppo A2A);
- ✔ Pubblica illuminazione A2A RETI ELETTRICHE SPA (Gruppo A2A);
- ✔ Teleriscaldamento A2A CALORE & SERVIZI (Gruppo A2A);
- ✔ Energia elettrica di distribuzione ENEL;
- ✔ Altre reti di Energia elettrica TERNA, ITALCEMENTI, APRICA SPA (Gruppo A2A);
- ✔ Altre reti gas SNAM, THUGA, SIAD.

La **fornitura di gas metano** per il comune di Bergamo viene eseguita da SNAM presso tre Cabine di Riduzione e Misura Iniziale, (REMI) poste nelle vie Zanica, Madonna Dei Campi e Tremana. Queste tre cabine dopo aver eseguito una prima riduzione della pressione del gas, alimentano le condotte interrato di media pressione formanti un anello che corre intorno alla città.



**La rete idrica** che si sviluppa sul territorio del comune di Bergamo ha una consistenza di circa 370 km. La fornitura di acqua potabile alla rete idrica del Comune di Bergamo avviene tramite le condotte di adduzione derivate dalle sorgenti denominate Nossana, Costone poste in Valle Seriana e la sorgente di Algua situata nell'omonimo comune in Valle Brembana. Sul territorio del Comune di Bergamo sono poi ubicati serbatoi con funzione di accumulo e compenso, tra i più importanti si citano i serbatoi denominati "Calvarola" e "Sant'Agostino". Quest'ultimo dispone di una stazione di sollevamento che tramite turbine mosse dalla forza dell'acqua in arrivo, adducono acqua ai serbatoi denominati Castagneta, Bastia e Rocca che alimentano la rete idrica di Città Alta.

Parte dell'energia idraulica viene anche utilizzata per una piccola produzione di energia elettrica. Sul territorio del Comune di Bergamo sono inoltre presenti altri serbatoi minori che soddisfano le necessità di compenso dei consumi di zone specifiche.

**La rete di fognatura** sul territorio del comune di Bergamo ha uno sviluppo di circa 278 km. ed è quasi esclusivamente di tipo misto, con funzionamento a gravità. Le acque di fognatura vengono raccolte tramite una rete con tre collettori principali, le acque nere vengono convogliate all'impianto di depurazione di via Goltara, mentre le acque meteoriche vengono scaricate tramite sfioratori di piena nei corsi d'acqua superficiali. L'unica rete che conferisce all'impianto di depurazione acque di fognatura tramite impianto di sollevamento è quella relativa alla zona di via Grumello a sud dell'impianto di depurazione. Nella rete di fognatura pubblica del Comune di Bergamo vengono immesse le acque nere di alcuni Comuni confinanti che sono: Ponteranica (in parte), Torre Boldone, Gorle, Mozzo (in parte). La rete di fognatura pubblica del Comune di Bergamo della zona compresa tra la via Sombreno e via Fontana conferisce le acque di fognatura al depuratore del Comune di Valbrembo.

**Il sistema di teleriscaldamento** si compone di una rete di trasporto e di una o più centrali di produzione del calore, messi entrambi al servizio contemporaneamente di più edifici. Le centrali di teleriscaldamento possono utilizzare tecnologie cogenerative e/o fonti rinnovabili. Ad oggi, le centrali di produzione del calore in esercizio sono:

- ✔ Centrale di produzione in cogenerazione di Via Carnovali e Centrale di produzione semplice di P.zza Cavour, a servizio della zona del centro città;
- ✔ Centrale di produzione in cogenerazione di Via Goltara, a servizio della zona ovest;
- ✔ Centrale di produzione semplice delle Piscine Italcementi, a servizio della zona nord-ovest della città, ed in particolare dell'utenza ospedaliera "Casa di Cura S. Francesco";
- ✔ Centrale di produzione semplice del Q.re Monterosso, a servizio del quartiere ALER di Monterosso.

La rete di teleriscaldamento realizzata sul territorio del Comune di Bergamo ha uno sviluppo di circa 27 km. A questa rete si è aggiunto quella esistente al quartiere Monterosso, realizzata negli anni 70 per fornire il servizio agli edifici del quartiere Aler.

Le reti di energia elettrica esistenti sul territorio del comune di Bergamo sono quelle gestite da Enel per la distribuzione e di Terna per il trasporto. Le reti di energia elettrica di distribuzione, gestite da Enel sono realizzate con cavidotti di tipo interrato o aereo.

#### 1.1.4 Il sistema ambientale: biodiversità ed aree naturali

Il Sistema Ambientale del territorio di Bergamo (fonte: PGT) si compone dei seguenti Ambiti:

- ✔ Ambiti di valore paesaggistico-ambientale;
- ✔ Ambiti di valore agronomico-ambientale;
- ✔ Ambiti di valore ecologico-ambientale.

Gli **Ambiti di valore paesaggistico-ambientale** individuano le parti di territorio che compongono il sistema della rete ecologica comunale connesso con quello di scala provinciale. I principali ecosistemi di riferimento sono costituiti da insiemi di tessere di vegetazione naturale (di varia estensione) sparse in aree coltivate di varia natura. Gli elementi costitutivi sono:

- ✔ aree sorgenti (Parco dei Colli, PLIS);
- ✔ trama minore della rete ecologica (filari, siepi arborate, fasce ripariali, corsi d'acqua);
- ✔ corridoi strategici di connessione e penetrazione ecologica.

Gli **Ambiti di valore agronomico-ambientale** sono nel PGT le aree destinate all'agricoltura che hanno un ruolo strategico per il territorio in quanto devono assicurare un coerente disegno pianificatorio, anche sotto l'aspetto della sostenibilità complessiva della programmazione territoriale comunale. L'individuazione delle aree agricole deve essere orientata in generale a:

- ✔ preservare suoli a più elevato valore agroforestale;
- ✔ favorire la continuità anche a livello intercomunale dei sistemi agroforestali, in relazione al mantenimento o alla costituzione di corridoi ecologici, evitando le saldature tra urbanizzati esistenti;
- ✔ evitare ulteriori frammentazioni dello spazio rurale, prestando la massima attenzione al disegno delle infrastrutture;
- ✔ compattare i sistemi urbani, combattendo la dispersione delle superfici urbanizzate.

Infine gli **Ambiti di valore ecologico-ambientale** sono costituiti dal sistema delle aree verdi urbane (parchi e giardini pubblici o di uso pubblico) e delle aree di valore ecologico, riconosciute quali importanti elementi di riequilibrio ambientale rispetto alla impermeabilizzazione del suolo fortemente urbanizzato. Sono aree caratterizzate da un consolidato equilibrio ecologico-ambientale e dotate di accettabili livelli di stabilità interna. Sono articolati nei seguenti Sistemi: sistema delle aree verdi pubbliche e il sistema delle aree di valore ecologico-ambientale.

#### 1.1.5 Il sistema idrico

Il principale corso d'acqua della città è il torrente Morla che scorre con andamento sinusoidale e per lunghi tratti interrato al di sotto di strade e parcheggi, in seguito all'imponente opera di cementificazione alla quale è stata sottoposta la città nella seconda metà del XX secolo. Tra i suoi tributari vi è il Tremana, anch'esso quasi totalmente canalizzato, che nasce dalla Maresana e si gonfia d'acqua solo occasionalmente dopo abbondanti piogge.

Inoltre la città è attraversata longitudinalmente da un sistema di rogge che vi porta le acque del fiume Serio a fini di irrigazione e, un tempo, per azionare mulini e filatoi. Tra le principali vi sono la Roggia Serio e la

Roggia Morlana, ma degne di nota sono anche la Roggia Guidana, la Roggia Nuova, la Roggia Curna e la Roggia Colleonesca.

## 1.2 DETERMINANTI per la MITIGAZIONE e l'ADATTAMENTO

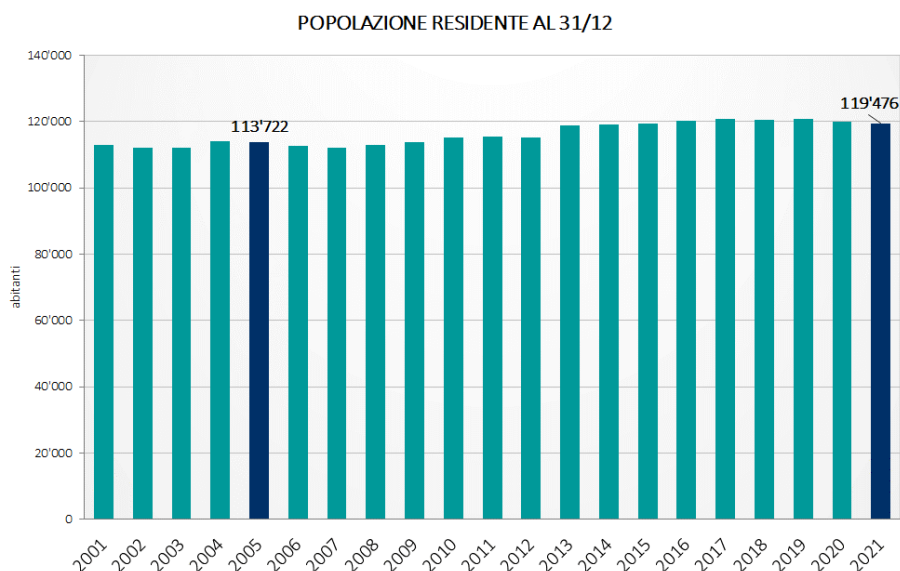
Nel paragrafo si restituisce il quadro dei principali elementi socio- demografici caratterizzanti il territorio della Città di Bergamo che si relazionano con le tematiche di mitigazione e l'adattamento

In primis è riportata l'analisi della popolazione e poi dei principali settori (civile, industria e trasporti). Questa analisi consente di avere gli elementi chiave per la stima dei consumi e delle emissioni CO<sub>2</sub> al 2030 e a individuare le aree potenzialmente più significative, critiche e fragili ai fini del PAESC. Si farà riferimento anche alla sezione dedicata nella STC di Bergamo, che è stata aggiornata con l'aggiunta dei dati dell'anno 2021.

### 1.2.1 La popolazione

Nella figura successiva si riporta l'andamento della popolazione residente nel Comune di Bergamo tra gli anni 2001 e 2021. Analizzando l'intero periodo si registra una crescita della popolazione pari al 5.8%, facendo invece riferimento agli anni BEI (2005) e MEI (2021) l'incremento è pari al 5.1% con un tasso di crescita annuo che si attesta a + 0.32%.

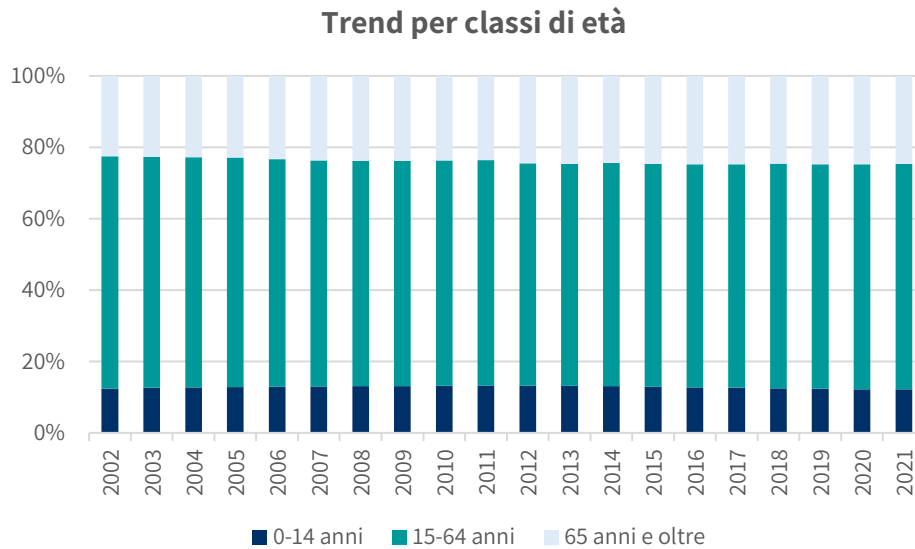
**Figura 1-3: popolazione residente nel Comune di Bergamo nel periodo 2001-2021, in evidenza l'anno BEI (2005) e l'anno MEI (2021) (fonte: Istat)**



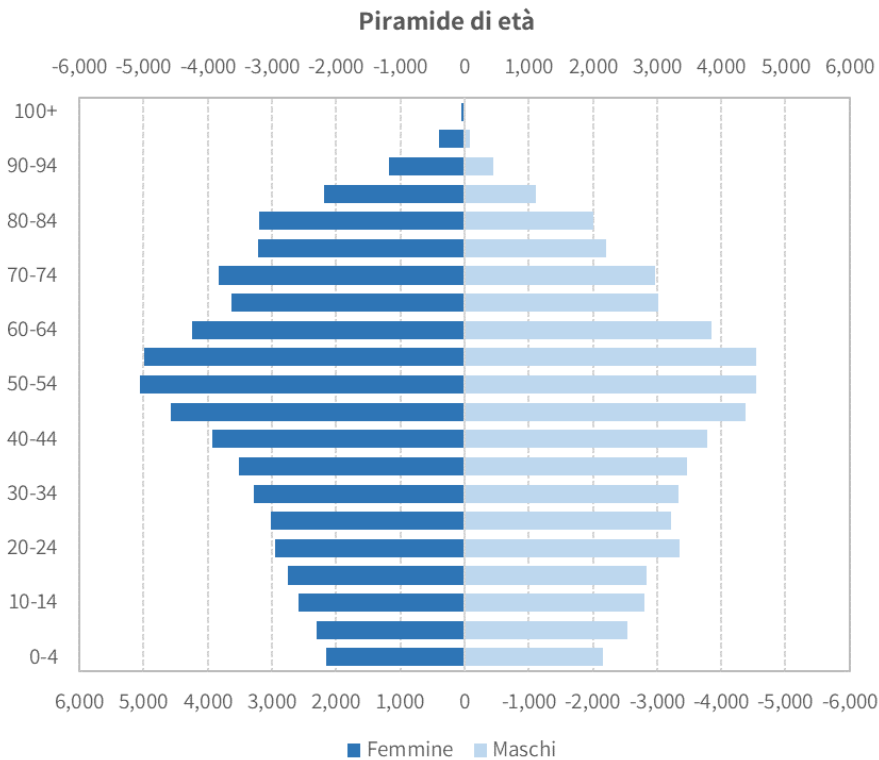
Il CAGR (Compound Annual Growth Rate) è invece pari a +0.31% per l'intero periodo. Dopo un periodo di crescita tra il 2007 e il 2017 la popolazione negli ultimi anni fa registrare un lieve calo (-1.2% tra il 2017 e il 2021).

Si riporta nella figura a seguire la suddivisione in tre fasce di età: bambini (0-14 anni), adulti (15-64 anni) e anziani (65 anni e oltre) della popolazione del comune di Bergamo. Si evidenzia come la fascia oltre ai 65 anni più vulnerabile rispetto agli eventi climatici estremi è in crescita negli ultimi 20 anni.

**Figura 1-4: età della popolazione raggruppata in tre fasce, dati dal 2002 al 2021 (fonte: Istat ed elaborazioni del settore informatica, innovazione e statistica del Comune)**



**Figura 1-5: piramide di età per sesso del Comune di Bergamo, dati del 2021 (fonte: Istat)**



Nella figura precedente è riportata la piramide d'età della città di Bergamo nell'anno 2021. Si nota un evidente sbilanciamento tra la classe più numerosa (50-54 anni) e la prima classe (0-4 anni), pari a più del doppio, che evidenzia bene l'invecchiamento in corso della popolazione bergamasca che, negli anni a venire potrebbe risultare più vulnerabile di fronte agli impatti dovuti al Cambiamento Climatico (es. innalzamento delle temperature e ondate di calore).

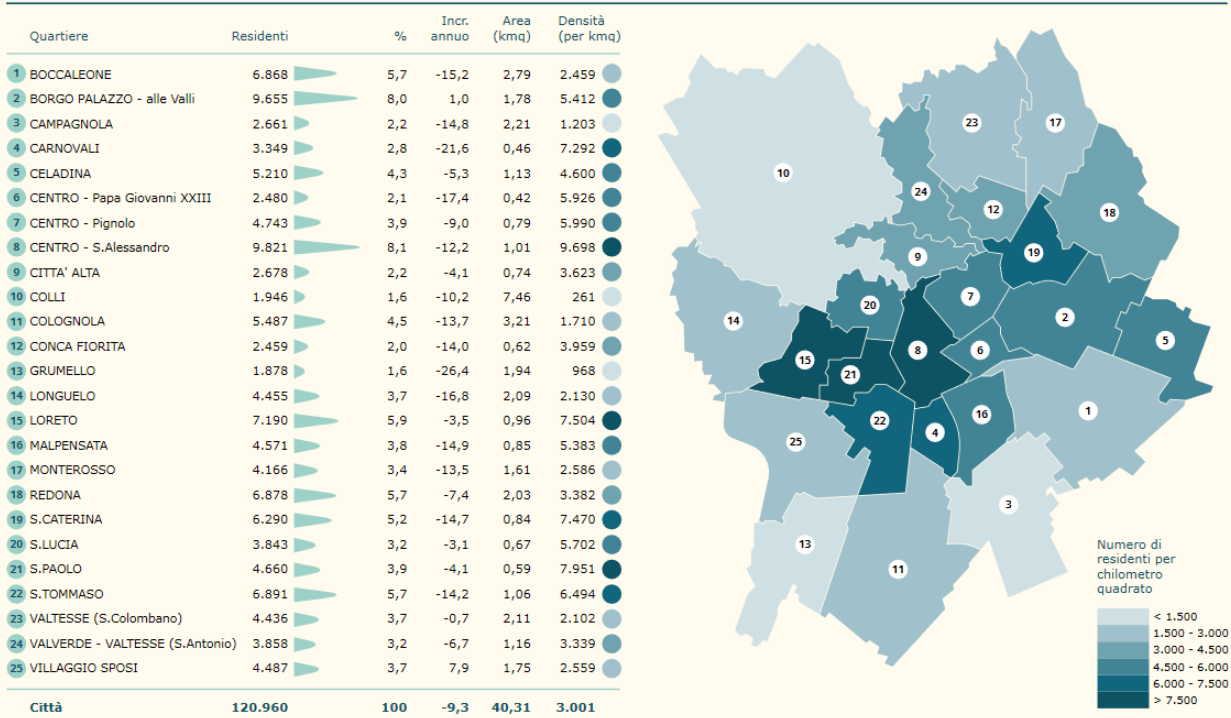
Un ulteriore dato interessante riguarda la distribuzione della popolazione per quartiere rappresentata nella figura a seguire che evidenzia i seguenti aspetti:

- ✔ i quartieri a maggiore densità demografica sono Centro (S. Alessandro), S. Caterina, S. Paolo e Loreto con una densità di popolazione superiore a 7.500 ab/km<sup>2</sup> (nel quartiere Centro – S. Alessandro si arriva a sfiorare i 10.000 ab/km<sup>2</sup>);
- ✔ in posizione intermedia con densità medio alte (complessivamente comprese tra 4.500 e 7.500 ab/km<sup>2</sup>) si trovano i quartieri S. Tommaso, Carnovali, Centro – Pignolo, Centro – Papa Giovanni XXIII, S. Lucia, Malpensata, Borgo Palazzo e Celadina;
- ✔ con densità medio basse si evidenziano i quartieri di Longuelo, Villaggio Sposi, Colognola, Boccaleone, Città Alta, Valverde – Valtesse, Conca Fiorita, Monterosso e Redona;
- ✔ la densità demografica minore si rileva, infine, nei quartieri Colli, Grumello e Campagnola.

Figura 1-6: Comune di Bergamo, Servizio Sistema Informativo (fonte: Statistiche demografiche 2020)

## Distribuzione della popolazione per quartiere

al 1 gennaio 2021



### 1.2.2 Gli edifici e gli impianti

Nella tabella che segue si analizza il patrimonio edilizio 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 del 2011, proiettati al 2019, ultimo anno disponibile.

Dalle elaborazioni svolte e mostrate in Tabella 1-1 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 31% degli edifici presenti a Bergamo sono stati costruiti prima del 1946, mentre il 28% tra il 1961 e il 1980. In epoca più recente, tra il 2001 e il 2019 sono stati costruiti il 12% circa degli edifici.

**Tabella 1-1: numero di edifici e abitazioni per tipologia ed epoca costruttiva presenti nel comune di Bergamo proiettati al 2019 (fonte: ISTAT – nostra elaborazione)**

ABITAZIONI										EDIFICI	
Numero di piani dell'edificio	Epoca di costruzione							TOTALE	Totale [%]	TOTALE	Totale [%]
	Fino al 1945	Dal 1946 al 1960	Dal 1961 al 1980	Dal 1981 al 1990	Dal 1991 al 2000	Dal 2001 al 2010	Dal 2011 al 2019				
Pari o inferiore a 2	2'864	1'801	4'735	1'474	985	909	1'680	14'448	21.1%	3'279	34.8%
Superiore a 2	10'679	6'717	17'659	5'496	3'673	3'391	6'267	53'882	78.9%	6'150	65.2%
TOTALE	13'543	8'518	22'394	6'970	4'658	4'300	7'947	68'330		9'429	
Totale [%]	19.8%	12.5%	32.8%	10.2%	6.8%	6.3%	11.6%				

EDIFICI	TOTALE	2'913	1'648	2'649	713	355	404	747	9'429
	Totale [%]	30.9%	17.5%	28.1%	7.6%	3.8%	4.3%	7.9%	

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 1961 e il 1980 con il 33% delle abitazioni totali, seguono quelle antecedenti al 1946 con il 20%. L'incidenza delle abitazioni costruite tra il 2001 e il 2019 è pari al 18%.

Analizzando il dato relativo al numero medio di abitazioni per edificio, è infatti possibile riscontrare che negli edifici costruiti tra il 2001 e il 2010 sono presenti in media circa 10 abitazioni per edificio, 12 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. In generale il numero di abitazioni per edificio a Bergamo è superiore a 7.

Relativamente alla disponibilità di servizi (Tabella 1-2) 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 1-2: Numero di abitazioni per disponibilità di servizi nel Comune di Bergamo al 2011 (Fonte: ISTAT)**

ABITAZIONI OCCUPATE RISCALDATE			
Anno	Da impianto autonomo	Da impianto centralizzato	TOTALE *
2011	28'095	23'739	51'834
Totale [%]	54.2%	45.8%	100.0%

ABITAZIONI OCCUPATE CON ACQUA CALDA SANITARIA			
Anno	Impianto unico (riscald. + acs)	Impianto acs separato **	TOTALE
2011	35'537	16'521	52'058
Totale [%]	68.3%	31.7%	100.0%

\*: totale delle abitazioni occupate riscaldate da impianti fissi.

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

In base all'aggiornamento del censimento Istat al 2019 si individua che sono presenti sul territorio di Bergamo oltre 41'000 impianti di riscaldamento di cui circa l'11% risulta essere centralizzato.

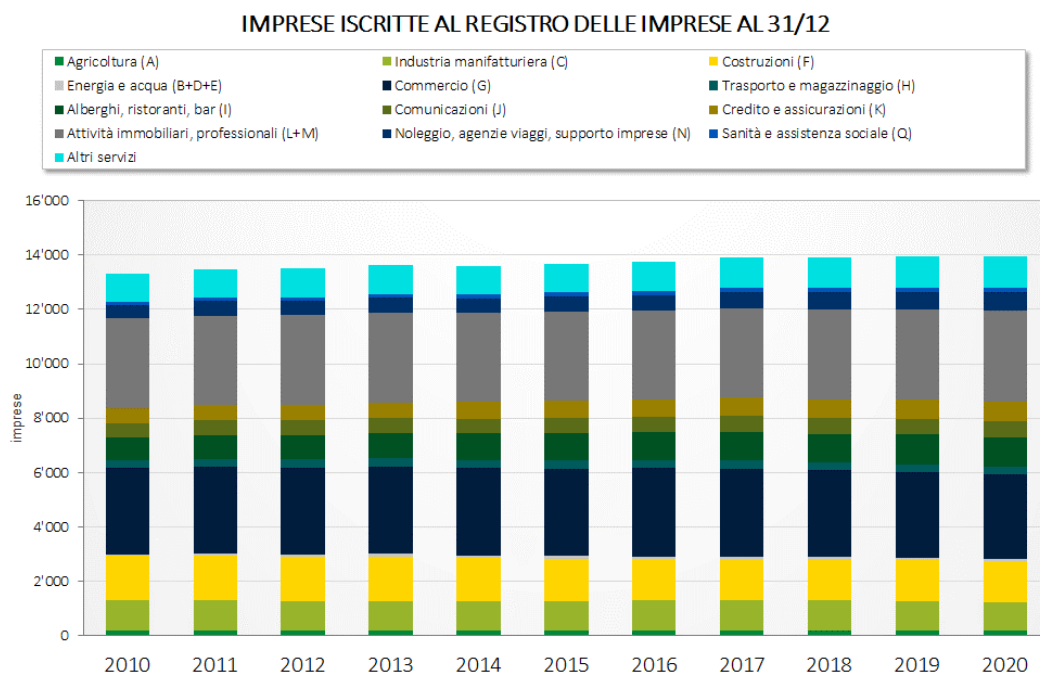
**Tabella 1-3: Stima del numero di impianti di riscaldamento fissi per tipologia nel Comune di Bergamo al 2019 (Fonte: Istat)**

IMPIANTI DI RISCALDAMENTO STIMATI*			
Anno	Autonomi	Centralizzati	TOTALE
2019	37'036	4'499	41'536
Totale [%]	89.2%	10.8%	100.0%

\*: calcolati sul totale delle abitazioni occupate e non occupate censite al 2019

### 1.2.3 Gli addetti e attività terziarie-industriali ed agricole

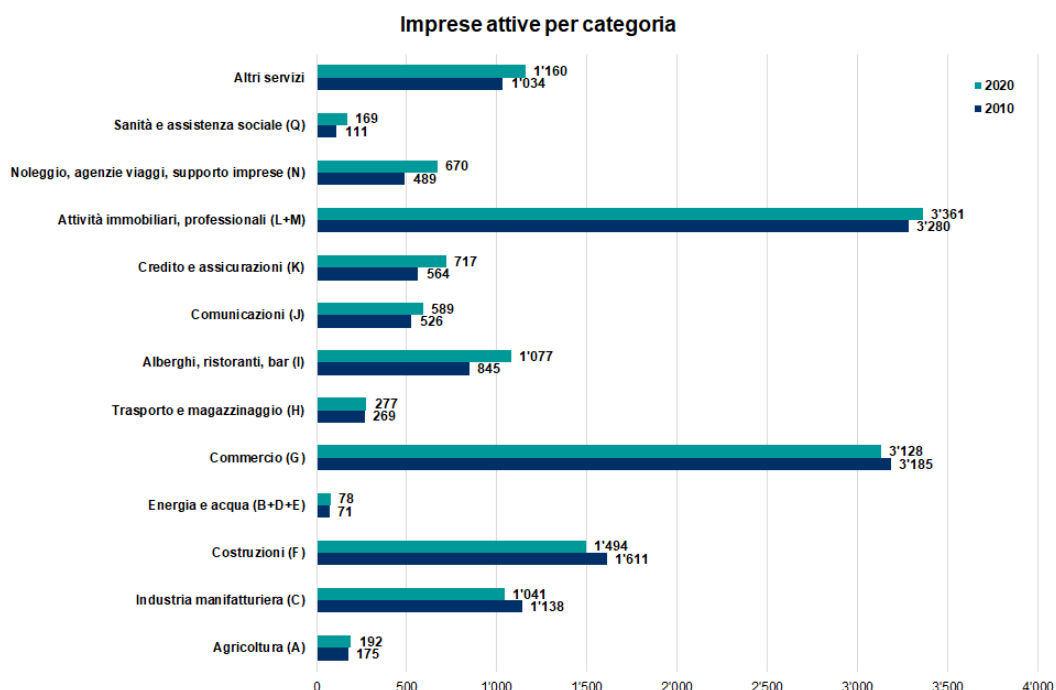
Negli anni tra il 2010 e il 2020 la dinamica delle imprese attive a Bergamo è quella che si può notare nella figura a seguire che restituisce una situazione di incremento costante tra il 2010 e il 2020, in totale il numero di imprese cresce del 4.9% passando da 13'298 a 13'953.

**Figura 1-7: imprese attive nel comune di Bergamo dal 2010 al 2020 (fonte: Registro Statistico delle Imprese Attive, nostra elaborazione)**




Nel 2010 nel territorio di Bergamo le imprese attive erano 13'298 con una prevalenza di attività immobiliari e professionali (25%); confermata anche nel 2020 la tipologia di impresa più rappresentata è quella delle attività immobiliari e professionali con il 24% seguita dal commercio con il 22%, distaccate dalle imprese di costruzioni che si attestano al terzo posto con circa l'11%.

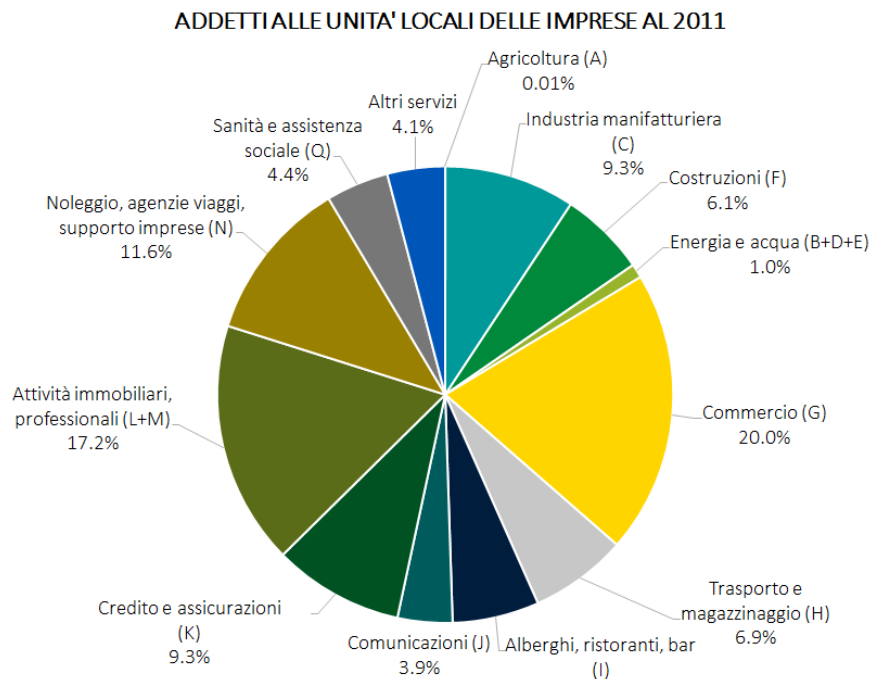
**Figura 1-8: imprese attive per tipologia nel comune di Bergamo al 2010 e al 2020 (fonte: Registro Statistico delle Imprese Attive, nostra elaborazione)**



Confrontando i dati tra il 2010 e il 2020 si nota un incremento del 4.9% nel numero totale di imprese che salgono a 13'953, ovvero 655 in più. In termini percentuali le imprese della Sanità e dell'assistenza sociale sono aumentate del 45%, le attività di noleggio, agenzie viaggi, supporto imprese sono aumentate del 31%, quelle di credito e assicurazioni e quelle del settore alberghiero e della ristorazione entrambe del 21%. Sono diminuite, invece, in modo significativo (-13%) le imprese manifatturiere e quelle delle costruzioni (-12%).

Nella figura seguente si rappresentano gli addetti suddivisi per categoria nel comune di Bergamo. I dati sono relativi al censimento Istat del 2011 (ultimi dati disponibili). Si può notare come circa il 20% del totale degli addetti sia impiegato nel commercio (11'433), settore con maggior numero di addetti, seguito da quelli delle attività immobiliari e professionali con 9'835 addetti (17%) e a seguire quelle di noleggio, agenzie di viaggio e supporto alle imprese con 6'605 addetti (12%). Nel 2011, gli addetti delle diverse categorie rappresentano complessivamente il 49% della popolazione di Bergamo, da questo dato emerge come il comune sia un polo attrattore dal punto di vista del lavoro.

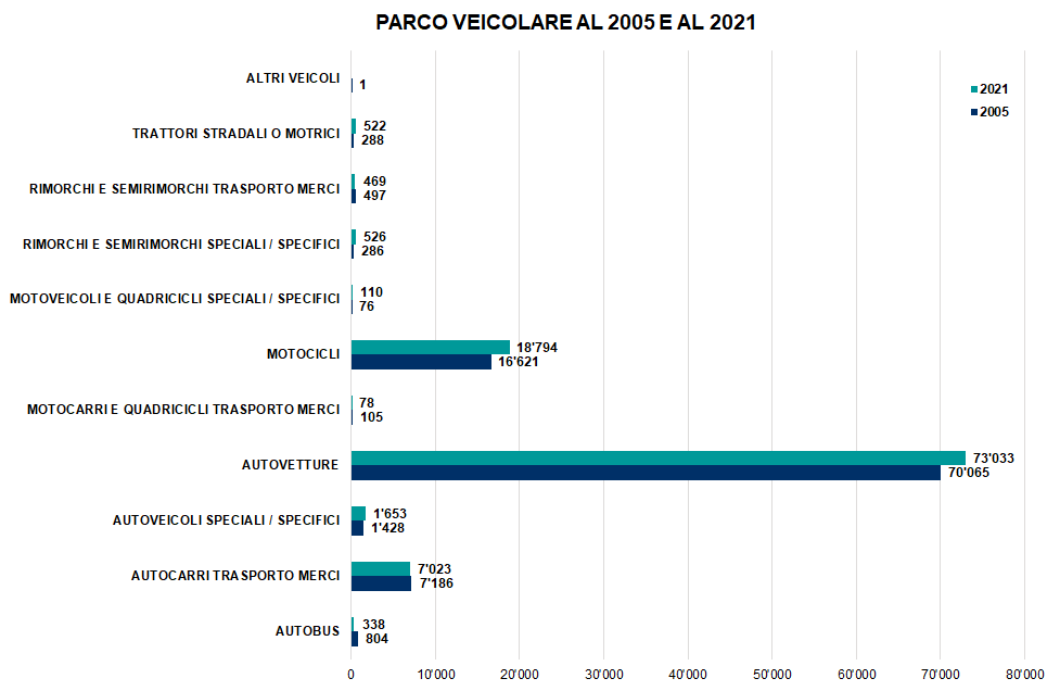
**Figura 1-9: addetti per categoria nel comune di Bergamo, dati del 2011 (fonte: Istat)**



#### 1.2.4 Il parco veicolare

In Figura 1-10 si mostra il parco veicolare immatricolato per categoria nel comune di Bergamo e la sua composizione al 2005, anno BEI, e al 2021 per valutarne l'evoluzione. Dal grafico si evince un incremento del parco veicolare circolante, si passa da 97'357 a 102'546 veicoli con un incremento del 5% (in coerenza con la crescita della popolazione). Analizzando le diverse categorie di veicoli si nota come per il 2005, la categoria più rappresentativa sia quella delle autovetture, il 71% dei veicoli totali, seguono i motocicli con il 17%; nel 2021 le autovetture sono sempre la categoria più rappresentativa con il 71% seguita dai motocicli che salgono al 18%. Il numero di veicoli procapite al 2005 (0.62) era leggermente superiore al valore provinciale (0.61) e in linea con quello regionale (0.62), al 2021 il valore su scala comunale si attesta a 0.61 veicoli/abitante, a livello provinciale si registra un incremento (0.63 veicoli/abitante) così come a livello regionale.

Figura 1-10: parco veicolare per categoria nel comune di Bergamo, dati al 2005 e al 2021 (fonte: ACI)



Analizzando i dati disponibili relativi al numero di autovetture e veicoli commerciali (leggeri e pesanti) per classe di omologazione (vedi Figura 1-11), è possibile osservare come sia cambiato in 15 anni il parco veicoli nella città di Bergamo. In particolare, per quanto riguarda le autovetture, tra il 2005 e il 2021 si osserva una drastica riduzione del numero di veicoli appartenenti alle classi Euro 2 e 3, un dimezzamento dei veicoli Euro 1 e 4 ed un calo più contenuto di quelli Euro 0 (si tratta ormai di auto storiche); si registra invece la comparsa dei veicoli Euro 6 e un deciso incremento di quelli Euro 5. Nel 2021 il 56% del parco auto circolante a Bergamo appartiene alle classi Euro 5 ed Euro 6.

Per quanto riguarda i veicoli commerciali si nota un lieve incremento del numero totale di veicoli, come si può vedere dal grafico, nel 2021 si registra in complesso il dimezzamento dei veicoli di classe Euro 0, 1, 2, 3 e 4; si nota l'introduzione dei veicoli Euro 6 nel 2005 ancora assenti e l'incremento di quelli Euro 5.

**Figura 1-11: autovetture e veicoli commerciali (leggeri e pesanti) per classe di omologazione nel comune di Bergamo, dati al 2005 e al 2021 (fonte: ACI)**



Nel 2005 la maggior parte dei veicoli circolanti è alimentata a benzina così come nel 2021, considerando autovetture, motocicli e veicoli commerciali alimentati a benzina si arriva al 55.5% del parco mezzi circolanti nel 2005 e al 52% nel 2021. Tra il 2005 e il 2021 diminuisce la percentuale di autovetture alimentate a benzina, le autovetture alimentate a gasolio rimangono stabili in termini percentuali ma incrementano in termini numerici. Tra il 2005 e il 2021 si registra un aumento delle autovetture alimentate a GPL, metano

o ibride che passano da 38'126 unità a 56'269 unità andando a rappresentare il 4.6% e il 6.1% del totale dei veicoli.

## 1.3 QUADRO PROGRAMMATICO DEGLI STRUMENTI VIGENTI

### 1.3.1 Gli strumenti sovracomunali

La redazione del presente PAESC tiene in considerazione quello che è il quadro attuale delle politiche e della normativa vigente rispetto ai temi dell'energia e dei cambiamenti climatici. In particolare per un quadro più esaustivo e completo si rimanda ai link degli strumenti di seguito riportati:

- ✔ Sesto rapporto di valutazione dell'IPCC: Cambiamento Climatico 2022, Impatti, Adattamento, Vulnerabilità: <https://www.ipcc.ch/reports/>;
- ✔ Strategia europea di Adattamento al Cambiamento Climatico; [https://climate-adapt.eea.europa.eu/it/eu-adaptation-policy/strategy/index.html?set\\_language=it](https://climate-adapt.eea.europa.eu/it/eu-adaptation-policy/strategy/index.html?set_language=it;);
- ✔ Conferenza delle Parti (COP) – UNFCCC: [https://cor.europa.eu/it/engage/Pages/eu-cities-and-regions-at-cop27.aspx#ctl00\\_ctl60\\_g\\_ba3a98f3\\_ba8c\\_49f3\\_b79d\\_2e9344efe978\\_ctl00\\_DocumentsTitle](https://cor.europa.eu/it/engage/Pages/eu-cities-and-regions-at-cop27.aspx#ctl00_ctl60_g_ba3a98f3_ba8c_49f3_b79d_2e9344efe978_ctl00_DocumentsTitle)
- ✔ Agenda 2030 e Strategia per lo Sviluppo Sostenibile: <https://asvis.it/l-agenda-2030-dell-onu-per-lo-sviluppo-sostenibile/>;
- ✔ Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (SNAC): [https://www.mase.gov.it/notizie/strategia-nazionale-di-adattamento-ai-cambiamenti-climatici-0](https://www.mase.gov.it/notizie/strategia-nazionale-di-adattamento-ai-cambiamenti-climatici-0;);
- ✔ Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC): <https://www.mase.gov.it/pagina/piano-nazionale-di-adattamento-ai-cambiamenti-climatici-pnacc>;
- ✔ Piano nazionale integrato per l'Energia ed il Clima (PNIEC): <https://www.mase.gov.it/comunicati/pubblicato-il-testo-definitivo-del-piano-energia-e-clima-pniec>;
- ✔ Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR): <https://www.governo.it/sites/governo.it/files/PNRR.pdf> ;
- ✔ Piano per la transizione ecologica (PTE): <https://www.mase.gov.it/pagina/piano-la-transizione-ecologica>;
- ✔ Piano operativo "Salute, Ambiente, Biodiversità, Clima": <https://www.pnrr.salute.gov.it/portale/pnrrsalute/dettaglioContenutiPNRRSalute.jsp?lingua=italiano&id=5855&area=PNRR-Salute&menu=investimenti>

A livello regionale inoltre sono stati approvati i seguenti strumenti e indirizzi:

- ✔ Programma Energetico Ambientale Regionale (PEAR): <https://www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/HP/DettaglioRedazionale/istituzione/direzioni-general/direzione-generale-ambiente-e-clima/programma-energetico-ambientale-regionale>
- ✔ Programma Regionale Energia Ambiente e Clima (PREAC): <https://www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/HP/DettaglioRedazionale/istituzione/direzioni-general/direzione-generale-ambiente-e-clima/preac-programma-regionale-energia-ambiente-e-clima/preac-programma-regionale-energia-ambiente-e-clima>
- ✔ Strategia Regionale per lo Sviluppo Sostenibile della Lombardia (SRACC): <https://www.svilupposostenibile.regione.lombardia.it/>
- ✔ Documento di Azione Regionale sull'Adattamento al Cambiamento Climatico (DARACC): [https://www.regione.lombardia.it/wps/wcm/connect/946249ce-87c4-4c39-88f9-5eab3a264f14/Documento+Azione+Adattamento+RL\\_9dic.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=946249ce-87c4-4c39-](https://www.regione.lombardia.it/wps/wcm/connect/946249ce-87c4-4c39-88f9-5eab3a264f14/Documento+Azione+Adattamento+RL_9dic.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=946249ce-87c4-4c39-)

### 1.3.2 Gli strumenti locali

Di seguito si riportano i principali strumenti di policy applicati dall'Amministrazione locale che sono stati consultati al fine di definire i contributi necessari per la stesura del presente documento. Per dettagli si rimanda ai link riportati:

- ✓ Piano di Governo del Territorio (PGT) <https://pgtbergamo.it/>
- ✓ Piano Urbano Generale Servizi del Sottosuolo: <https://www.comune.bergamo.it/node/31252>
- ✓ Studio Geologico, idrogeologico e sismico: <https://www.comune.bergamo.it/node/31254>
- ✓ Regolamento edilizio <https://www.comune.bergamo.it/documento-sgd/regolamento-edilizio>
- ✓ Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS) <https://www.comune.bergamo.it/pianificazione/piano-urbano-della-mobilit%C3%A0-sostenibile>
- ✓ Piano di Protezione Civile;
- ✓ Piano di Indirizzo Forestale (PIF) <https://www.provincia.bergamo.it/cnvpbgrm/zf/index.php/servizi-aggiuntivi/index/index/idtesto/697>;
- ✓ Regolamento d'uso e tutela del verde pubblico e privato;
- ✓ Accordo Quadro di Sviluppo Territoriale "Contratto di Fiume Morla" (AQST-CdF) [https://www.comune.bergamo.it/sites/default/files/allegatinews/CDF\\_MORLA\\_PROTOCOLLO-DI-INTESA\\_finale.pdf](https://www.comune.bergamo.it/sites/default/files/allegatinews/CDF_MORLA_PROTOCOLLO-DI-INTESA_finale.pdf);
- ✓ Strategie progettuali per il cambiamento climatico dell'area vasta della città di Bergamo Cli.C Bergamo <https://www.comune.bergamo.it/node/366480>

## 1.4 PROGETTUALITA' IN CORSO DELL'AMMINISTRAZIONE COMUNALE

L'Amministrazione di Bergamo da anni si sta impegnando nell'avviare iniziative che consentano di realizzare interventi in ambito energetico in particolare alla riqualificazione energetica degli immobili e all'incremento dell'installazione di impianti a fonte rinnovabile.

Per disegnare il contesto attuale del comune di Bergamo, riportiamo a seguire i principali finanziamenti già ottenuti che andranno a rafforzare e a supportare lo sviluppo del PAESC, proiettandosi già a uno scenario oltre all'anno 2030 anticipando al decarbonizzazione prima dell'anno 2050.

Sono, infatti, in corso studi, analisi, tavoli tecnici di confronto con il territorio al fine di avviare tutta una serie di attività e interventi che aumentano e rafforzano la realizzazione di una CER che potrebbe coinvolgere tutto il territorio comunale.

### 1.4.1 La Strategia di Transizione Climatica (STC) Cli.C Bergamo

Cli.C. Bergamo! – CLimate.Change. Bergamo! è l'idea progettuale presentata dal Comune di Bergamo, in partenariato con il Parco dei Colli di Bergamo, Legambiente Lombardia ed ERSAF - Ente Regionale per i Servizi all'Agricoltura e alle Foreste - nel luglio del 2020 al bando lanciato da Fondazione Cariplo denominato Call for Ideas "Strategia Clima", consistente nella selezione di due territori da accompagnare, tramite un servizio di assistenza tecnica, nella co-progettazione di una Strategia di Transizione Climatica (STC) e nella realizzazione di alcuni interventi.

Conscio della complessità del territorio, che interessa l'area vasta costituita dal territorio del Comune di Bergamo e del Parco dei Colli, e della mutevolezza e rapidità dei cambiamenti climatici in atto, il

partenariato ha compreso quanto fosse indispensabile dotarsi di uno strumento flessibile, capace di risposta veloce e diversificata, interconnesso e integrato a più livelli.

Il progetto è nato con l'intento di ridurre e mitigare il rischio legato ai cambiamenti climatici e, al tempo stesso, sfruttare la possibilità di riqualificare il territorio e ripristinare quelle condizioni di salubrità necessarie affinché elementi come acqua, suolo e verde possano fornire i servizi ecosistemici e, allo stesso tempo, organizzare progetti capaci di integrare le istanze ecologiche, economiche e sociali. La

La STC prevede 19 azioni tra adattamento, mitigazione e sensibilizzazione di cui due hanno una rilevanza diretta al tema del PAESC.

### 1.4.2 NetZeroCities

Insieme ad altre 8 città italiane (Bologna, Firenze, Milano, Padova, Parma, Prato, Roma e Torino) **Bergamo** è stata scelta dalla Commissione Europea per guidare la sfida urbana alla decarbonizzazione e alla riqualificazione ecologica. Nel programma di ricerca **Horizon 2020**, **NetZeroCities** è finalizzato a supportare le città nella transizione verso la neutralità climatica entro il 2030. Le azioni di intervento a sostegno delle città europee inserite nel progetto pilota mirano a ridurre drasticamente le emissioni di gas serra. Per raggiungere questo ambizioso obiettivo, la città di Bergamo sta mettendo in campo una serie di interventi che coinvolgono: **produzione energetica e riqualificazione patrimonio edilizio, rifiuti, mobilità sostenibile, gestione e uso del suolo, digitalizzazione, sostenibilità dei processi produttivi e attività comportamentali e di governance.**

### 1.4.3 Let's GOv - GOverning the Transition through Pilot Actions

Il Comune di Bergamo, insieme alle altre 8 città italiane facenti parte della Missione UE Carbon Neutral & Smart Cities, ha partecipato al bando "Net Zero Cities Pilot Cities" ha presentato il progetto **Let's GOv - GOverning the Transition through Pilot Actions**, successivamente selezionato tra 103 candidature che coinvolgevano 159 città di 33 paesi dell'UE e dei paesi associati a Horizon 2020.

Let's GOv mira alla riduzione delle emissioni legate al **sistema energetico attraverso l'esplorazione di modelli di governance innovativi per dar vita a nuove forme di alleanze energetiche, sbloccare nuove fonti finanziarie per la transizione energetica e definire le condizioni per una governance multilivello potenziata dal punto di vista energetico.** Per accelerare la neutralità climatica e sostenere la riduzione delle emissioni entro il 2030, è necessario implementare azioni pubbliche e private, superando le criticità della governance interna (all'interno dei comuni) ed esterna (tra il settore pubblico e gli stakeholder esterni). Tuttavia, in Italia e in alcuni Paesi europei, la co-produzione di sistemi energetici è rallentata da diverse barriere (vincoli del quadro normativo, mancanza di dati e di risorse finanziarie agili per supportare il processo decisionale e il monitoraggio dettagliato, mancanza di competenze nel settore pubblico e privato, assenza di protocolli ad hoc, accordi o procedure standardizzate). Per sostenere la trasformazione sistemica e superare il pensiero a blocchi, **le 9 città si impegnano a sperimentare collettivamente una governance multilivello e multi-stakeholder per raggiungere gli impegnativi obiettivi di riduzione delle emissioni, scambiando conoscenze per costruire la resilienza e la capacità di adattamento dei sistemi urbani e ridurre le emissioni.**

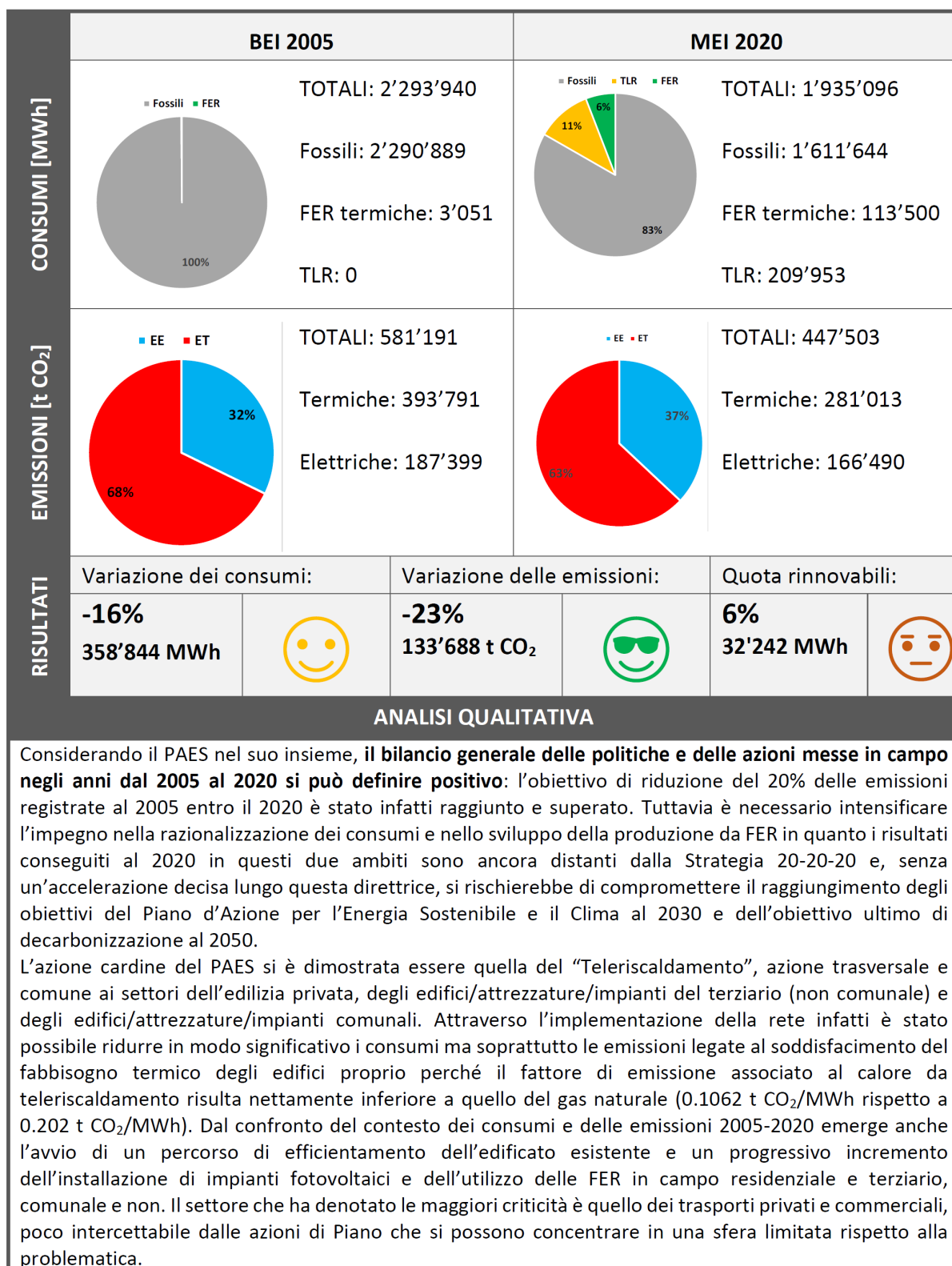


A livello di città, il progetto sviluppa e implementa 9 sperimentazioni pilota che hanno un impatto diretto su barriere specifiche per accelerare la neutralità climatica e producono impatti diretti su più settori di emissioni. Queste soluzioni sono raggruppate in tre temi prioritari (engagement, dati e finanza). Le città, che lavorano rispettivamente sull'impegno all'interno del sistema energetico, sulla condivisione di dati a più livelli e su schemi finanziari innovativi, svilupperanno nuovi accordi e memorandum d'intesa (MoU) con le parti interessate sia a livello di cluster che di città per sostenere la condivisione di informazioni e dati rilevanti e per creare collaborazioni efficaci a lungo termine.

## 1.5 ESITO DEL PERCORSO DEL PAES AL 2020

Per restituire la sintesi del percorso di PAES si riporta la scheda di sintesi del PAES (*Fonte Report finale del monitoraggio del PAES*) sia in termini di consumi sia in termini di emissioni al 2005 e al 2020 con una suddivisione tra vettori fossili, FER e teleriscaldamento, per meglio evidenziare l'evoluzione del contesto. Seguono i risultati definitivi del PAES e un loro confronto con quanto previsto dal "Pacchetto 20-20-20".

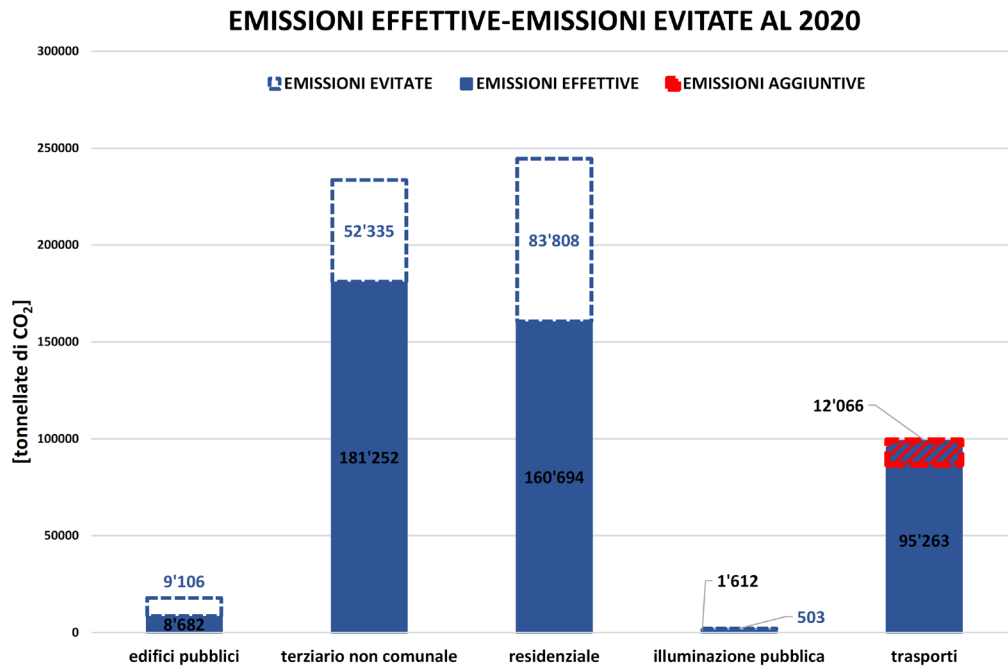
Successivamente viene riportata un'analisi qualitativa del percorso del PAES mettendo in luce, per ogni settore, le azioni trainanti che hanno permesso il raggiungimento dell'obiettivo di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> del 20% (raggiunto al 2020 il -23% delle emissioni del BEI) e quelle che si ritiene debbano essere avviate e/o implementate in modo da massimizzare la portata del loro contributo ai prossimi target che l'Amministrazione Comunale si è posta da qui al 2030.



BILANCIO	RILANCIO
<b>EDIFICI, ATTREZZATURE/IMPIANTI COMUNALI</b>	
Sono stati raggiunti gli obiettivi di contenimento dei consumi e delle emissioni attraverso l'efficientamento del patrimonio esistente e l'allacciamento alla rete di teleriscaldamento.	È necessario migliorare il monitoraggio del bilancio energetico comunale attraverso la figura dell'Energy Manager, è da potenziare la presenza di FER nell'ambito degli edifici pubblici.
<b>EDIFICI, ATTREZZATURE/IMPIANTI DEL TERZIARIO (non comunale)</b>	
Soprattutto attraverso l'implementazione della rete di teleriscaldamento è stato possibile ridurre i consumi termici. Sono stati ridotti anche i consumi elettrici.	Le azioni individuate dal PAES non risultano avviate; si suggerisce quindi di istituire tavoli di confronto con gli stakeholder per riuscire a calibrare le azioni future.
<b>EDIFICI RESIDENZIALI</b>	
In generale il settore ha raggiunto risultati considerevoli in termini di riduzione dei consumi e delle emissioni soprattutto grazie all'implementazione della rete di teleriscaldamento, che consente una notevole riduzione dei consumi termici a scapito di quelli elettrici che invece aumentano.	Per riuscire a compiere un ulteriore passo in avanti nella riduzione delle emissioni è necessario proseguire nell'attività di coinvolgimento e di sensibilizzazione dei cittadini anche attraverso l'utilizzo di strumenti quali lo sportello energia per massimizzare le opportunità di efficientamento del patrimonio edilizio esistente, come per esempio il superbonus 110% e l'ecobonus.
<b>ILLUMINAZIONE PUBBLICA</b>	
L'efficientamento della rete esistente è stato realizzato.	In prospettiva, per migliorare il quadro non critico del settore si consiglia l'acquisto di energia verde certificata che andrebbe a colmare in parte l'assenza di FER.
<b>TRASPORTI</b>	
In questa scheda si è deciso di considerare in un unico settore il parco auto comunale, il TPL e i trasporti privati e commerciali perché quest'ultima componente è quella preponderante e maggiormente significativa. Nel computo totale del PAES l'apporto del parco auto comunale e del TPL è infatti minimale e poco apprezzabile in termini numerici. Il settore dei trasporti privati e commerciali è l'unico per cui non sono stati riscontrati decrementi in termini di consumi ed emissioni. Le componenti parco auto comunale e TPL hanno invece pienamente raggiunto gli obiettivi posti.	Come già detto lo spazio d'azione dell'AC in questo settore è limitato, ma in prospettiva è necessario continuare nella direzione già intrapresa e quindi nell'ammodernamento delle flotte comunali e del TPL come proposta alternativa all'uso del mezzo privato e nell'implementazione dell'uso della mobilità sostenibile.

Nel grafico a seguire si riportano le emissioni effettive per ciascun settore del PAES e le corrispettive riduzioni che sono state effettivamente ottenute nell'anno del MEI al 2020 calcolate come differenza tra emissioni dell'anno BEI e quelle dell'anno MEI.

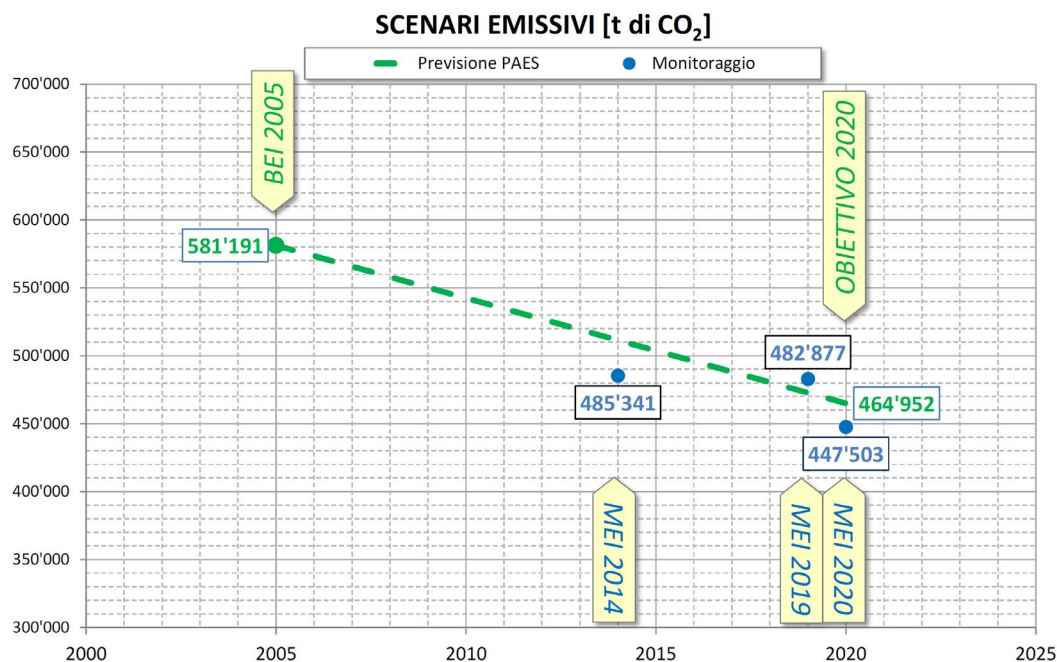
**Figura 1-12 Emissioni effettive (intero istogramma) e evitate (parte bianca tratteggiata dell'istogramma) e aggiuntive (parte rossa tratteggiata nell'istogramma) calcolate dal confronto BEI-MEI (Fonte: nostra elaborazione)**



Dal grafico si può notare come tutti i settori, tranne quello dei trasporti, subiscano una contrazione delle emissioni tra il 2005 e il 2020.

Come si evince dal grafico seguente che riporta gli esiti dei monitoraggi emissivi (2005, 2014, 2019 e 2020) e l'andamento emissivo "obiettivo" del PAES, le emissioni effettive, calcolate con il MEI 2020 raggiungono e superano le previsioni emissive del PAES. Il bilancio finale del PAES è quindi positivo, l'obiettivo della riduzione del 20% delle emissioni è stato raggiunto e superato con -23% delle emissioni di CO<sub>2</sub> al 2020 rispetto a quelle del 2005.

**Figura 1-13 Trend emissivo 2005-2020 previsto dal PAES (in verde) confrontato con il BEI e con i risultati delle attività di monitoraggio (MEI 2014, 2019 e 2020), dati espressi in tonnellate di CO<sub>2</sub> (Fonte: nostra elaborazione)**



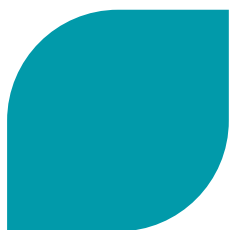
## 1.6 SINTESI del QUADRO CONOSCITIVO di CONTESTO

Il quadro conoscitivo e ricognitivo sopra descritto della città di Bergamo consente di individuare le potenzialità e le criticità del territorio oltre a mappare le principali caratteristiche morfologiche e tipologiche del patrimonio edilizio oltre alla definizione delle reti tecnologiche e i sistemi ambientali. Tale lettura permette di definire quindi a macroscale l'analisi territoriale così da delineare il disegno degli ambiti settoriali e infrastrutturali rispetto ai 2 pilasti del PAESC: mitigazione ed adattamento.

**Figura 1-14 Analisi territoriale della Città di Bergamo (Fonte: nostra elaborazione)**

TERRITORIO	STRUMENTI E PROGETTUALITA'
Ambiti: <ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Città storica;</li> <li>▣ Città densa;</li> <li>▣ Città di cintura;</li> <li>▣ Città efficiente;</li> <li>▣ Città per la Mobilità</li> </ul>	Piani: <ul style="list-style-type: none"> <li>▣ PGT in corso di approvazione</li> <li>▣ PUGSS</li> <li>▣ Studio Geologico, idrogeologico e sismico</li> </ul> Progettualità: <ul style="list-style-type: none"> <li>▣ STC Clic Bergamo</li> <li>▣ NetZeroCities;</li> <li>▣ Let's GOv.</li> </ul>

MITIGAZIONE		ADATTAMENTO
POTENZIALITÀ	<ul style="list-style-type: none"> <li>✔ Possibilità di efficientamento energetico dell'edificato esistente attraverso finanziamenti statali (ad es. varie forme di detrazione fiscale per il patrimonio privato, il PNRR per quello pubblico);</li> <li>✔ Sviluppo della rete della mobilità dolce grazie alle progettualità del PUMS;</li> <li>✔ Presenza di un'ampia rete di teleriscaldamento;</li> <li>✔ Possibilità di finanziamento legate al percorso Net Zero Cities.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✔ PGT in corso di approvazione;</li> <li>✔ PUGSS aggiornato quindi completa conoscenza delle reti tecnologiche;</li> <li>✔ Elevata progettualità con fondi di finanziamento per opere di adattamento.</li> </ul>
CRITICITÀ	<ul style="list-style-type: none"> <li>✔ Il 65% delle abitazioni è stato costruito prima del 1990;</li> <li>✔ Il 31% degli edifici presenti sono stati costruiti prima del 1945, più della metà prima del 1990;</li> <li>✔ Propensione all'uso dei mezzi privati per gli spostamenti;</li> <li>✔ Presenza significativa di vincolistica che può ostacolare lo sviluppo di FER.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✔ Città densa dalla presenza di elementi di elevato pregio architettonico;</li> <li>✔ Un sistema ambientale frammentario in ambito urbano;</li> <li>✔ Ambito fragile da conservare e tutelare dell'area elevato pregio di biodiversità (Parco dei Colli);</li> <li>✔ Presenza di una fitta rete irrigua in ambito urbano anche interrati.</li> </ul>



## 2. PRIMO PILASTRO- QUADRO CONOSCITIVO ENERGETICO: Emission Inventory (BEI e MEI)

### 2.1 METODOLOGIA

L'Emission Inventory è l'inventario delle emissioni annue di CO<sub>2</sub> 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 dell'Ente Comunale 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.).

Come anticipato nel paragrafo 0.2, il Comune di Bergamo nel 2021 ha rinnovato l'adesione al Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia, impegnandosi a predisporre il PAESC. Nel PAESC, la mitigazione delle emissioni di CO<sub>2</sub> viene messa in relazione con i temi dell'adattamento e della povertà energetica. Il BEI rimane quello **relativo al 2005**, la riduzione di CO<sub>2</sub>, da raggiungere entro il 2030, incrementata al 55%, continua ad essere calcolata rispetto all'anno BEI. Il MEI del PAESC al 2021, così come il BEI 2005 costruito per il PAES, quantifica la CO<sub>2</sub> 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 CO<sub>2</sub> ed al cambiamento climatico; infatti, mentre il BEI mostra la situazione di partenza per l'Autorità Locale, il MEI 2021 è un nuovo punto di partenza del PAESC, rispetto al quale le azioni devono riferirsi, visto il cambiamento del quadro energetico cittadino intercorso tra il 2005 (BEI) ed il 2021 (MEI del PAESC).

#### 2.1.1 SIRENA20

Come anno di riferimento per il **MEI del PAESC è stato scelto il 2021** per due principali motivi: la pronta disponibilità dei dati di monitoraggio energetico del patrimonio pubblico da parte dell'AC di Bergamo e la necessità di fare una fotografia energetica post-pandemia il più vicino possibile all'orizzonte temporale del PAESC.

Il primo passo per la costruzione del MEI al 2021 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 Ambiente) è realizzata, gestita ed aggiornata da ARIA per conto di Regione Lombardia. 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, per il 2017 e per il 2019.

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.

### 2.1.1 I fattori di emissione

Il passaggio da consumi energetici a emissioni avviene attraverso i fattori di emissione dell'IPCC (Intergovernmental Panel for Climate Change) suggeriti dalle Linee Guida Europee che forniscono un valore di emissione (tonnellate di CO<sub>2</sub>) per unità di energia consumata (MWh) per ogni tipologia di combustibile. I dati quindi che fanno riferimento al MEI al 2021 sono espressi in tonnellate di CO<sub>2</sub> come quelli che fanno riferimento al BEI del PAES. Per quanto riguarda l'**energia elettrica** si utilizza il fattore di emissione nazionale relativo **all'anno 2021 (0.255 t CO<sub>2</sub>/MWh)** individuato da ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) nell' *"Efficiency and decarbonization indicators in Italy and in the biggest European Countries"* del 2023. Tale scelta si è resa necessaria per aggiornare il fattore di emissione dell'energia elettrica utilizzato nel BEI che essendo molto datato (2005) avrebbe reso le politiche di elettrificazione, su cui la politica energetica italiana nazionale e locale si basa, inefficaci dal punto di vista della riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>.

Analogamente, in presenza di impianti di cogenerazione o di teleriscaldamento-teleraffrescamento, le Linee Guida del PAESC 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. Sul territorio comunale sono presenti due centrali di teleriscaldamento, una alimentata a gas naturale e l'altra a gas naturale e rifiuto urbano residuo (RUR). Il fattore di emissione (FE) per il riscaldamento/raffrescamento, utilizzando 0 come fattore di emissione per la quota di RUR rinnovabili e ponendo uguale a 0 le emissioni legate alla produzione di energia elettrica (in quanto come detto conteggiate negli usi finali di energia elettrica), risulta essere pari a 0.114 t CO<sub>2</sub>/MWh.

Tabella 2-1: Fattori di emissione di alcuni dei principali combustibili (Fonte: IPCC 2006)

FATTORI DI EMISSIONE [t CO <sub>2</sub> /MWh]		
VETTORI		FE
Combustibili fossili	Energia elettrica	0.255
	Gas naturale	0.202
	GPL	0.227
	Olio combustibile	0.267
	Gasolio	0.267
	Benzina	0.249
	Carbone	0.342
	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).

### 2.1.2 Il Catasto Energetico Edifici Regionale (CEER)

Il Catasto Energetico Edifici Regionale è lo strumento utilizzato dai certificatori energetici per depositare gli Attestati di Prestazione Energetica (APE) di unità immobiliari o edifici localizzati nel territorio lombardo. Attraverso il CEER, i cui dati sono fruibili attraverso il sito <https://www.cened.it/dati-cened>, è possibile accedere ai principali indicatori energetici degli APE depositati (attualmente pari a oltre 3 milioni). Dal Catasto è possibile desumere il numero delle unità, il numero di APE per classe energetica depositati dal 2015, il numero di unità immobiliari per intervallo di energia primaria depositati, il numero di APE per tipologia di impianto di generazione depositati a partire da ottobre 2015.

### 2.1.3 Il Catasto Unico Regionale degli Impianti Termici (CURIT)

Regione Lombardia ha istituito il Catasto Unico Regionale degli Impianti Termici (CURIT), con D.G.R. n. 8/8355 nel 2008. Lo scopo di CURIT è quello di conoscere i dati relativi agli impianti termici e favorire una diffusione più omogenea delle attività di ispezione sugli impianti stessi. CURIT è il sistema informativo in cui sono stati fatti confluire i catasti degli Enti Locali e degli organismi competenti e viene aggiornato ad ogni intervento eseguito su un impianto termico. Ad ogni impianto sono associati: le caratteristiche, l'ubicazione, il responsabile dell'impianto, il manutentore ed altri dati come le eventuali problematiche riscontrate e le manutenzioni eseguite.

In Regione Lombardia le seguenti tipologie di apparecchi rientrano nell'ambito di applicazione della Normativa sugli impianti termici, e sono quindi soggetti agli obblighi previsti in tema di corretta installazione e manutenzione:

- ✔ caldaie alimentate a combustibili fossili (gas naturale, GPL, gasolio, carbone, olio combustibile, altri combustibili fossili solidi, liquidi o gassosi);
- ✔ impianti alimentati da biomassa legnosa (legna, cippato, pellet e bricchette);
- ✔ pompe di calore utilizzate per la climatizzazione estiva e/o invernale con potenza complessiva superiore a 12 kW;
- ✔ gruppi frigoriferi con potenza superiore a 12 kW;
- ✔ scambiatori di calore della sottostazione di teleriscaldamento e/o teleraffrescamento;
- ✔ cogeneratori e rigeneratori;
- ✔ scaldacqua al servizio di più utenze o ad uso pubblico;
- ✔ stufe, caminetti chiusi ed apparecchi di riscaldamento localizzato ad energia radiante (solo nel caso in cui siano fissi e la somma delle potenze degli apparecchi installati nella singola unità immobiliare sia superiore a 5 kW).

Sono, invece, esclusi dagli obblighi i radiatori individuali, cucine economiche, termo cucine e caminetti aperti, gli scaldacqua unifamiliari e gli impianti inseriti in cicli di processo che producono calore destinato alla climatizzazione dei locali in parte non preponderante.

## 2.2 RACCOLTA DATI

Accanto all'analisi delle banche dati regionali, che ha permesso di creare il contesto energetico emissivo del MEI, l'AC è stata coinvolta direttamente nella raccolta dei materiali disponibili relativi a:

- ✔ patrimonio immobiliare pubblico;
- ✔ illuminazione pubblica;
- ✔ parco veicoli comunale;
- ✔ Trasporto Pubblico Locale;
- ✔ consumi energetici rilevati dai distributori locali di energia;
- ✔ diffusione delle fonti energetiche rinnovabili sul territorio comunale.

Il contesto comunale è stato poi ulteriormente definito integrando le informazioni ricevute dall'AC con i dati diffusi dai soggetti responsabili di diversi aspetti particolari del sistema energetico-emissivo regionale, nazionale ed europeo di seguito elencati:

- ✔ dati sugli impianti di produzione di energia disponibili sulla piattaforma Atlaimpianti, gestita dal GSE;
- ✔ informazioni su eventuali impianti che rientrano nel sistema ETS, gestito dall'Unione Europea.

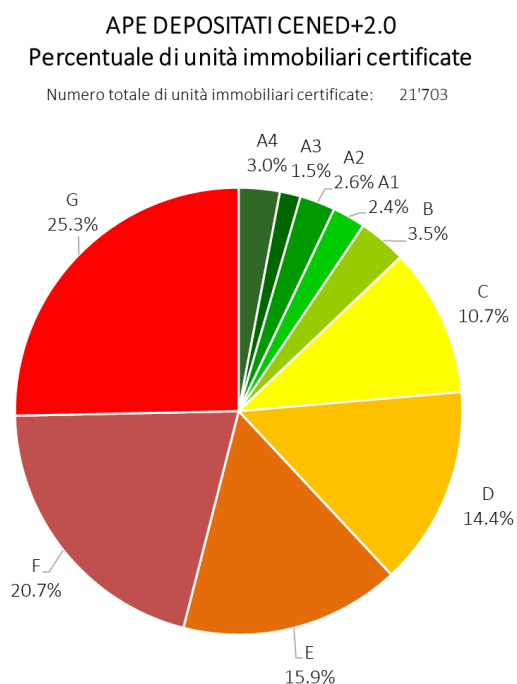
## 2.3 ANALISI DELLE BANCHE DATI RILEVANTI IN MATERIA DI ENERGIA

### 2.3.1 Le prestazioni energetiche dell'edificato del territorio

Analizzando il CEER, come anticipato, è possibile valutare lo stato dell'edificato presente nel territorio del Comune di Bergamo dal punto di vista delle prestazioni energetiche.

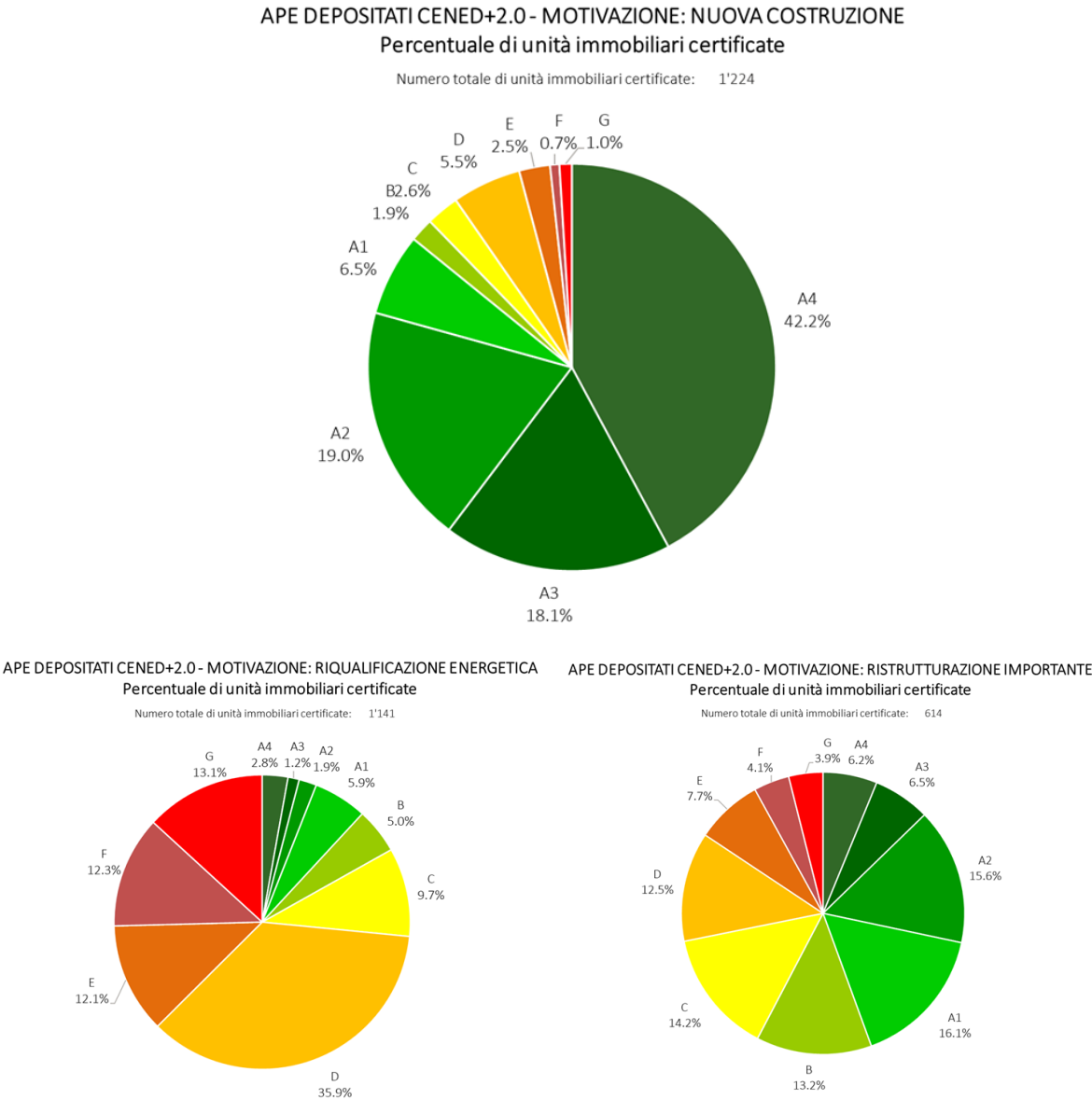
Le **unità immobiliari certificate sul territorio comunale sono 21'703** (su oltre 68mila abitazioni), il 25% di queste si colloca in classe energetica G, circa il 21% in classe F, il 16% in classe E mentre meno del 10% delle unità immobiliari è certificata nelle classi A (A1, A2, A3 e A4).

**Figura 2-1: APE depositati nel catasto CEER per il Comune di Bergamo (fonte: CEER, dati tra il 2015 data di inizio della nuova certificazione - CENED2.0 e il 2022)**



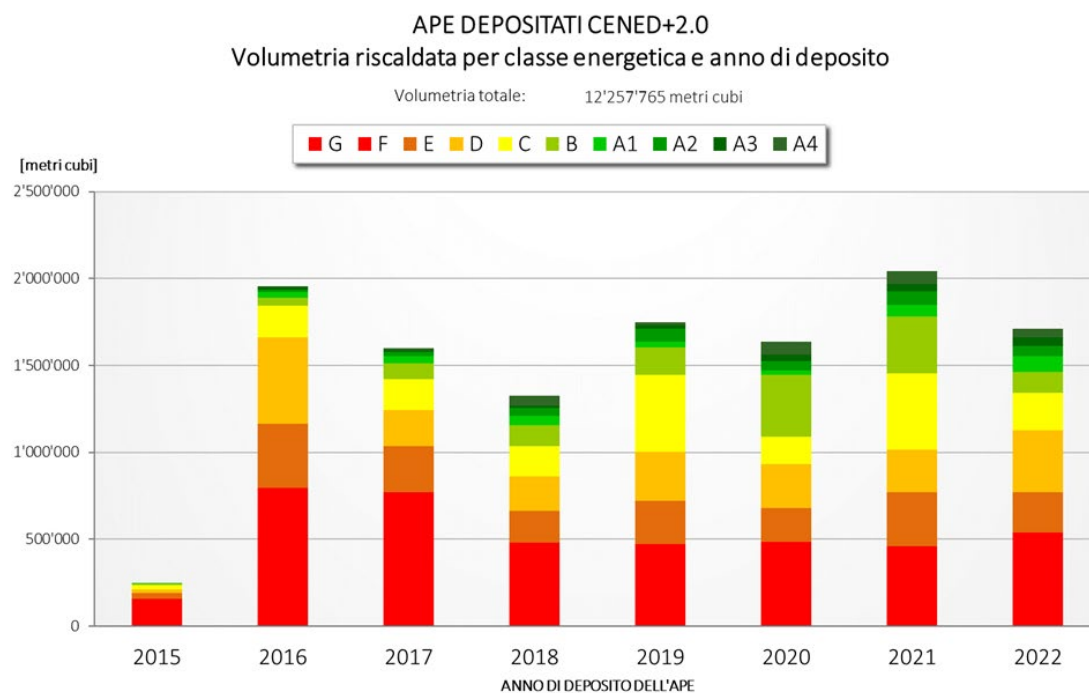
Andando poi ad approfondire prendendo in considerazione le motivazioni principali del deposito degli APE, oltre a passaggio di proprietà e locazione, emerge che la “nuova costruzione” sono 1'224, la “riqualificazione energetica” 1'141 e la “ristrutturazione importante” 614.

Figura 2-2: APE depositati con motivazione nuova costruzione, riqualificazione energetica e ristrutturazione importante (fonte: CEER, dati tra il 2015 data di inizio della nuova certificazione - CENED2.0 e il 2022)



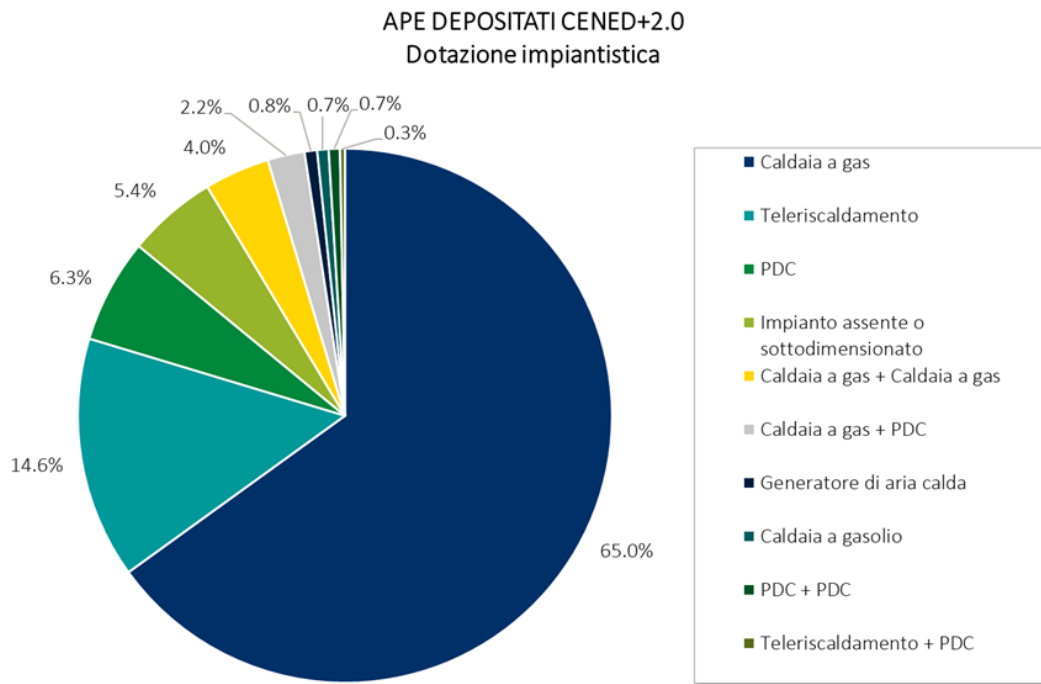
Nell’immagine a seguire si riporta la volumetria riscaldata per classe energetica e anno di deposito dell’APE per il periodo 2015-2022.

**Figura 2-3: volumetria riscaldata per classe energetica e anno di deposito (fonte: CEER, dati tra il 2015 data di inizio della nuova certificazione - CENED2.0 e il 2022)**



Dal grafico si può notare come progressivamente diminuiscano gli APE per edifici con classe energetica G ed F, mentre aumentino le classi B e le classi A. L'anno 2021 è l'anno in cui è stata depositata la volumetria maggiore di APE depositati, nel 2022, invece, incrementa la volumetria riscaldata con classe energetiche dalla G alla D, questa dinamica potrebbe essere collegata all'incentivazione del Superbonus 110%.

**Figura 2-4: dotazione impiantistica delle unità abitative con APE depositati (fonte: CEER, dati tra il 2015 data di inizio della nuova certificazione - CENED2.0 e il 2022)**



La maggior parte degli impianti nelle unità abitative con APE depositato, sono caldaie a gas (65%), seguono, con circa il 15%, gli impianti allacciati alla rete di teleriscaldamento. Circa l'1% delle caldaie è alimentato a gasolio.

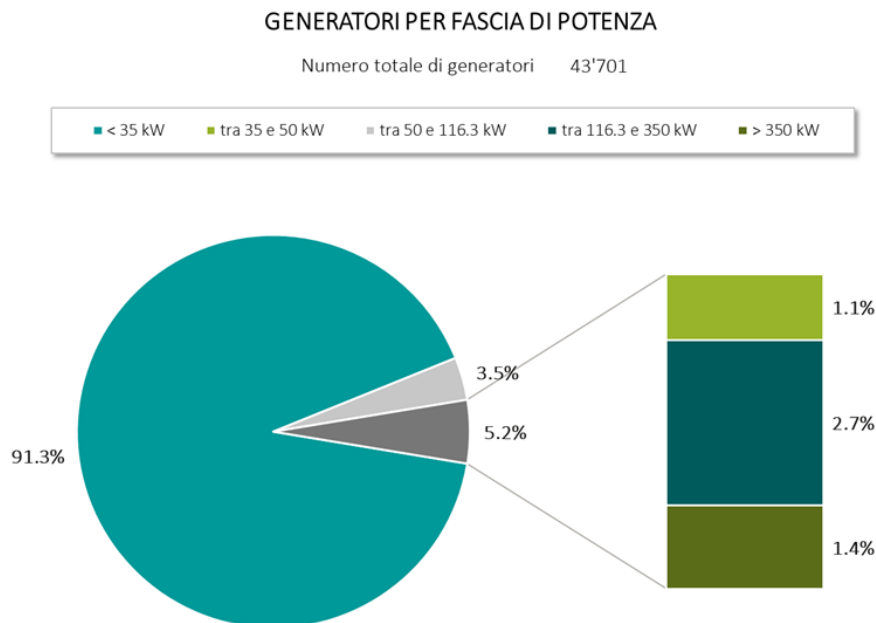
La trattazione completa dell'estrazione dei dati dal CEER è consultabili **nell'allegato 1** del presente documento.

### 2.3.2 Gli impianti termici registrati

Analizzando l'estrazione dati dalla banca dati CURIT relativa agli impianti termici registrati per l'intero territorio comunale di Bergamo la situazione è quella fotografata dall'immagine a seguire. I generatori registrati fino al 2022 sono 43'701, la maggior parte dei quali, oltre il 90%, sono impianti con potenza inferiore ai 35 kW.



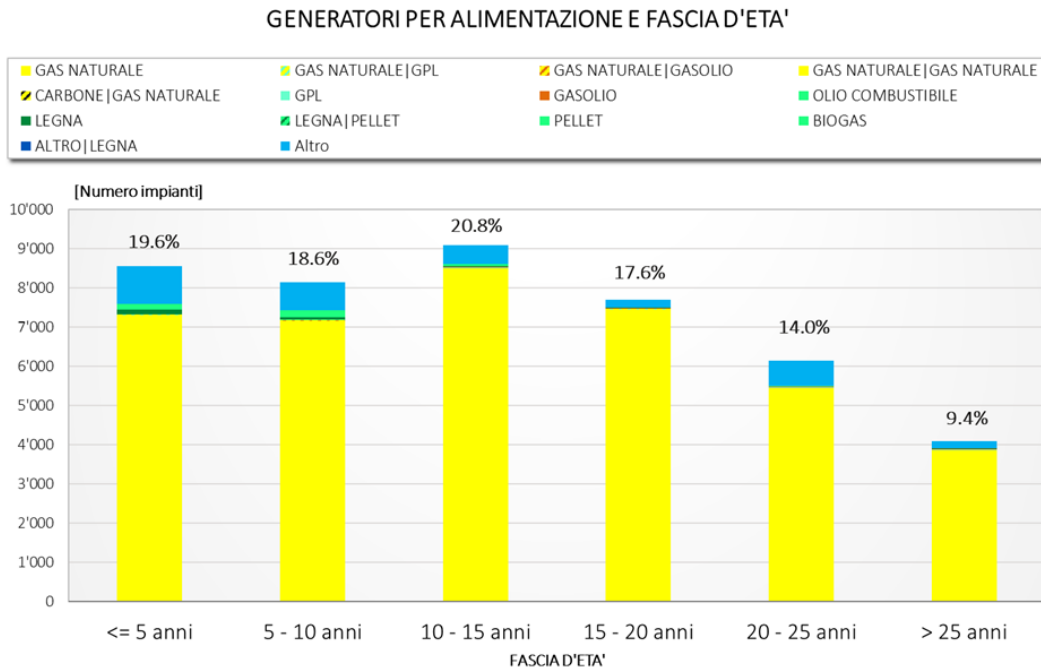
Figura 2-5: generatori suddivisi per fascia di potenza presenti a Bergamo (fonte: CURIT, dati tra il 2012 e il 2022)



Mentre il 1.4% dei generatori ha potenza superiore ai 350 kW, che possono essere prioritariamente osservati al fine di valutare potenziali interventi di efficientamento energetico.

Valutando, invece, la tipologia di alimentazione dei generatori si può notare come la fascia d'età più rappresentata, con il 21% è quella dei generatori con età tra i 10 e i 15 anni, seguita da quella con età minore o uguale a 5 anni con il 20% e con il 19% quella tra i 5 e i 10 anni. Quelli con età superiore ai 15 anni, superiori al 40%, sono altrettanto possibile target di sostituzioni con impianti più efficienti.

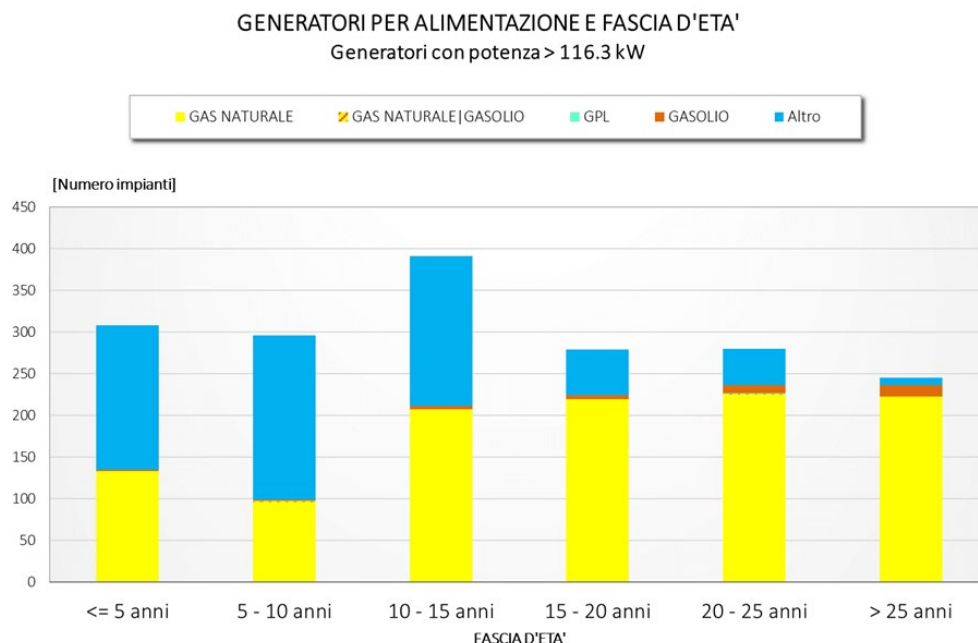
**Figura 2-6: generatori suddivisi per alimentazione e fascia d'età (fonte: CURIT, dati tra il 2012 e il 2022)**



La maggior parte degli impianti, per ogni fascia di età, è alimentata a gas naturale (39'793 generatori in tutto), i generatori a gasolio sono 78, il 40% circa dei quali con età maggiore ai 25 anni. Si registrano anche 371 generatori a pellet e 237 a legna, oltre l'80% appartenenti alle fasce d'età più recenti (minore o uguale a 5 anni, tra 5 e 10 anni).

Si riporta a seguire l'analisi della distribuzione per età dei generatori con potenza superiore a 116.3 kW che rappresentano poco più del 4% dei generatori presenti sul territorio ma che, dal punto di vista dei consumi, sono rilevanti.

**Figura 2-7: generatori con potenza superiore a 116.3 kW suddivisi per alimentazione e fascia d'età (fonte: CURIT, dati tra il 2012 e il 2022)**



I principali generatori appartenenti a questa fascia di potenza sono per la maggior parte alimentati a gas naturale, soprattutto per generatori di almeno 15 anni di età, nelle fasce d'età più recenti diminuiscono i generatori a gas naturale e lasciano spazio a generatori alimentati da altri combustibili (probabilmente pompe di calore).

### 2.3.3 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, è possibile individuare due impianti attivi, riportante nella tabella sottostante, ricadente nel territorio comunale di Bergamo.

**Tabella 2-2: Impianti ETS localizzati nel territorio comunale di Bergamo e relative emissioni verificate al 2021 (Fonte: EU, MASE)**

IMPIANTI ETS NEL COMUNE DI BERGAMO					
ID	Nome impianto	Titolare	Indirizzo	Classificazione ETS	Emissioni CO <sub>2</sub> 2021 [t]
IT – A - 1533	Centrale di produzione di calore di TLR	A2A	Via Goltara n.23	Combustion of fuel	3'343
IT – A-1665	Nuovo ospedale di Bergamo	A2A	Via Martin Luther King sn	Combustion installations with a rated thermal input exceeding 20 MW	-
<b>TOTALE</b>					<b>3'343</b>

Come indicato dalle Linee Guida per la redazione del PAESC, 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.

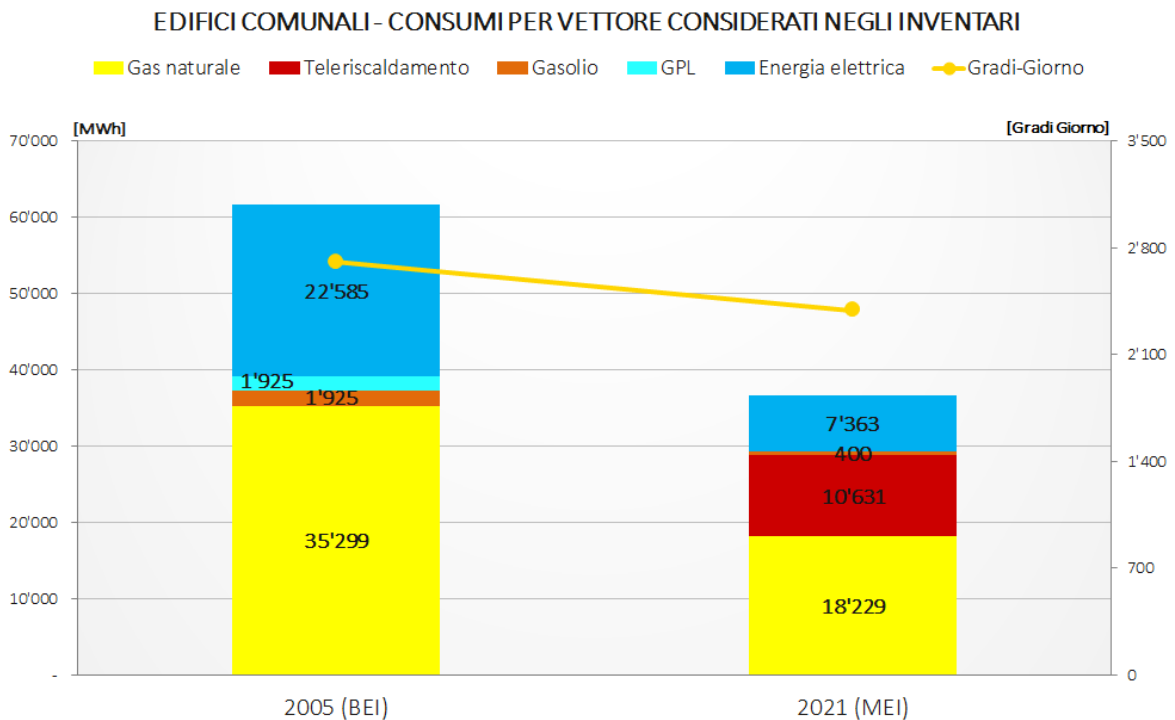
Avendo utilizzato prevalentemente i dati forniti dai distributori di energia alla rete cittadina per ricostruire i consumi termici dei settori privati da considerare nel MEI, si ritiene che i consumi termici dei soggetti ETS (e dunque le relative emissioni dirette) siano già esclusi, in quanto generalmente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

## 2.4 ANALISI DEI CONSUMI

### 2.4.1 Gli edifici comunali

Per l'elaborazione dei dati consumo degli edifici comunali sono stati utilizzati i dati desunti dal BEI del PAES al 2005 mentre per il MEI al 2021, per gli edifici allacciati alla rete di teleriscaldamento sono stati utilizzati i consumi comunicati da A2A Energia; per gli altri consumi termici sono stati utilizzati i dati trasmessi per la dichiarazione al FIRE al 2022, ricondotti al 2021 attraverso una correzione gradi-giorno, mentre per i consumi di energia elettrica sono stati utilizzati quelli del 2022.

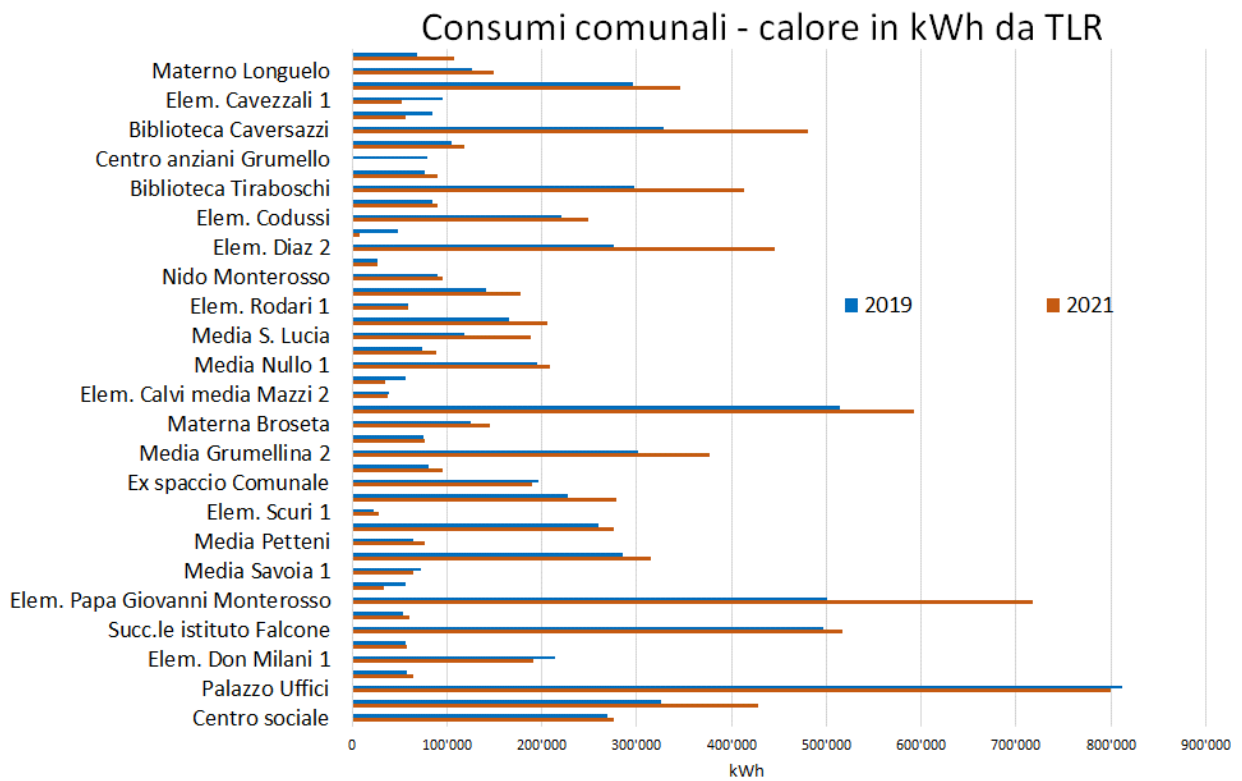
**Figura 2-8: andamento dei consumi termici ed elettrici per gli edifici pubblici di Bergamo negli anni 2005 e nel 2021 (fonte: Comune di Bergamo, nostra elaborazione)**



In generale si nota una riduzione dei consumi tra 2005 e 2021, in particolare i consumi di gas naturale, vettore prevalente in entrambi gli anni: diminuisce del 48%, l'energia elettrica del 67%, il gasolio del 79%. Nel 2021 non si registrano consumi di GPL e si nota l'allacciamento alla rete di teleriscaldamento di 46 edifici di proprietà comunale. Il teleriscaldamento è il secondo vettore in termini di consumi energetici dopo il gas naturale.

Analizzando i dati relativi ai consumi di calore da teleriscaldamento trasmessi da A2A Energia si può notare come l'andamento dei consumi sia simile per gli anni considerati in quasi tutti gli edifici, si nota un incremento dei consumi considerevoli per la Scuola Elementare Papa Giovanni Monterosso e per la Biblioteca Caversazzi.

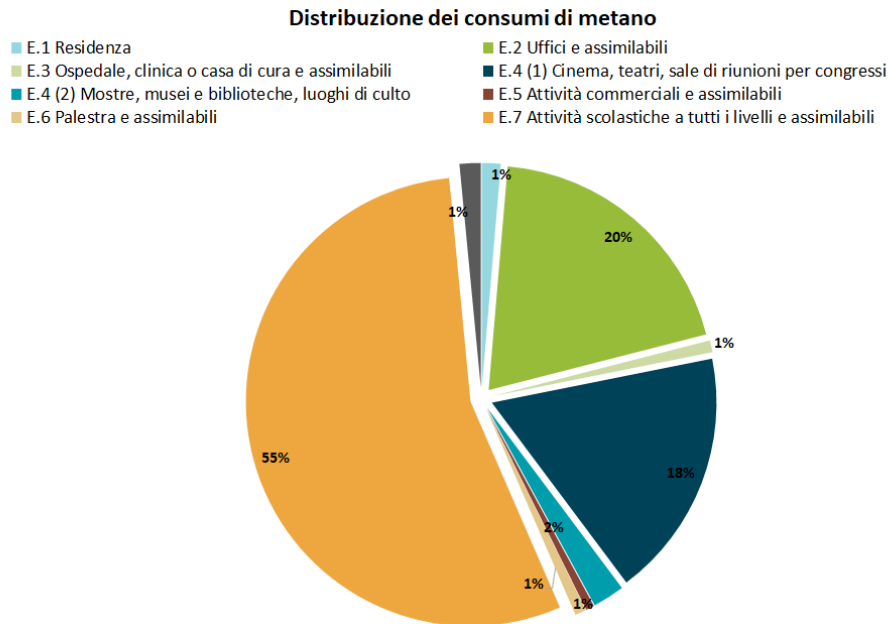
**Figura 2-9: consumi di calore da teleriscaldamento gli edifici pubblici di Bergamo negli anni 2019 e 2021 (fonte: A2A, Comune di Bergamo, nostra elaborazione)**



I consumi di calore da teleriscaldamento al 2021 sono complessivamente superiori del 12% rispetto a quelli registrati nel 2019, in particolare quelli delle elementari Papa Giovanni XXII, la scuola elementare Diaz 2, la biblioteca Caversazzi.

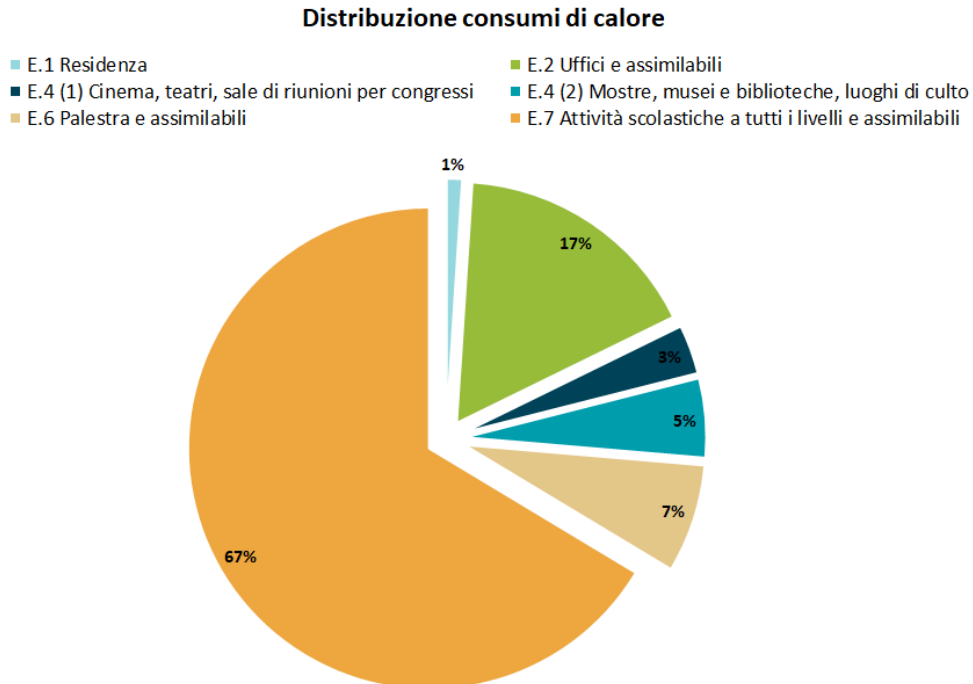
Un'ulteriore analisi si può compiere a partire dalla Baseline del contratto EPC (Energy Performance Contract – contratto a prestazione energetica garantita) stipulato dal Comune di Bergamo per la riduzione dei consumi termici degli edifici pubblici di proprietà. Di seguito si riportano i consumi medi del periodo 2017-2021 di metano e di teleriscaldamento degli edifici oggetto del contratto EPC.

**Figura 2-10: distribuzione dei consumi medi (2017-2021) di gas naturale degli edifici pubblici inclusi nel contratto EPC (fonte: Comune di Bergamo, nostra elaborazione)**



La categoria, secondo la classificazione del D.P.R. 26/08/1993 n. 412, alla quale è imputabile la maggior parte dei consumi è quella delle Attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili, pari al 55% dei consumi che corrisponde a 812'378 Smc di metano; gli edifici afferenti alle categorie E.4, insieme, sono responsabili del 38% dei consumi, ovvero 298'617 Smc di metano.

**Figura 2-11: distribuzione consumi medi (2017-2021) di calore da teleriscaldamento degli edifici pubblici inclusi nel contratto EPC (fonte: Comune di Bergamo, nostra elaborazione)**

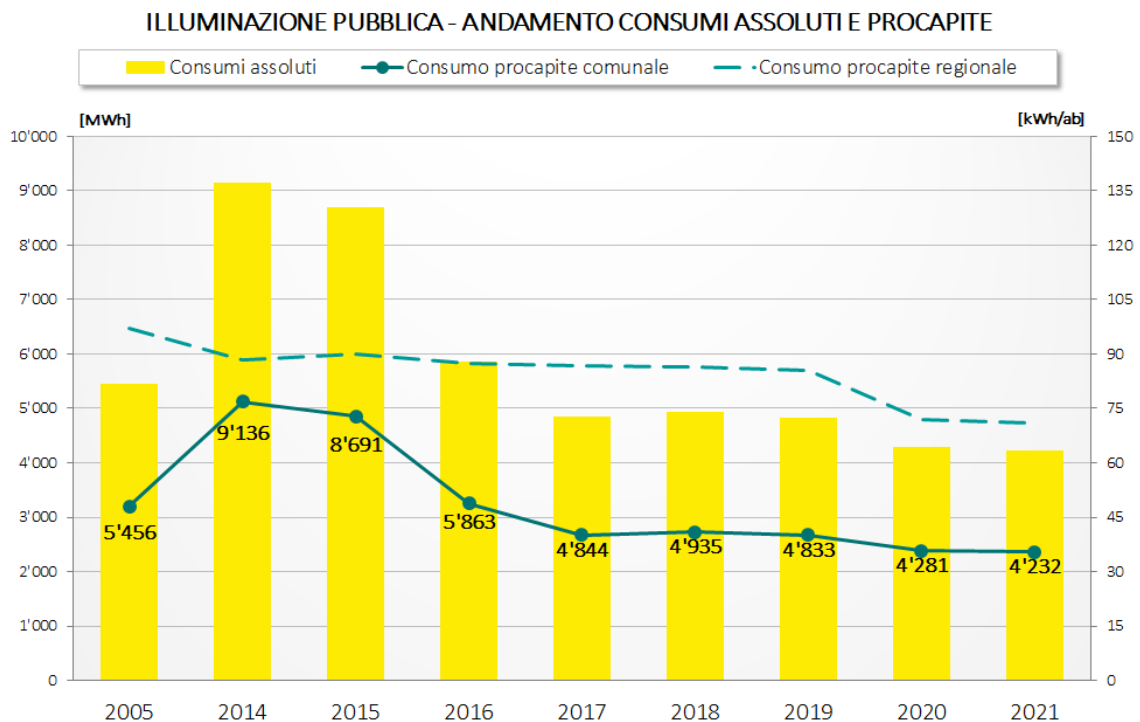


Il 67% dei consumi di calore da teleriscaldamento sono legati agli edifici scolastici (5'588'028 kWh), gli uffici sono responsabili invece di un consumo pari a 1'407'493 kWh di calore, pari al 17% del totale dei consumi.

## 2.4.2 L'illuminazione pubblica

I consumi di energia elettrica imputabili all'amministrazione pubblica sono stati desunti dalle bollette trasmesse da E-distribuzione, nel grafico, oltre ai consumi al 2005 riportati nel BEI del PAES, vengono mostrati anche quelli disponibili per gli anni dal 2014 al 2021 per meglio apprezzarne l'andamento.

**Figura 2-12: consumi di energia elettrica per l'illuminazione pubblica (fonte: PAES, E-distribuzione, nostra elaborazione)**



Dal grafico emerge una netta riduzione dei consumi tra il 2014 e il 2016 e un costante calo tra il 2016 e il 2021. Nel 2015 è, infatti, sono stati realizzati gli interventi di efficientamento energetico con la sostituzione di 14'960 punti luce su 18'189 con tecnologie a LED dei corpi illuminanti presenti sul territorio comunale che è terminato nel 2016. Nel 2023 è stato, inoltre, approvato il progetto di efficientamento dei corpi illuminanti presenti in Città Alta che prevede la sostituzione ed installazione di 1'872 corpi illuminanti con tecnologia a LED.

Il consumo procapite comunale è sempre inferiore rispetto a quello regionale, solo il dato al 2005 non sembra coerente con l'andamento registrato per gli anni successivi e nemmeno con il raffronto tra consumo procapite comunale e regionale. Vista la stabilità dei consumi degli impianti di illuminazione pubblica, si ritiene tale valore non affidabile e/o incompleto.



### 2.4.3 Il parco veicoli comunale

Il parco dei veicoli comunali del Comune di Bergamo nell'anno 2021 è composto da 157 mezzi, un numero ridotto rispetto a quello registrato nel 2020 (171 mezzi) e nel 2005 (250 mezzi).

Come si nota nella tabella seguente, il parco veicoli del Comune di Bergamo è costituito da autovetture (27%), autocarri per il trasporto (25%), motocicli (19%) e da autoveicoli ad uso speciale/esclusivo (29%). 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 25% sono alimentati a GPL e il 20% a gasolio, oltre a registrare 13 veicoli alimentati a metano, in crescita rispetto ai 9 del 2020 mentre. Appartengono al parco mezzi comunali anche due veicoli elettrici.

**Tabella 2-3: parco mezzi comunali del Comune di Bergamo per tipologia ed alimentazione**

	Benzina	Gasolio	GPL	Gas naturale	TOTALE
Autocarri	10	9	19	1	39
Autovetture	7	3	21	12	43
Motocicli	30	-	-	-	30
Autoveicoli ad uso speciale/specifico	26	19	-	-	45
	73	31	40	13	157

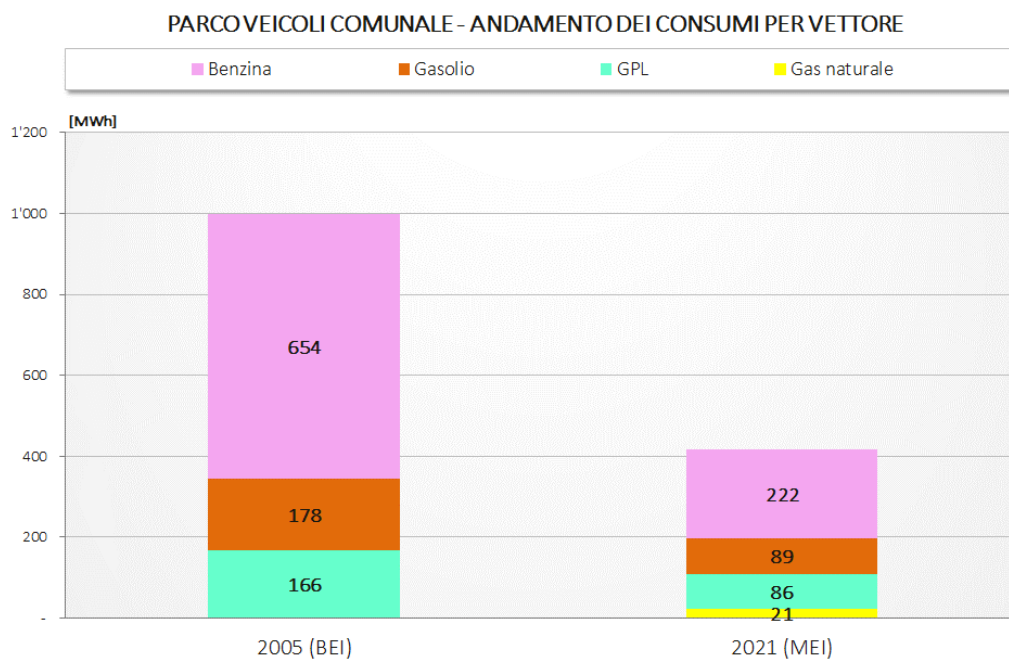
Sulla base delle informazioni relative al tipo di alimentazione dei veicoli e dei km percorsi nell'anno 2021 è stato possibile calcolare i consumi e le emissioni imputabili alla flotta comunale.

**Tabella 2-4: consumi del parco mezzi comunali al 2021 suddivisi per alimentazione al 2005 e al 2021 (Fonte: Comune di Bergamo)**

CONSUMI COMPLESSIVI PARCO VEICOLI DEL COMUNE DI BERGAMO [MWh]		
Vettore energetico	2005 (BEI)	2021 (MEI)
Gas naturale	0.00	21.22
GPL	166.03	86.24
Gasolio	178.19	88.70
Benzina	653.61	221.55
TOTALE	997.83	417.71

Tra l'anno BEI e il MEI si nota una riduzione netta dei consumi che calano del 58%, in particolare i consumi di GPL diminuiscono del 48%, quelli di gasolio del 50% circa, quelli di benzina 66%. Nel 2021 si registrano anche consumi di gas naturale. E' in corso l'ammodernamento del parco mezzi comunali anche attraverso l'utilizzo di auto elettriche.

**Figura 2-13: consumi per vettore del parco mezzi comunale al 2005 e al 2021 (fonte: Comune di Bergamo, nostra elaborazione)**



#### 2.4.4 Il trasporto pubblico locale

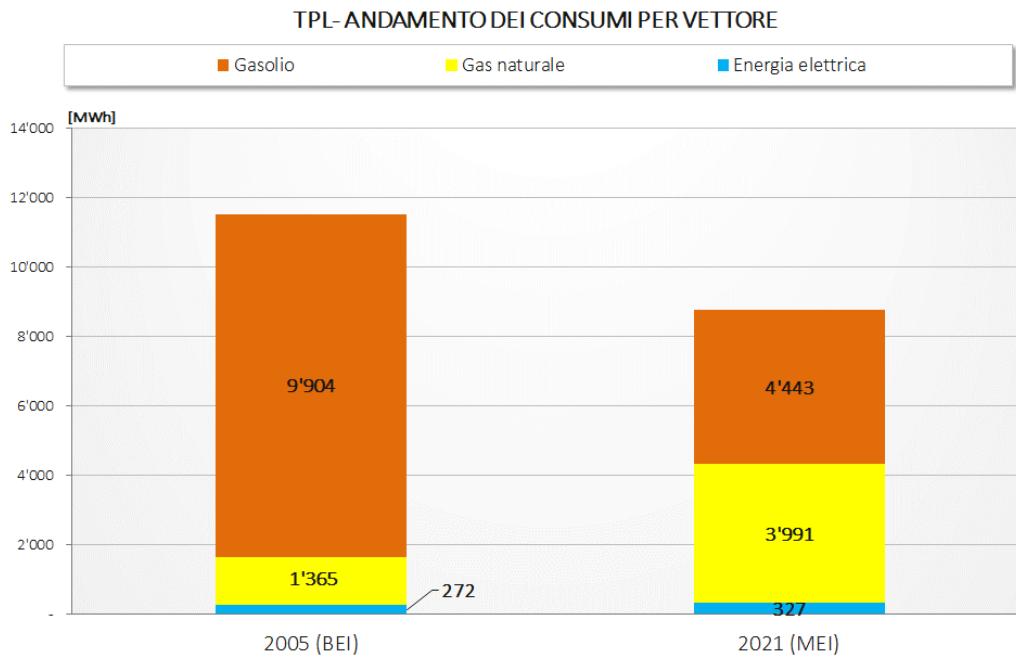
Per il calcolo dei consumi imputabili al trasporto pubblico locale (TPL) sono stati utilizzati i dati forniti all'Amministrazione Comunale dalla società ATB che gestisce il trasporto pubblico nel comune di Bergamo e in altri 27 comuni. La quota di consumo da imputare alla Città di Bergamo è stata ricavata calcolando il peso di Bergamo in termini di abitanti rispetto agli altri comuni facenti parte del Consorzio, in continuità con quanto fatto per la definizione del BEI del PAES al 2005.

**Tabella 2-5: consumi del TPL al 2021 suddivisi per alimentazione al 2005 e al 2021 (Fonte: ATB, Comune di Bergamo)**

CONSUMI COMPLESSIVI PARCO VEICOLI DEL COMUNE DI BERGAMO [MWh]		
Vettore energetico	2005 (BEI)	2021 (MEI)
Energia elettrica	272.00	326.85
Gas naturale	1'365.00	3'990.96
Gasolio	9'904.00	4'443.10
<b>TOTALE</b>	<b>11'541.00</b>	<b>8'760.90</b>

Dalla tabella si nota una riduzione dei consumi totali di carburante per i mezzi ATB (-24%) grazie a un deciso decremento dei consumi gasolio (-55%), si registra invece una crescita nei consumi di energia elettrica (+20%) e soprattutto di gas naturale che arriva quasi a triplicare. Si riporta l'andamento dei consumi di carburante, suddiviso per vettori nell'immagine seguente.

**Figura 2-14: consumi per vettore del parco mezzi ATB al 2005 e al 2021 (fonte: ATB, Comune di Bergamo, nostra elaborazione)**



In questo MEI, inserito nel percorso di PAESC, in accordo con quanto previsto dal Climate Change Committee, si è deciso di prendere in considerazione nel computo dello scenario energetico-emissivo del PAESC, per quanto possibile, anche il settore WASTE, ovvero quello dei rifiuti e quindi sono stati presi in considerazione anche i mezzi utilizzati per il servizio di raccolta e smaltimento dei rifiuti nel territorio comunale di Bergamo, questa scelta permette di quantificare quale sia il peso della raccolta dei rifiuti nel contesto emissivo comunale.

I dati sono stati forniti al Comune da Aprica, gestore della raccolta porta a porta dei rifiuti, e sono relativi all'anno 2021. I mezzi che utilizzati per il servizio sono per la maggior parte alimentati a gasolio (89%), circa il 9% a gas naturale e una quota residuale a benzina.

**Tabella 2-6: consumi del parco mezzi per la raccolta rifiuti al 2021 suddivisi per alimentazione al 2005 e al 2021 (Fonte: ATB, Comune di Bergamo)**

CONSUMI COMPLESSIVI PARCO VEICOLI DEL COMUNE DI BERGAMO [MWh]	
Vettore energetico	2021 (MEI)
Gas naturale	437.48
Gasolio	4'158.54
Benzina	42.93
<b>TOTALE</b>	<b>4'638.95</b>

Questa quota di consumi, calcolata come sopra detto in modo separato, nel computo del PAESC è stata sommata ai consumi del TPL.

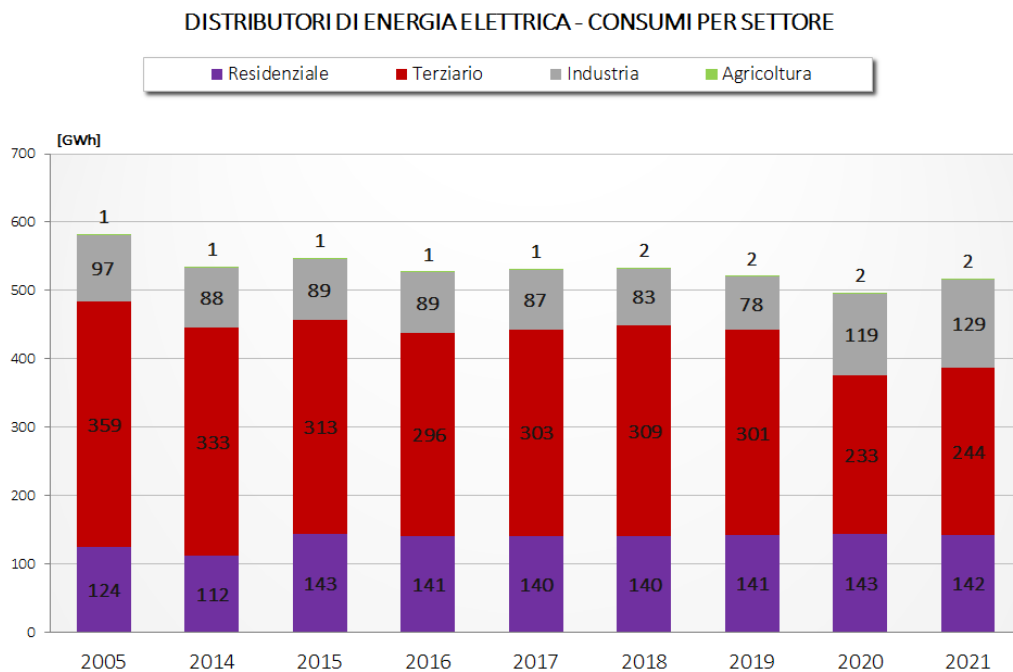
### 2.4.5 I consumi elettrici rilevati dal distributore

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 2021 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 2-15: Consumi energia elettrica dal 2014 al 2021 per settore (Fonte: E-distribuzione S.p.a.)**



I consumi del settore terziario, che in media rappresenta il 56% dei consumi totali, sono quelli prevalenti in tutti gli anni considerati, a seguire il residenziale (26%), il produttivo (18%) e infine, il settore agricolo. Tra il 2014 e il 2021, in generale, si evidenzia un calo dei consumi dell'11%, il settore che fa registrare il decremento maggiore è il terziario (-32%), sia il settore residenziale che quello dell'industria invece fanno registrare un incremento del +15% e del +32% rispettivamente.

## 2.4.6 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 per il periodo 2015-2021, suddivisi per categoria d'uso, tali dati sono riportati in due tabelle distinte. Non essendo disponibili i dati completi per l'anno 2020 si è deciso di escluderlo dalla valutazione. La suddivisione in categorie d'uso è comune per entrambi i distributori ed è la seguente:

- ✓ C1: Riscaldamento;
- ✓ C2: Uso cottura cibo e/o produzione di acqua calda sanitaria;
- ✓ C3: Riscaldamento + uso cottura cibi e/o produzione di acqua calda sanitaria;
- ✓ C4: Uso condizionamento;
- ✓ C5: uso condizionamento + riscaldamento;
- ✓ T1 Uso tecnologico (artigianale-industriale);
- ✓ T2 Uso tecnologico.

Di seguito si riportano i dati ricevuti dai due distributori locali.

**Tabella 2-7: Consumi gas naturale dal 2015 al 2019 e al 2021, suddivisi per categoria d'uso secondo la Del. ARERA n. 229/2012 (Fonte: Unareti SpA)**

VOLUME DI GAS DISTRIBUITO da Unareti Spa [Smc]						
Categoria	2015	2016	2017	2018	2019	2021
C1	37'893'790	36'596'735	36'664'161	34'397'268	33'010'152	27'021'104
C2	4'973'753	4'790'773	4'908'770	4'944'451	4'993'306	4'561'807
C3	35'102'583	35'735'556	36'049'443	36'719'462	37'524'033	34'467'052
C4	-	18	92	18	1'715	4'560
C5	21'382	21'852	2'298	4'103	12'370	574'068
T1	216'799	265'577	295'327	284'687	436'349	265'106
T2	24'722'467	25'559'236	27'175'299	26'604'498	24'035'018	22'499'072
<b>Totale</b>	<b>102'930'774</b>	<b>102'969'747</b>	<b>105'095'390</b>	<b>102'954'487</b>	<b>100'012'943</b>	<b>89'392'769</b>

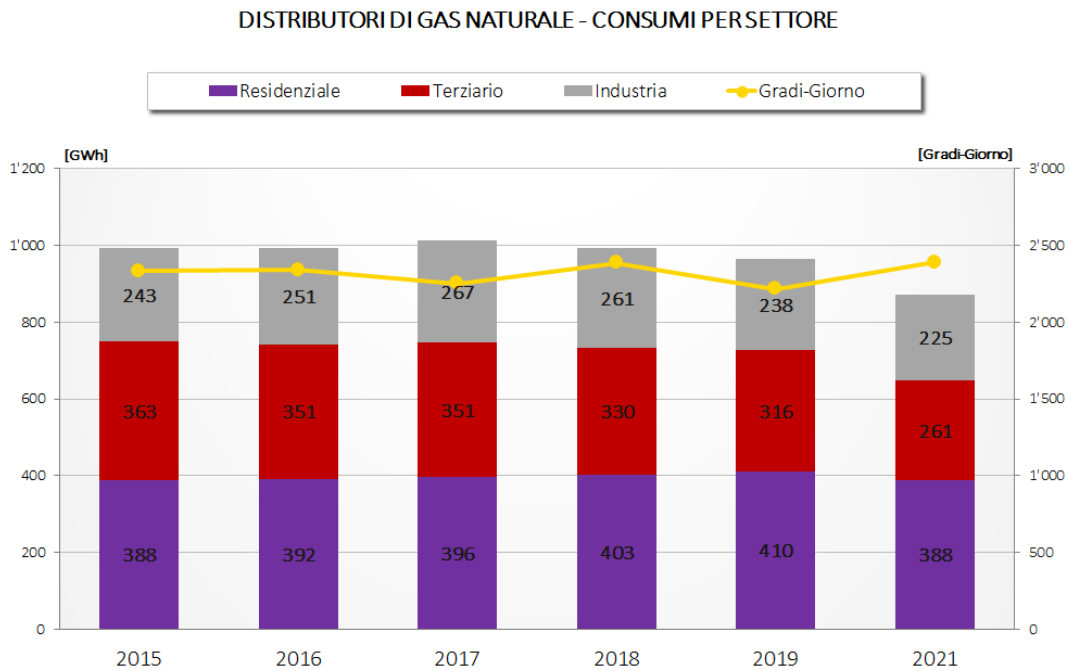
**Tabella 2-8: Consumi gas naturale dal 2015 al 2019 e al 2021, suddivisi per categoria d'uso secondo la Del. ARERA n. 229/2012 (Fonte: 2i Rete Gas SpA)**

VOLUME DI GAS DISTRIBUITO da 2i Rete Gas Spa [Smc]						
Categoria	2015	2016	2017	2018	2019	2021
C1	176'150	159'825	160'829	154'404	154'443	305'875
C2	41'423	39'372	39'469	41'760	39'766	76'430
C3	509'276	495'637	490'185	508'229	458'305	963'438
T1	73'317	13'090	12'631	5'353	5'162	-

VOLUME DI GAS DISTRIBUITO da 2i Rete Gas Spa [Smc]						
Categoria	2015	2016	2017	2018	2019	2021
T2	417'564	484'011	521'226	517'332	431'610	795'290
Totale	1'217'730	1'191'935	1'224'340	1'227'078	1'089'286	2'141'033

Per il medesimo periodo sono stati forniti da entrambi i distributori i dati relativi al numero di punti di riconsegna: al 2021 risultano serviti 73'334 clienti finali, valore con un trend di crescita rispetto al 2015 per Unareti; anche 2i Rete Gas SpA comunica il numero di PDR (Punto Di Riconsegna) serviti fino al 2020, anno in cui ammontano ad un totale di 558, 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 2-16 Consumi complessivi di gas naturale dal 2015 al 2019 e al 2021 per settore, confrontati con l'andamento dei Gradi-Giorno (Fonte: Unareti SpA, 2i Rete Gas Spa)**

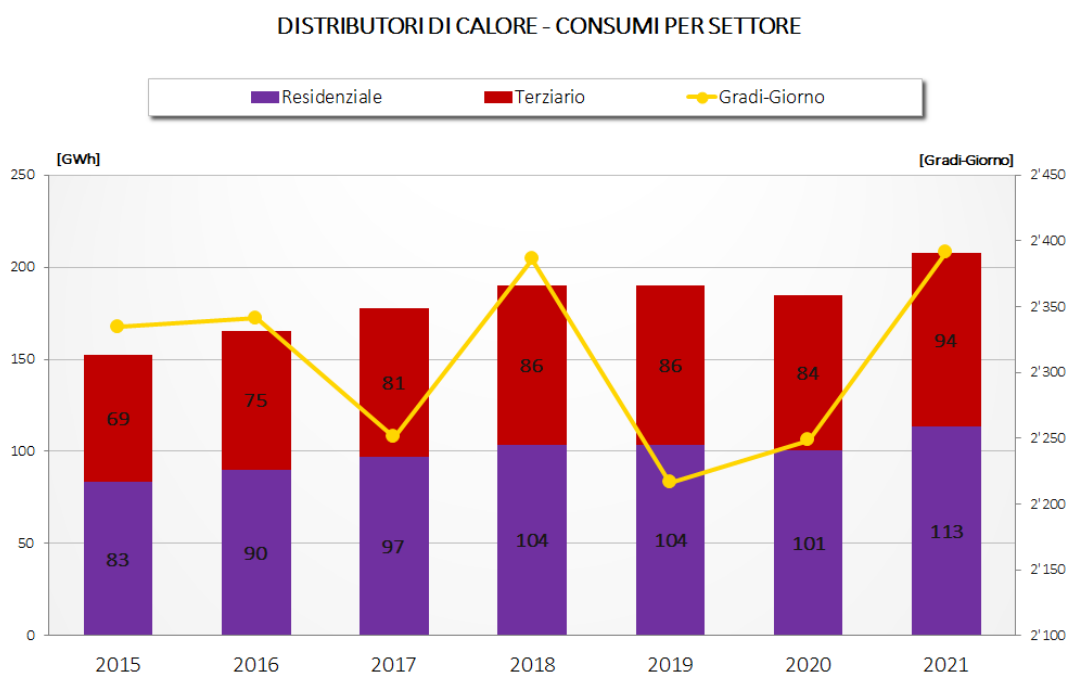


Il grafico evidenzia come l'andamento dei consumi di tutti i settori non denotano particolari differenze tra i diversi anni considerati dal 2015 al 2019 ed un calo tra il 2019 e il 2021. Il settore con la maggiore quota di consumi è il residenziale, con in media il 46% dei consumi totali, al secondo posto, con una media del 31%, si attestano i consumi del settore terziario e infine il settore produttivo con il 22%. 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 e un incremento nel 2021 a fronte di una diminuzione dei consumi rilevati dai distributori.

## 2.4.7 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 2015 al 2021: tali dati, insieme a quelli diffusi da AIRU, 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 2-17: Energia termica erogata dal 2015 al 2021 per tipologia di utenza, confrontati con l'andamento dei Gradi-Giorno (fonte: A2A SpA, AIRU)**



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. Alla rete di teleriscaldamento sono allacciate utenze di tipo residenziale e utenze di tipo terziario, con una prevalenza del settore 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.

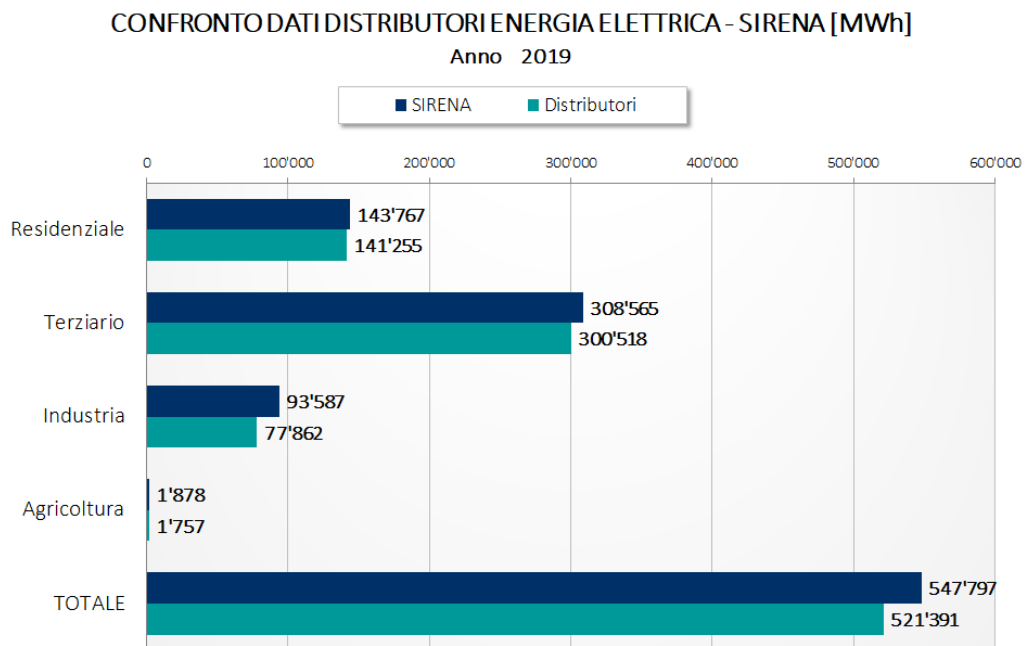


## 2.5 SIRENA20 e CONFRONTO con i DATI dei DISTRIBUTORI ENERGETICI

### 2.5.1 Il confronto dei consumi di energia elettrica

In questo paragrafo sono messi a confronto i consumi comunicati dal distributore locale con quelli desunti da SIRENA20 allo scopo di costruire un inventario dei consumi il più possibile vicino al reale contesto comunale. L'anno scelto per il confronto è il 2019, ultimo anno di aggiornamento di SIRENA20.

*Figura 2-18: Confronto tra i dati forniti dal distributore locale di energia elettrica e quelli desunti da SIRENA20 (Fonte: E - Distribuzione SpA, SIRENA20)*

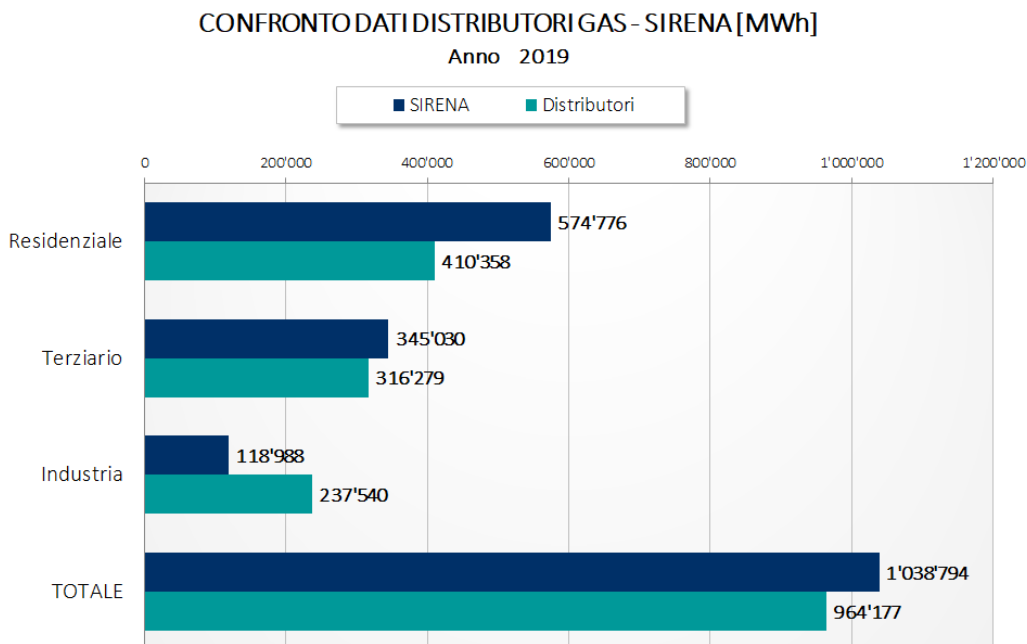


Lo scostamento tra i due inventari è pari in totale al 5% di sovrastima per SIRENA20, il settore con scostamento maggiore è quello dell'industria in cui SIRENA20 sovrastima i consumi del 20% circa. Dal confronto non si notano quindi particolari differenze, ma si è in ogni caso scelto di completare l'inventario utilizzando i dati forniti dal distributore.

### 2.5.2 Il confronto dei consumi di gas naturale

Con lo scopo di costruire un inventario dei consumi il più completo e coerente sono stati messi a confronto i dati di consumo forniti dai distributori locali di gas naturale e quelli desunti dall'inventario SIRENA20. L'anno scelto per il confronto è il 2019, ultimo anno di aggiornamento di SIRENA20.

**Figura 2-19: 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 mette in luce notevoli differenze tra le due fonti di dati, in particolare, in termine di consumi del settore produttivo per il quale SIRENA20 sottostima i consumi di circa il 50% e per quello residenziale per il quale, al contrario, SIRENA20 sovrastima i consumi del 40%. **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.**

## 2.6 ANALISI DELLA PRODUZIONE LOCALE DI ENERGIA

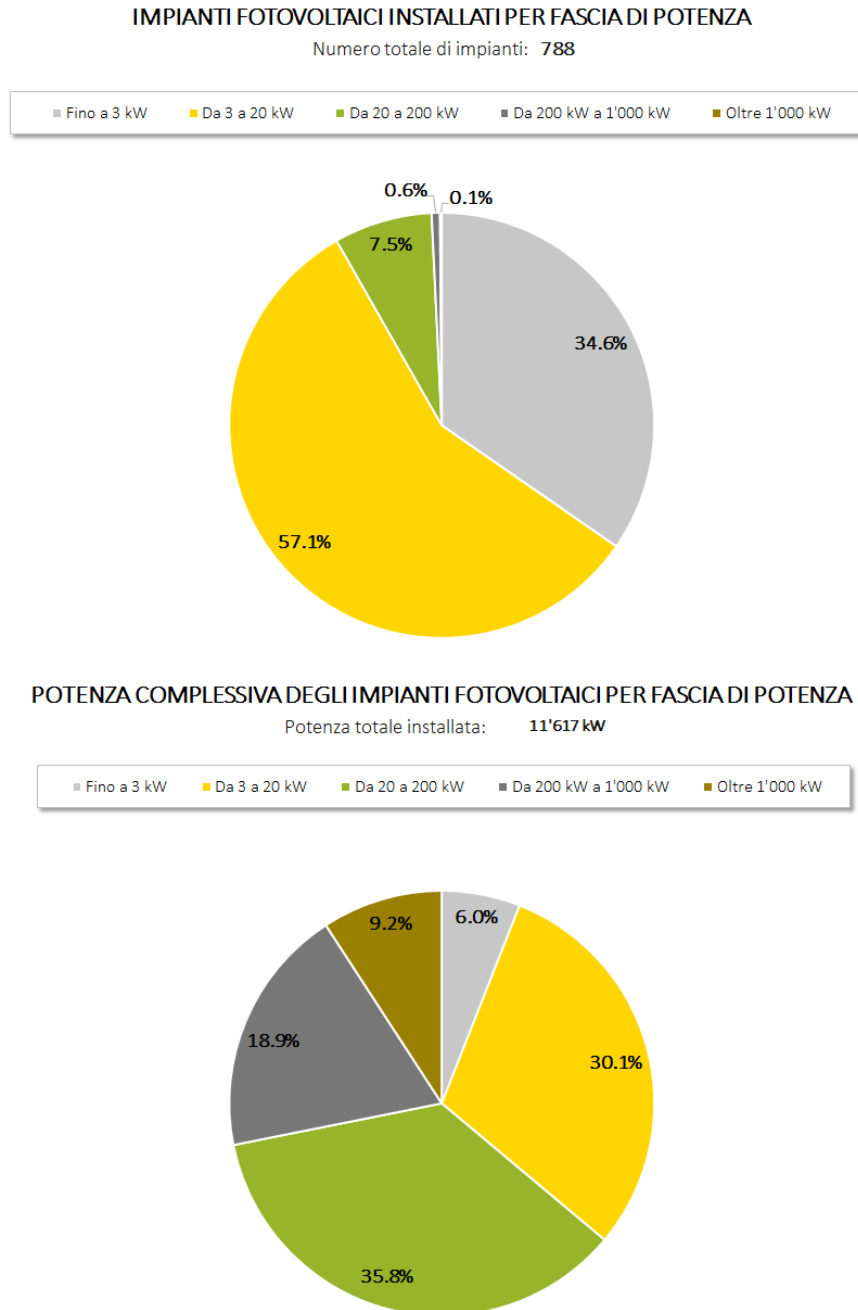
Come descritto nel paragrafo 2.1.1, nella costruzione del MEI è possibile tenere conto delle riduzioni delle emissioni di CO<sub>2</sub> sul versante della produzione qualora siano presenti sul territorio comunale impianti di produzione locale di energia rinnovabile elettrica e di energia termica. Nei paragrafi successivi sono presentati i dati disponibili sugli impianti presenti nel territorio di Bergamo.

### 2.6.1 La produzione locale di energia elettrica

Per definire 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, inclusi gli impianti eolici, geotermici, idroelettrici e quelli alimentati con bioenergie. Secondo quanto riportato nella banca dati del GSE, presso il comune di Bergamo risultano presenti impianti di tipo fotovoltaico e un impianto di tipo idroelettrico. Tale censimento sottostima la produzione FER complessiva in quanto non include gli impianti FER non incentivati.

I dati riportati nella figura seguente restituiscono il quadro degli impianti fotovoltaici presenti a Bergamo ad aprile 2021. A Bergamo la potenza installata, è pari 11'617 kW che porta ad avere una produzione potenziale pari a 10'907 MWh, corrispondente al 2.2% dei consumi di energia elettrica registrati nel 2021.

**Figura 2-20: numero di impianti e potenza installata per classe di potenza, aggiornamento ad aprile 2021 (fonte: nostra elaborazione su dati Atlaimpianti - GSE)**



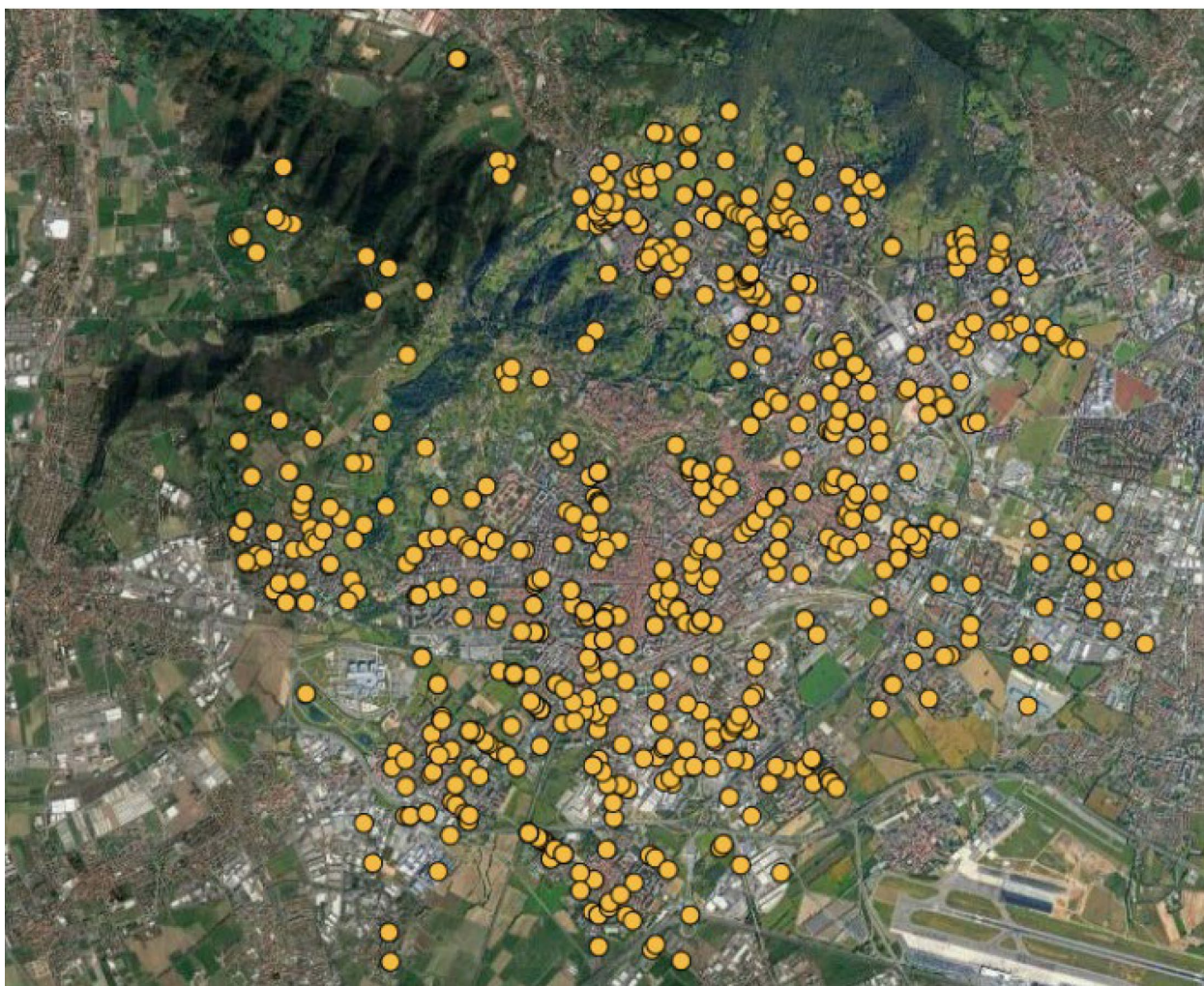
La maggior parte degli impianti installati, il 57%, appartiene alla fascia di potenza tra i 3 e i 20 kW, l'8.2% degli impianti installati hanno potenza superiore ai 20 kW. Confrontando il numero di impianti installati, 788, con il numero degli edifici presenti a Bergamo, 9'429, emerge come ci sia margine per l'implementazione di questo tipo di tecnologia, presente solo sull'8.3% degli edifici presenti sul territorio

comunale. Gli impianti in fascia di potenza tra 20 e 200 kW sono quelli che producono la maggior parte della potenza fotovoltaica complessiva (36%) seguiti da quelli nella fascia da 3 a 20 kW con il 30%.

Si specifica inoltre che nel territorio del Bergamo sono installati 35 impianti fotovoltaici con potenza superiore a 50 kWp che possono essere ripartiti in cinque categorie di seguito riportate:

- ✔ da 50 kWp a 100 kWp sono: 21 impianti;
- ✔ da 100 kWp a 150 kWp sono: 4 impianti;
- ✔ da 150 kWp a 350 kWp sono: 6 impianti;
- ✔ da 350 kWp a 500 kWp sono: 2 impianti;
- ✔ oltre 500 kWp sono: 2 impianti di cui uno in via P. Rovelli di 750 kWp e uno in via Ponte Pietra, poco oltre 1'000 kWp (1067 kWp).

*Figura 2-21: Gli impianti fotovoltaici complessivi con potenza superiore a 50 kWp (fonte: Atlaimpanti)*

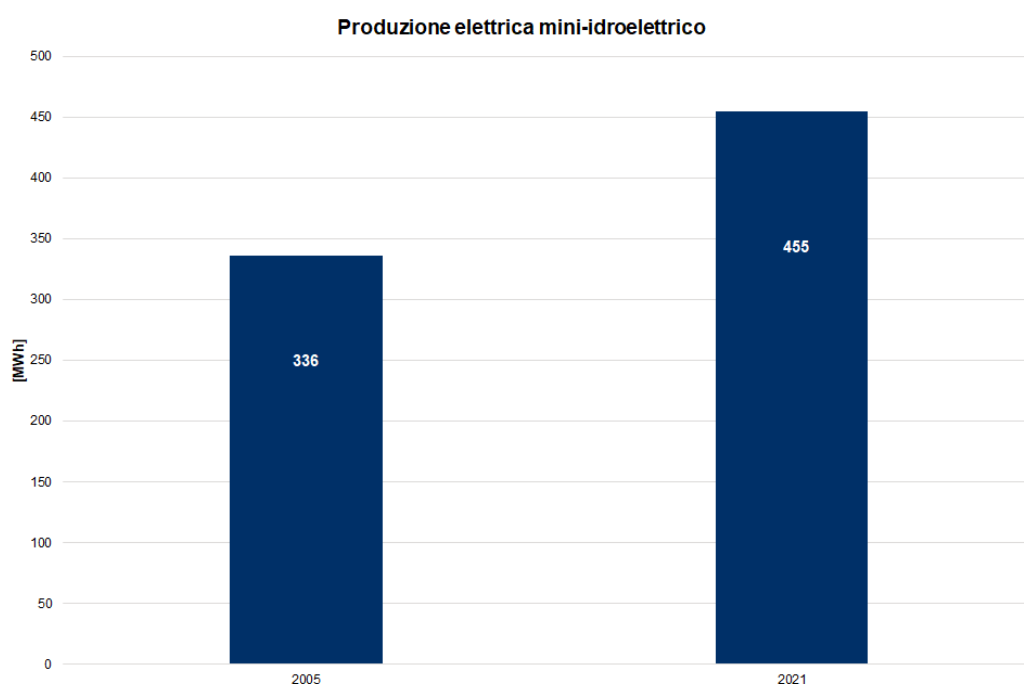


Sul territorio comunale è presente un **piccolo impianto micro-idroelettrico (P<100 kW)**, essendo P la Potenza Nominale Media generata dalla centrale idroelettrica in condizioni nominali) posto presso il Serbatoio S. Agostino, sito in Viale Vittorio Emanuele II.

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.

Nel grafico riportato di seguito è visualizzata la produzione di energia idroelettrica dell'impianto micro-idroelettrico attivo nel Comune di Bergamo per gli anni 2005 e 2021.

**Figura 2-22: produzione di energia idroelettrica dell'impianto presente a Bergamo (fonte: Comune di Bergamo, nostra elaborazione)**



Negli anni di riferimento la produzione elettrica è incrementata, nel 2021 l'energia prodotta dall'impianto è stata pari a 455 MWh.

### 2.6.2 Il teleriscaldamento e la cogenerazione

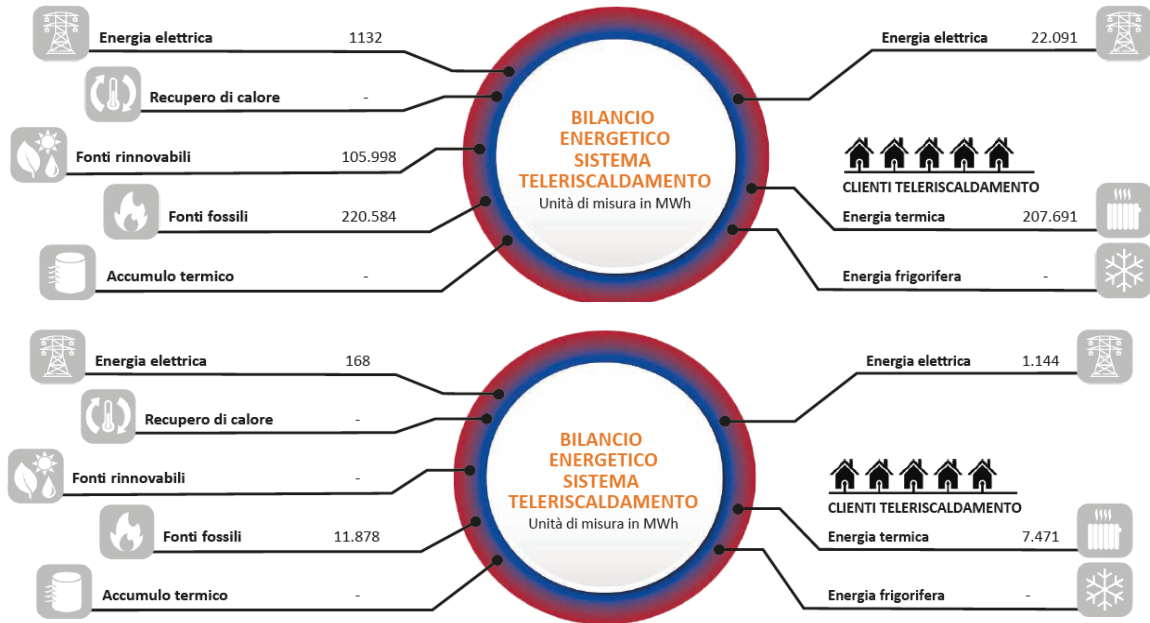
La rete di teleriscaldamento presente a Bergamo è composta da due impianti, entrambe gestite da A2A Calore & Servizi S.r.l.:

- ✔ la rete di Monterosso serve una volumetria 211'214 m<sup>3</sup> con utenze residenziali e terziarie;
- ✔ la rete di Bergamo una volumetria pari a 7'519'118 m<sup>3</sup> con utenze residenziali e terziarie, in espansione nel 2022 rispetto al 2020 e al 2021.

La centrale di Monterosso è alimentata da due caldaie, di cui una per la cogenerazione, a gas naturale, quella di Bergamo da due caldaie a gas naturale, di cui una per la cogenerazione e da un impianto di termovalorizzazione dei RUR.



Figura 2-23: Schema degli impianti di Bergamo e di Bergamo Monterosso (fonte: AIRU)



I due impianti, che costituiscono la rete di teleriscaldamento, contribuiscono all'abbassamento del fattore di emissione del riscaldamento/raffrescamento: utilizzando 0 come fattore di emissione per la quota di RUR rinnovabili e ponendo uguale a 0 le emissioni legate alla produzione di energia elettrica (in quanto come detto conteggiate negli usi finali di energia elettrica), il fattore di emissione risulta quindi essere pari a 0.114 t CO<sub>2</sub>/MWh.

## 2.7 BEI del PAES: 2005

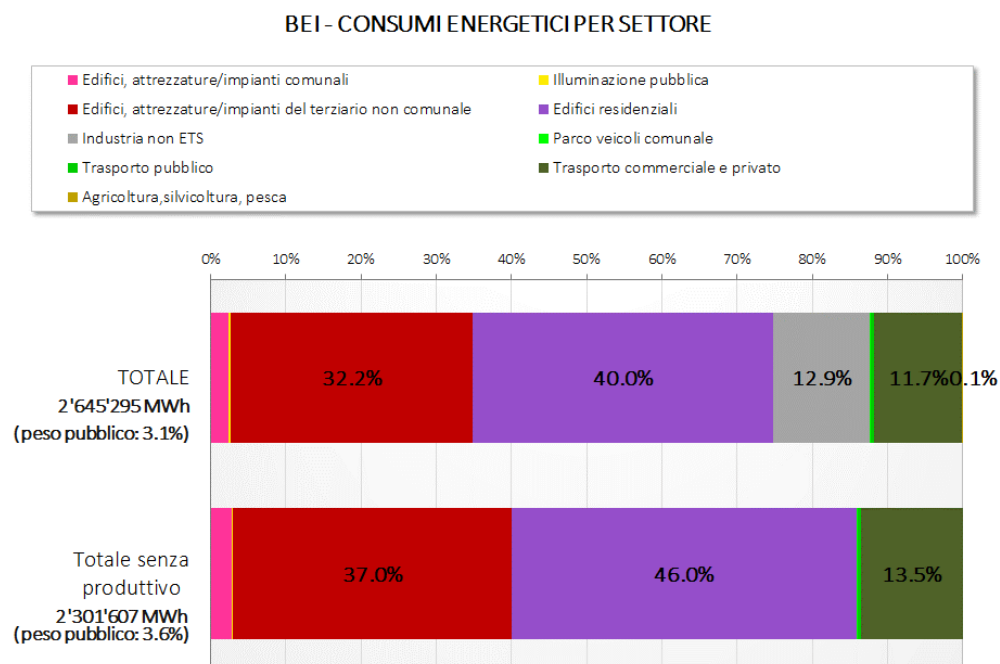
Punto di partenza e riferimento per la costruzione dell'inventario emissivo e per il calcolo dell'obiettivo finale, come precedentemente detto, è il **2005, anno BEI del PAES**. Si restituisce quindi una sintesi del contesto dei consumi e delle emissioni del Comune di Bergamo al 2005.

**Tabella 2-9: consumi per settore e per vettore all'anno BEI (fonte: nostra elaborazione da dati PAES)**

BEI - CONSUMI FINALI DI ENERGIA [MWh]														
Settore	Energia elettrica	Riscaldamento/raffrescamento	Combustibili fossili						Energie rinnovabili				TOTALE	
			Gas naturale	GPL	Olio combustibile	Gasolio	Benzina	Altre fonti fossili	Biocarburanti	Biomasse	Energia geotermica	Altre fonti rinnovabili		
EDIFICI, ATTREZZATURE/IMPIANTI E INDUSTRIE:														
Edifici, attrezzature/impianti comunali	25'031	0	35'299	1'925	0	1'925	0	0	0	0	0	0	0	64'180
Illuminazione pubblica	5'456	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5'456
Edifici, attrezzature/impianti del terziario non comunale	328'696	0	463'546	25'284	0	25'284	0	0	0	0	7'667	0	0	850'478
Edifici residenziali	123'804	0	796'787	29'628	0	107'931	0	0	0	0	0	0	0	1'058'150
Industria non ETS	97'478	0	197'364	15'342	8'334	17'422	0	0	0	3'719	1'533	0	0	341'190
Subtotale edifici, attrezzature/impianti e industrie	580'464	0	1'492'996	72'179	8'334	152'563	0	0	0	3'719	9'200	0	0	2'319'455
TRASPORTI:														
Parco veicoli comunale	0	0	0	165	0	178	708	0	0	0	0	0	0	1'051
Trasporto pubblico	281	0	1'365	0	0	9'904	0	0	0	0	0	0	0	11'550
Trasporto commerciale e privato	0	0	0	2'154	0	185'538	120'000	0	3'051	0	0	0	0	310'742
Subtotale trasporti	281	0	1'365	2'319	0	195'620	120'708	0	3'051	0	0	0	0	323'343
ALTRO:														
Agricoltura, silvicoltura, pesca	594	0	121	38	0	1'742	3	0	0	0	0	0	0	2'497
TOTALE	581'338	0	1'494'481	74'536	8'334	349'925	120'711	0	3'051	3'719	9'200	0	0	2'645'295

Il settore prevalente risulta essere il residenziale (40% dei consumi totali), seguito dal terziario non comunale (32%), il comparto pubblico ha un peso del 3.1% circa, prevalentemente dovuto ai consumi degli edifici comunali (1.6% del totale). Escludendo il produttivo (industria e agricoltura) dal computo dei consumi si nota come questo comparto non incida in modo significativo sul contesto generale. Il peso del comparto produttivo è infatti, pari al 13%.

**Figura 2-24: consumi per settore all'anno BEI includendo ed escludendo il settore produttivo (fonte: PAES, nostra elaborazione)**



Analizzando i consumi per vettore, quello prevalente risulta essere il gas naturale, con consumi circa pari al 57% del totale sia includendo che escludendo il settore produttivo. I consumi di energia elettrica risultano in seconda posizione (22% del totale) e si confermano ai primi due posti anche escludendo il settore produttivo (21%); i consumi di gasolio raggiungono il 13%, mentre le rinnovabili soddisfano consumi inferiori all'1%. Dal punto di vista delle emissioni la situazione non cambia in modo significativo.



Figura 2-25: consumi per vettore all’anno BEI includendo ed escludendo il settore produttivo (fonte: PAES, nostra elaborazione)

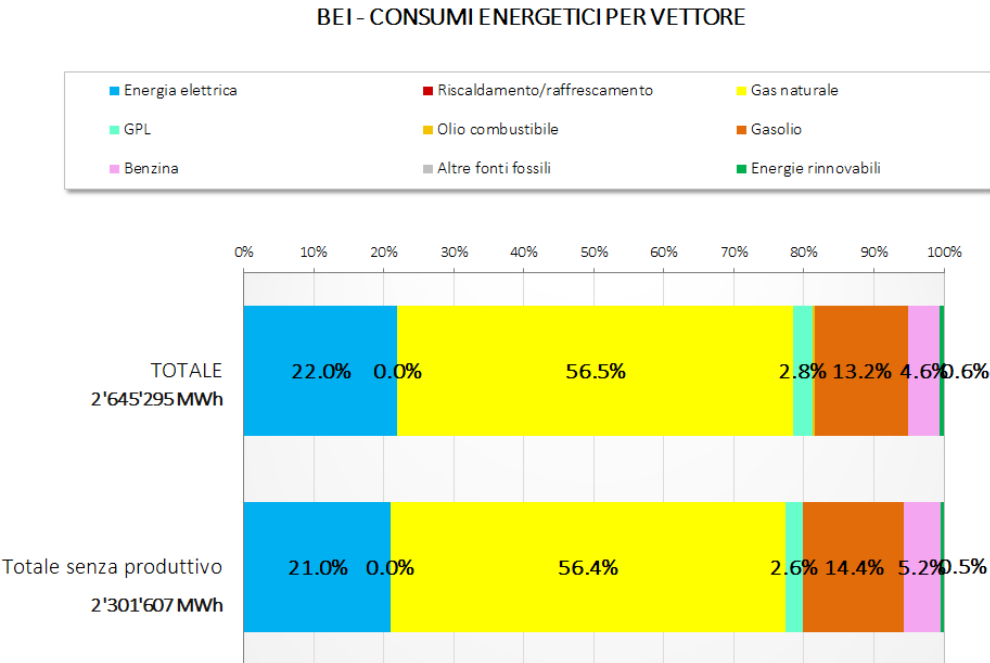
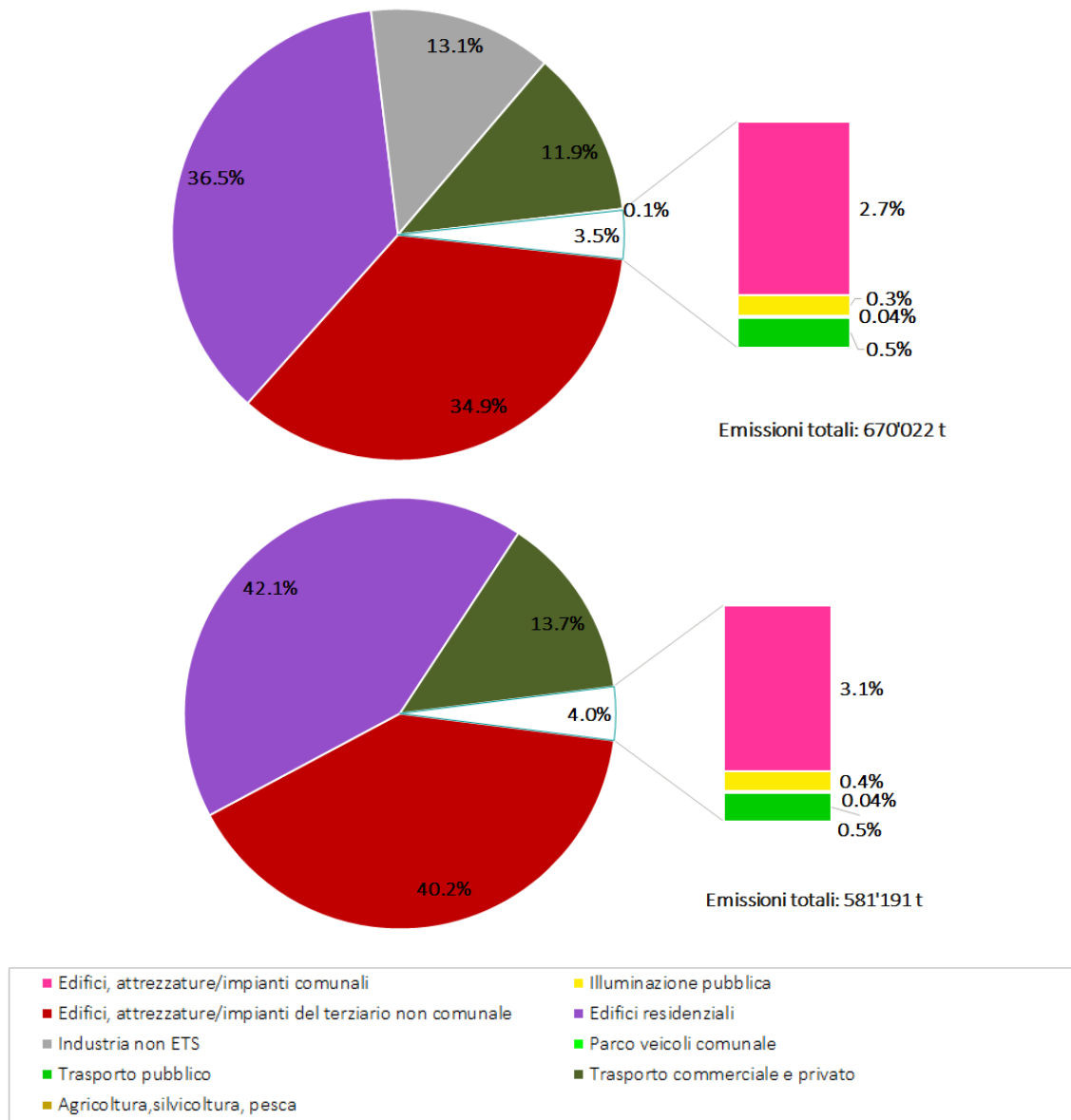


Figura 2-26: emissioni per settore e per vettore all’anno BEI (fonte: nostra elaborazione da dati PAES)

BEI - EMISSIONI DI CO <sub>2</sub> [t]													
Settore	Energia elettrica	Riscaldamento/raffrescamento	Combustibili fossili						Energie rinnovabili				TOTALE
			Gas naturale	GPL	Olio combustibile	Gasolio	Benzina	Altre fonti fossili	Biocarburanti	Biomasse	Energia geotermica	Altre fonti rinnovabili	
EDIFICI, ATTREZZATURE/IMPIANTI E INDUSTRIE:													
Edifici, attrezzature/impianti comunali	9'706	0	7'130	437	0	514	0	0	0	0	0	0	17'788
Illuminazione pubblica	2'116	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2'116
Edifici, attrezzature/impianti del terziario non comunale	127'462	0	93'636	5'740	0	6'749	0	0	0	0	0	0	233'587
Edifici residenziali	48'009	0	160'951	6'726	0	28'818	0	0	0	0	0	0	244'503
Industria non ETS	37'800	0	39'843	3'483	2'325	4'652	0	0	0	0	0	0	88'102
Subtotale edifici, attrezzature/impianti e industrie	225'092	0	301'561	16'385	2'325	40'732	0	0	0	0	0	0	586'095
TRASPORTI:													
Parco veicoli comunale	0	0	0	37	0	48	176	0	0	0	0	0	261
Trasporto pubblico	109	0	276	0	0	2'644	0	0	0	0	0	0	3'029
Trasporto commerciale e privato	0	0	0	489	0	49'539	29'880	0	0	0	0	0	79'907
Subtotale trasporti	109	0	276	526	0	52'231	30'056	0	0	0	0	0	83'198
ALTRO:													
Agricoltura,silvicoltura, pesca	230	0	24	9	0	465	1	0	0	0	0	0	729
TOTALE	225'431	0	301'861	16'920	2'325	93'428	30'057	0	0	0	0	0	670'022

Le emissioni del settore residenziale si attestano al primo posto, con quasi il 37% delle emissioni totali, quelle del settore terziario, al secondo posto, sono molto vicine al 35%. Anche in questo caso, includendo o non includendo il settore produttivo si notano particolari differenze in termini di ripartizione per vettore.

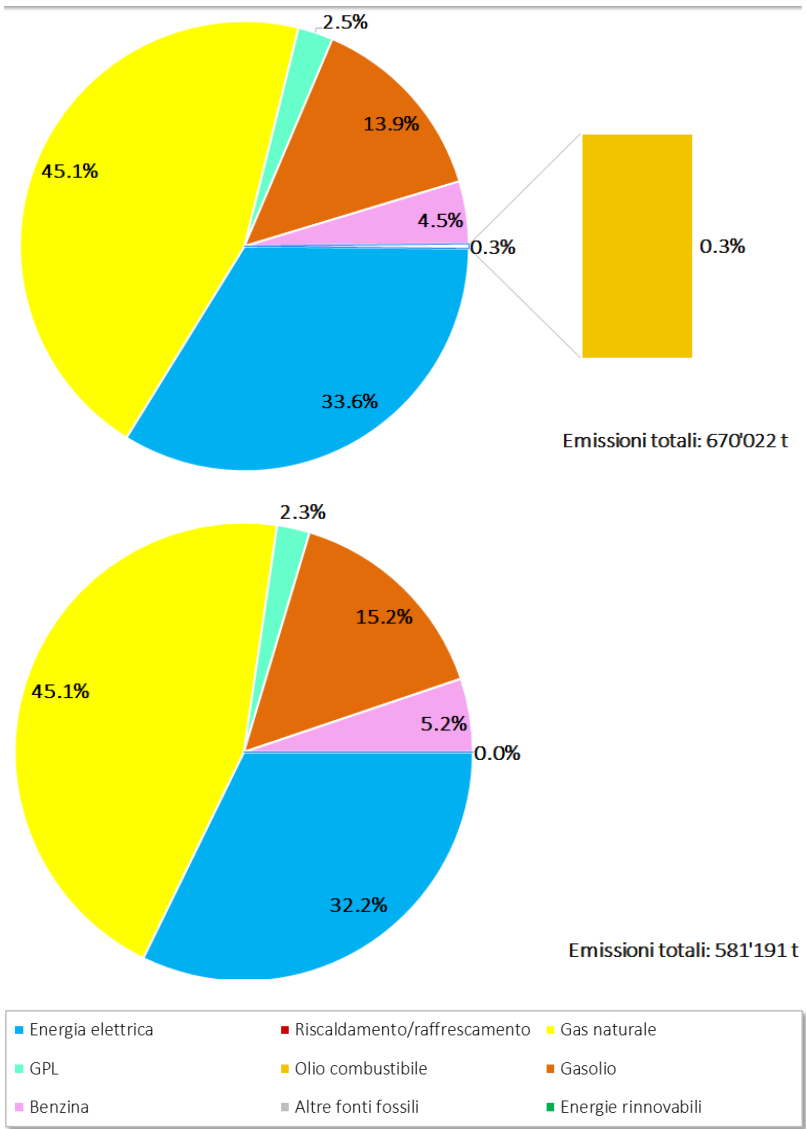
**Figura 2-27: emissioni per settore all'anno BEI includendo ed escludendo il settore produttivo (fonte: PAES, nostra elaborazione)**



Non includendo il settore produttivo il residenziale si attesta al 42%, il terziario al 40%, il comparto pubblico ha un peso sulle emissioni totali pari al 3.5% includendo il settore produttivo e pari al 4% escludendolo. Le emissioni del settore produttivo sono pari al 13% del totale.

Considerando invece le emissioni per vettore il gas naturale, così come visto per i consumi, è il vettore prevalente, pari al 45% delle emissioni sia considerando che escludendo il settore produttivo. Seguono le emissioni dovute ai consumi di energia elettrica, a cui si attribuisce il 33% delle emissioni includendo il settore produttivo e il 32% escludendolo. Le emissioni associate ai consumi di gasolio, prevalentemente dovute al settore dei trasporti, rappresentano invece il 14% e il 15% (rispettivamente includendo/escludendo il settore produttivo).

Figura 2-28: emissioni per vettore del BEI includendo ed escludendo il settore produttivo (fonte: PAES, nostra elaborazione)



2.8 MEI del PAESC: 2021

2.8.1 I consumi energetici finali

La Tabella 2-10, esito delle elaborazioni di cui ai paragrafi precedenti, è estratta direttamente dal template del JRC e riporta i dati di consumo per settore e per vettore del comune di Bergamo.

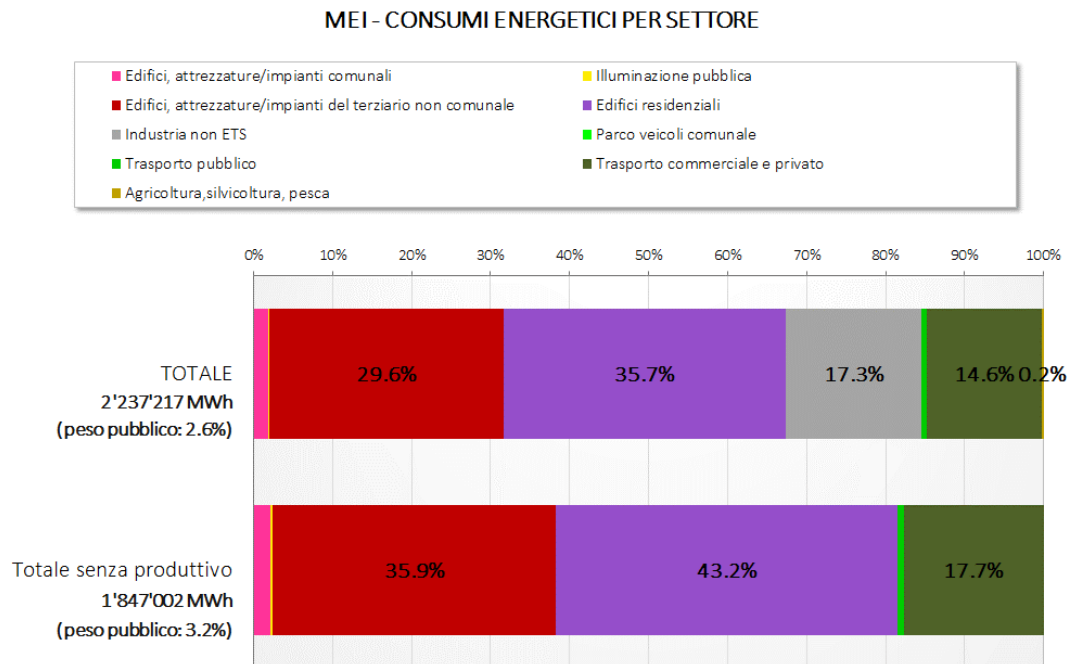
**Tabella 2-10: consumi energetici per settore e per vettore nel comune di Bergamo all'anno MEI 2021 (fonte: ISPRA, 2iReteGas, Unareti, E-Distribuzione, SIRENA20, dati comunali – nostra elaborazione)**

MEI - CONSUMI FINALI DI ENERGIA [MWh]														
Settore	Energia elettrica	Riscaldamento/raffrescamento	Combustibili fossili						Energie rinnovabili				TOTALE	
			Gas naturale	GPL	Ollo combustibile	Gasolio	Benzina	Altre fonti fossili	Biocarburanti	Biomasse	Energia geotermica	Altre fonti rinnovabili		
EDIFICI, ATTREZZATURE/IMPIANTI E INDUSTRIE:														
Edifici, attrezzature/impianti comunali	7'363	12'042	20'649	0	0	453	0	0	0	0	0	0	0	40'507
Illuminazione pubblica	4'232	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4'232
Edifici, attrezzature/impianti del terziario non comunale	232'786	94'886	274'559	4'480	0	3'686	0	0	0	0	51'904	1'126	662'826	
Edifici residenziali	141'885	128'338	439'106	1'715	0	16'550	0	0	0	40'126	27'322	3'009	798'051	
Industria non ETS	128'937	0	224'679	1'266	0	5'419	0	0	0	7'932	18'201	35	386'468	
Subtotale edifici, attrezzature/impianti e industrie	515'202	235'267	958'993	7'460	0	26'108	0	0	0	48'058	96'827	4'170	1'892'084	
TRASPORTI:														
Parco veicoli comunale	0	0	21	86	0	89	222	0	0	0	0	0	0	418
Trasporto pubblico	327	0	4'428	0	0	8'602	43	0	0	0	0	0	0	13'400
Trasporto commerciale e privato	0	0	26'530	22'748	0	155'987	104'213	0	18'089	0	0	0	0	327'568
Subtotale trasporti	327	0	30'979	22'834	0	164'678	104'478	0	18'089	0	0	0	0	341'385
ALTRO:														
Agricoltura, silvicoltura, pesca	1'852	0	0	11	0	1'884	0	0	0	0	0	0	0	3'747
TOTALE	517'381	235'267	989'972	30'305	0	192'670	104'478	0	18'089	48'058	96'827	4'170	2'237'217	

Dall'analisi della distribuzione dei consumi energetici per settore (Figura 2-29), il settore maggiormente energivoro risulta essere il residenziale, essendo responsabile di circa il 36% consumi comunali; segue il settore del terziario con il 30% circa mentre il settore dei trasporti privati e commerciali è responsabile del 15% circa dei consumi; il settore industriale è responsabile di poco meno del 17% dei consumi. I consumi del comparto pubblico (edifici comunali, illuminazione pubblica,) sono pari a circa il 2.6% dei consumi totali di Bergamo.

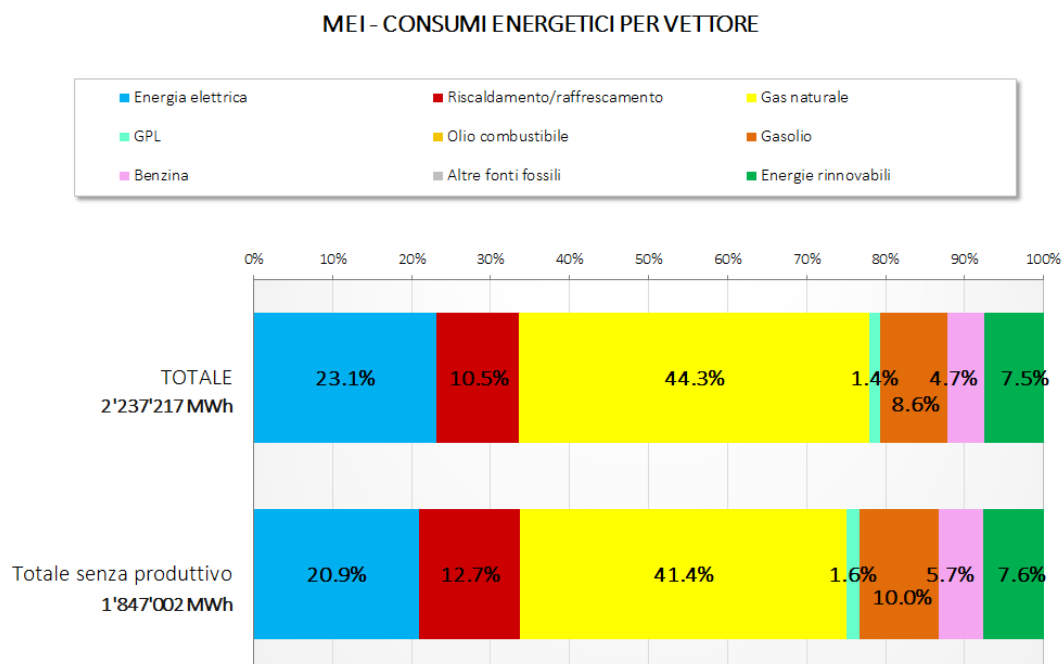
Nel caso di esclusione del settore produttivo, ovvero dei settori industriale e agricolo, il settore predominante in termini di consumi si conferma il residenziale, a cui si associa il 43% dei consumi complessivi, i consumi del settore terziario si attestano al 36%, mentre il consumo energetico diretto attribuibile al Comune è in questo caso pari a circa il 3.2%. Si ricorda, infatti, che è data facoltà alle Amministrazioni Comunali di scegliere l'inclusione o meno del settore produttivo, soprattutto in relazione alla capacità delle stesse di promuovere azioni di riduzione dei consumi energetici in tale ambito, nel caso di Bergamo, non si notano particolari differenze escludendo o includendo il settore produttivo.

**Figura 2-29: distribuzione percentuale dei consumi energetici per settore a Bergamo nell'anno MEI includendo ed escludendo il settore produttivo (fonte: nostra elaborazione)**



Nella figura successiva si mostra la distribuzione percentuale dei consumi energetici per vettore. Dall'analisi effettuata si può notare come il vettore prevalente sia il gas naturale con il 44%, segue l'energia elettrica con il 23% circa, i consumi legati al teleriscaldamento si attestano al terzo posto e sono pari al 10.5%. Escludendo il settore produttivo la situazione non cambia in modo significativo, il vettore prevalente rimane il gas naturale con il 41% seguito dall'energia elettrica che scende al 21%, i consumi del teleriscaldamento salgono al 13%. La quota di consumo soddisfatto dalle energie rinnovabili è superiore al 7% (4% legato alla geotermia a bassa entalpia, il 2% alle biomasse ed il resto ad altre rinnovabili come i biocarburanti) sia includendo che escludendo il settore produttivo.

**Figura 2-30: distribuzione percentuale dei consumi energetici per vettore a Bergamo nell'anno MEI includendo ed escludendo il settore produttivo (fonte: nostra elaborazione)**



## 2.8.2 Le emissioni totali

La situazione precedentemente descritta si ritrova in linea di massima replicata anche nella distribuzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>. Come spiegato nel paragrafo sulla metodologia, le emissioni di CO<sub>2</sub> 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). La tabella seguente è estratta direttamente dal template di CoMO e riporta le emissioni di CO<sub>2</sub> stimate per il comune di Bergamo, suddivise per settore e per vettore.

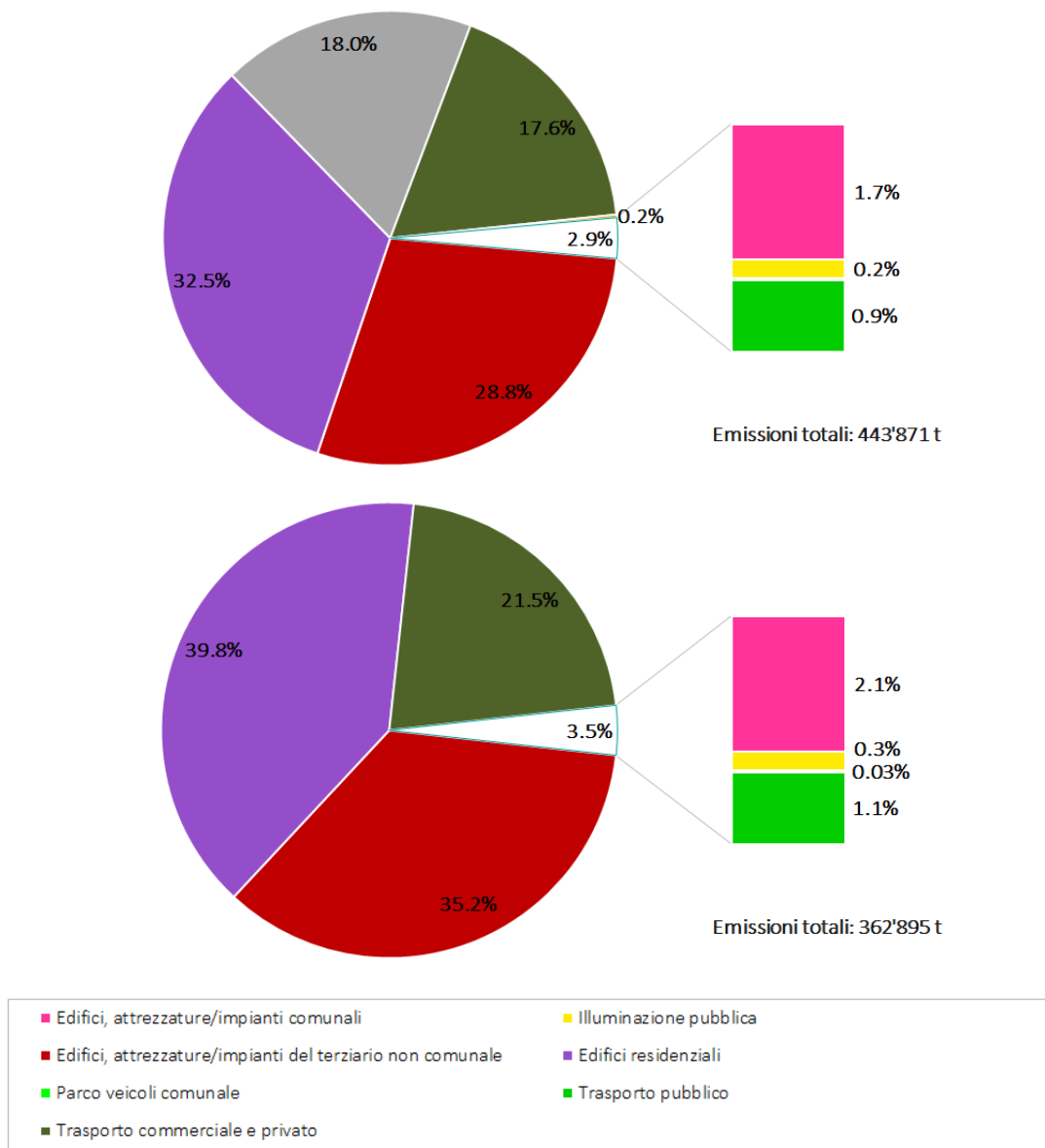
**Tabella 2-11: emissioni di CO<sub>2</sub> per settore e per vettore nel comune di Bergamo all'anno MEI 2021 (fonte: ISPRA, 2iReteGas, Unareti, E-Distribuzione, SIRENA20, dati comunali – nostra elaborazione)**

MEI - EMISSIONI DI CO <sub>2</sub> [t]														
Settore	Energia elettrica	Riscaldamento/raffrescamento	Combustibili fossili						Energie rinnovabili				TOTALE	
			Gas naturale	GPL	Oljo combustibile	Gasolio	Benzina	Altre fonti fossili	Biocarburanti	Biomasse	Energia geotermica	Altre fonti rinnovabili		
EDIFICI, ATTREZZATURE/IMPIANTI E INDUSTRIE:														
Edifici, attrezzature/impianti comunali	1'878	1'377	4'171	0	0	121	0	0	0	0	0	0	0	7'547
Illuminazione pubblica	1'079	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1'079
Edifici, attrezzature/impianti del terziario non comunale	59'360	10'853	55'461	1'017	0	984	0	0	0	0	0	0	0	127'675
Edifici residenziali	36'181	14'679	88'699	389	0	4'419	0	0	0	0	0	0	0	144'367
Industria non ETS	32'879	0	45'385	287	0	1'447	0	0	0	0	0	0	0	79'998
Subtotale edifici, attrezzature/impianti e industrie	131'377	26'910	193'717	1'693	0	6'971	0	0	0	0	0	0	0	360'667
TRASPORTI:														
Parco veicoli comunale	0	0	4	20	0	24	55	0	0	0	0	0	0	103
Trasporto pubblico	83	0	1'612	0	0	2'297	11	0	0	0	0	0	0	4'003
Trasporto commerciale e privato	0	0	5'359	5'164	0	41'649	25'949	0	0	0	0	0	0	78'121
Subtotale trasporti	83	0	6'976	5'183	0	43'969	26'015	0	0	0	0	0	0	82'227
ALTRO:														
Agricoltura, silvicoltura, pesca	472	0	0	2	0	503	0	0	0	0	0	0	0	978
TOTALE	131'932	26'910	200'692	6'879	0	51'443	26'015	0	0	0	0	0	0	443'871

Dall'analisi della stima delle emissioni di CO<sub>2</sub> (Figura 2-31 sopra) appare evidente come una quota consistente delle emissioni sia dovuta al settore residenziale, responsabile per circa il 33% delle emissioni totali, al secondo posto si attesta il settore residenziale con il 29% gli altri settori fanno registrare percentuali decisamente inferiori e pari al 18% circa sia per i trasporti privati e commerciali che per il settore dell'industria. La quota di emissioni relativa al Comune di Bergamo come Pubblica Amministrazione è pari al 2.9% delle emissioni totali comunali.

In Figura 2-31 sotto sono rappresentate le emissioni comunali ottenute escludendo dall'analisi le emissioni legate al settore produttivo (industriale ed agricolo). Si osserva che al primo posto rimangono quelle del settore residenziale con il 40%, seguito dalle emissioni del settore del terziario (35%); quelle del settore dei trasporti privati e commerciali si attestano al 22%. In questo caso, le emissioni direttamente riconducibili a servizi pubblici comunali sono pari al 3.5% del totale.

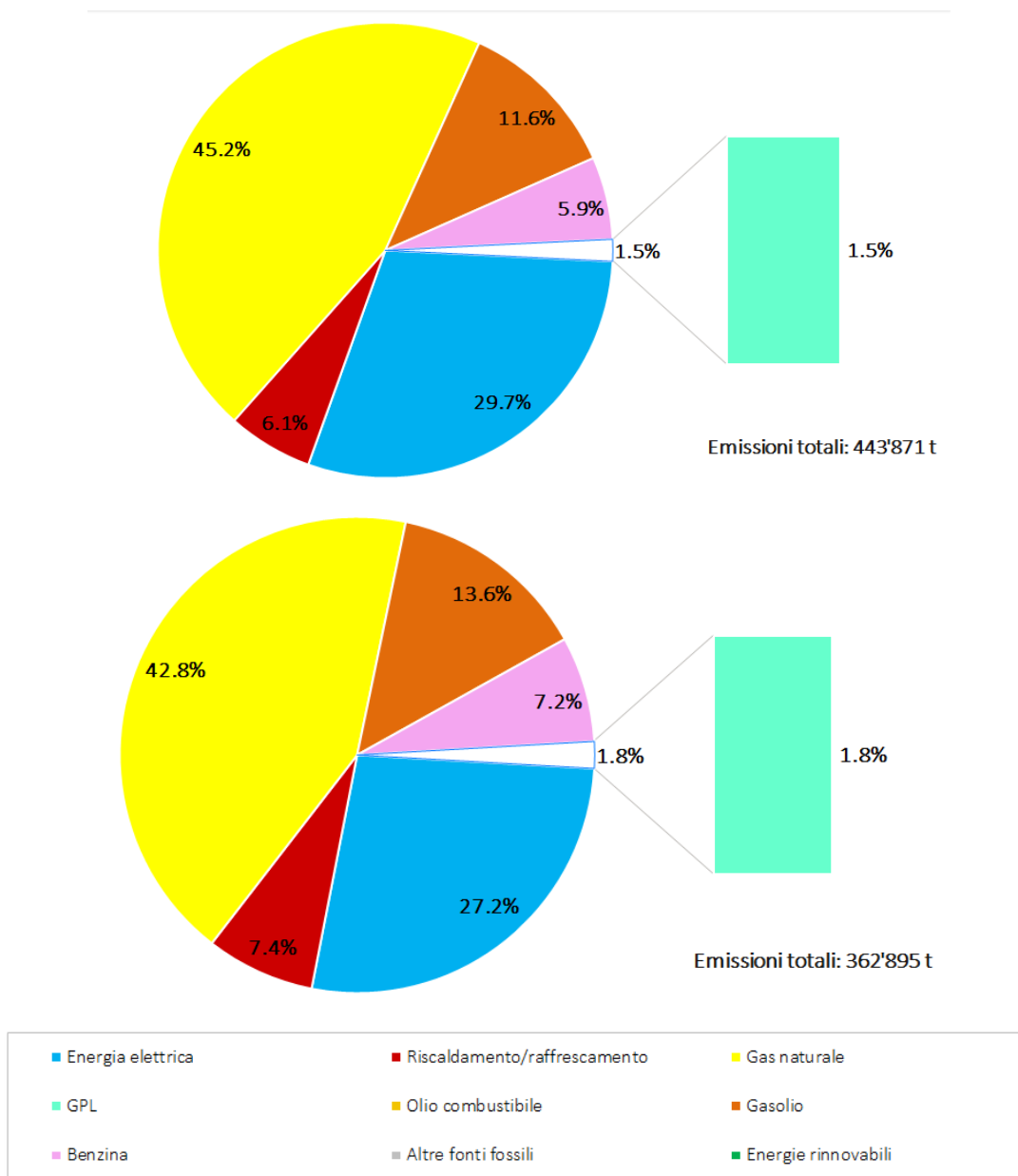
**Figura 2-31: distribuzione percentuale delle emissioni di CO<sub>2</sub> per settore a Bergamo nell'anno MEI includendo ed escludendo il settore produttivo (fonte: nostra elaborazione)**



Dall'analisi delle emissioni totali per vettore (Figura 2-32) si può notare come, considerando il settore produttivo, la maggior parte delle emissioni sia dovuta ai consumi di gas naturale (45% circa), seguiti dai consumi di energia elettrica (30%), le emissioni associate ai consumi di gasolio sono pari a circa il 12%, quelle del teleriscaldamento sono pari al 6%. Nel caso in cui si escluda il settore produttivo, come già registrato per i consumi, non ci sono particolari cambiamenti, il vettore prevalente rimane il gas naturale con il 43%, seguito dall'energia elettrica che scende al 27%, il gasolio si attesta al 14%, il teleriscaldamento al 7%.



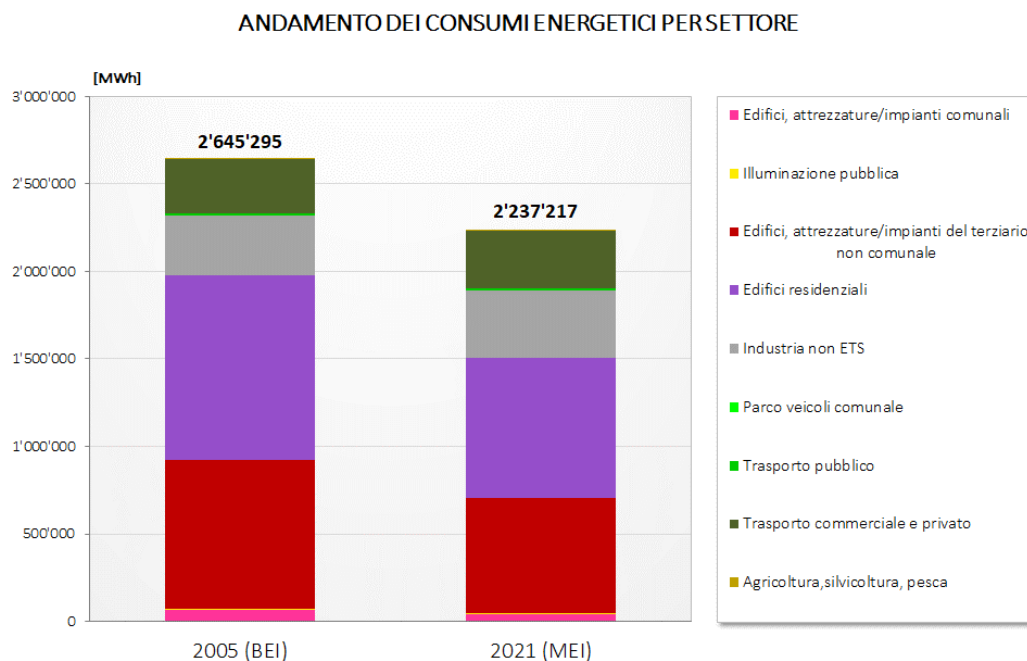
**Figura 2-32: distribuzione percentuale delle emissioni di CO<sub>2</sub> per vettore a Bergamo nell'anno MEI includendo ed escludendo il settore produttivo (fonte: nostra elaborazione)**



## 2.9 TREND ENERGETICO – EMISSIVO

Una volta calcolato l'inventario MEI al 2021 è possibile metterlo a confronto con l'inventario BEI al 2005 calcolato per il PAES ed osservare l'andamento dei consumi energetici e delle emissioni nel comune di Bergamo nei grafici e nelle tabelle a seguire.

**Figura 2-33: trend dei consumi al 2005 e al 2021 per settore a Bergamo (fonte: nostra elaborazione)**



**Tabella 2-12: trend dei consumi al 2005 e al 2021 per settore a Bergamo (fonte: nostra elaborazione)**

CONFRONTO CONSUMI BEI-MEI [t]			
Settore	2005 (BEI)	2021 (MEI)	Variazione
Edifici, attrezzature/impianti comunali	66'106	40'507	-39%
Illuminazione pubblica	5'456	4'232	-22%
Edifici, attrezzature/impianti del terziario non comunale	848'553	662'826	-22%
Edifici residenziali	1'058'150	798'051	-25%
Industria non ETS	341'190	386'468	13%
Parco veicoli comunale	1'051	418	-60%
Trasporto pubblico	11'550	13'400*	16%
Trasporto commerciale e privato	310'742	327'568	5%
Agricoltura, silvicoltura, pesca	2'497	3'747	50%
<b>TOTALE</b>	<b>2'645'295</b>	<b>2'237'217</b>	<b>-15%</b>
<b>Totale senza produttivo</b>	<b>2'301'607</b>	<b>1'847'002</b>	<b>-37%</b>

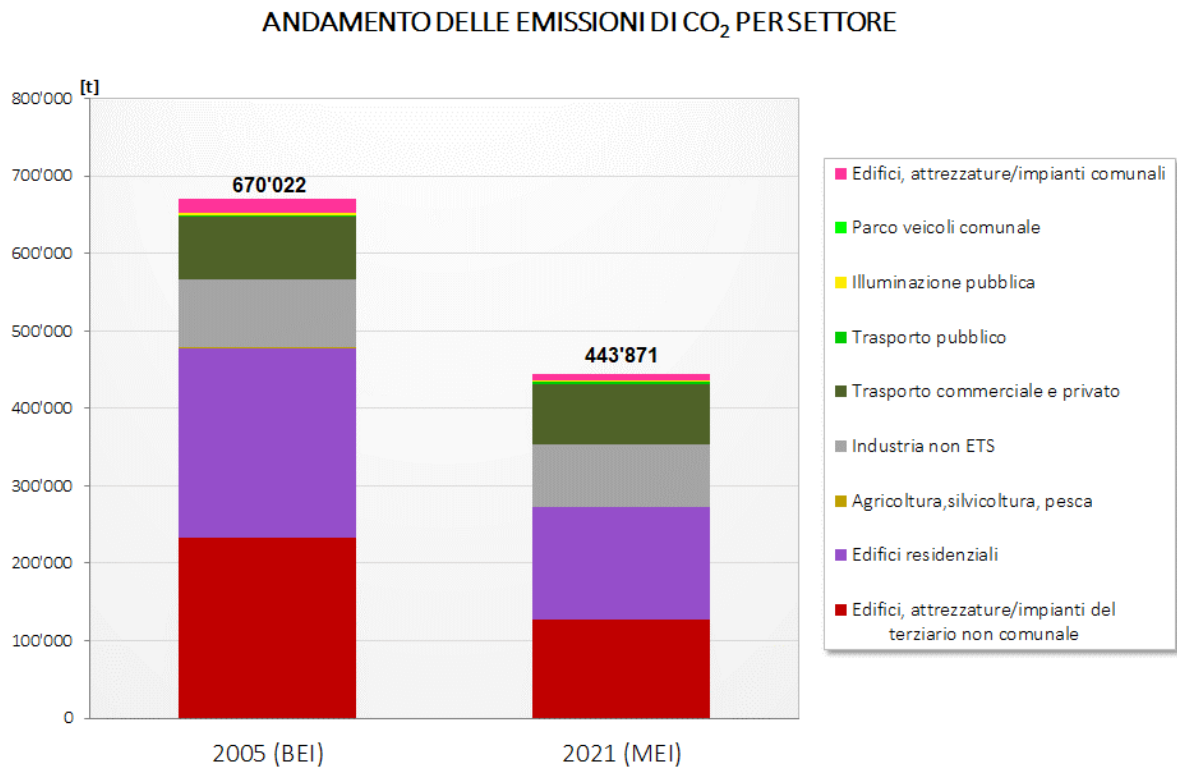
\*Consumi Trasporto Pubblico includono anche i consumi dei mezzi per la raccolta differenziata

Mettendo a confronto la situazione registrata al 2005 e quella al 2021 si può notare una riduzione dei consumi totali del 15%. Per quanto riguarda il comparto privato, la riduzione maggiore si registra per i consumi del settore residenziale (-25%), seguono i consumi del terziario con un decremento del -22%, mentre crescono i consumi del settore dell'industria non ETS (+13%) e dei trasporti privati e commerciali

(+5%). Per quanto riguarda invece il comparto pubblico si nota una riduzione del -39% dei consumi imputabili agli edifici comunali, del -22% di quelli del settore dell'illuminazione pubblica (è da tener presente che il dato 2005 è sottostimato e quindi la riduzione reale è sicuramente maggiore) e del -60% di quelli del parco mezzi comunali. I consumi imputabili al TPL sono in calo del -25% per quanto riguarda la quota di consumi di ATB, ma risulta essere in crescita computando la quota di consumi legata al servizio di raccolta dei rifiuti che nel 2005 non era computata nell'inventario dei consumi (il che spiega la crescita complessiva del 16%).

Dal punto di vista delle emissioni, il quadro è simile a quello dei consumi.

**Figura 2-34: emissioni di CO<sub>2</sub> per settore al 2005 e al 2021 a Bergamo (fonte: nostra elaborazione)**



**Tabella 2-13: trend delle emissioni al 2005 e al 2021 per settore a Bergamo (fonte: nostra elaborazione)**

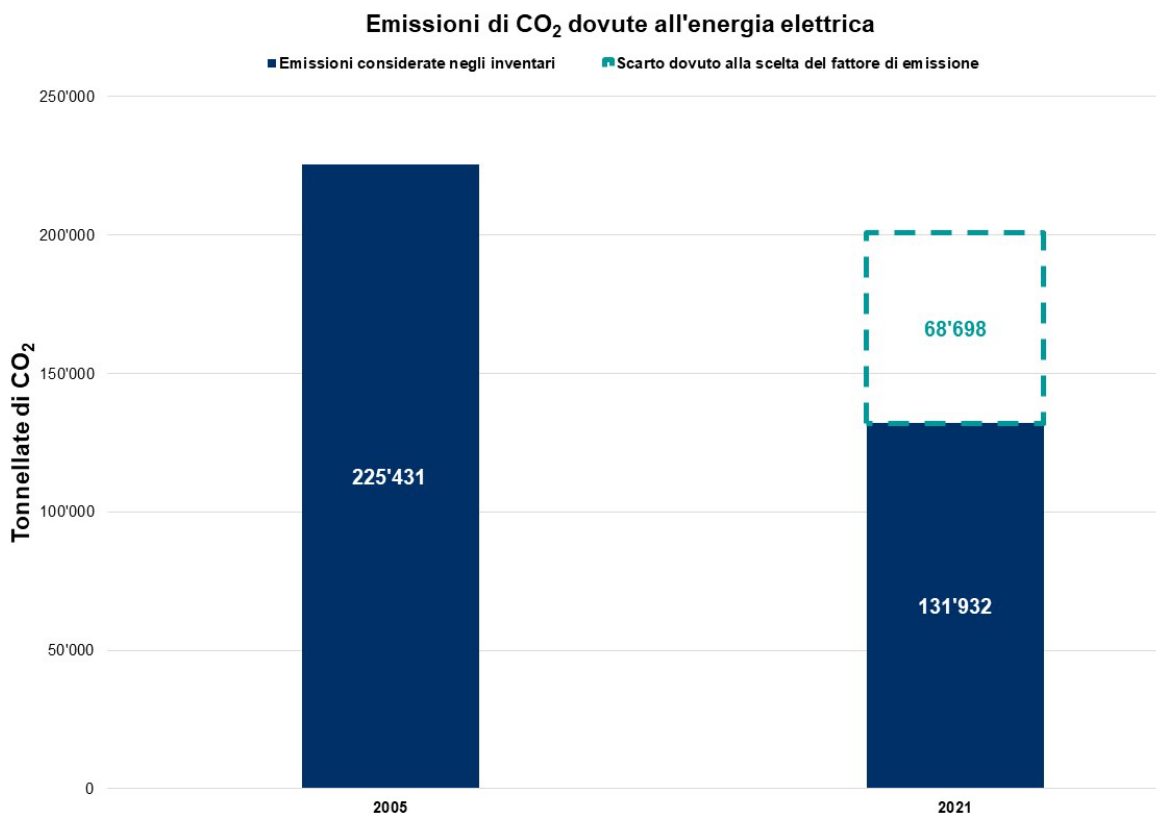
CONFRONTO EMISSIONI BEI-MEI [t]			
Settore	2005 (BEI)	2021 (MEI)	Variazione
Edifici, attrezzature/impianti comunali	17'788	7'547	-58%
Illuminazione pubblica	2'116	1'079	-49%
Edifici, attrezzature/impianti del terziario non comunale	233'587	127'675	-45%
Edifici residenziali	244'503	144'367	-41%
Industria non ETS	88'102	79'998	-9%
Parco veicoli comunale	261	103	-61%
Trasporto pubblico	3'029	4'003*	32%
Trasporto commerciale e privato	79'907	78'121	-2%
Agricoltura, silvicoltura, pesca	729	978	34%
<b>TOTALE</b>	<b>670'022</b>	<b>443'871</b>	<b>-34%</b>
<b>Totale senza produttivo</b>	<b>581'191</b>	<b>362'895</b>	<b>-37%</b>

*\*Emissioni del Trasporto Pubblico includono anche i consumi dei mezzi per la raccolta differenziata*

Complessivamente le emissioni risultano in calo del -34% (-37% escludendo il settore produttivo). Si registrano riduzioni in tutti i settori privati, in modo particolare nei settori terziario (-45%) e residenziale (-41%). Nel comparto pubblico, le emissioni del settore degli edifici pubblici calano del -58%, le emissioni del settore dell'illuminazione pubblica registrano un decremento del -49%, del -61% quelle del parco mezzi comunali.

Una quota importante della riduzione delle emissioni legate ai consumi di energia elettrica, tra il 2005 e il 2021 è legato alla scelta del fattore di emissione dell'energia elettrica che, come anticipato, per questo MEI è stato considerato pari a 0.255 t CO<sub>2</sub>/MWh (dato ISPRA 2021).

Figura 2-35: emissioni di CO<sub>2</sub> [tonnellate] dovute all'energia elettrica (fonte: nostra elaborazione)



## 2.10 SCENARIO del PAESC

Il Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia richiede che le azioni di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> siano stimate rispetto all'anno di riferimento del BEI e quindi il 2005, come anticipato, anche con il passaggio da PAES a PAESC, di cui questo MEI è il primo passo, **l'anno di riferimento per il calcolo dell'obiettivo rimane il 2005**. È tuttavia opportuno stimare quelli che fino al 2030 possono essere gli impatti energetico-emissivi legati alle previsioni di un eventuale aumento di popolazione, di edificato residenziale e di attività produttive e terziarie sul territorio comunale, in modo tale che si possano prevedere azioni specifiche nel PAESC volte a contenere i consumi addizionali previsti, garantendo così il raggiungimento dell'obiettivo di riduzione preposto.

Qualora si preveda una forte modificazione del territorio comunale (in particolare in termini di aggiunta di nuovi edifici e nuove attività) è infatti consentito dalla Linee Guida del JRC per la redazione dei PAESC di considerare l'obiettivo di riduzione in termini procapite e non assoluti; altra scelta che l'AC ha la possibilità di compiere è l'inclusione o l'esclusione del settore produttivo dal calcolo dell'obiettivo. **Il PAES di Bergamo è stato approvato considerando l'obiettivo di riduzione in termini assoluti e non includendo il settore produttivo nel calcolo dell'obiettivo.**

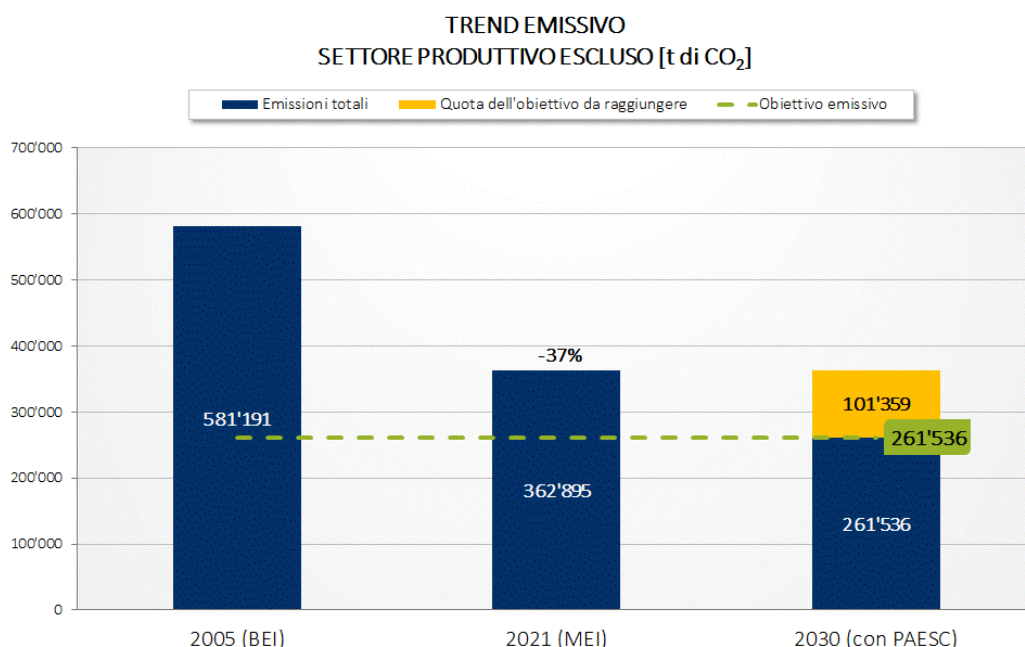
Il Comune di Bergamo, con l'adesione al PAESC, visto il percorso del Comune in termini di pianificazione energetica ha deciso di **ridurre del -55% entro il 2030 le emissioni di CO<sub>2</sub> registrate nel 2005 in termini assoluti ed escludendo il settore produttivo.**

## 2.11 CALCOLO dell'OBIETTIVO di RIDUZIONE delle EMISSIONI

Nella figura a seguire sono riportate le emissioni comunali al 2005 (BEI) confrontate con le emissioni previste al 2030, e con l'obiettivo emissivo minimo del PAESC (riduzione del -55% delle emissioni rispetto al 2005). I dati mostrati non comprendono le emissioni legate al settore produttivo; essendo stata considerata costante la popolazione, non ci sono differenze tra obiettivo assoluto e obiettivo procapite.

Rispetto alle emissioni del BEI (581'191 tonnellate di CO<sub>2</sub>), l'obiettivo di emissioni di CO<sub>2</sub> per il 2030 è pari a circa 261'536 tonnellate di CO<sub>2</sub> che, vista la quota di CO<sub>2</sub> già abbattuta tra il 2005 e il 2021, ovvero 217'727 tonnellate (-37% rispetto al 2005) fa sì che le tonnellate di CO<sub>2</sub> da ridurre per raggiungere l'obiettivo siano pari a 101'359 tonnellate.

**Figura 2-36: confronto dell'obiettivo di riduzione delle emissioni al 2030, in termini assoluti, con le emissioni del BEI (2005), del MEI (2021) e le emissioni al 2030 (fonte: nostra elaborazione)**



Si riporta di seguito una tabella riassuntiva della situazione del PAESC di Bergamo e delle scelte che è possibile condurre, non avendo previsto modifiche significative nella popolazione, tra il 2021 e il 2030 si è deciso di adottare il valore del 2021 per definire il calcolo dell'obiettivo procapite, non si rilevano però sostanziali differenze in termini di quantità di emissioni da ridurre tra obiettivo procapite ed assoluto, si propende pertanto per semplicità per un obiettivo assoluto.

*Tabella 2-14: riepilogo delle diverse combinazioni che è possibile considerare per la valutazione dell'obiettivo di riduzione delle emissioni del PAESC del comune di Bergamo (nostra elaborazione)*

CALCOLO DELL'OBIETTIVO DI RIDUZIONE			
Anno	2005 (BEI)	2021 (MEI)	2030 (con PAESC)
Popolazione [ab]	119'722	119'476	<b>119'476</b>
OBIETTIVO IN TERMINI ASSOLUTI			
Emissioni totali [t]	670'022	443'871	<b>301'510</b>
Obiettivo di riduzione [t]	<b>368'512</b>	<b>142'361</b>	-
OBIETTIVO IN TERMINI ASSOLUTI - Settore produttivo escluso			
Emissioni totali [t]	581'191	362'895	<b>261'536</b>
Obiettivo di riduzione [t]	<b>319'655</b>	<b>101'359</b>	-
OBIETTIVO PROCAPITE			
Emissioni totali [t/ab]	5.61	3.72	<b>2.52</b>
Obiettivo di riduzione procapite [t/ab]	3.08	1.19	-
Obiettivo di riduzione [t]	<b>350'765</b>	<b>142'361</b>	-
OBIETTIVO PROCAPITE - Settore produttivo escluso			
Emissioni totali [t/ab]	5.11	3.04	<b>2.30</b>
Obiettivo di riduzione procapite [t/ab]	2.81	0.74	-
Obiettivo di riduzione [t]	<b>319'655</b>	<b>88'126</b>	-



## 3. SECONDO PILASTRO- ADATTAMENTO: QUADRO CONOSCITIVO CLIMATICO: CLIMA, RISCHI e VULNERABILITA'

### 3.1 CARATTERIZZAZIONE CLIMATICA

#### 3.1.1 Il contesto sovracomunale: il Piano Nazionale di adattamento ai Cambiamenti Climatici

Per dare attuazione alla Strategia, nel 2016 il Ministero dell'Ambiente ha intrapreso, con analoghe modalità partecipative della SNAC, la stesura del **Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC)**. Nel 2022 il Ministero ha istituito un apposito Gruppo di lavoro con decreto direttoriale n. 96 del 12 luglio 2022, per il necessario supporto tecnico alla rielaborazione del Piano, alla luce delle osservazioni formulate dalla Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale – VIA e VAS, nel parere n. 13 del 3 maggio 2021 e della intervenuta normativa europea. Il percorso di Valutazione Ambientale Strategica si è conclusa nel mese di agosto 2023.

Il PNACC così rielaborato risponde a una duplice esigenza: (1) realizzare compiutamente l'istituzione di un'apposita struttura di governance nazionale; (2) produrre un documento di indirizzo, finalizzato a porre le basi per una pianificazione di breve e di lungo termine per l'adattamento ai cambiamenti climatici, attraverso la definizione di specifiche misure volte sia al rafforzamento della capacità di adattamento a livello nazionale, attraverso l'aumento e la messa a sistema delle conoscenze, sia allo sviluppo di un contesto organizzativo ottimale.

L'analisi del clima sul periodo di riferimento 1981-2010 è stata effettuata utilizzando il dataset osservativo grigliato E-OBS. Tale dataset fornisce dati giornalieri di precipitazione, temperatura e umidità su un grigliato regolare con risoluzione orizzontale di circa 12 km (0.1° x 0.1°) sull'intero territorio nazionale. Sebbene tale dataset sia largamente utilizzato per lo studio delle caratteristiche del clima e sia costantemente aggiornato e migliorato sull'area europea, è importante sottolineare che esso presenta alcune limitazioni dovuta all'accuratezza dell'interpolazione dei dati, che, in particolare risulta ridotta al diminuire della densità del numero di stazioni, come accade nel territorio del Sud Italia e in corrispondenza di aree ad orografia complessa.

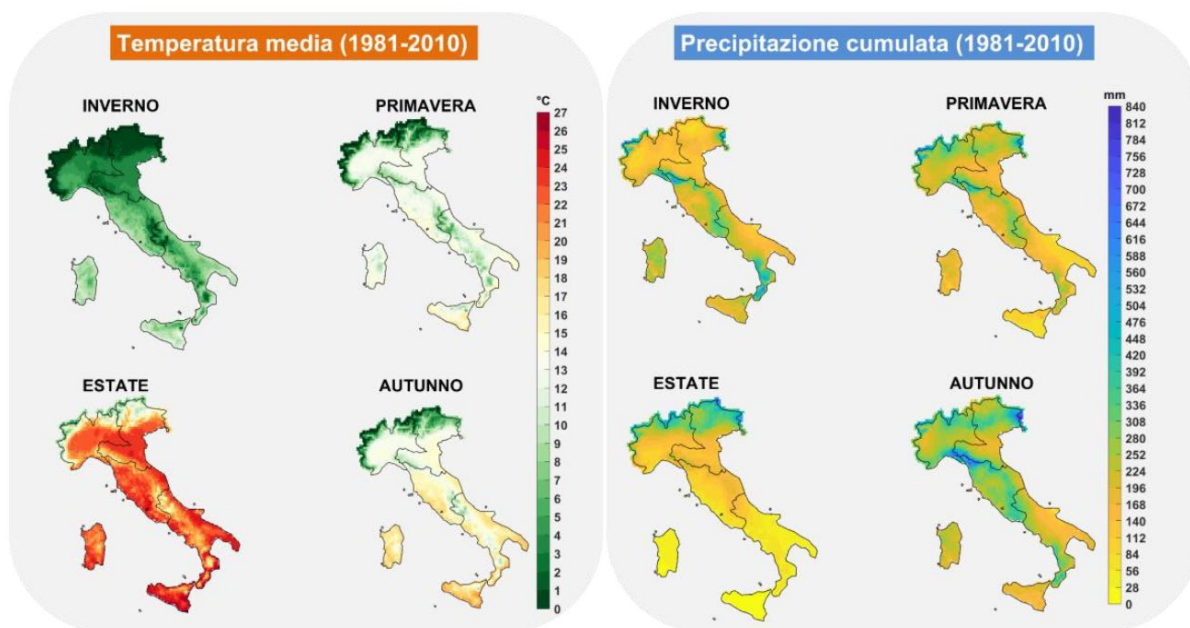
Nella figura successiva si riportano i valori medi stagionali, nel trentennio 1981-2010, della precipitazione totale e della temperatura media. In termini di precipitazione totale nella penisola italiana si registrano i



valori più alti durante la stagione autunnale, invece risultano, in particolare nella stagione estiva, le meno piovose.

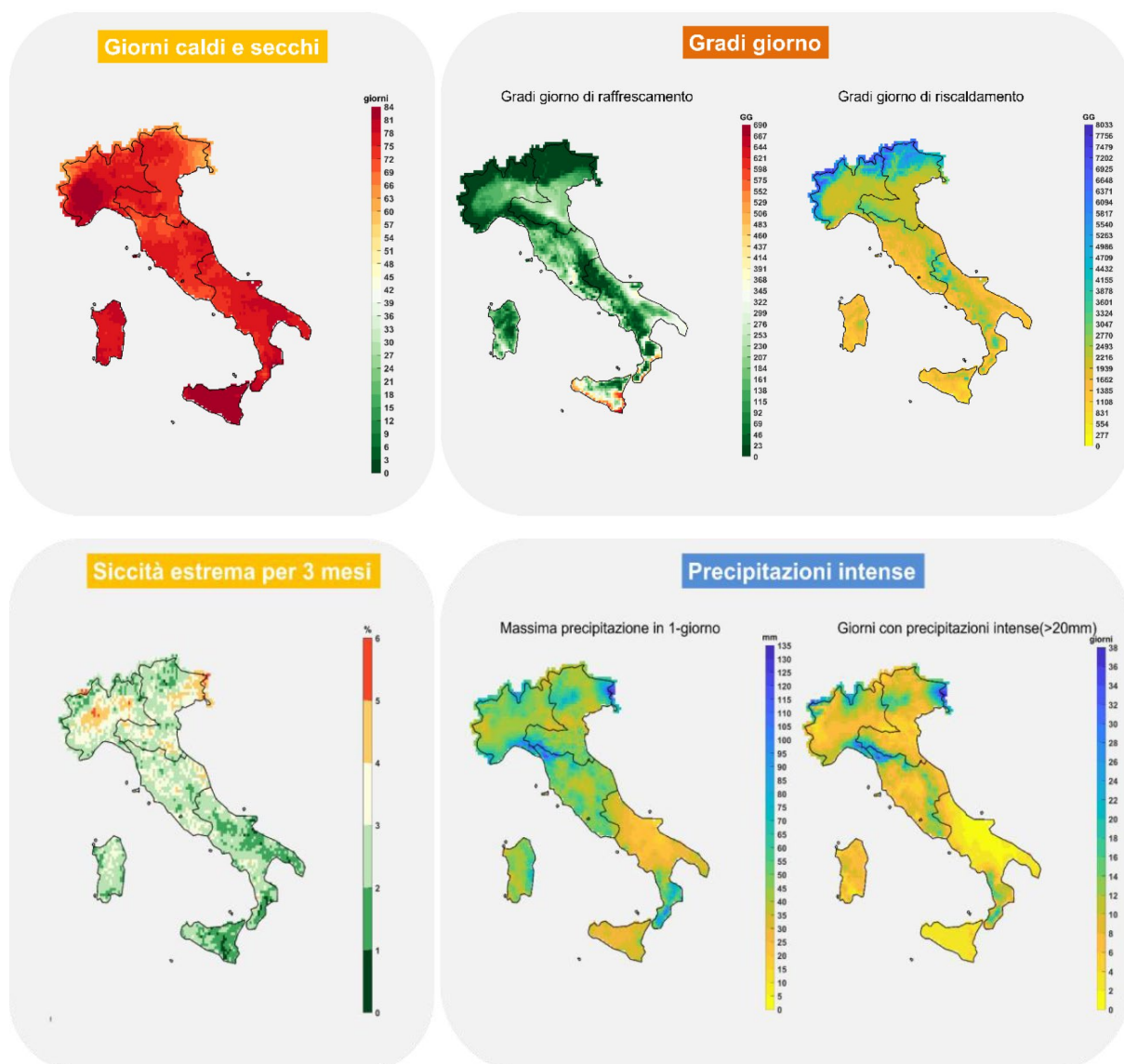
La Città di Bergamo rientra tra gli ambiti territoriali con temperatura media tra le più basse in tutte le singole stagioni, mentre ha valori medi per le precipitazioni cumulate.

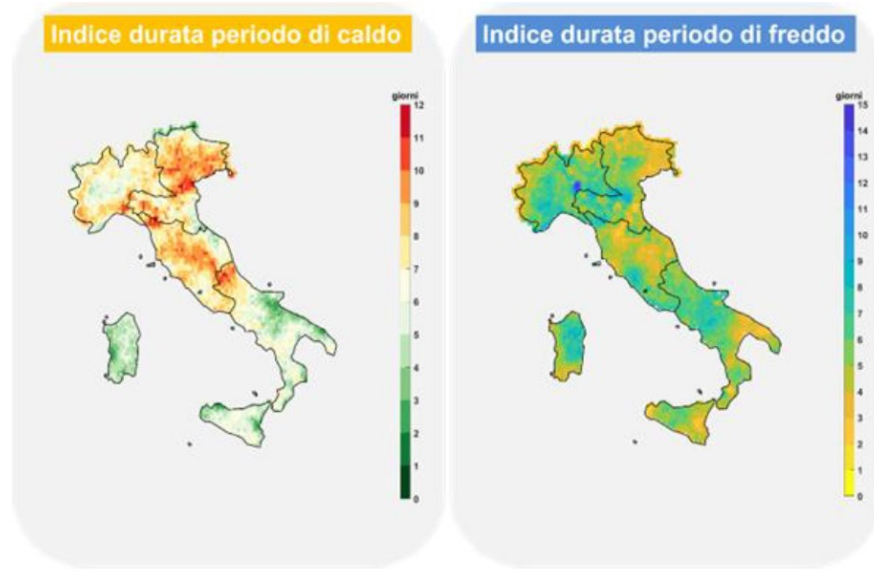
*Figura 3-1 Valori medi stagionali delle temperature medie e delle precipitazioni cumulate su periodo di riferimento 1981-2010 a partire dal dataset grigliato E-OBS v25 (fonte: PNACC)*



Oltre ai valori medi della precipitazione cumulata e della temperatura media, sono stati calcolati sul periodo di riferimento 1981-2010, i valori medi annuali/stagionali di diversi indicatori climatici utili a comprendere l'evoluzione di specifici pericoli climatici. A tale scopo la Figura a seguire riporta la distribuzione spaziale, relativamente al periodo di riferimento 1981-2010, degli indicatori ritenuti più rilevanti anche in relazione alla loro rappresentatività dei pericoli climatici attesi. Nella penisola i valori massimi degli indici di siccità (in termini di occorrenza percentuale della classe di siccità estrema) vengono registrati nelle aree a nord-ovest della nazione e i valori tendono a diminuire muovendosi verso sud.

**Figura 3-2** Mappe di alcuni degli indicatori climatici analizzati sul periodo 1981-2010 a partire dal dataset grigliato E-OBS v25 (fonte: PNACC)





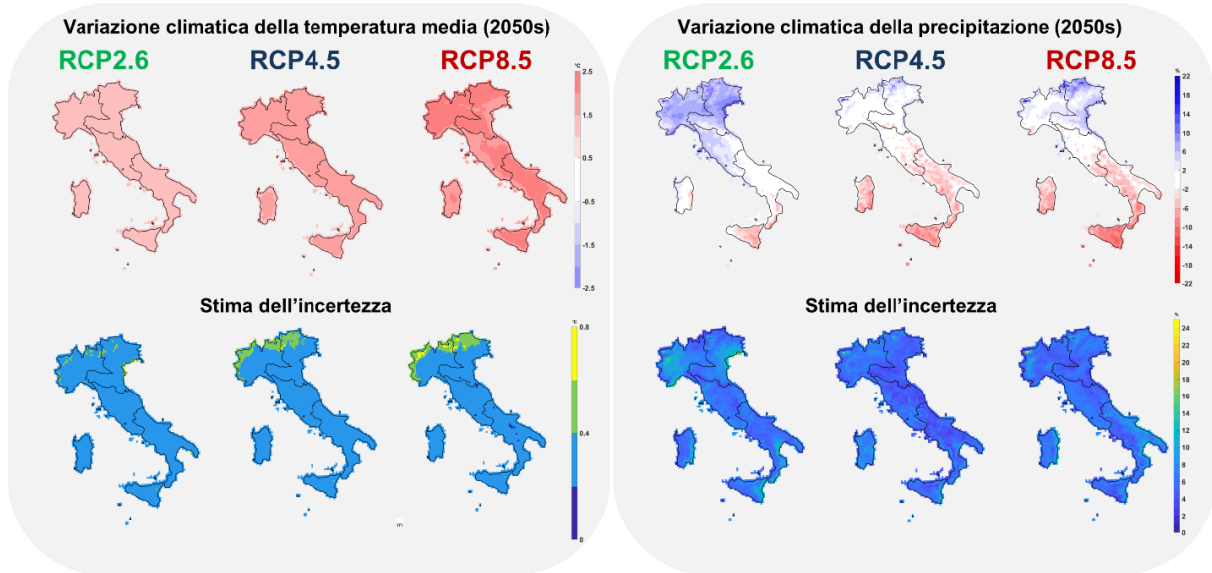
Vengono riportate le variazioni climatiche degli indicatori precedentemente identificati per il periodo futuro 2036-2065 (centrato sull'anno 2050), rispetto al periodo di riferimento 1981-2010.

Lo scenario RCP 2.6<sup>1</sup> proietta un aumento rilevante delle precipitazioni sul Nord Italia e una lieve riduzione al Sud. In generale, la stima delle variazioni di precipitazione, sia in senso spaziale che temporale, è più incerta di quella delle variazioni della temperatura essendo le precipitazioni già soggette a forti variazioni naturali (MATTM, SNACC, Rapporto sullo stato delle conoscenze, 2014). Come mostrato in Figura 4, si osserva infatti, una maggiore dispersione (espressa in termini di deviazione standard) intorno ai valori medi per le variazioni di precipitazione rispetto a quelle di temperatura. Tali incertezze appaiono particolarmente pronunciate nel Nord Italia, secondo lo scenario RCP 2.6.

---

<sup>1</sup> Mentre lo scenario emissivo previsto dall'RCP8.5 ipotizza che si continui ad emettere come fino ad ora non prevedendo alcuna ulteriore politica a protezione del clima; lo scenario di emissione RCP2.6, ipotizza che la comunità internazionale si accordi sulla riduzione drastica dei gas a effetto serra e l'RCP4.5 intermedio tra questi due scenari limite, prevede limitate politiche a protezione del clima.

**Figura 3-3** Variazioni climatiche annuali delle temperature medie e delle precipitazioni cumulate medie per il periodo 2036-2065 (2050s), rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, per gli scenari RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP8.5. I valori sono espressi in termini di media (ensemble mean) e deviazione standard (dispersione attorno al valore medio) calcolati sull'insieme delle proiezioni dei modelli climatici regionali disponibili nell'ambito del programma Euro-Cordex. (fonte: PNACC)

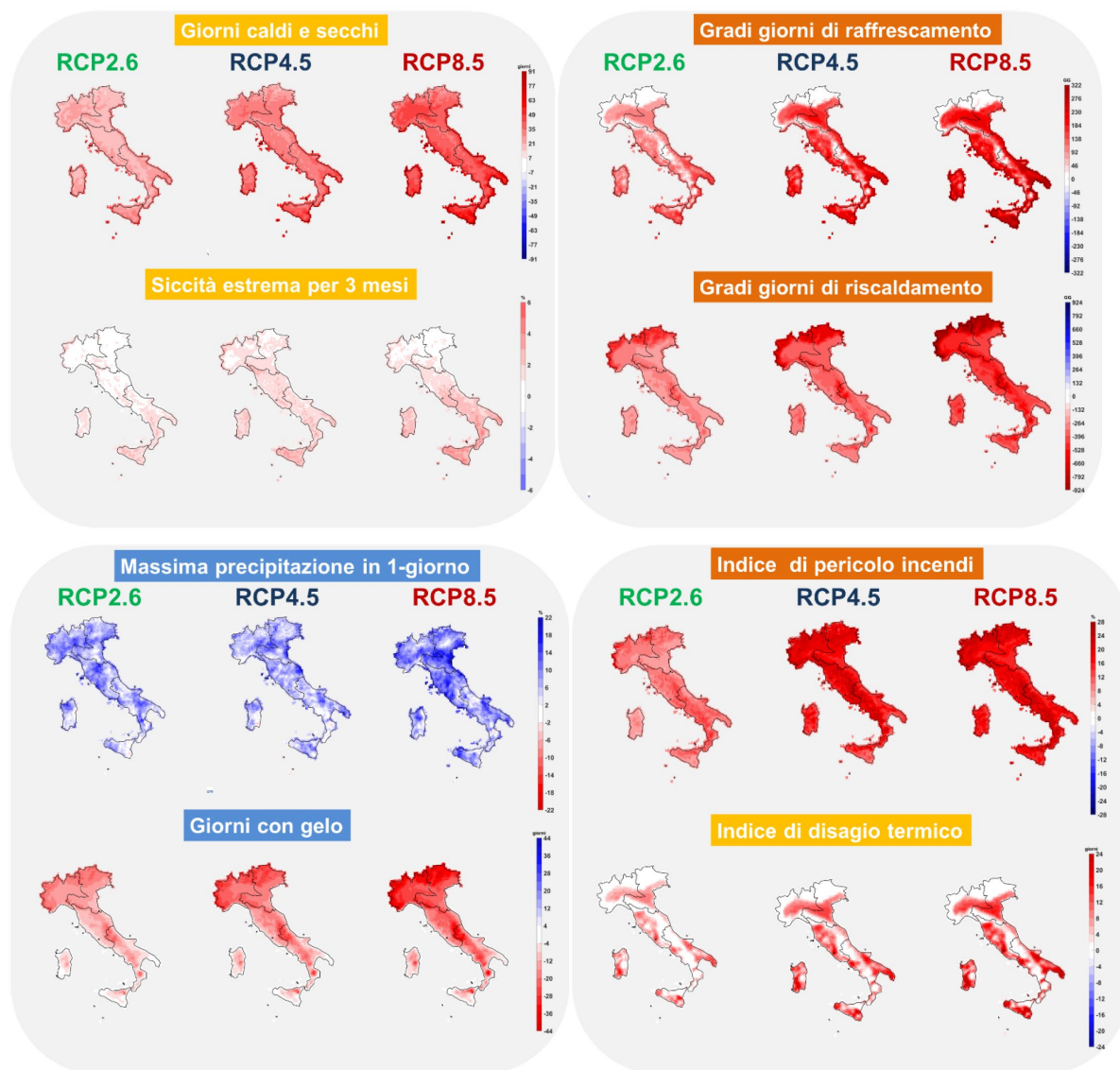


Per quanto riguarda il fenomeno della siccità, esso è stato valutato mediante l'indice SPI (McKee et al. 1993<sup>2</sup>) considerando diverse finestre temporali per i cumuli di precipitazione (3 mesi, 6 mesi, 9 mesi, 12 mesi e 24 mesi). Tale indice, a seconda dell'arco temporale considerato, può fornire indicazioni su impatti immediati, a medio e lungo termine che, sulla durata di 3-6 mesi hanno impatti prevalentemente agronomici, mentre sulla durata 12-24 mesi hanno impatti di tipo prevalentemente idrologico e socioeconomico.

Il territorio di Bergamo i giorni caldi e secchi tenderanno ad aumentare e raggiungere nei tre scenari valori elevati e di conseguenza l'indice di rischio incendio sarà più elevato;

<sup>2</sup> McKee, T.B., N.J. Doesken, and J. Kleist, 1993: The relationship of drought frequency and duration of time scales. In Proc. of Eighth Conference on Applied Climatology, American Meteorological Society, January 17–23, 1993, Anaheim CA

**Figura 3-4** Variazioni climatiche annuali delle temperature medie e delle precipitazioni cumulate medie per il periodo 2036-2065 (2050s), rispetto al periodo di riferimento 1981-2010, per gli scenari RCP 2.6, RCP 4.5 e RCP8.5. I valori sono espressi in termini di media (ensemble mean) e deviazione standard (dispersion attorno al valore medio) calcolati sull'insieme delle proiezioni dei modelli climatici regionali disponibili nell'ambito del programma Euro-Cordex. (fonte: PNACC)



### 3.1.2 Il quadro climatico locale passato del Comune di Bergamo

Riprendendo quanto analizzato nella stesura della Strategia di Transizione Climatica (STC), di seguito si riportano le elaborazioni effettuate e i risultati raggiunti

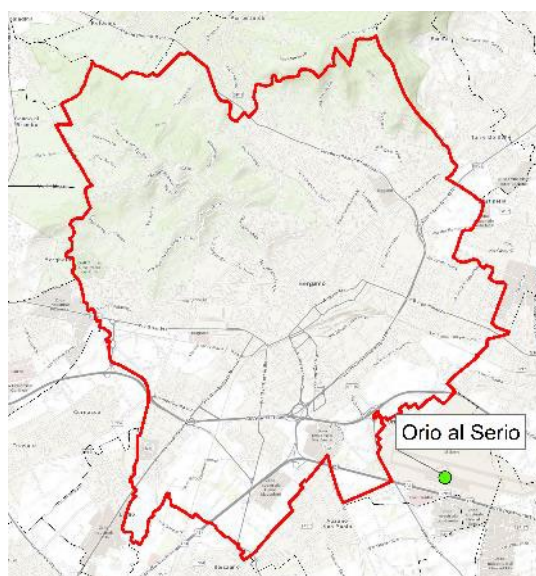
Di seguito viene analizzata nel dettaglio la situazione meteo-climatica attraverso i dati misurati nella stazione sinottica presente presso l'aeroporto di Orio al Serio (BG). Tali dati, messi a disposizione dal Sistema nazionale per l'elaborazione e diffusione di dati climatici (SCIA<sup>3</sup>) realizzato da ISPRA, sono gli unici con una durata almeno trentennale.

<sup>3</sup> SCIA: <http://www.scia.isprambiente.it>



Il contesto climatico presentato in queste pagine è basato sulle valutazioni del PNACC, sull'analisi della stazione meteorologica di Orio al Serio per lo stato di fatto ed il trend in atto e sulle simulazioni del CMCC per gli scenari futuri (si veda il prossimo paragrafo) fornisce un primo inquadramento di indirizzo che richiede l'approfondimento dei molteplici fattori rilevanti alla scala locale o micro del territorio in cui si svilupperà la PAESC.

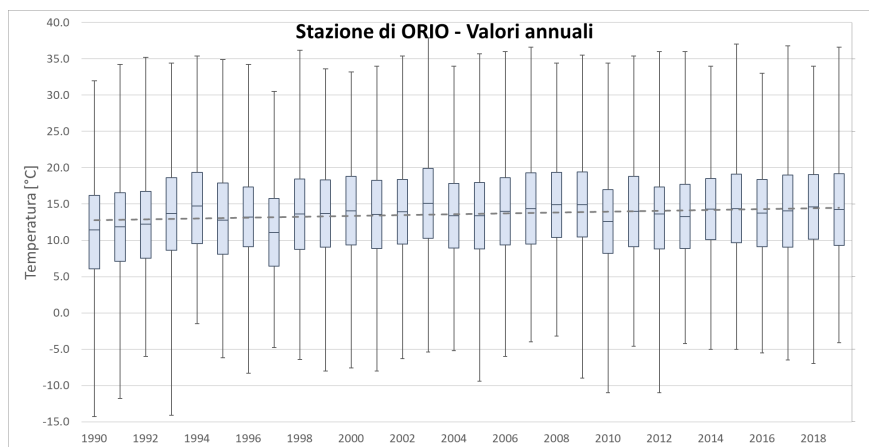
*Figura 3-5: stazione meteorologica considerata per l'analisi climatica della città di Bergamo (fonte: STC)*



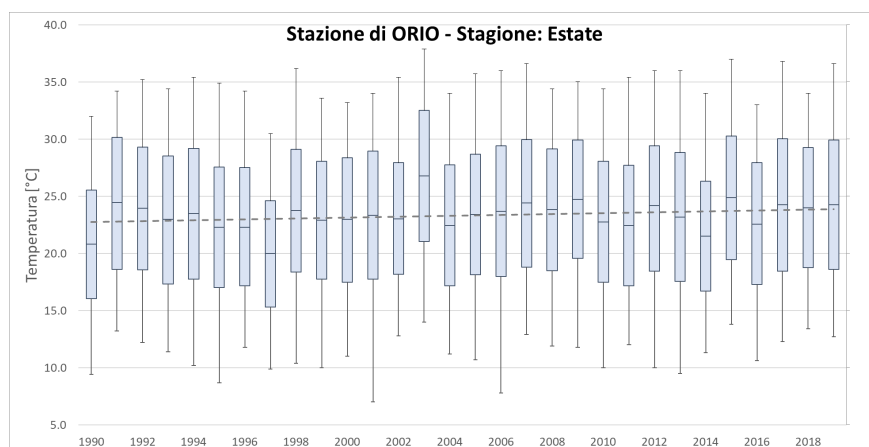
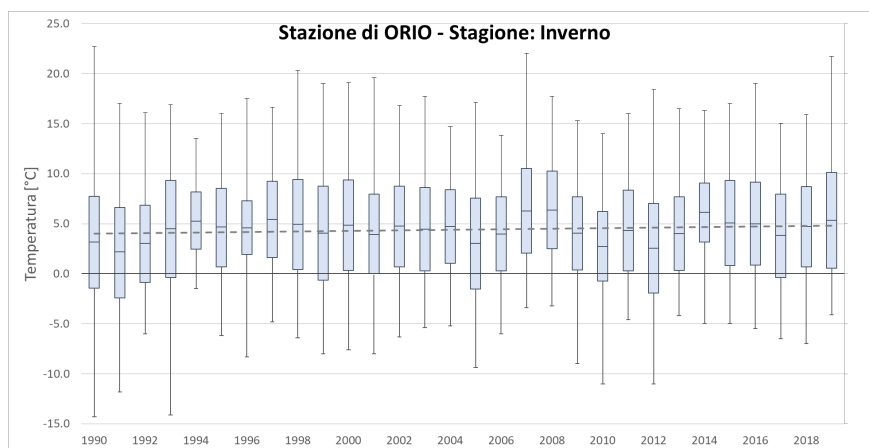
Le figure seguenti mostrano l'andamento delle **temperature nel trentennio 1990-2019**. I grafici mostrano le temperature medie, minime e massime (medie mensili e assolute) sia per i valori annuali che per quelli stagionali. Le linee tratteggiate indicano la tendenza riferita alle temperature medie.

I dati misurati mostrano una temperatura media annua nell'ultimo trentennio compresa tra i 11 e 15 °C, con un deciso trend in aumento negli ultimi 10 anni. Le temperature massime assolute annuali hanno superato spesso i 35°C con la temperatura massima record di 37.9°C registrata nell'estate del 2003. Le temperature minime assolute annuali si sono attestate tra -1 e -15°C con la temperatura più rigida misurata nell'inverno 1993, quando il termometro ha segnato -14.3°C.

**Figura 3-6: Andamento delle temperature annuali medie, minime e massime (medie mensili e assolute) per il trentennio 1990 - 2019 misurate nella stazione sinottica dell'aeroporto di Orio al Serio (fonte: STC su dati SCIA)**



**Figura 3-7: Andamento delle temperature stagionali medie, minime e massime (medie e assolute) per il periodo 1998 - 2019 misurate nella stazione sinottica dell'aeroporto di Orio al Serio (fonte: STC su dati SCIA)**



Utilizzando i dati misurati nel trentennio precedente a quello in esame (1960-1989) è possibile valutare le **anomalie termiche del periodo compreso tra il 1990 e il 2019** calcolate come differenza della media mensile del periodo in esame rispetto allo stesso periodo del trentennio di riferimento. La Figura 3-8 mostra

evidenziati in rosso i valori sopra media (anomalie termiche positive) e in blu i valori sotto media rispetto al periodo di riferimento (anomalie termiche negative): dove la colorazione è più intensa, maggiore è l'anomalia. Si osserva come negli ultimi anni, i mesi più caldi del precedente trentennio siano sempre più intensi e frequenti con il 2003 che si attesta come l'anno più caldo degli ultimi 30 anni. Da notare inoltre che dal 1991 (unico anno con tale caratteristica) non si verificano anni sotto media rispetto al periodo di riferimento.



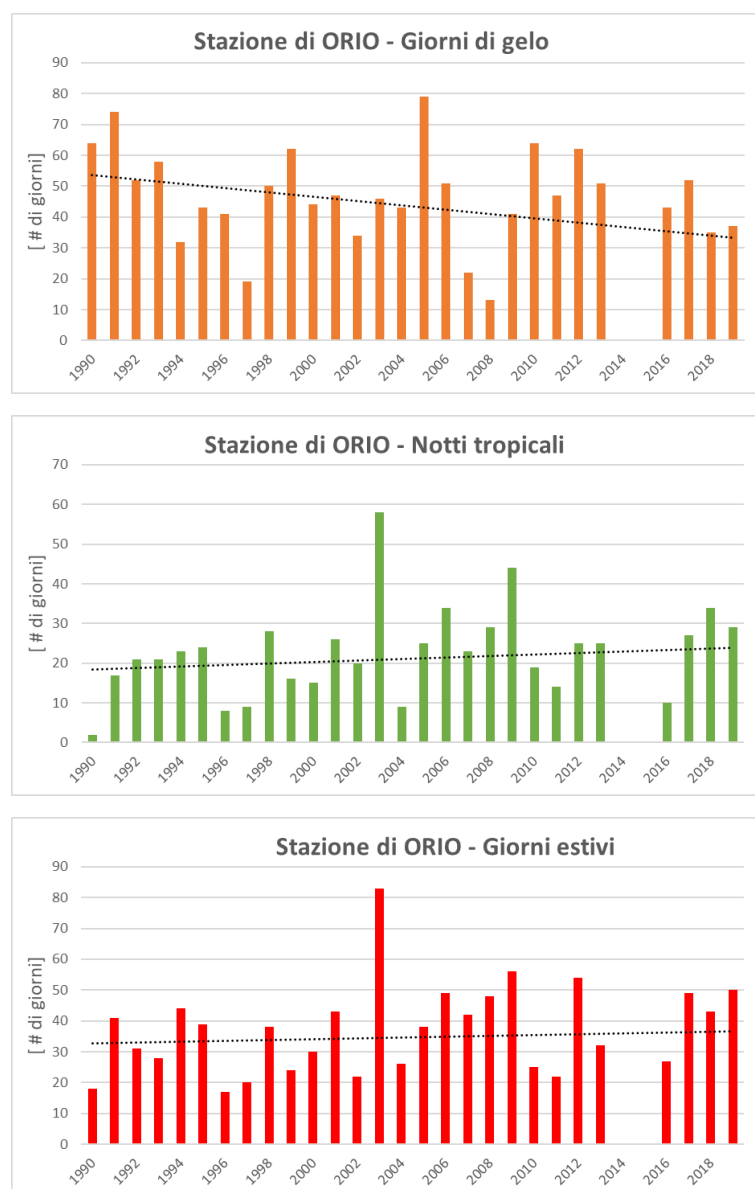
**Figura 3-8: Anomalie termiche mensili ed annuali per il trentennio 1990 - 2019 rispetto al trentennio precedente misurate nella stazione sinottica dell'aeroporto di Orio al Serio.**  
(fonte: STC su dati SCIA)

MESE	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1	0.2 °C	0.4 °C	0.1 °C	1.5 °C	n.d.	1.9 °C	3.2 °C	3.3 °C	2.0 °C	2.9 °C	1.1 °C	1.8 °C	0.8 °C	1.9 °C	2.5 °C	1.4 °C	0.1 °C	4.4 °C	4.9 °C	1.3 °C	0.0 °C	0.2 °C	1.4 °C	1.6 °C	3.9 °C	3.3 °C	2.1 °C	-0.2 °C	4.4 °C	1.4 °C
2	2.5 °C	-1.9 °C	0.6 °C	0.7 °C	1.5 °C	2.0 °C	0.3 °C	3.0 °C	4.0 °C	0.6 °C	2.2 °C	2.4 °C	2.2 °C	-0.9 °C	0.1 °C	-0.7 °C	0.1 °C	3.6 °C	3.3 °C	1.6 °C	0.3 °C	2.0 °C	-2.6 °C	-0.9 °C	3.3 °C	1.0 °C	2.6 °C	2.5 °C	-0.3 °C	3.0 °C
3	n.d.	2.9 °C	1.0 °C	0.5 °C	4.2 °C	-0.3 °C	-0.1 °C	3.8 °C	1.4 °C	1.4 °C	2.0 °C	2.4 °C	3.3 °C	2.7 °C	-0.6 °C	1.1 °C	0.1 °C	3.8 °C	3.0 °C	2.3 °C	0.0 °C	1.4 °C	4.4 °C	-0.9 °C	3.4 °C	2.1 °C	1.3 °C	4.2 °C	-0.7 °C	2.7 °C
4	-0.5 °C	-0.5 °C	0.3 °C	1.3 °C	0.2 °C	0.5 °C	1.7 °C	0.7 °C	0.6 °C	1.7 °C	2.0 °C	0.4 °C	1.1 °C	1.0 °C	0.8 °C	1.0 °C	2.0 °C	6.2 °C	2.2 °C	3.6 °C	1.1 °C	4.4 °C	0.3 °C	1.5 °C	2.9 °C	1.9 °C	2.9 °C	2.5 °C	4.2 °C	1.2 °C
5	2.4 °C	-2.2 °C	2.9 °C	2.5 °C	1.6 °C	0.7 °C	1.6 °C	2.3 °C	2.2 °C	3.4 °C	4.1 °C	3.6 °C	1.6 °C	5.2 °C	-0.2 °C	3.2 °C	2.0 °C	4.1 °C	3.3 °C	5.5 °C	0.7 °C	3.3 °C	1.1 °C	-0.5 °C	1.2 °C	2.5 °C	0.5 °C	2.3 °C	2.8 °C	-1.1 °C
6	0.3 °C	n.d.	n.d.	1.7 °C	1.1 °C	-1.4 °C	2.2 °C	0.2 °C	2.4 °C	1.4 °C	3.1 °C	1.6 °C	3.8 °C	6.7 °C	1.6 °C	3.7 °C	3.5 °C	n.d.	2.5 °C	3.0 °C	1.8 °C	1.0 °C	2.5 °C	1.2 °C	1.9 °C	2.9 °C	1.1 °C	3.5 °C	2.6 °C	3.9 °C
7	-0.8 °C	2.2 °C	0.5 °C	-0.5 °C	2.8 °C	3.5 °C	0.5 °C	n.d.	1.9 °C	1.8 °C	-0.2 °C	1.4 °C	0.9 °C	3.2 °C	-0.1 °C	2.3 °C	4.3 °C	3.2 °C	2.3 °C	2.7 °C	2.5 °C	-0.3 °C	2.4 °C	2.7 °C	-0.8 °C	5.1 °C	1.8 °C	1.7 °C	2.2 °C	2.7 °C
8	n.d.	2.8 °C	3.5 °C	4.0 °C	2.9 °C	1.1 °C	0.5 °C	n.d.	3.3 °C	1.8 °C	2.3 °C	3.3 °C	0.7 °C	6.7 °C	2.1 °C	0.5 °C	-0.5 °C	1.7 °C	3.0 °C	4.8 °C	0.3 °C	2.9 °C	4.0 °C	1.9 °C	-0.3 °C	2.9 °C	1.1 °C	3.9 °C	3.5 °C	2.5 °C
9	n.d.	2.3 °C	-0.2 °C	0.7 °C	-0.3 °C	n.d.	-1.9 °C	n.d.	0.1 °C	2.2 °C	1.2 °C	-1.8 °C	-0.4 °C	2.0 °C	1.6 °C	1.5 °C	2.2 °C	0.5 °C	0.8 °C	3.4 °C	-0.5 °C	3.1 °C	0.6 °C	1.0 °C	0.9 °C	0.4 °C	2.8 °C	-0.8 °C	2.6 °C	1.2 °C
10	n.d.	-0.4 °C	n.d.	2.3 °C	-0.3 °C	2.5 °C	0.8 °C	0.1 °C	0.3 °C	1.1 °C	1.0 °C	2.9 °C	1.3 °C	-0.2 °C	2.1 °C	0.9 °C	2.5 °C	1.2 °C	2.6 °C	1.7 °C	-1.1 °C	0.3 °C	0.8 °C	1.4 °C	2.7 °C	0.2 °C	-0.2 °C	1.6 °C	2.8 °C	2.2 °C
11	n.d.	-0.6 °C	1.2 °C	0.7 °C	2.2 °C	1.0 °C	2.0 °C	1.4 °C	-0.9 °C	0.1 °C	1.6 °C	-0.3 °C	3.4 °C	3.2 °C	1.9 °C	0.1 °C	2.4 °C	1.0 °C	2.7 °C	2.7 °C	1.2 °C	1.5 °C	2.6 °C	1.6 °C	4.2 °C	2.1 °C	1.2 °C	0.6 °C	4.0 °C	2.1 °C
12	-1.7 °C	-0.5 °C	-0.1 °C	2.8 °C	2.3 °C	1.6 °C	1.7 °C	1.5 °C	0.3 °C	0.2 °C	2.7 °C	-0.9 °C	2.8 °C	3.9 °C	3.1 °C	-0.1 °C	3.2 °C	2.3 °C	2.4 °C	0.7 °C	-0.7 °C	2.2 °C	0.3 °C	2.8 °C	2.7 °C	2.4 °C	1.8 °C	0.7 °C	1.5 °C	3.1 °C
ANNO	n.d.	-0.4 °C	0.0 °C	1.4 °C	2.5 °C	0.5 °C	0.9 °C	n.d.	1.4 °C	1.4 °C	1.8 °C	1.3 °C	1.7 °C	2.8 °C	1.1 °C	1.1 °C	1.7 °C	2.1 °C	2.6 °C	2.7 °C	0.4 °C	1.7 °C	1.4 °C	1.0 °C	2.1 °C	2.1 °C	1.5 °C	1.8 °C	2.4 °C	2.0 °C

### Indicatori climatici di temperatura

L'aumento significativo delle temperature minime, medie e massime stagionali nonché l'aumento della media annuale di circa 2°C è confermata anche valutando le temperature invernali meno rigide con la progressiva diminuzione del numero annuale di giorni con gelo (*frost days*) e l'innalzamento dei valori massimi estivi con il conseguente aumento dei giorni estivi (*summer days*) e delle notti tropicali<sup>4</sup>.

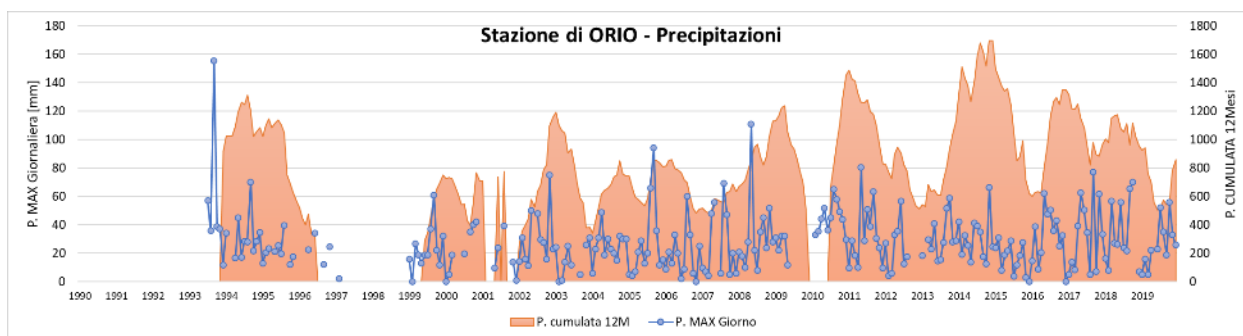
**Figura 3-9: Giorni di gelo, notti tropicali e giorni estivi. Valori relativi alla stazione sinottica dell'aeroporto di Orio al Serio (fonte: STC da dati SCIA)**



<sup>4</sup> Notti tropicali: numero di giorni con temperatura minima superiore a 20°C.

Per le precipitazioni *misurate nel periodo 1990 - 2019*, la figura seguente rappresenta la precipitazione cumulata annua mobile e la massima precipitazione giornaliera nel mese. Si notano variazioni statisticamente non rilevanti.

**Figura 3-10: Precipitazione cumulata su 12 mesi e precipitazione massima giornaliera. Valori relativi alla stazione sinottica dell'aeroporto di Orio al Serio (fonte: STC su dati SCIA).**



### 3.1.3 Gli Scenari climatici passati e futuri – fonte CMCC

L'analisi climatica di seguito descritta è stata effettuata al fine di elaborare una serie di indicatori climatici estremi di temperatura e precipitazione definiti dall'Expert Team on Climate Change Detection and Indices (ETCCDI) per caratterizzare il clima locale (ovvero per ciascun comune pugliese) storico ed attuale e la sua evoluzione prevista dagli scenari climatici dell'IPCC.

Per tale elaborazione si sono utilizzate le seguenti banche dati modellistiche meteorologiche messe a disposizione dal CMCC (Centro Mediterraneo Cambiamento Climatico):

- ✓ Quadro climatico passato e attuale (1989 - 2020): modello di re-analisi ERA5 elaborato dall'ECMWF (European Center Medium Weather Forecast) a livello globale e riscaldato ad altissima risoluzione (2,2 km) sull'Italia dal CMCC<sup>5</sup>;
- ✓ Scenari climatici futuri RCP4.5 e RCP8.5 (1979 - 2100): modello COSMO-CLM (8 km) prodotto dal CMCC su tutto il territorio nazionale<sup>6</sup>.

#### Quadro climatico passato e attuale (1989 - 2020)

Gli indicatori considerati per quanto riguarda la temperatura sono:

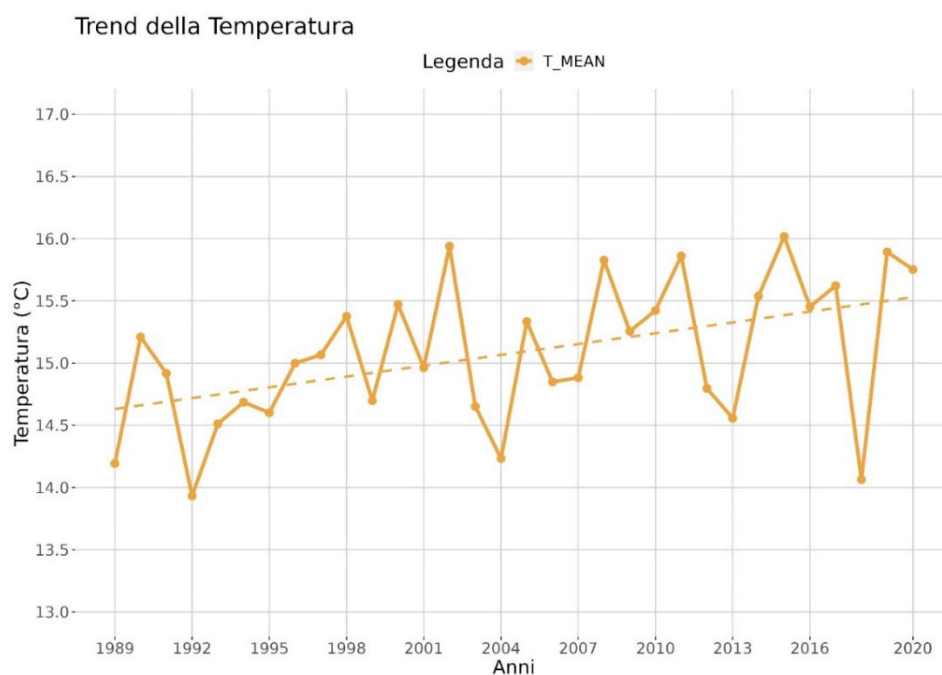
- ➔ **TMEAN**: temperatura media annua (°C);
- ➔ **SU**: numero di giorni all'anno in cui la temperatura massima supera i 25°C (giorni caldi),
- ➔ **FD**: numero di giorni all'anno in cui la temperatura minima scende sotto gli 0°C (giorni freddi);
- ➔ **TR**: numero di giorni all'anno in cui la temperatura minima supera i 20°C (notte tropicali).

<sup>5</sup> [https://doi.org/10.25424/cmcc/era5-2km\\_italy](https://doi.org/10.25424/cmcc/era5-2km_italy)

<sup>6</sup> <https://doi.org/10.25424/CMCC-OCB5-GZ74>

Nell'immagine a seguire si vede come la temperatura media annua del territorio di Bergamo sia complessivamente in crescita; con un aumento medio di circa +1°C in linea con il contesto del Nord Italia.

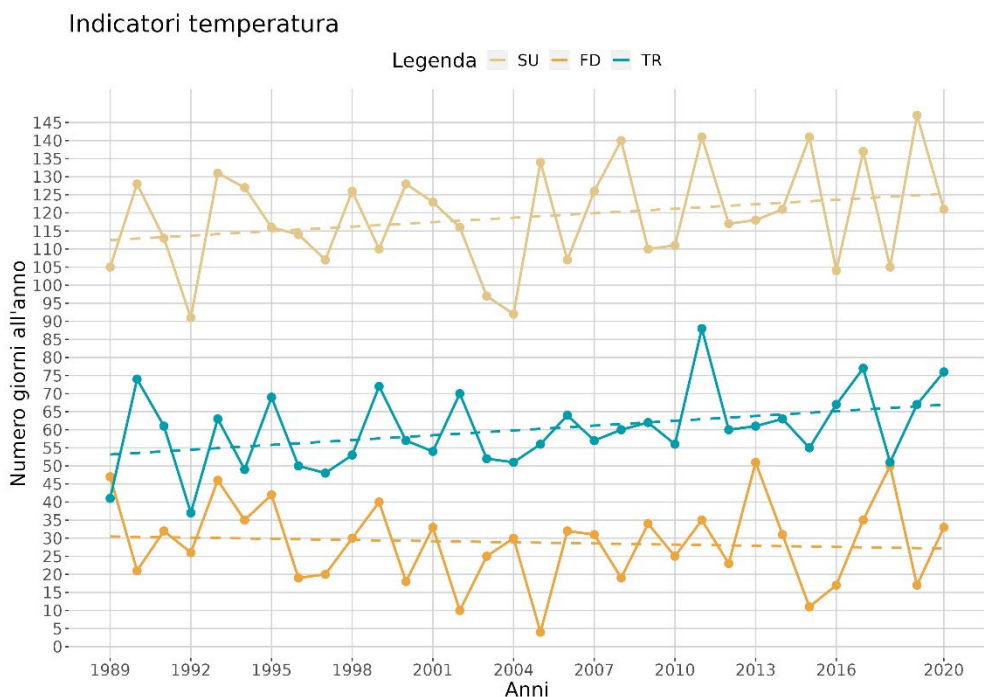
**Figura 3-11: Indicatori di temperatura: T\_MEAN (fonte: nostra elaborazione)**



Gli indicatori delle **notti tropicali (TR)** e dei **giorni molto caldi (SU)** sono importanti per la valutazione degli impatti dei cambiamenti climatici sulla salute delle persone e sui consumi energetici per il raffrescamento degli ambienti, mentre l'indicatore dei **giorni freddi (FD)** mette in luce l'andamento delle temperature basse in inverno.

Dal grafico seguente, si vede come, nel periodo 1989-2020, il trend dei **giorni molto caldi (SU)** sia in leggero aumento, mentre risulta più importante il trend di crescita delle **notti tropicali (TR)**. I giorni freddi (**FD**) invece, registrano una leggera diminuzione.

Figura 3-12: Indicatori di temperatura: SU, FD E TR (fonte: nostra elaborazione)

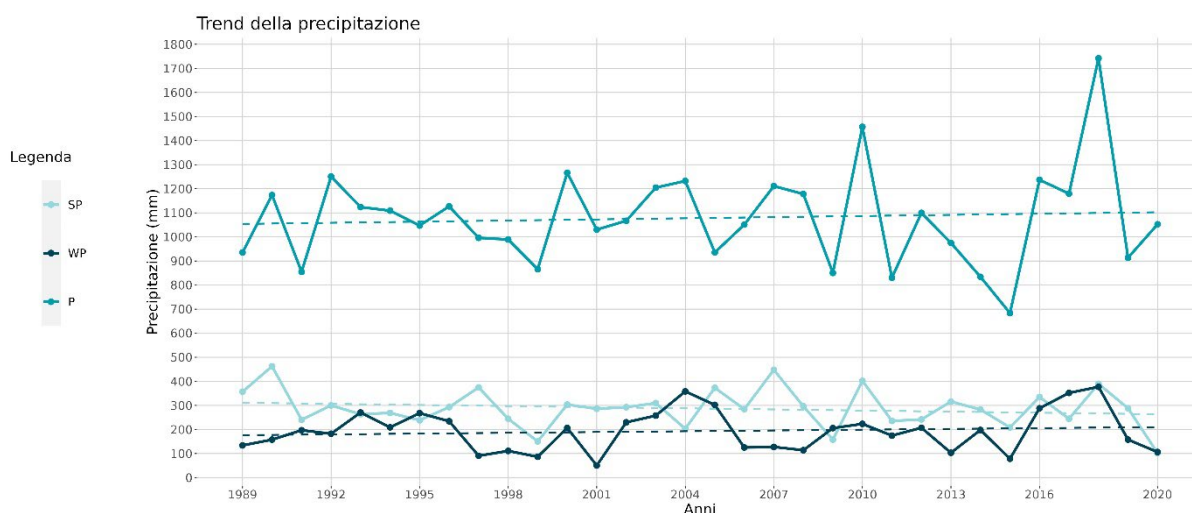


Per quanto riguarda le precipitazioni, gli indicatori presi in considerazione sono:

- **SP:** Precipitazione estiva totale (mm);
- **WP:** Precipitazione invernale totale (mm);
- **P:** Precipitazione totale annua (mm);
- **CDD:** Media annuale del massimo numero di giorni consecutivi mensili in cui la precipitazione è inferiore a 1mm (giorni consecutivi asciutti);
- **R20:** Numero di giorni medi mensili in cui la precipitazione giornaliera è maggiore o uguale a 20 mm.

In Figura 3-13 vengono rappresentati gli indicatori P, SP e WP. Nelle precipitazioni stagionali si può notare un lieve aumento del valore cumulato nel periodo invernale, mentre si ha una leggera diminuzione delle piogge estive, che porta all'aumento del rischio di siccità.

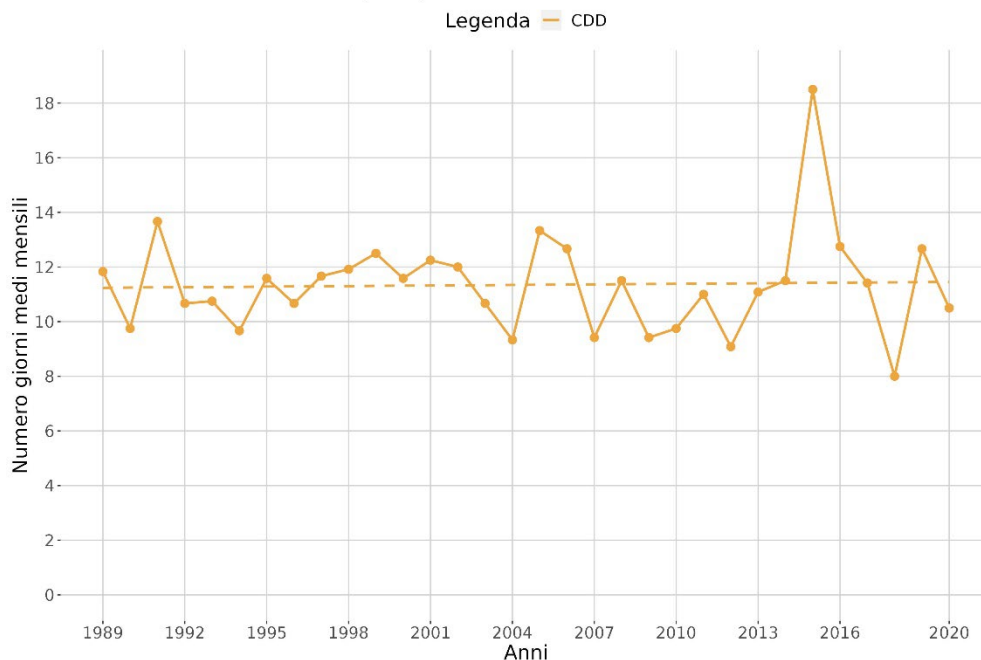
**Figura 3-13: Indicatori di precipitazione: SP, WP E P (fonte: nostra elaborazione)**



Nella figura sottostante viene visualizzato graficamente l'andamento dell'indicatore CDD. Si può notare che nel 2015 viene raggiunto il picco massimo con un valore di oltre 18 giorni medi mensili, susseguito, però, da anni in cui si registrano i valori più bassi registrati nel periodo considerato, facendo risultare il trend sostanzialmente costante.

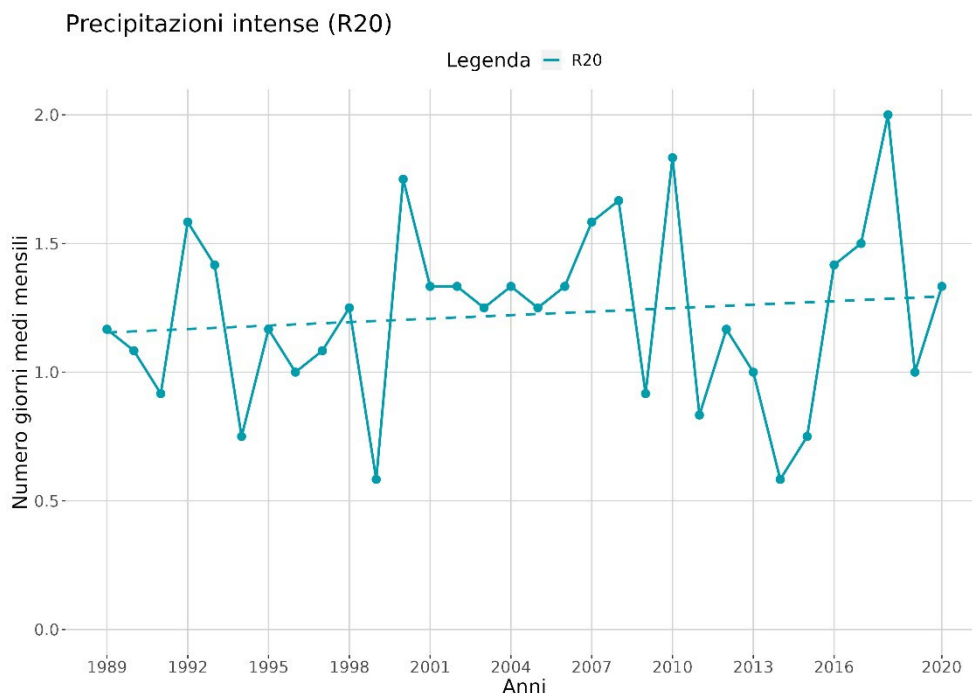
**Figura 3-14: Indicatori di precipitazione: CDD (fonte: nostra elaborazione)**

Giorni consecutivi senza precipitazioni (CDD)



L'immagine a seguire mostra come la media annua del numero di giorni al mese in cui la precipitazione giornaliera è maggiore o uguale a 20 mm sia in aumento negli ultimi 30 anni.

**Figura 3-15: Indicatori di precipitazione: R20 (fonte: nostra elaborazione)**



### Scenari climatici futuri (1979 - 2100)

Per rappresentare gli scenari climatici futuri sono stati utilizzati due indicatori:

- ✔ **Anomalia della temperatura media annua (variazione della temperatura media annua rispetto al periodo storico di riferimento 1979-2005);**
- ✔ **Temperatura media stagionale.**

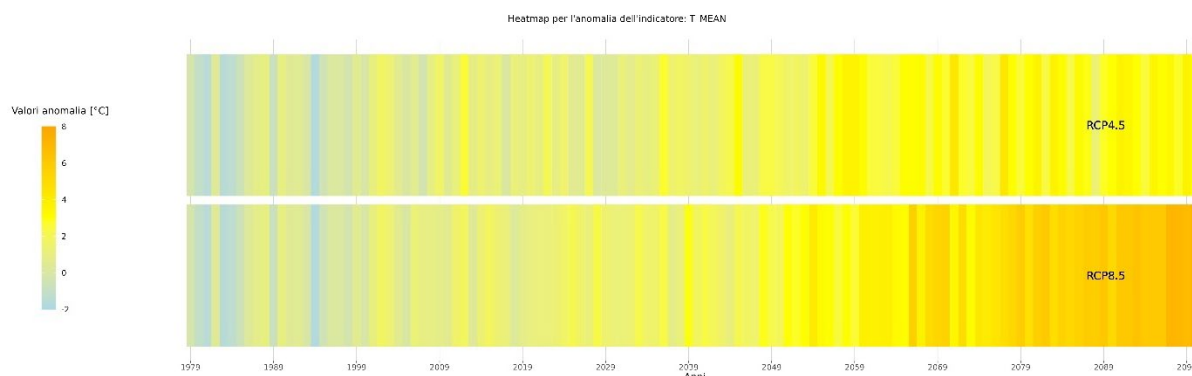
Gli scenari futuri considerati sono

- ✔ **RCP4.5:** Scenario di previsione futura di contenuta protezione del clima;
- ✔ **RCP8.5:** Scenario di previsione futura con nessuna protezione del clima;

Nella Figura 3-16 viene rappresentata tramite “mappe di calore” (heatmap), l’anomalia di temperatura media, ovvero la variazione in gradi centigradi di un anno rispetto alla media calcolata sul periodo di riferimento (1979-2005). La heatmap mostra graficamente tramite un graduale cambio di colori le anomalie termiche per gli scenari considerati.

Tramite questa visualizzazione, si può osservare in maniera abbastanza intuitiva un aumento molto marcato delle temperature con il passare degli anni per entrambi gli scenari di previsione e in particolare per lo scenario RCP8.5 dove si registra un’anomalia termica di circa 8 gradi al 2100.

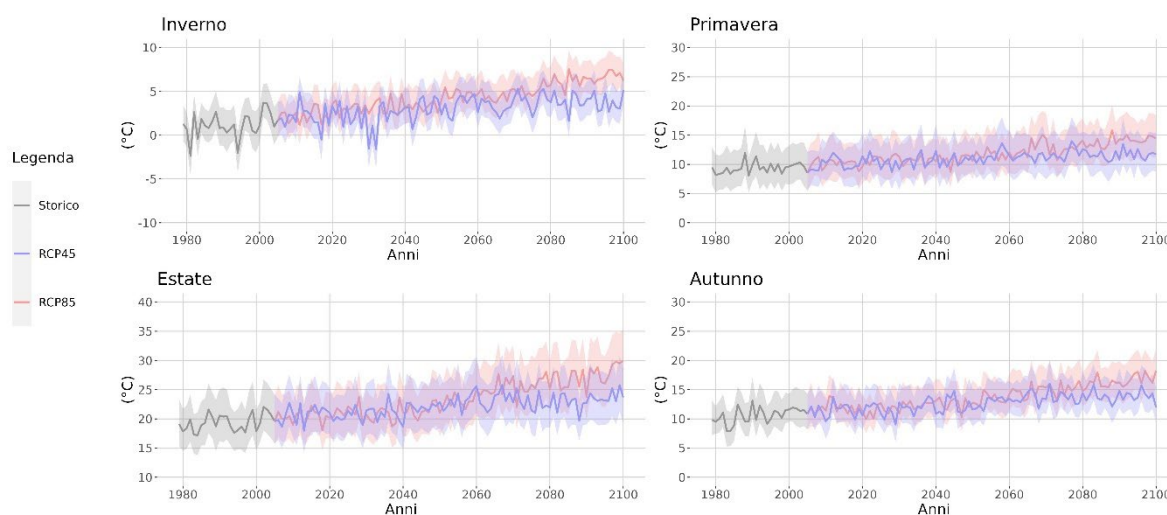
**Figura 3-16: anomalia dell'indicatore Tmean (fonte: nostra elaborazione)**



Nei grafici seguenti con rappresentati gli andamenti temporali delle temperature medie stagionali per i due scenari considerati. Il colore rosso è associato allo **scenario senza politiche climatiche (RCP8.5)**, il colore blu allo **scenario con politiche climatiche (RCP4.5)**. La linea spessa indica la media annua delle temperature mentre la parte colorata rappresenta l'area compresa tra il massimo e il minimo valore registrato o predetto.

Per quanto attiene il trend di crescita della temperatura media si vede come lo scenario senza politiche climatiche sia quello che riporta incrementi maggiori di circa 5°C in 100 anni (nell'ipotesi di un trend lineare) in tutte le stagioni. Lo **scenario con politiche climatiche (RCP4.5)** invece riporta delle variazioni analoghe per tutte le stagioni con incrementi di circa 3°C su 100 anni (nell'ipotesi di un trend lineare).

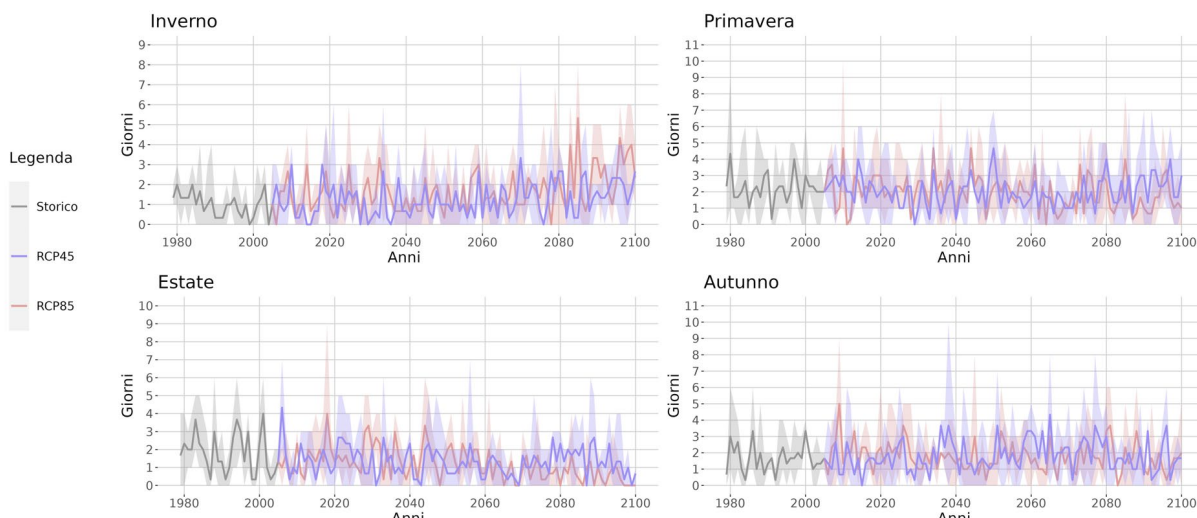
**Figura 3-17: scenario futuro TEMPERATURA MEDIA STAGIONALE (fonte: nostra elaborazione)**



Infine, dalla analisi effettuata la precipitazione futura resta costante o in leggero aumento nello scenario con politiche climatiche (RCP4.5); tale fenomeno climatico sarà accompagnato da maggiori fenomeni intensi, così come evidenziato dal trend storico in atto dell'indicatore climatico R20 (Figura 3-15).



**Figura 3-18: scenario futuro PRECIPITAZIONI (fonte: nostra elaborazione)**



## 3.2 ANALISI DI RISCHIO

Nella stesura della STC Cli.C Bergamo è stata effettuata un'analisi dettagliata del rischio che di seguito si riporta.

Come emerge dall' "Analisi del rischio. I cambiamenti climatici in Italia" (CMCC, 2020), gli ambienti urbani caratterizzati dalla presenza di superfici impermeabili, ricoperte da cemento e asfalto, e da poche aree di carattere naturale (suolo e vegetazione), sono ambiti più a rischio in seguito all'incremento delle temperature medie ed estreme, alla maggiore frequenza (e durata) delle ondate di calore e di eventi di precipitazione intensa. I centri urbani sono infatti dei veri e propri "hot-spot" per i cambiamenti climatici, ossia aree geografiche caratterizzate da vulnerabilità ed esposizione molto elevate. Se nelle città, infatti, vive oltre il 56% della popolazione italiana e se si tratta di luoghi in cui si erogano servizi sociali e culturali essenziali, è proprio qui che i cambiamenti climatici condensano i loro effetti su un'elevata percentuale di soggetti e attività sensibili.

Di seguito vengono analizzati in maniera preliminare alcuni dei maggiori rischi associati ai cambiamenti climatici nella città di Bergamo e dell'ambito Parco che costituiscono il punto di partenza di approfondimenti previsti nella STC e su cui successivamente intervenire per prevenire gli impatti sociali, ambientali ed economici che potranno verificarsi negli anni futuri.

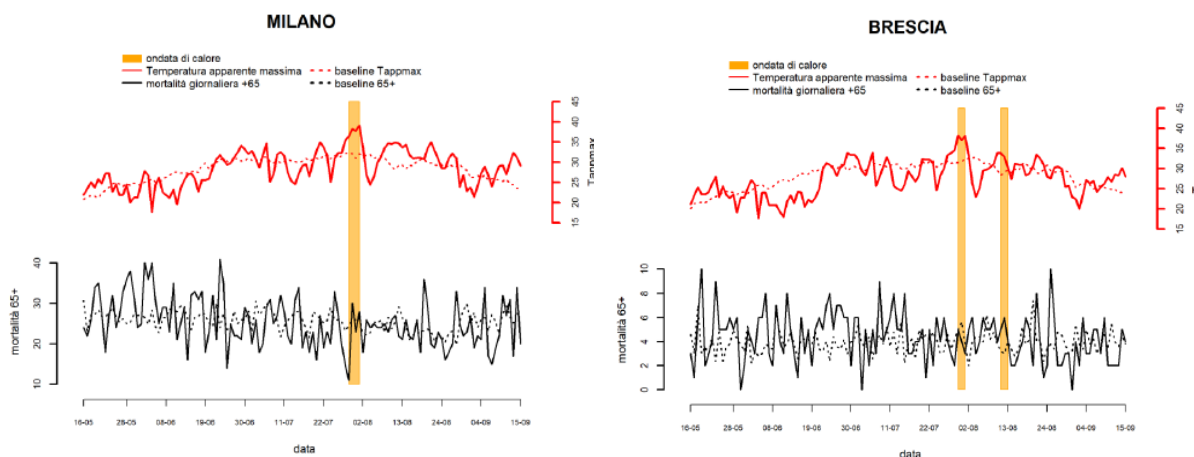
### 3.2.1 Il rischio dovuto alle ondate di calore

Si registrano soprattutto nell'ultimo decennio aumenti considerevoli delle ondate di calore con temperature massime che superano costantemente i 34°C in estate. Le temperature superficiali si abbassano nei pressi delle aree verdi e dei campi agricoli, mentre raggiungono i loro massimi nelle aree particolarmente dense e con un basso indice di permeabilità. L'alto livello di impermeabilizzazione della città intensifica l'effetto "isola di calore", un fattore di stress per la popolazione e un pericolo per la

salute pubblica. Bambini, anziani, disabili e persone più fragili saranno coloro che subiranno maggiori ripercussioni, potranno verificarsi, infatti, incrementi di mortalità per cardiopatie ischemiche, ictus, nefropatie e disturbi metabolici da stress termico e un incremento delle malattie respiratorie dovuto alla sinergia tra l'innalzamento delle temperature in ambiente urbano e concentrazioni di ozono (O<sub>3</sub>). Dal 2004 è attivo il Piano operativo nazionale per la prevenzione degli effetti del caldo sulla salute che comporta la predisposizione di sistemi di allarme per le ondate di calore, chiamati Heat Health Watch Warning Systems (HHWWS), che utilizzano le previsioni meteorologiche per determinare, fino a 72 ore di anticipo, il verificarsi di eventuali condizioni ambientali di rischio per la salute. La città di Bergamo non è inserita nell'elenco delle 27 città per cui è previsto il monitoraggio giornaliero, è però possibile analizzare i dati delle città di Brescia e Milano per cui, vista la vicinanza, si possono ritenere i dati rappresentativi.

Di seguito si riportano i risultati del sistema di monitoraggio della mortalità giornaliera (SiSMG) nella popolazione anziana (over 65) per le città di Milano e Brescia per il periodo 2017 – 2020 così come riportato nei report annuali del Piano operativo nazionale per la prevenzione degli effetti delle ondate di calore sulla salute. Nel periodo analizzato (15 giugno - 15 settembre) negli ultimi anni per la città di Brescia si è sempre registrato un incremento della mortalità rispetto al valore atteso con percentuali in aumento: dal 4% dell'estate 2017 all'11% per l'estate 2020. Al contrario per la città di Milano negli ultimi anni i decessi osservati sono sempre stati inferiori ai decessi attesi.

**Figura 3-19: Andamento giornaliero del numero di decessi osservati e attesi nella classe di età 65 anni e oltre e della temperatura apparente massima (ovvero che tiene conto di umidità relativa e velocità del vento) nel periodo 15 maggio-15 settembre 2020 per le città di Milano e Brescia (Fonte: Piano operativo nazionale per la prevenzione degli effetti del caldo sulla salute – Anno 2020).**



**Tabella 3-1: Mortalità osservata e attesa e variazione percentuale nella città di Brescia. Periodo 15 maggio-15 settembre. (Fonte: Piano operativo nazionale per la prevenzione degli effetti del caldo sulla salute)**

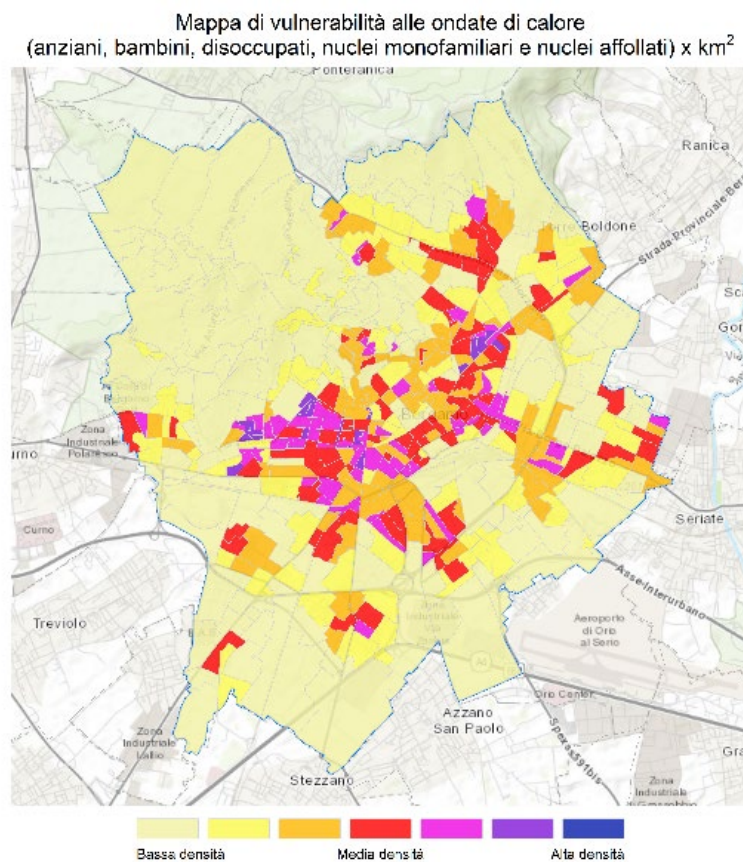
COMUNE	ANNO	DECESSI OSSERVATI	DECESSI ATTESI	VARIAZIONE PERCENTUALE
MILANO	2017	3131	3142	0%

COMUNE	ANNO	DECESSI OSSERVATI	DECESSI ATTESI	VARIAZIONE PERCENTUALE
	2018	2710	2810	-4%
	2019	2219	2363	-6%
	2020	3121	3174	-2%
BRESCIA	2017	509	488	4%
	2018	515	463	10%
	2019	395	363	9%
	2020	539	487	11%

Per una preliminare individuazione delle zone della città di Bergamo più soggette a questo rischio è stata realizzata una mappa di vulnerabilità della popolazione in cui è stata valutata la presenza di particolari categorie maggiormente colpite dal fenomeno in esame; infatti, benché chiunque possa subire gli effetti del caldo eccessivo, l'impatto delle ondate di calore sulla salute non è omogeneo nella popolazione. A parità di livello di esposizione alcuni individui, a causa di specifiche caratteristiche socio-demografiche sono definiti «suscettibili» agli effetti del caldo e sono più vulnerabili durante le ondate di calore: anziani (popolazione con età superiore a 65 anni), bambini (popolazione con età inferiore a 10 anni), disoccupati, nuclei familiari monocomponente o con più di 4 abitanti per abitazione.

La mappa di Figura 3-20 evidenzia la variabilità della vulnerabilità della popolazione nelle diverse zone della città, più bassa nelle aree periferiche, maggiore nelle aree centrali della città a maggiore densità abitativa, basata appunto sulla densità di presenza di soggetti “suscettibili”, descritti nel precedente paragrafo, nelle sezioni censuarie del Comune.

**Figura 3-20: Mappa di vulnerabilità alle ondate di calore nel comune di Bergamo. (fonte: STC su dati ISTAT, 2011).**



Da questa figura sarà possibile costruire la mappa di rischio dovuto alle ondate di calore, una volta definita con maggior dettaglio la mappa di temperatura grazie alle azioni di monitoraggio previste nella STC (in particolare l'azione 15a "Sistemi e reti per il monitoraggio meteo-climatico e dei corsi d'acqua e per l'allerta del rischio di alluvioni e allagamenti").

### 3.2.2 Il rischio Idrogeologico e Idraulico

L'ambito territoriale della STC è interessato dal Piano di emergenza provinciale che analizza e individua i seguenti rischi legati agli eventi climatici estremi: idrogeologico, frane e valanghe. I principali rischi sono individuati nell'area a nord della Provincia che è percorsa da una fitta rete di corsi d'acqua che scendono da nord verso sud. Il sistema idrografico del territorio è composto da una fitta rete composta da bacini idrografici di piccole dimensioni che si concentrano prevalentemente nella parte più settentrionale del territorio e che convergono in un sistema idrografico principale composto da 5 fiumi maggiori, due dei quali, l'Adda e l'Oglio, definiscono porzioni del confine territoriale provinciale.

Il Piano provinciale individua tre aree del territorio: area montana, area di pianura e area circumlacuale. Solo le prime due interessano l'area della STC, la quale, per quanto riguarda la fascia collinare delle montagne, si contraddistingue per la presenza di numerosi bacini idrici che spesso, a causa di dinamiche

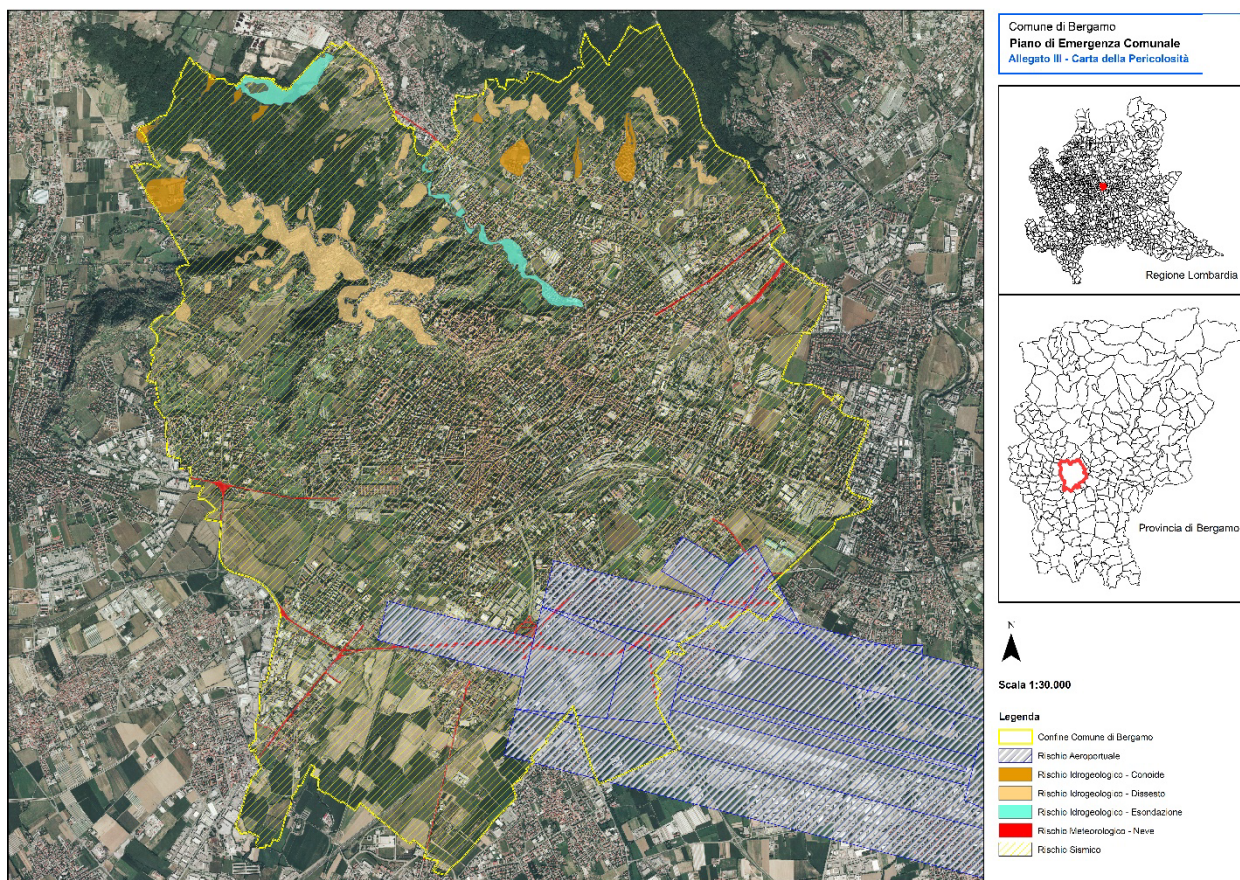
evolutive e di versante, si trasformano in fenomeni idrogeologici, mentre l'area di pianura è caratterizzata dalla presenza di grandi fiumi dalla pendenza modesta e dalle generose sezioni, che trasportano verso il Po volumi d'acqua straordinari e costantemente monitorati, e che, durante i fenomeni di piena, possono dar luogo ad estese inondazioni di aree antropizzate.

Il Piano di Emergenza Comunale del Comune di Bergamo a scala di dettaglio individua, tra i pericoli di origine naturale, i rischi derivanti da eventi di precipitazione intensa che in città sono principalmente dovuti all'eccessiva urbanizzazione e all'impostazione della difesa idraulica che ha fortemente modificato il corso delle diverse acque. Ad oggi, dati i mutamenti climatici e la percentuale di suolo impermeabile, con tale impostazione, non si riescono a mantenere le naturali funzioni di variazione e drenaggio che sono state profondamente interrotte. Le conseguenze sono due: esondazione di corpi idrici superficiali in bacini idrici a monte delle aree urbane, e inondazioni nelle aree urbane per una insufficiente capacità dei sistemi di drenaggio di smaltire grandi quantità di acqua in poco tempo. In queste condizioni, l'acqua in eccesso viene principalmente smaltita per deflusso superficiale creando accumuli e corsi d'acqua nelle strade, nelle zone e infrastrutture più basse come sottopassi e nei piani inferiori degli edifici. Per quanto riguarda il territorio comunale di Bergamo, è poco frequente il verificarsi di **temporali forti o nevicate rilevanti** nel corso dell'anno; tuttavia, questi eventi si manifestano con una tale intensità da generare notevoli impatti sulle ordinarie attività cittadine. Inoltre, data la configurazione geografica di Bergamo e le modalità di formazione dei fenomeni meteorologici stessi, tali eventi interessano generalmente tutto il territorio comunale, provocando l'intasamento di arterie stradali principali (come la Circonvallazione e la SP671) e, talvolta, l'allagamento di edifici prossimi ad alcuni canali della rete idrografica (vedi alcuni quartieri di Loreto e Longuelo: Via Sylva, Via M.L. King, ...).

È da precisare, inoltre, che la vasta rete di rogge e canali che interessa il territorio comunale non è sufficiente a creare gravi problemi di natura idrogeologica, anche nelle condizioni atmosferiche più sfavorevoli. I casi di allagamento verificatisi più di recente, infatti, sono stati causati da intasamenti di griglie o tombini dovuti alla ritenzione di detriti arborei o, in caso di grandinate di notevole entità, alla coesione dei grani di neve ghiacciati sulle caditoie. Il pericolo di esondazione, vista l'orografia locale, è assente data la mancata presenza all'interno del territorio comunale di fiumi di grande entità. Tuttavia, è da considerare il fatto che fenomeni di allagamento connessi con particolari eventi meteorologici possono interessare parte della rete stradale presente sul territorio comunale, inducendo il pericolo ulteriore di incidenti stradali; sedi stradali allagate, infatti, possono provocare incidenti di notevole gravità mettendo a rischio la popolazione transitante. Per quanto riguarda il rischio di frana, invece, la zona dei Colli potrebbe costituire un'area fragile e debole, ma le frane documentate risultano essere dei lievi cedimenti di scarso pericolo per la popolazione e le attività locali.



**Figura 3-21: Carta della pericolosità (fonte: Piano di emergenza Comunale).**



Come rilevato dal Piano di Emergenza Comunale del Comune di Bergamo approvato nel 2013, il territorio comunale non risulta essere interessato da aree soggette a fenomeni di esondazione (né aree di pericolo né fasce alluvionali PAI). Si evidenziano solamente fenomeni di rischio idrogeologico connessi a dissesti in corrispondenza di conoidi, in zona Maresana e Parco dei Colli. Tali fenomeni, pur non manifestandosi in modo catastrofico, sono tuttavia ricorrenti, in concomitanza con eventi meteorologici rilevanti, a causa della presenza del ricco sistema idrografico che interessa il Comune di Bergamo e della continua ed intensa attività urbanistica che ha provocato l'impermeabilizzazione di vaste porzioni del territorio. Emblematici sono stati gli eventi meteorici verificatisi nell'estate del 2016 (precisamente in data 26/06/2016 e 31/07/2016), che hanno determinato allagamenti con conseguenti gravi danni nell'area ovest e sud-ovest dell'abitato della città di Bergamo (in particolare nei quartieri di Longuelo e del Villaggio degli Sposi) e nella frazione Curnasco del Comune di Treviolo. In occasione di tali eventi calamitosi, una parte del sistema idraulico della roggia Curna (a suo tempo dimensionata per un tempo di ritorno di 30 anni) non è stata in grado di contenere i deflussi di piena, con conseguenti allagamenti e danni, soprattutto nella parte centrale di Longuelo nella zona compresa fra via fratelli Rota, via Mattioli e via Bellini.

Nell'ambito del Parco e del territorio di Bergamo si segnalano alcuni eventi significativi recenti:

- ✔ Lungo il Sentiero dei Vasi: nell'estate del 2016 è stato interessato da eventi pluviometrici straordinari quali bombe d'acqua che hanno generato frane in più punti e caduta di alberi. Tali eventi hanno portato ad approfondire ed avviare la progettazione degli interventi sulla Valle d'Astino (rilevarono allagamenti presso il quartiere di Longuelo);
- ✔ esondazione della Quisa nel maggio 2013, nel giugno 2014 e nel maggio 2019 (reticolo idrico principale) in occasione di fenomeni di piena dovuti a precipitazioni rilevanti;
- ✔ negli anni 2015 e 2016, a causa di eventi pluviometrici estremi, sono avvenuti fenomeni di allagamento presso la piana agricola tra Valbrembo/Mozzo e Bergamo (Via Villino in particolare).

In tabella sono riportate per il Comune di Bergamo le aree (in km<sup>2</sup>) a pericolosità idraulica media con tempo di ritorno tra 100 e 200 anni e la popolazione residente nelle stesse aree per gli anni 2015, 2018 e 2020 estratti dall'annuario dei dati Ambientali di ISPRA aggiornato al 2020. Negli ultimi anni si registra un aumento delle superfici inondabili e della popolazione esposta alle alluvioni che nel 2015 erano nulle.

**Tabella 3-2: popolazione esposta a rischio alluvioni nella e aree inondabili a pericolosità media per il Comune di Bergamo**  
(fonte: l'Annuario dei dati Ambientali di ISPRA aggiornato al 2020)

COMUNI	POPOLAZIONE ESPOSTA AD ALLUVIONI			AREE INONDABILI [km <sup>2</sup> ]		
	2015	2018	2020	2015	2018	2020
Bergamo	0	2'634	2'640	0,0	1,0	1,1

### 3.2.3 Il rischio di incendi Boschivi

Per quanto riguarda il rischio di incendio boschivo, il "Piano regionale delle attività di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi 2020-2022" di Regione Lombardia, approvato con deliberazione n. 2725 del 23/12/2019, assegna all'area Parco dei Colli di Bergamo la classe di rischio massima su una scala compresa tra 1 e 3.

A livello comunale il piano definisce 5 classi di rischio la cui definizione è riportata di seguito:

- ✔ **Classe 1.** Incendi boschivi sporadici e di piccole dimensioni: tali condizioni sono tipiche della frazione fisiologica del fenomeno e richiedono prevalentemente attività di controllo;
- ✔ **Classe 2.** Incendi di grande estensione, con frequenza molto ridotta. La bassa frequenza evidenzia che questi eventi si manifestano solo in condizioni eccezionali, pertanto si tratta di aree nella quali occorre dare particolare importanza alla previsione del pericolo e al preallertaggio in corrispondenza di livelli di soglia medio-alti;
- ✔ **Classe 3.** Incendi di media frequenza e di estensione contenuta. Deve essere assicurato il collegamento tra previsione del pericolo e gli interventi di estinzione. In particolare si dovrà dare grande rilievo anche alle operazioni di prevenzione, da realizzarsi con cura proprio per l'incidenza sul territorio degli eventi;

- ✔ **Classe 4.** Incendi di media frequenza e di incidenza sul territorio medio-alta che impone attenzione;
- ✔ **Classe 5.** Incendi di alta frequenza, continuità temporale e incidenza territoriale. A questi eventi deve essere rivolta la massima attenzione per la loro incidenza territoriale; le attività preventive, previsionali e di ricostituzione dovranno essere massimizzate.

In Tabella 3-3 sono riportate le classi di rischio in particolare per il Comune di Bergamo per i periodi 2014-2016, 2017-2019 e 2020-2022, si noti come questa si è ridotta negli ultimi due trienni da 3 a 2. Dal Piano regionale delle attività di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi è inoltre utile valutare alcuni indicatori quantitativi di impatto degli incendi boschivi (Tabella 3-4).

**Tabella 3-3: classi di rischio del Comune di Bergamo (fonte: Piano regionale delle attività di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi)**

COMUNE	CLASSE DI RISCHIO		
	2014 – 2016	2017 – 2019	2020 - 2022
Bergamo	3	2	2

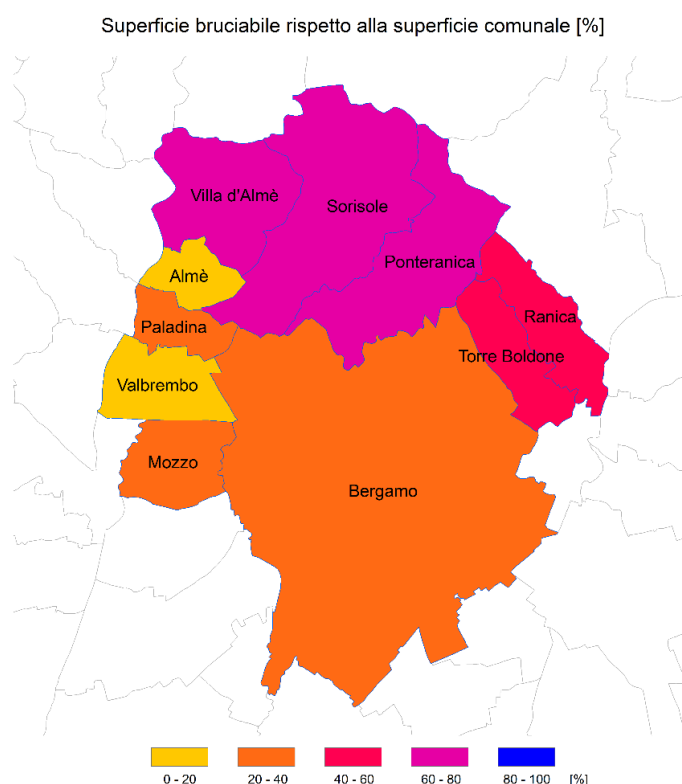
**Tabella 3-4: Superficie bruciata e bruciabile del Comune di Bergamo (fonte: Piano regionale delle attività di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi per il triennio 2020-2022)**

COMUNE	SUPERFICIE BRUCIABILE	SUPERFICIE BRUCIATA HA 2009 - 2018	N. INCENDI	% BRUCIATA SU BRUCIABILE	% BRUCIABILE SU SUP. COMUNE
Bergamo	526,24	0,30	1	0,03%	22,05%

Il Comune di Bergamo, tra i Comuni del Parco dei Colli, risulta tra quelli con percentuale bruciabile medio-bassa.



**Figura 3-22: Superficie bruciabile rispetto alla superficie comunale (fonte: Piano regionale delle attività di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi per il triennio 2020-2022).**



Per quanto riguarda il territorio del Parco, si segnala che è stato colpito nel 2020 da due eventi di incendi boschivi che hanno coinvolto quasi 120 volontari per contrastare i fuochi nei boschi. Si segnala che nell'anno 2021 ad oggi si sono verificati vari incendi boschivi, come non accadeva da decenni, quasi tutti dolosi, ed in particolar modo in comune di Sorisole. A seguito della normativa nazionale, la Regione Lombardia ha delegato all'Ente Parco il servizio antincendio che si articola in organizzazione e gestione degli interventi sugli incendi boschivi. Il Parco dei Colli di Bergamo riveste, infatti, un ruolo fondamentale nella difesa del territorio da incendi boschivi, prevedendo un servizio AIB gestito da 150 volontari suddivisi in 6 squadre e coordinato da un funzionario del Parco. I volontari operano in collaborazione con i vigili del fuoco e il Corpo Forestale dello Stato oltre che con il relativo servizio della Provincia di Bergamo; il servizio AIB è riconosciuto dalla Regione Lombardia.

### 3.2.4 Il rischio di siccità

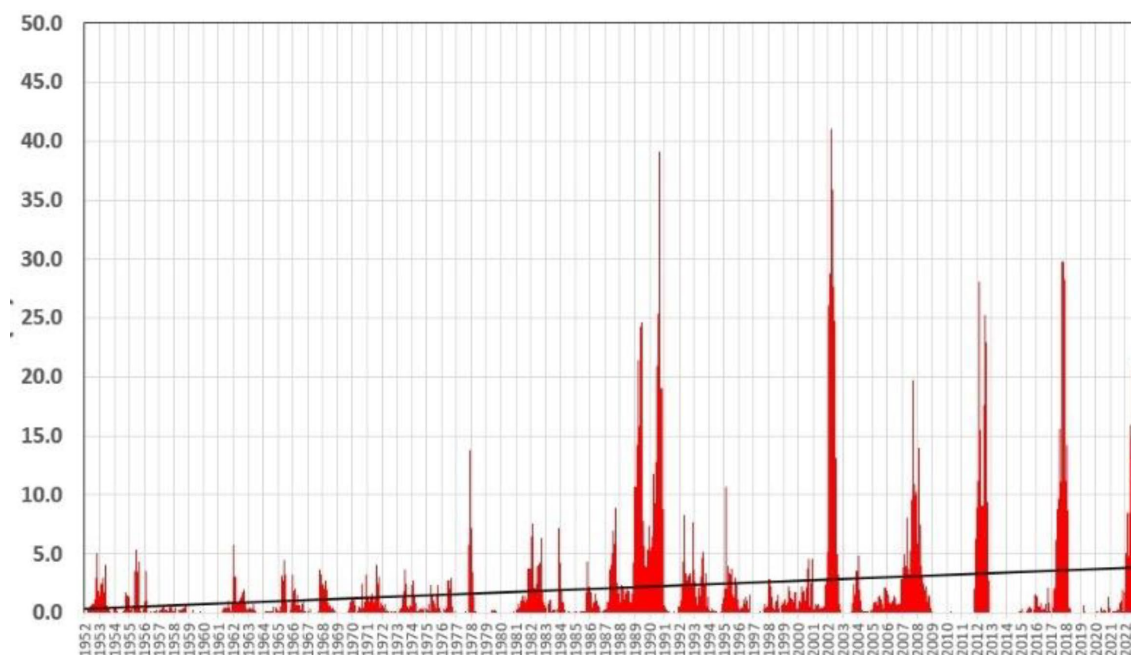
Nel corso del 2022, l'Italia è stata colpita da una intensa e persistente siccità. Tale condizione ha interessato in particolare l'Italia centro-settentrionale dove si sono riscontrate situazioni di siccità severa ed estrema.

Il prolungato deficit di precipitazioni ha ridotto notevolmente la disponibilità di acqua per la ricarica delle falde acquifere, dei laghi e degli invasi. Inoltre, l'effetto combinato del calo delle precipitazioni e di temperature sopra la media, che ha aumentato la quota di evapotraspirazione, ha aggravato la

riduzione della disponibilità naturale di risorsa idrica, causando (o aggravando) situazioni pregresse di scarsità idrica, ossia di non soddisfacimento della domanda di risorsa per i diversi usi (civile, agricolo e industriale) e per gli ecosistemi. Ad esempio, in Lombardia le riserve idriche (valutate come somma del volume di acqua trattenuta dai grandi laghi alpini, dagli invasi artificiali e nello SWE-Snow Water Equivalent) hanno fatto registrare a fine estate del 2022 un deficit del 58% rispetto ai valori di riferimento (2006–2020). Tali riduzioni sono state dovute in particolare, al fatto che la stagione 2021–2022 è stata una delle peggiori dell'ultimo ventennio in termini di quantitativi di accumulo nivale, con valori notevolmente inferiori alle medie di riferimento (fonte: ARPA Lombardia, Osservatorio Permanente sugli Utilizzi Idrici del Distretto idrografico del Fiume Po) (Fonte: *Il clima in Italia nel 2022-SNPA – Sistema Nazionale di Protezione Ambientale*).

Dalle indagini effettuate da SNPA hanno portato alla definizione e quantificazione dell'indicatore SPI12  $\leq -2$  Standardized Precipitation Index a 12 mesi (siccità estrema) relativa al periodo dal 1952 all'anno 2022.

**Figura 3-23: Percentuale del territorio nazionale soggetto a un deficit di precipitazione caratterizzato da un valore dello Standardized Precipitation Index a 12 mesi SPI12  $\leq -2$  (siccità estrema) (1952-2022) (fonte: *Il clima in Italia nel 2022-SNPA*)**



### 3.2.5 La Mappatura dell'indice di rischio climatico

L'azione di "MAPPATURA DELL'INDICE DI RISCHIO CLIMATICO" è all'interno del Piano d'Azione della Strategia di Transizione Climatica "Cli.C. Bergamo!", approvata dal Consiglio a novembre 2021.

L'azione concorre agli obiettivi (primari) di:

- ✔ Fornire uno **strumento a supporto delle decisioni politiche** in grado di orientare le politiche di adattamento e mitigazione ai cambiamenti climatici;
- ✔ Aumentare la **conoscenza** e la **consapevolezza** sui cambiamenti climatici e i loro impatti sul capitale naturale, sociale ed economico del territorio di Bergamo e Parco dei Colli.

e (secondari) di:

- ✔ Conseguimento della centralità delle politiche di mitigazione ai cambiamenti climatici in tutte le scelte di governo dei Comuni e del Parco;
- ✔ Aumento dell'integrazione delle politiche di adattamento e mitigazione nelle scelte dei Comuni e del Parco e nelle trasformazioni urbane;
- ✔ Organizzazione della governance della STC per conseguire una elevata efficacia realizzativa (nuova governance esterna).

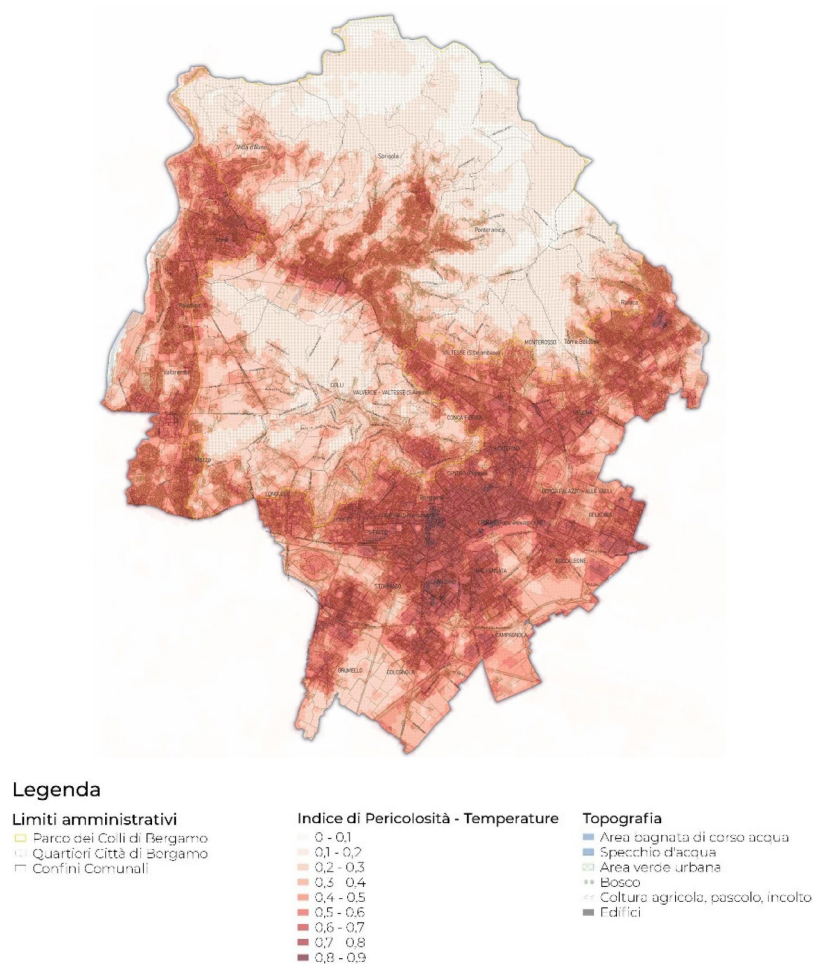
Il documento descrive i passaggi dell'analisi del rischio che consiste in una valutazione dei potenziali impatti derivanti dai segnali climatici individuati nell'analisi climatica; dall'elaborazione dei dati e l'analisi spaziale dei fattori di pericolo, esposizione, vulnerabilità si arriva alla valutazione e mappatura di un Indice di Rischio Climatico che esprime in termini quantitativi il grado di esposizione e vulnerabilità ai rischi climatici presenti sul territorio oggetto di analisi.

Le elaborazioni relative all'Indice di rischio climatico e agli indicatori spazializzati che lo compongono (**pericolosità, esposizione, vulnerabilità**) sono raggruppati negli ambiti di indagine utilizzati per analizzare il territorio.: **Salute e Benessere della Popolazione, il Capitale Naturale e i Pericoli Naturali**.

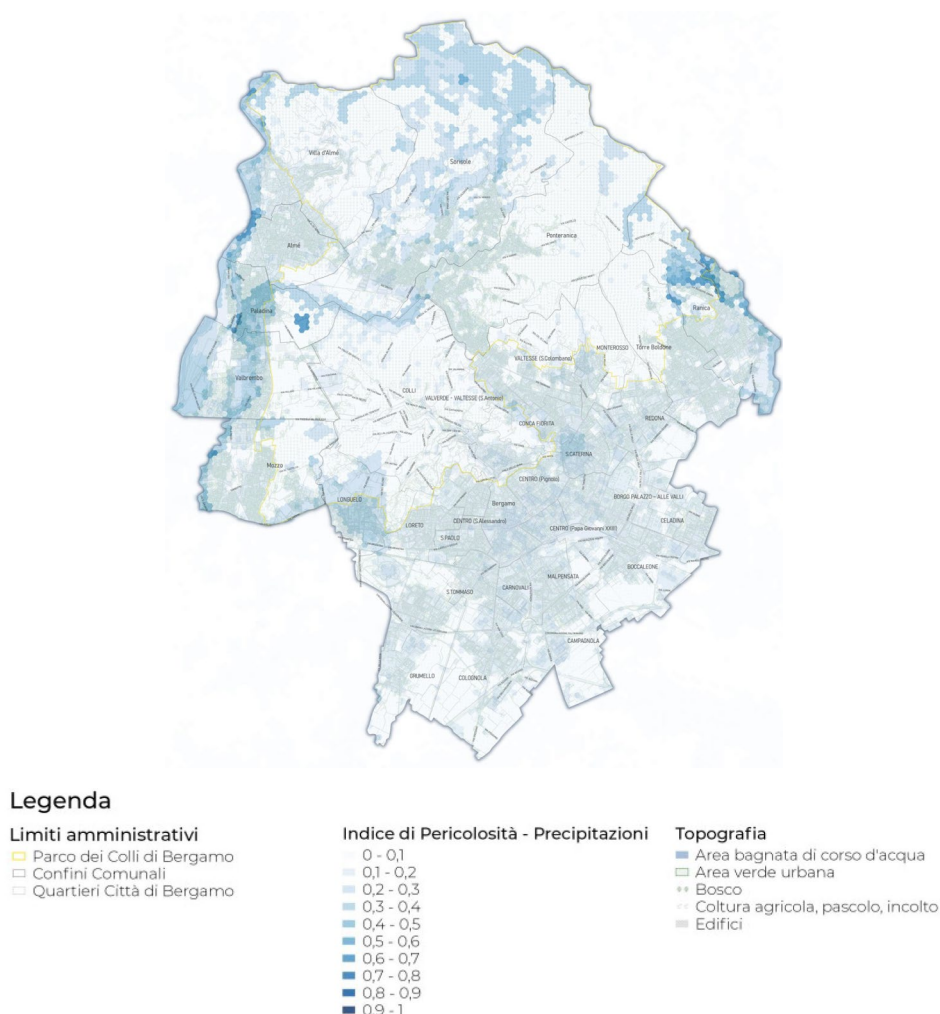
Il territorio analizzato coinvolge oltre al Comune di Bergamo anche tutti i comuni del parco dei Colli.

L'indagine effettuata ha portato a mappare attraverso alcuni indicatori relativi agli eventi meteorologici estremi il pericolo idraulico e idrogeologico.

**Figura 3-24: Mappa dell'indice di pericolosità relativo alla temperatura sul territorio oggetto di analisi. (fonte: Mappatura dell'indice di rischio climatico).**



**Figura 3-25: Mappa dell'indice di pericolosità relativo alla precipitazione sul territorio oggetto di analisi (fonte: Mappatura dell'indice di rischio climatico).**



Il primo ambito ad essere analizzato è quello che riguarda il **fattore esposto della popolazione** e degli **effetti delle anomalie di temperatura e degli eventi estremi sulla salute e il benessere umano**. In questo senso, sono state sviluppate due catene d'impatto distinte: la prima che considera fattore esposto la popolazione residente sul territorio; la seconda che considera le **persone impiegate in attività lavorative** selezionate attraverso dati forniti dalla Camera di Commercio della Provincia di Bergamo.

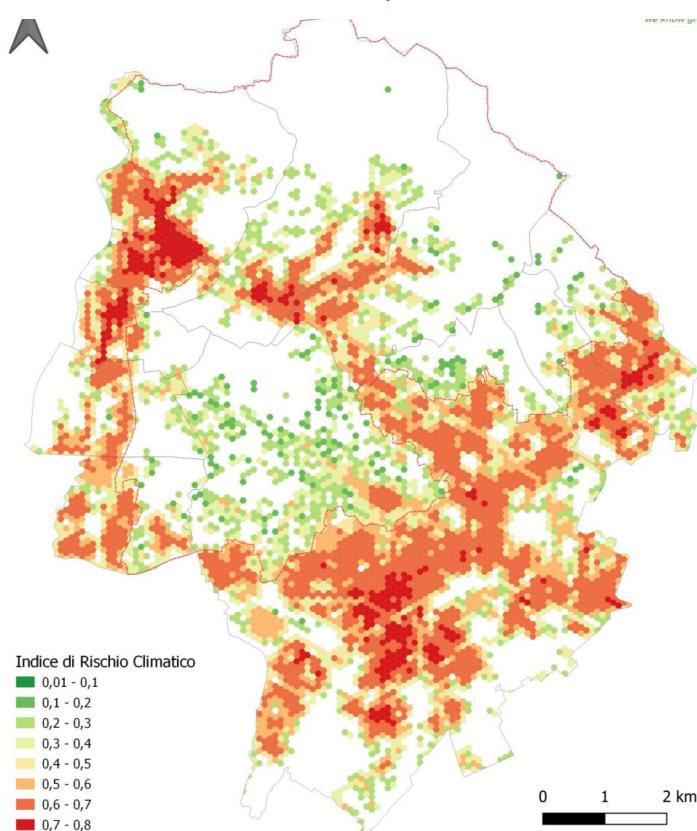
L'aumento di temperatura, le temperature estreme, l'incremento dei pericoli naturali, come l'idraulico e l'idrogeologico, ecc. sono i fattori climatici che "minacciano" il benessere, la salute e la sicurezza della popolazione sul territorio. Inoltre, sia per lo scenario con emissioni contenute (RCP4.5) che in quello con emissioni elevate (RCP8.5), si prevedono incrementi significativi di temperature medie ed eventi estremi soprattutto per quanto riguarda la durata e l'intensità delle ondate di calore.

La mappa relativa alla salute e il benessere umano rappresentata nella immagine a seguire è stata elaborata considerando i seguenti indicatori di vulnerabilità:

- ✓ Indice relativo all'Età della Popolazione;
- ✓ Indice dei Volumi Lordi Raffrescati disponibili;
- ✓ Indice di Distanza dalle aree verdi fruibili;
- ✓ Indice di Distanza dalle Strutture Sanitarie;
- ✓ Indice di Distanza da Grandi Strutture di Vendita.

Nel comune di Bergamo le aree critiche che hanno un iR elevato sono: Area centrale e nord di Colognola; zona Carnovali; Villaggio Sposi; Centro S. Alessandro; S. Tommaso; Malpensata.

**Figura 3-26: Salute e benessere della popolazione - Popolazione residente (fonte: Mappatura dell'indice di rischio climatico).**



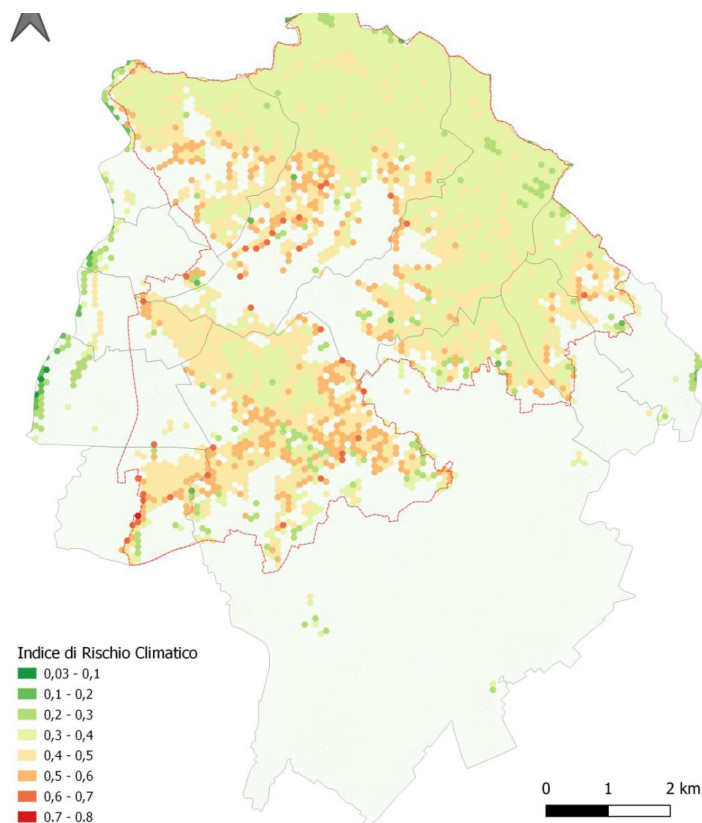
Per quanto riguarda, invece, l'**Ambito Capitale Naturale** le analisi svolte hanno consentito di redigere una mappa di rischio climatico degli Incendi Boschivi che si è basata sui seguenti indicatori di vulnerabilità:

- ✓ Indicatore del Valore Multifunzionale delle foreste;
- ✓ Indice relativo alle Aree Protette;
- ✓ Indice relativo alla Pendenza media;
- ✓ Indice di VHI – Vegetation Health Index;
- ✓ Indice di Antropizzazione.



Le aree che presentano valori più elevati dell'indice di rischio afferiscono, in generale, a zone di interfaccia urbano/rurale, ovvero zone di margine o zone attraversate da strade. In particolare, queste si concentrano nell'area del Comune di Bergamo dei Colli, di Valverde-Valtesse (S. Antonio), di Città Alta.

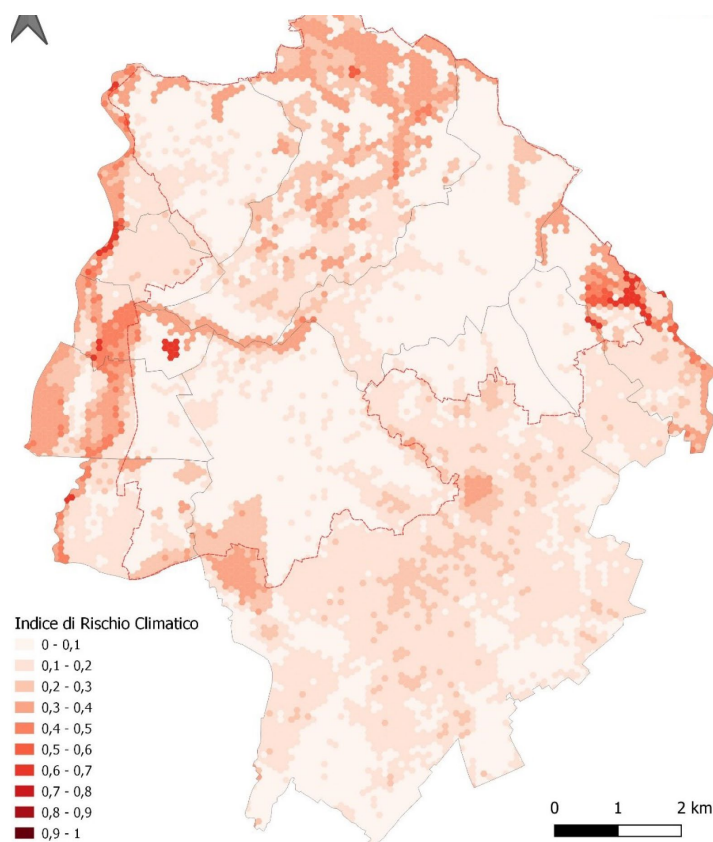
**Figura 3-27: Rischio Incendi Boschivi (fonte: Mappatura dell'indice di rischio climatico).**



Infine, per l'**Ambito territorio e pericoli naturali** è stata analizzata la pericolosità idraulica e idrogeologica del territorio e per definire la Mappa dell'indice di rischio climatico sono stati utilizzati i seguenti indicatori di vulnerabilità:

- ✓ Indice relativo alle Aree Protette;
- ✓ Indice di Impermeabilizzazione (IMD);
- ✓ Indice Impermeabilizzazione aree circostanti (NIMD);
- ✓ Indice Foreste di protezione;
- ✓ Indice di Interazione tra aree boscate e reticolo idrico minore.

Figura 3-28: Rischio Idraulico e Idrogeologico (fonte: Mappatura dell'indice di rischio climatico).



### 3.3 VALUTAZIONE CONCLUSIVA DEL QUADRO CONOSCITIVO CLIMATICO

Si riporta una scheda di sintesi dell'analisi climatica passata e futura con una valutazione sintetica che è correlata a dei rischi specifici in particolare per l'impatto che il cambiamento climatico potrebbe avere.

La sintesi del quadro climatico è rappresentata graficamente dalle frecce che hanno il seguente significato:

	Aumenta
	Diminuisce
	Costante



ANALISI CLIMATICA				RISCHI
QUADRO PASSATO E ATTUALE	TMEAN	Temperatura media annua (°C)	↗	Rischi delle ondate di calore Rischio Incendi boschivi Rischio Siccità
	SU	Numero di giorni all'anno in cui la temperatura massima supera i 25°C (giorni caldi)	↗	Rischi delle ondate di calore Rischio Incendi boschivi Rischio Siccità
	FD:	Numero di giorni all'anno in cui la temperatura minima scende sotto gli 0°C (giorni freddi)	↘	Rischi delle ondate di calore
	SP	Precipitazione estiva totale (mm)	↘	Rischio Idrogeologico e idraulico
	WP	Precipitazione invernale totale (mm)	↗	Rischio Idrogeologico e idraulico
	P	Precipitazione totale annua (mm)	↘	Rischio Idrogeologico e idraulico
	CDD	Media annuale del massimo numero di giorni consecutivi mensili in cui la precipitazione è inferiore a 1 mm (giorni consecutivi asciutti)	↗	Rischio Idrogeologico e idraulico
	R20	Numero di giorni medi mensili in cui la precipitazione giornaliera è maggiore o uguale a 20 mm	↗	Rischio Idrogeologico e idraulico
QUADRO FUTURO	RCP4.5	Temperature	↗	Rischi delle ondate di calore Rischio Idrogeologico e idraulico Rischio Incendi boschivi Rischio Siccità
	RCP8.5	Temperature	↗	
		Temperatura media stagionale	↗	
		Precipitazioni	↘	



## 4. TERZO PILASTRO- POVERTA' ENERGETICA: TRANSIZIONE PIU' EQUA

### 4.1 METODOLOGIA

L'impegno dei firmatari europei definisce la visione secondo cui entro il 2050 vivremo tutti in città decarbonizzate e resilienti, con accesso a un'energia economica, sicura e sostenibile. In quanto appartenenti al movimento del Patto dei Sindaci europeo, i firmatari si assumono l'impegno di contrastare la povertà energetica come una delle principali misure per garantire una giusta transizione.

**Il presente PAESC è in una fase di transizione (attiva fino al 2024), durante la quale non vi è l'obbligo per i firmatari di approfondire questo pilastro.** Si è comunque deciso di affrontare alcuni elementi funzionali a iniziare a definire le criticità e le potenzialità del territorio, rispetto a tale ambito.

In questa fase di transizione il Comune di Bergamo intende pertanto iniziare a definire alcuni iniziali approfondimenti, senza ritenere esaustiva e completa l'analisi della povertà energetica, che viene rimandata alla fase del primo report di monitoraggio.

Si riporta il Focus relativo alla Povertà energetica effettuata durante la stesura del documento *"L'individuazione delle aree del Comune di Bergamo prioritarie per la localizzazione di CER – Comunità Energetiche Rinnovabili"*. A seguire sono riportati i primi indicatori popolabili rispetto alle Macroaree individuate nelle Linee Guida del Covenant of Mayors.

Infine, il Piano d'azione del PAESC introduce alcune azioni che vanno a contribuire a prevedere una transizione equa promuovendo una energia accessibile alle figure più fragili del territorio.

### 4.2 MAPPATURA DELLE FIGURE FRAGILI

Consultando le banche dati messe a disposizione dall'Amministrazione Comunale relative all'anno 2021 è stato possibile analizzare lo stato della povertà energetica presente nel comune di Bergamo. In particolare è stato considerato l'accesso delle famiglie al bonus sociale per l'energia elettrica, essendo il bonus sociale più strettamente connesso al tema energetico. Nella tabella seguente, si è riportato un valore di sintesi con il totale di famiglie e componenti presenti per quartiere e puntualmente nella successiva mappa della città.

**Tabella 4-1: presenza della povertà energetica per quartiere (fonte: L'individuazione delle aree del Comune di Bergamo prioritarie per la localizzazione di CER)**

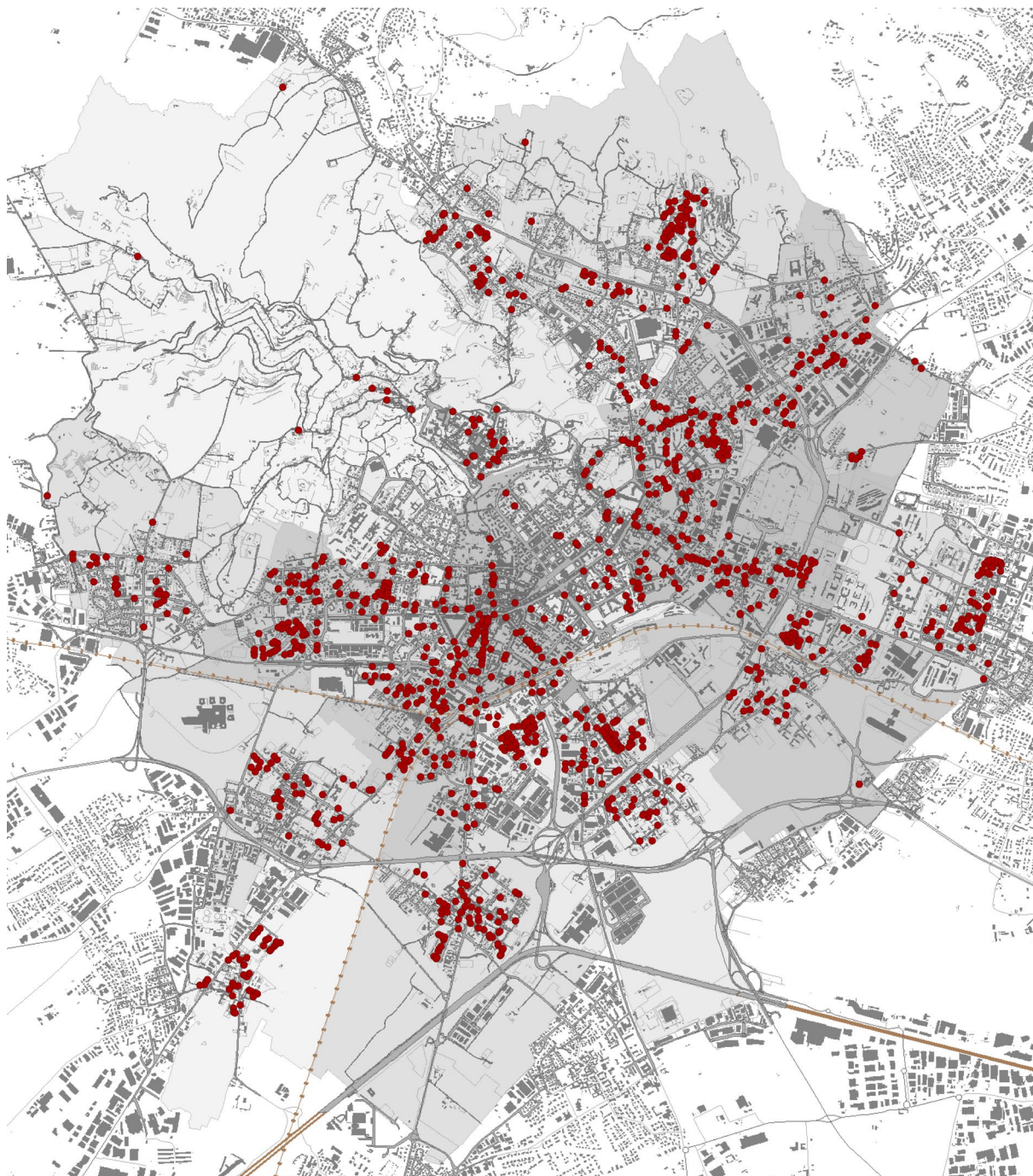
	QUARTIERE	POVERTA' ENERGETICA		% povertà rispetto ai residenti
		n° famiglie	tot componenti	
1	BOCCALEONE	144	386	6%
2	BORGO PALAZZO - ALLE VALLI	135	381	4%
3	CAMPAGNOLA	45	145	5%
4	CARNOVALI	118	312	9%
5	CELADINA	91	490	10%
6	CENTRO (Papa Giovanni XXIII)	22	68	3%
7	CENTRO (Pignolo)	31	81	2%
8	CENTRO (S. Alessandro)	151	470	5%
9	CITTA' ALTA	33	59	2%
10	COLLI	4	9	0%
11	COLOGNOLA	104	298	5%
12	CONCA FIORITA	24	68	3%
13	GRUMELLO	64	183	11%
14	LONGUELO	47	120	3%
15	LORETO	145	467	7%
16	MALPENSATA	126	387	8%
17	MONTEROSSO	91	293	7%
18	REDONA	61	182	3%
19	S. CATERINA	126	288	5%
20	S. LUCIA	14	39	1%
21	S. PAOLO	30	97	2%
22	S. TOMASO	118	307	4%
23	VALTESSE (S. Colombano)	34	86	2%
24	VALVERDE - VALTESSE (S. Antonio)	61	152	4%
25	VILLAGGIO SPOSI	96	270	6%

1.915

5.638

Di seguito si riporta la localizzazione della “Povertà energetica” da cui è possibile localizzare i punti (in mappa con il **colore rosso**) in cui si concentra tale presenza.

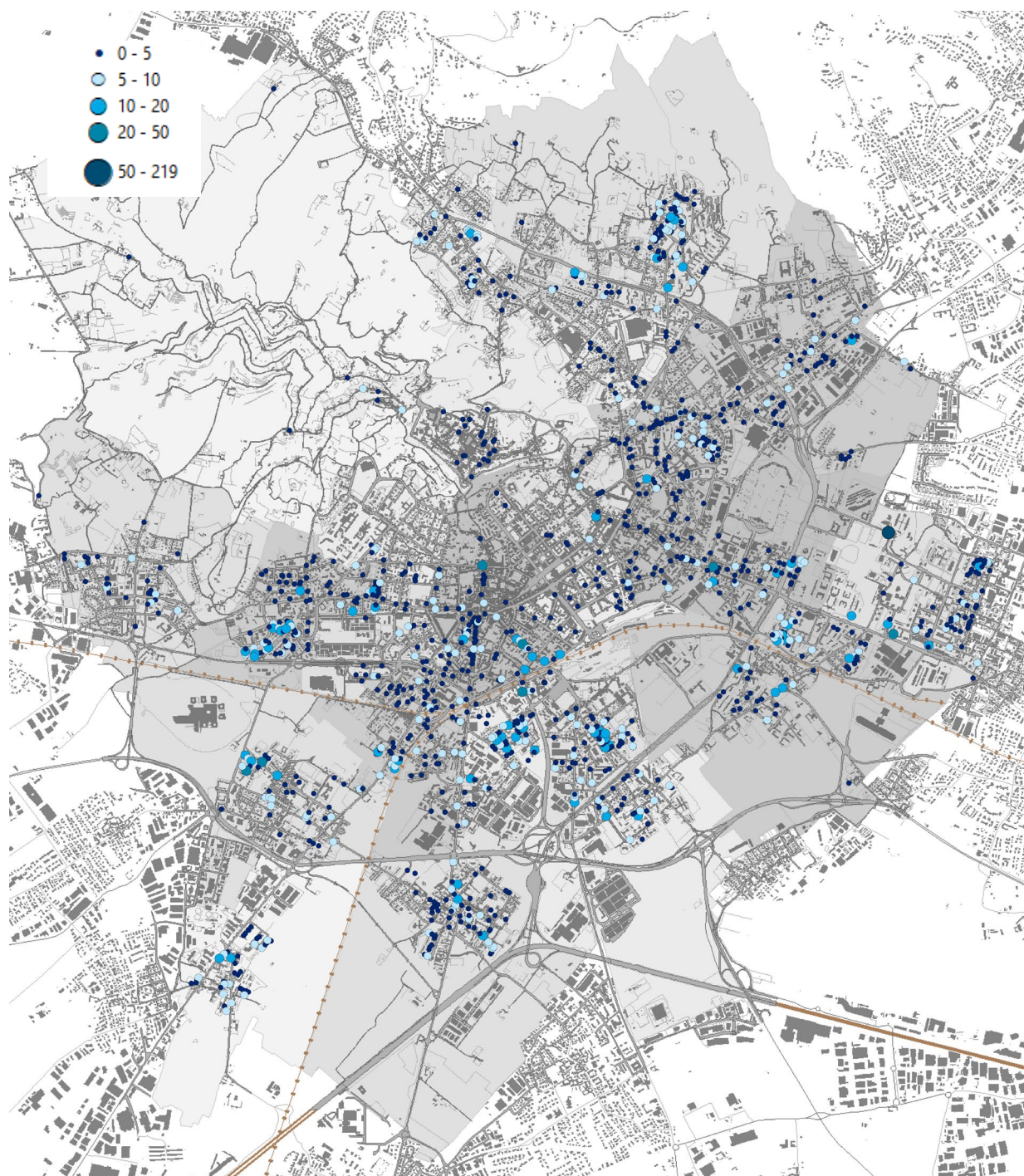
*Figura 4-1: presenza di famiglie che hanno fatto accesso al bonus energia elettrica ed in grigio i quartieri più popolosi (fonte: L'individuazione delle aree del Comune di Bergamo prioritarie per la localizzazione di CER)*



Nella mappa successiva è stato inoltre possibile rappresentare la presenza di soggetti fragili rispetto a 5 livelli differenti di numerosità per indirizzo civico; analogamente a Figura 4-1, anche in questa mappa non si individua una zona specifica di concentrazione della povertà, ma una condizione diffusa.



*Figura 4-2: la povertà energetica per classi relative alla presenza dei soggetti fragili per indirizzo civico ed in grigio i quartieri più popolosi (fonte: L'individuazione delle aree del Comune di Bergamo prioritarie per la localizzazione di CER*



### 4.3 INDICATORI DI POVERTA' ENERGETICA

Gli indicatori suggeriti dal Patto dei Sindaci propone un elenco di circa 20 indicatori raggruppati per 6 Macroaree: clima, strutture/abitazioni, mobilità, aspetti socioeconomici, quadro politico e normativo, partecipazione e sensibilizzazione. Per ogni indicatore è inclusa una definizione generica che descrive la metodologia da adottare per il calcolo dell'indicatore. Nella tabella a seguire si riportano gli Indicatori popolabili, i dati utilizzati si riferiscono all'anno 2021) rispetto alle analisi svolte in questa fase di transizione dove non è obbligatorio effettuare la ricognizione completa del tema, come da Linee Guida del PAESC.

*Tab. 4-1 Indicatori di povertà energetica (fonte: nostra elaborazione)*

IDNICATORI DI POVERTA' ENERGETICA			
CLIMA	Numero di gradi giorno di riscaldamento all'anno	I gradi-giorno di riscaldamento (Heating degree day, HDD) sono una misura che serve a quantificare la domanda di energia necessaria per riscaldare un edificio e si basano sulla temperatura esterna in cui è necessario il riscaldamento.	2'391 gradi giorno
STRUTTURE/ABITAZIONI	Abitazioni in fascia F+G + H (EPC) / numero totale di abitazioni	Percentuale di edifici con Attestati di prestazione energetica di fascia F, G e H nel comune	17%
	Quota di edifici ristrutturati all'anno	Quota di edifici ristrutturati all'anno rispetto al totale degli edifici	0.9%
	Fasce EPC dell'abitazione superiori a B	Percentuale di abitazioni con EPC superiore a B rispetto al totale delle abitazioni con certificato	5%
ASPETTI SOCIOECONOMICI	Famiglie in stato di povertà energetica / persone supportate / totale delle famiglie in stato di povertà energetica che chiedono supporto	Percentuale di famiglie/persone povere di energia che beneficiano di un qualche tipo di programma di sostegno sul totale delle famiglie che hanno chiesto un sostegno	3%



## 5. GOVERNANCE OBIETTIVI GENERALI, SPECIFICI ed AZIONI STRATEGICHE del PAESC

### 5.1 OBIETTIVI GENERALI del PAESC

La vision è declinata principalmente attraverso obiettivi propri del PAESC che si integrano a quelli che richiamano direttamente o indirettamente la transizione energetica e climatica nell'aggiornamento del Piano di Governo del Territorio di Bergamo, nella Strategia di Transizione Climatica Cli.C. Bergamo, in NetZeroCities ed in Let's Gov (descritti nel paragrafo 1.4).

I caratteri centrali della vision sono:

- ✔ sistema territoriale proattivo in continua e progressiva azione verso la riduzione, fino all'irrelevanza, delle emissioni di gas climalteranti;
- ✔ sistema territoriale proattivo in continuo miglioramento nella gestione dei rischi e delle criticità dovute al cambiamento climatico attraverso un progressivo aumento della capacità resiliente di carattere co-evolutivo<sup>7</sup> basata su azioni integrate di tipo fisico, organizzativo, socioeconomico e culturale;
- ✔ sistema di sostegno alle figure più fragili per garantire una transizione energetica equa.


La vision del PAESC quindi deve essere disegnata all'interno di questo quadro prevedendo la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> **più ambizioso di quello preso con la rinnovata adesione nel 2021 al Patto dei Sindaci - riduzione di almeno il 55% al 2030 delle emissioni di gas serra rispetto al 2005 - in relazione all'obiettivo di neutralità climatica al 2030 (impegno assunto con l'adesione a "Net Zero Cities")**.

Il PAESC ha un orizzonte temporale che traguarderà la fine del 2030, come spazio di azione anche se la sua definizione, di carattere dinamico, è pensata per proseguire lo sforzo di transizione con una visione fino al 2050, anno di riferimento di tutte le politiche per il compimento delle transizioni climatiche alle scale globale, europea e italiana. È declinata principalmente attraverso obiettivi e sugli indirizzi strategici contenuti nel PAESC, integrati da quelli che richiamano direttamente o indirettamente la transizione climatica tra gli obiettivi indicati per l'aggiornamento del Piano di Governo del Territorio di Bergamo e degli strumenti in corso di definizione.

---

<sup>7</sup> Con capacità resiliente co-evolutiva si intende un processo in continua evoluzione che cerca di trasformare le crisi in opportunità di sviluppo. Essa non è vista solamente come capacità di recupero da disastri e crisi di tipo naturale e/o antropico, ma anche come evoluzione stessa del sistema territoriale nel lungo periodo. Questa capacità implica per un sistema territoriale la condivisione del cambiamento e quindi la sua predisposizione a reagire a dei potenziali shock e stress attraverso la realizzazione di "salti di qualità" che anticipano i cambiamenti.

Il PAESC introduce i seguenti **obiettivi generali**:



### Riduzione delle emissioni totali assolute al 2030 di CO<sub>2</sub> per la decarbonizzazione della città attraverso l'efficientamento energetico e l'incremento della produzione da fonti rinnovabile

Questo obiettivo per il territorio di Bergamo si traduce quantitativamente in una riduzione delle emissioni rispetto all'inventario di riferimento (baseline) relativo all'anno 2005, pari ad almeno **101'359 tonnellate di CO<sub>2</sub>** (si veda il paragrafo 2.11). Questa riduzione può essere raggiunta attraverso la strada principe dell'**efficienza energetica (ovvero la riduzione dei consumi)**, ed in secondo luogo attraverso la **conversione dei consumi residui su vettori meno emissivi** o meglio il loro soddisfacimento attraverso fonti rinnovabili.



### Territori più resilienti agli effetti negativi del cambiamento climatico

Questo obiettivo per il Comune di Bergamo si traduce nel miglioramento delle conoscenze climatiche territoriali per aumentare l'efficacia della governance del clima e le capacità di risk management cittadino rispetto ai rischi climatici. Punta, pertanto, **a promuovere infrastrutture verdi e blu e il sistema del verde urbano per migliorare le funzioni ecosistemiche e affrontare i rischi legati all'acqua, al drenaggio e alla pericolosità idraulica e la gestione delle isole di calore urbano**, ma anche per migliorare il benessere abitativo e il paesaggio. In quest'ottica, il turismo, la fruizione di aree cittadine pubbliche e private (es. parchi) e le attività ricreative outdoor e indoor diventano occasioni di resilienza e di modulazione di un'offerta innovativa climaticamente sicura.



### Favorire una equa transizione energetica

Sul piano sociale, si intende rafforzare la resilienza di comunità, consolidando una rete di supporto ai gruppi più vulnerabili della cittadinanza. Si prevedono politiche che vadano a **diminuire la povertà energetica** che negli anni passati è aumentata sia a causa della pandemia che per l'incremento dei costi energetici.

## 5.2 INDICAZIONE DEGLI OBIETTIVI TRASVERSALI E DI DETTAGLIO

Gli **obiettivi generali** individuati hanno la funzione di conseguire prioritariamente i caratteri centrali della vision, che unisce e relaziona i tre pilastri del PAESC. Per raggiungere gli obiettivi generali previsti sono da definire due tipologie di obiettivi, da un lato quelli che interessano e intercettano più pilastri del PAESC (**Obiettivi trasversali**), dall'altra quelli che sono specifici del singolo pilastro (**Obiettivi di dettaglio**) pur apportando anche indirettamente benefici agli altri pilastri.

Per l'individuazione degli obiettivi si è tenuto conto di quanto finora elaborato attraverso la combinazione di un approccio top-down, che ha come riferimento la vision del PAESC e di uno bottom-up, basato sugli obiettivi e le azioni della Strategia di Transizione Climatica, del Piano di Governo del Territorio in corso di approvazione e il Piano della Mobilità sostenibile vigente.



Per facilitare la lettura di seguito si riportano due rappresentazioni del disegno della vision che vede la relazione dei tre Pilastri rispetto alle caratteristiche del territorio e gli obiettivi generali che trovano nella seconda parte una declinazione in Obiettivi di dettaglio.

#### Gli obiettivi trasversali:

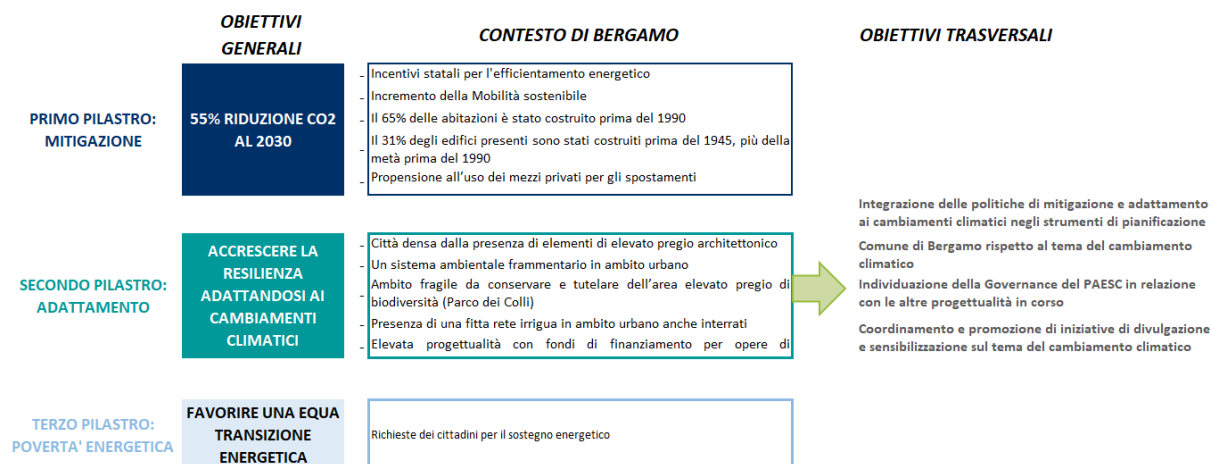
**OB-T01**\_Integrazione delle politiche di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici negli strumenti di pianificazione

**OB-T02**\_Incremento dell'interazione tra le differenti Direzioni del Comune di Bergamo rispetto al tema del cambiamento climatico

**OB-T03**\_Individuazione della Governance del PAESC in relazione con le altre progettualità in corso

**OB-T04**\_Coordinamento e promozione di iniziative di divulgazione e sensibilizzazione sul tema del cambiamento climatico

**Figura 5-1: Grafico sinottico dei caratteri della vision e delle relazioni con gli obiettivi trasversali e i PILASTRI del PAESC (fonte: nostra elaborazione)**



Per quanto riguarda invece gli Obiettivi di dettaglio per Pilastro sono:

#### PRIMO PILASTRO: MITIGAZIONE

##### Obiettivo generale:

**OB-G01**\_55% riduzione CO<sub>2</sub> al 2030

##### Obiettivi di dettaglio:

**OB1-D01**\_Monitorare e ridurre i consumi energetici del Comune di Bergamo

**OB1-D02**\_Incentivare l'efficientamento energetico in ambito civile (residenziale e terziario)

**OB1-D03**\_Incrementare l'utilizzo locale di FER

**OB1-D04**\_Ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> nel settore mobilità

**Figura 5-2: Grafico sinottico dei caratteri della vision e delle relazioni con gli obiettivi del PRIMO PILASTRO-MITIGAZIONE**  
(fonte: nostra elaborazione)

	OBIETTIVI GENERALI	OBIETTIVI DI DETTAGLIO
PRIMO PILASTRO: MITIGAZIONE	55% RIDUZIONE CO2 AL 2030	Monitorare e ridurre i consumi energetici del Comune di Bergamo Incentivare l'efficientamento energetico in ambito civile (residenziale e terziario) Incrementare l'utilizzo locale di FER Ridurre le emissioni di CO2 nel settore mobilità

## SECONDO PILASTRO: ADATTAMENTO

Obiettivo generale:

OB-G02\_accrescere la resilienza adattandosi ai cambiamenti climatici

Obiettivi di dettaglio:

OB2-D01\_Ridurre l'isola di calore urbana

OB2-D02\_Aumento del drenaggio urbano

OB2-D03\_Incrementare la capacità di risposta territoriale alle emergenze

OB2-D04\_Incrementare il capitale naturale e biodiversità attraverso la realizzazione di servizi ecosistemici

**Figura 5-3: Grafico sinottico dei caratteri della vision e delle relazioni con gli obiettivi del SECONDO PILASTRO-ADATTAMENTO**  
(fonte: nostra elaborazione)

	OBIETTIVI GENERALI	OBIETTIVI DI DETTAGLIO
SECONDO PILASTRO: ADATTAMENTO	ACCREScere LA RESILIENZA ADATTANDOSI AI CAMBIAMENTI CLIMATICI	Ridurre l'isola di calore urbana Aumento del drenaggio urbano Incrementare la capacità di risposta territoriale alle emergenze Incrementare il capitale naturale e biodiversità attraverso la realizzazione di servizi ecosistemici

## TERZO PILASTRO: POVERTA' ENERGETICA

Obiettivo generale:

OB-G02\_Favorire una equa transizione energetica

Obiettivi di dettaglio:

OB2-D01\_Diminuire la povertà energetica

**Figura 5-4: Grafico sinottico dei caratteri della vision e delle relazioni con gli obiettivi del TERZO PILASTRO-POVERTA'ENERGETICA**  
(fonte: nostra elaborazione)

	OBIETTIVI GENERALI	OBIETTIVI DI DETTAGLIO
TERZO PILASTRO: POVERTA' ENERGETICA	FAVORIRE UNA EQUA TRANSIZIONE ENERGETICA	Diminuire la povertà energetica

### 5.3 GOVERNANCE DELLA TRANSIZIONE ENERGETICA e CLIMATICA per la CITTÀ DI BERGAMO

Rispetto alla complessità del quadro della pianificazione della città di Bergamo e da quanto elaborato nella STC è necessario consolidare una governance a supporto di questi processi (STC, PAESC e NET ZERO CITIES) al fine di definire i ruoli della cabina di regia che dovrebbe prevedere al suo interno la figura del Transition manager che ha il ruolo di coordinamento dei processi di transizione (energetica, climatica e socio-culturale nell'Ente e nella cittadinanza). Questa figura di coordinamento è supportata in Cabina di Regia dallo specialista della mitigazione: l'Energy Manager, dal responsabile della STC, dal responsabile del City Contract del Net Zero Cities e dai vari referenti delle differenti Direzioni del Comune di Bergamo.

La struttura della governance sopra illustrata ha il fine di individuare i soggetti che partecipano all'attuazione del PAESC, i ruoli specifici e le responsabilità di ciascuno di essi, i tempi e le modalità operative per il coordinamento dei diversi contributi alla realizzazione e monitoraggio delle azioni previste e alla conduzione di tutti gli altri aspetti di sistema necessari a garantire l'efficace implementazione del Piano nel suo complesso.

Dal punto di vista logico, la governance del PAESC si articola in figure interne ed esterne dell'Amministrazione.

La struttura di **governance interna** è rappresentata dalla "**Cabina di Regia**" a cui partecipano anche i rappresentanti degli uffici comunali, con il ruolo di indirizzo delle attività di implementazione e monitoraggio delle azioni e verifica dell'attuazione del PAESC. La Cabina di Regia si compone come gruppo di riferimento e di coordinamento da tre figure specifiche:

- ✔ **Il Transition Manager:** con il ruolo di coordinamento generale delle azioni del PAESC e del raccordo con gli amministratori del Comune di Bergamo e tutti i soggetti esterni quali stakeholder e cittadini, che contribuiscono a vario titolo lungo il processo di implementazione e monitoraggio del PAESC;
- ✔ **L'Energy Manager** figura che assume il ruolo referente del Pilastro MITIGAZIONE in quanto figura che collabora stabilmente già con gli Uffici Comunali in ambito energetico;
- ✔ **Il Responsabile della Transizione Climatica,** con il ruolo di coordinamento generale del progetto "Cli.C. Bergamo!" che copre principalmente il Pilastro dell'ADATTAMENTO.

Accanto ad esse:

- ✔ **L'Amministrazione Comunale:** referenti delle varie Direzioni del Comune di Bergamo con un ruolo politico e decisionale che possono incidere significativamente nella transizione energetica e climatica del territorio.

## 5.4 AZIONI STRATEGICHE E DI DETTAGLIO

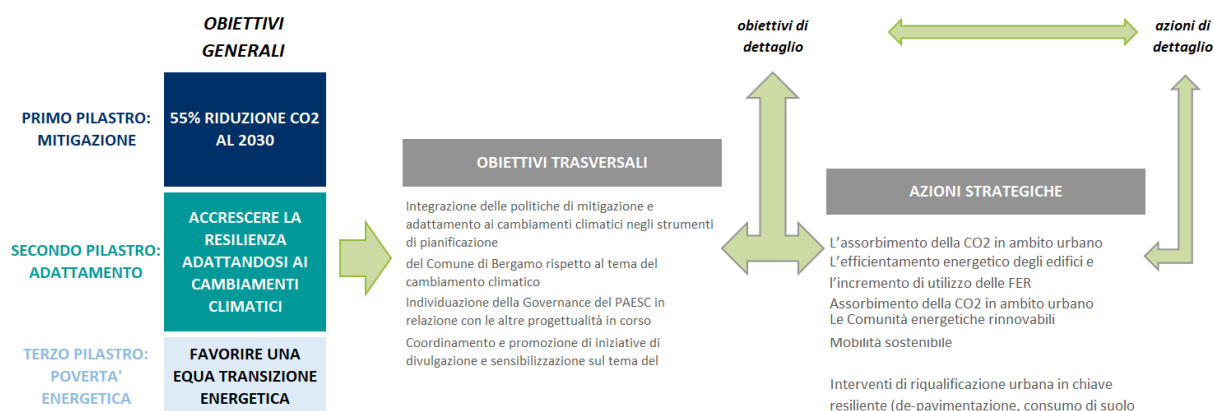
Il PAESC, rispetto al disegno espresso nello schema degli obiettivi generali e di dettaglio sopra descritti, deve individuare azioni per la mitigazione e l'adattamento e trasversali anche per la povertà energetica per raggiungere quanto previsto dagli obiettivi stessi e monitorarne nel tempo l'efficacia.

A partire dai risultati delle analisi condotte nei paragrafi precedenti, si prevedono le seguenti "Azioni strategiche" che definiscono le famiglie delle azioni da intraprendere per il raggiungimento dello schema obiettivi generali – obiettivi di dettaglio territoriali. Si rimanda al capitolo successivo il dettaglio e la scheda specifica dell'azione del Piano di Mitigazione e di Adattamento ripartite per settore come da Linee Guida del PAESC.

Nello Schema di seguito sinottico è schematizzata la relazione tra obiettivi e azioni che sono di due tipologie:

- ✓ **Azioni strategiche:** sono di tipo qualitativo e hanno una relazione diretta con gli obiettivi generali relazionandosi agli obiettivi trasversali;
- ✓ **Azioni di dettaglio:** sono di tipo quantitativo e si relazionano agli obiettivi specifici, sono descritte nel capitolo successivo e trovano una loro descrizione di dettaglio nell'Allegato 1.

*Figura 5-5: Schema sinottico completo dei pilastri- obiettivi – azioni (fonte: nostra elaborazione)*



Per supportare l'attuazione delle azioni si prevede la realizzazione a Bergamo di una **SMART CITY/COMMUNITY** proseguendo un percorso in atto da tempo nella città e che vede Bergamo tra le città più smart d'Italia, come testimoniato dalle ultime edizioni di ICity Rank, il Rapporto annuale realizzato da Forum PA per valutare i processi di trasformazione digitale in Italia. Nel 2023 su 108 città considerate, Bergamo (insieme a Milano, Firenze e Modena) fa parte delle città italiane "leader dell'innovazione", le uniche a entrare nelle prime dieci posizioni in tutte e tre le graduatorie in cui è articolata ICity Rank 2023: "Amministrazioni digitali" (digitalizzazione dell'attività amministrativa, tra siti web, fruizione dei servizi online e adozione delle piattaforme nazionali), "Comuni aperti" (livello di utilizzo dei social media, diffusione di dati aperti e fruibilità di app), infine, "Città connesse" (impatto della trasformazione digitale

sul governo delle città, sviluppo di reti di connessione, sistemi di sensori e device a essi collegabili e strumenti per l'elaborazione dei flussi informativi e analisi dei dati).

Questa ottima base di partenza consente di sviluppare e implementare soluzioni su scala distrettuale che siano convenienti, sostenibili e replicabili, combinando energia e trasporti attraverso strumenti ICT. Un esempio in tal senso è rappresentato dalle CER (Comunità Energetiche Rinnovabili) che possono integrare case intelligenti, efficienza energetica, stoccaggi di energia rinnovabile, reti intelligenti, veicoli elettrici e infrastrutture di ricarica intelligenti utilizzando piattaforme ICT basate su modelli accessibili a tutti.

Di seguito si riportano per ciascuna azione strategica alcune prime ipotesi di intervento che troveranno specifica descrizione e quantificazione nel successivo capitolo "Piano di Azione".

#### **5.4.1 L'assorbimento della CO<sub>2</sub> in ambito urbano**

**GESTIONE FORESTALE RESPONSABILE BASATA SULLA COSTRUZIONE DI UN MODELLO DI GOVERNANCE ASSOCIATA** - La maggior parte delle aree ricomprese nell'area Parco è coperta da boschi, in larga parte associati da un diffuso e generalizzato abbandono della gestione, sia per la tipologia della proprietà fondiaria, multifrazionata e con numerosi proprietari disinteressati alla manutenzione o alla messa a reddito dei boschi, oltretutto di difficile gestione remunerativa. Questa situazione genera un incremento dei rischi di incendio, dovuto alla grande quantità di massa legnosa abbandonata nel bosco e può essere causa di potenziale dissesto idrogeologico dovuto al possibile deperimento fitosanitario dei boschi stessi. L'azione mira a costruire una gestione attiva e responsabile di questi boschi silenti, attraverso un modello di governance associata, in cui siano coinvolti anche i proprietari privati, pianificando e attuando un insieme di interventi volto al recupero di queste aree boschive dismesse e abbandonate, valutando anche progetti di conversione verso foreste d'alto fusto, prossime alla vegetazione potenziale del luogo e adattate all'evoluzione climatica in atto.

**RINNOVO DI ALBERATURE STRADALI CITTADINE CON PIANTE RESILIENTI** - Programmazione di interventi pubblici di implementazione del verde urbano e delle alberature attraverso la pianificazione pluriennale, di interventi volti alla messa a dimora ed all'incremento del verde pubblico nelle aree urbane maggiormente antropizzate, negli ambiti periurbani, agricoli e residuali del territorio comunale. Promozione di interventi volti alla realizzazione di fasce verdi tampone compensative delle emissioni inquinanti e di gas serra di attività terziarie e produttive e/o a mitigazione di infrastrutture. Potenziamento di forme di partecipazione miste (pubblico-private) alla gestione e alla manutenzione delle aree a verde pubblico.

#### **PIANO DEL VERDE COMUNE E RIFORESTAZIONE E RIGENERAZIONE URBANA -**

Il contenimento delle ondate di calore e il miglioramento del microclima urbano hanno come azione centrale il progressivo processo di riforestazione e rigenerazione urbana. Tali azioni dovranno svilupparsi a partire dalla manutenzione, valorizzazione e incremento dell'attuale patrimonio verde del Comune di Bergamo e divenire parte integrante del Piano del Verde, strumento volontario di governo che pone il verde pubblico come asset strategico per il futuro sviluppo della città.

**INTERVENTI DI FORESTAZIONE E COSTITUZIONE DI NUOVI HABITAT ANCHE A POTENZIAMENTO DELLA RETE ECOLOGICA COMUNALE** - Questa azione, che è integrata con altre azioni di adattamento prevede interventi di forestazione, realizzati con specie autoctone arboree e arbustive favorevoli all'avifauna e all'entomofauna e con sesti d'impianto connotati di naturalità di zone libere marginali o in stato di abbandono in ambiti periurbani. In questo ambito è stata inserita l'azione di forestazione urbana prevista all'interno del "Parco Agricolo Ecologico della Città di Bergamo" che prevede la piantumazione di 750 essenze (120 alberi e 630 arbusti).

#### **5.4.2 L'efficientamento energetico degli edifici e l'incremento di utilizzo delle FER**

**RIQUALIFICAZIONE DEGLI EDIFICI COMUNALI (ERP, SCUOLE, UFFICI)** – per la parte di edifici non coinvolti nel Contratto di Prestazione Energetica (EPC) degli edifici comunali in corso di finalizzazione ed avvio, la riqualificazione energetica può essere portata avanti mediante la realizzazione di audit energetici preliminari per gli edifici prioritari attraverso i quali individuare le forme di incentivo più conveniente (quale ad esempio il Conto Termico). I successivi interventi mireranno all'incremento dell'efficienza energetica attraverso la demolizione e la ricostruzione di edifici oggi energivori o attraverso ristrutturazioni con rivestimenti, impianti solari/fotovoltaici, pompe a bassa entalpia. I nuovi edifici saranno progettati come edifici NZEB (edifici a energia quasi zero) o NZCB (edifici ad emissione di carbonio quasi nulla). In questa direzione va l'iniziativa inter-Direzioni, coordinata dalla Direzione ambiente verde pubblico e mobilità che punta a semplificare il processo di accesso al Conto Termico e a supportarlo attraverso un team specialistico.

**PROMOZIONE DELL'AGROVOLTAICO** - caratterizzato da un uso del suolo "ibrido", che unisce produzione agricola ed elettrica attraverso l'installazione di impianti fotovoltaici nei terreni agricoli. Questo sistema consente anche l'aumento della resa agricola, grazie a specifici ombreggiamenti generati da moduli fotovoltaici, riducendo lo stress termico sulle colture. Le produzioni agricole ed energetiche sono effettuate secondo criteri che mirano alla resa qualitativa dei prodotti della terra.

**SPORTELLO SMART ENERGY** - un Servizio interno agli Uffici Comunali a supporto dei cittadini per promuovere le azioni di smart energy (ad esempio le CER cui è dedicata un'azione specifica) o processi di efficientamento energetico). Tale spazio svolgerà sia il ruolo di promozione e divulgazione delle opportunità presenti oltre che di consulenza con figure esperte per i cittadini. L'intento è di promuovere nel settore pubblico e privato piani e progetti di decarbonizzazione basati su efficienza energetica, riduzione dei consumi di energia ed impiego di fonti rinnovabili, supportando gli investimenti attraverso strumenti finanziari innovativi e soluzioni ad hoc.

Lo Sportello collaborerà con la figura del Transition Manager, che è stato nominato durante la stesura della Strategia di Transizione Climatica quale figura di responsabile e di riferimento di tale strumento, e con la nuova figura introdotta dal PAESC: l'Energy Manager. Quest'ultimo dovrà essere una figura certificata "Esperto in gestione dell'energia"(E.G.E.) sensi della norma UNI 11339 e dovrà svolgere principalmente le seguenti attività:

- ✔ ATTIVITA' A: Energy management ai sensi della legge 10/91;
- ✔ ATTIVITA' B: Banca dati energetica comunale: contabilità energetica tecnico-economica;
- ✔ ATTIVITA' C: Azioni per promuovere l'uso razionale dell'energia: definizione dei requisiti energetici per le gare;
- ✔ ATTIVITA' D: Assistenza tecnica al RUP per i contratti di efficientamento energetico.

All'interno dello sportello smart energy, si prevede di attivare un gruppo di lavoro che si occuperà di sviluppare progetti specifici per il contrasto alla povertà energetica. Alcuni esempi di progetti che potrebbero essere sviluppati:

- ✔ formazione di tutor energetici domestici (TED);
- ✔ apertura di uno sportello "Aiuto energia" che, con l'aiuto di TED, informa, sensibilizza, guida e consiglia i consumatori in ambito domestico, in particolare vulnerabili, sui loro consumi energetici rispetto alle loro necessità e sui comportamenti di consumo;
- ✔ creazione di un fondo di rotazione che assegna risorse alle famiglie vulnerabili e che consente di attivare forme di autoconsumo (ad esempio partecipazione a CER, installazione di impianti fotovoltaici).

### 5.4.3 Le comunità energetiche rinnovabili

Questa azione mira a sviluppare comunità energetiche che autoprodurranno e forniranno energia rinnovabile a prezzi accessibili ai loro membri (anche attraverso lo sportello Smart Energy). I principi di base sono il decentramento e la localizzazione della produzione di energia, con il coinvolgimento di cittadini, attività imprenditoriali, imprese e altre realtà del territorio dove l'energia può essere prodotta, consumata e scambiata con la massimizzazione dell'energia condivisa ed uno sguardo alla povertà energetica e alla collaborazione secondo principi di sostenibilità energetica, economica e sociale).

Bergamo è stata selezionata tra le proposte di comunità energetiche ritenute meritevoli di accedere alla Fase 2 della "Manifestazione di interesse per la presentazione di proposte di comunità energetiche rinnovabili di cui alla deliberazione n. XI/6270 del 11 aprile 2022" di Regione Lombardia. Tale proposta progettuale può rappresentare un elemento catalizzatore dello sviluppo di CER nel territorio di Bergamo.

### 5.4.4 Sviluppo di mobilità sostenibile

Di seguito sono riportate le azioni previste nel PUMS del Comune di Bergamo che sono state denominate **azioni soft**, ovvero azioni che non richiedono opere di infrastrutturazione, ovvero laddove ne necessitano, queste non siano comunque invasive ed impattanti sul territorio:

- **POTENZIAMENTO DEL BIKE SHARING** - Importanti misure sono in atto per promuovere e incentivare l'USO DELLA BICICLETTA: costruzione di una bike station nei pressi della Stazione Ferroviaria per 132 biciclette; realizzazione di 37 bike box dislocati in 6 luoghi attraenti della città; nuovo servizio di bike sharing con 350 bici da consegnare in 30 postazioni fisiche e 30

virtuali o in modalità “free-floating”, realizzazione di nuove piste ciclabili (come indicato nel Biciplan), predisposizione di opportuna segnaletica e implementazione del numero di bici cremagliere.

- **AMPLIAMENTO DELLA RETE DELLE PISTE CICLABILI** – Nel PUMS è previsto l’ampliamento della rete ciclabile cittadina di 45 km.
- **ESTENSIONE ZONE 30** - Limitare a 30 km/h la velocità in tutta la rete viaria non primaria della città al fine di disincentivare l’uso dell’auto all’interno del centro urbano attraverso una lettura articolata che coniuga le funzioni della città con la dimensione e le caratteristiche della mobilità.
- **ACCESSO LIMITATO a CITTÀ ALTA** - È in fase di completamento un parcheggio multipiano conosciuto come “Parcheggio della Fara” che consentirà di limitare l’accesso al traffico privato a Città Alta. A opera ultimata è previsto l’ampliamento delle fasce orarie e dei giorni di attivazione della ZTL dei Colli, che comprende le vie di accesso alla Città Alta e il perimetro carrabile della stessa (Viale delle Mura). Tale politica punta a proteggere ulteriormente dal traffico veicolare Città Alta e le sue mura, dichiarate patrimonio mondiale dall’UNESCO, nonché ad aumentare le occasioni di accesso e fruizione dell’area con i modi di trasporto sostenibili; sarà pertanto possibile l’estensione delle limitazioni di accesso nei festivi nonché alle fasce orarie serali di alcuni giorni feriali; saranno esclusi dalla limitazione in veicoli diretti al nuovo parcheggio di Via Fara, solo nel caso in cui lo stesso abbia disponibilità di posti.
- **ATTENZIONE ALLA LOGISTICA URBANA** - A completamento del quadro di riduzione delle emissioni prodotte dal traffico veicolare in Città Alta, si aggiunge il progetto sperimentale consistente nella realizzazione di un HUB di conferimento e smistamento delle merci dirette in Città Alta con l’obiettivo di rendere più efficienti e meno impattanti le consegne all’interno del nucleo storico, ricorrendo a nuove forme di mobilità dell’ultimo miglio non convenzionali (micromobilità). Una volta avviata tale modalità su Città Alta, l’intenzione è quella di adottarla su tutto il territorio urbano.

#### **5.4.5 Gli interventi di riqualificazione urbana in chiave resiliente**

**DE-PAVIMENTAZIONE** - Questa azione prevede la riqualificazione di spazi urbani in chiave di resilienza climatica attraverso la realizzazione di interventi di de-pavimentazione e la formazione di zone verdi (zone oasi). La progettazione e la realizzazione di alcuni di questi interventi sarà svolta attraverso un percorso partecipato che si estenderà anche, dove utile e possibile, alla gestione dei luoghi riqualificati.

Gli interventi di de-pavimentazione punteranno a sostituire le parti esistenti impermeabili con aree permeabili più o meno evolute ecologicamente e di dimensioni differenti attraverso l’uso di Nature Based Solution. In particolare, le aree permeabili potranno andare dalla semplice realizzazione di superfici verdi drenanti alla formazione di “zone oasi”, ovvero di aree che migliorano il microclima urbano con zone fresche fruibili dai cittadini contribuendo anche all’aumento della biodiversità dell’ambiente urbano. La progettazione degli interventi sarà basata su accurati studi del verde riguardanti le specie da mettere a dimora e i caratteri ecologici.



**CONSUMO DI SUOLO** - contenere l'espansione delle aree urbanizzate a favore di una loro trasformazione basata su processi di rigenerazione dei quartieri, riqualificazione di edifici e spazi pubblici e recupero del patrimonio edilizio sottoutilizzato. Saranno riviste alcune previsioni di edificazione su suoli liberi e saranno ampliate le aree verdi urbane e periurbane, anche attraverso interventi di de-pavimentazione e rinaturalizzazione, per migliorare il drenaggio urbano e il microclima locale.

**REVISIONE E INTEGRAZIONE DEGLI STRUMENTI URBANISTICI COMUNALI** - inserimento di politiche di adattamento e di resilienza ai cambiamenti climatici, come criteri di invarianza idraulica e di drenaggio urbano sostenibile, di greening e di requisiti di qualità e sostenibilità per i nuovi interventi edilizi e le trasformazioni urbane, da estendere alla gestione dei cantieri e all'uso dei materiali, oltre che alle soluzioni architettoniche e impiantistiche, di efficientamento energetico, di regolazione microclimatica.

**RECUPERO DELLE ACQUE METEORICHE PER USO PLURIMO E RISPARMIO DI ACQUA POTABILE** - Recuperare le acque meteoriche significa evitare sprechi idrici legati all'uso di acqua potabile e contribuire a ridurre il deflusso superficiale. Questa azione ha pertanto un triplice obiettivo:

- ✔ stoccare, in forma distribuita, quantitativi importanti acque meteoriche per consentire l'uso plurimo di acque per scopi non potabili (irrigazione di prati e orti, lavaggio auto, strade, ecc.);
- ✔ preservare quanto più possibile l'acqua potabile come bene comune, risorsa rinnovabile ma "scarsa";
- ✔ diminuire il deflusso superficiale (run-off).

## 5.5 AZIONI STRATEGICHE PER AMBITI TERRITORIALI

Sulla base dell'analisi territoriale svolta e descritta nel capitolo 1, dove è stata riportata una descrizione dettagliata degli elementi caratterizzanti del territorio rispetto ai temi di mitigazione e adattamento, sono stati individuati **cinque ambiti territoriali** della **Città di Bergamo**, che offrono un'interpretazione specifica della Città, a partire dalla combinazione di elementi caratteristici di tipo fisico-geografico, storico-culturale, sociale, demografico, economico ed energetico.

Gli Ambiti restituiscono una lettura multidimensionale e dinamica del tessuto insediativo urbano, infrastrutturale ed ecologico di Bergamo, concentrandosi su aspetti centrali per il futuro della Città, ampiamente riconosciuti e percepibili direttamente dai cittadini, dalle imprese e dall'Amministrazione comunale; possono anche essere interpretati come possibili direzioni di sviluppo sostenibile per la Città di Bergamo, a cui fare riferimento sia per la definizione di scelte politico-amministrative, sia per investimenti e decisioni private.

Possono anche essere interpretati come possibili direzioni di sviluppo sostenibile per la Città di Bergamo, a cui fare riferimento sia per la definizione di scelte politico-amministrative, sia per investimenti e decisioni private.

### 5.5.1 L'ambito territoriale: Città storica

La Città di Bergamo sorge nella regione prealpina lombarda e ne condivide le principali caratteristiche geografiche, idrologiche, morfologiche. Presenta inoltre un patrimonio boschivo significativo. Il comune si sviluppa su un territorio soggetto a pericoli di tipo alluvionale e idrogeologico e presenta una struttura ecologica assimilabile a quella prevalente in buona parte dell'area prealpina italiana. Il tessuto insediativo presente si caratterizza per nuclei sparsi di piccole dimensioni ad eccezione del quartiere "Città alta" caratterizzato da elementi tipologici di elevato pregio architettonico.

In linea con le caratteristiche peculiari della Città storica, le azioni strategiche sono:

- **DI MITIGAZIONE:** promuovere lo sviluppo delle CER;
- **DI ADATTAMENTO:** conservazione e la tutela dei sistemi naturali.

### **5.5.2 L'ambito territoriale: città densa**

L'assetto urbano denso è caratterizzato da elementi insediativi quali capisaldi sparsi dal valore architettonico e paesistico e da una edificazione più recente diffusa verso l'area più pianeggiante. L'ambito è intervallato da aste infrastrutturali rilevanti per la mobilità nord-sud ed est-ovest e da un'elevata presenza di parchi pubblici e privati. Il Comune è ricco di verde sia pubblico, sia privato, che costituisce un patrimonio storico, culturale e paesaggistico unico, anche per l'integrazione tra verde, architetture, edifici e testimonianze storico-artistiche.

In linea con questa caratterizzazione storica della Città, le azioni strategiche sono:

- **DI MITIGAZIONE:** assorbimento della CO<sub>2</sub> in ambito urbano e le specifiche delle due città di seguito descritte: città "efficiente" e della "mobilità";
- **DI ADATTAMENTO:** prevedere interventi di riqualificazione urbana in chiave resiliente (de-pavimentazione).

### **5.5.3 L'ambito territoriale: città di cintura**

La Città di Bergamo è un centro urbano di tipo misto (residenziale, commerciale, turistico e parzialmente industriale) caratterizzato dalle dinamiche demografiche, sociali ed economiche e dalle pressioni ambientali rintracciabili in una città di medie dimensioni. Per abitudini, modi di vita, struttura urbanistica, una porzione rilevante della Città di Bergamo può essere considerata soggetta alle condizioni tipiche dei centri urbani corrispondenti agli ambiti che maggiormente emettono CO<sub>2</sub> con effetti di isola di calore, impatti dovuti a eventuali ondate di calore e a eventi di precipitazione estrema, come gli allagamenti urbani.

In linea con questa caratterizzazione urbana della Città, le azioni strategiche sono:

- **DI MITIGAZIONE:** si sono dedicate due specifiche città "efficiente" e della "mobilità" per meglio declinare gli obiettivi di mitigazione in ambito urbano, a cui si rimanda;
- **DI ADATTAMENTO:** prevedere interventi di riqualificazione urbana in chiave resiliente (de-pavimentazione).

#### 5.5.4 La Città efficiente

La Città di Bergamo si caratterizza per un tessuto insediativo di epoca principalmente ante 1981 e per una limitata presenza di impianti fonti energetici rinnovabili. Questo contesto consente di promuovere un rinnovo del sistema edilizio prevedendo interventi di riqualificazione energetica che dovrà porre l'attenzione ai vincoli paesistici e architettonici presenti nel territorio.

In linea con quanto detto sopra e nel rispetto della normativa vigente comunale e sovracomunale, le azioni strategiche sono:

- **DI MITIGAZIONE:** promuovere l'efficientamento energetico e incrementare l'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili, in particolare attraverso la riqualificazione energetica degli edifici pubblici e privati anche attraverso l'utilizzo di incentivi fiscali (detrazioni fiscali, Conto Termico 2.0, ...) migliorando anche il confort abitativo attraverso due principali strategie:
  - **Parte elettrica:** promozione di comunità energetiche che garantiscano uno standard ambientale adeguato e contrastino la povertà energetica;
  - **Parte termica:** riduzione dei consumi con il miglioramento dell'involucro ed il successivo allacciamento alla rete di teleriscaldamento;

#### 5.5.5 La Città per la Mobilità

La Città di Bergamo si caratterizza per la presenza di una fitta maglia stradale che si articola in tratti locali e di lunga percorrenza. L'Amministrazione comunale ha approvato il PUMS impegnandosi a promuovere una mobilità sostenibile nella Città di Bergamo attraverso politiche e interventi specifici.

In linea con quanto detto sopra e nel rispetto della normativa vigente comunale e sovracomunale, le azioni strategiche sono:

- **DI MITIGAZIONE:** promuovere lo sviluppo della mobilità sostenibile con la riduzione degli spostamenti privati e per quelli residui la trasformazione verso vettori a minore emissione come i veicoli elettrici;

## 6. PIANO D'AZIONE

### 6.1 PIANO DI MITIGAZIONE

Nei paragrafi a seguire si restituisce il percorso fatto per l'individuazione delle azioni necessarie a raggiungere e a superare l'obiettivo di contenimento delle emissioni del PAESC al 2030 ovvero la riduzione del 55% delle emissioni di gas serra rispetto a quelle presenti a Bergamo nell'anno 2005: le emissioni da ridurre escludendo il settore produttivo ed al netto di quanto fatto fino al 2021, sono pari a **101'359 tonnellate di CO<sub>2</sub>**. Viene inoltre riportata la tabella riassuntiva di tutte le azioni che trovano una scheda specifica nell'Allegato1 del presente elaborato.

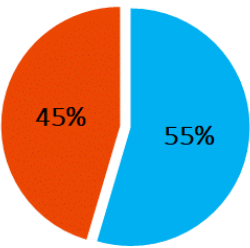
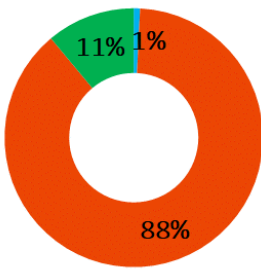
#### 6.1.1 L'analisi SWOT

La matrice a seguire intende restituire il percorso logico effettuato per individuare quali azioni prevedere per il raggiungimento dell'obiettivo del pilastro di mitigazione, analizzando singolarmente i diversi settori.

In particolare, per ciascuno di essi viene restituita una scheda riassuntiva, articolata in due parti:

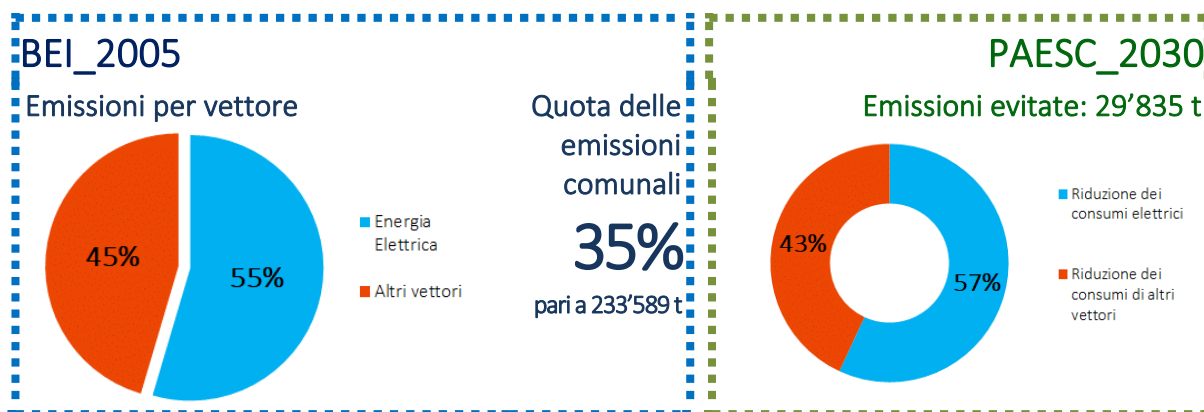
- **quadro conoscitivo al 2021** costituito dalle risultanze emerse durante la fase analitico-quantitativa del MEI relativamente ai caratteri e ai consumi dei diversi settori e campi di azione che caratterizzano il territorio, restituendoli attraverso:
  - le criticità che manifesta, ovvero le situazioni spaziali e/o funzionali e/o energetiche che non permettono un buon efficientamento energetico o un significativo incremento delle FER;
  - le opportunità cui rimanda, ovvero la possibilità di ri-connotare l'elemento descritto in modo da migliorare le prestazioni energetiche esistenti;
  - le emissioni del settore e dei suoi principali vettori al 2021.
- **meta progetto** elaborato sulla base delle indicazioni che emergono dal percorso di costruzione del Piano, ovvero attraverso il processo di interlocuzione con gli uffici comunali che si articola secondo le seguenti individuazioni:
  - le strategie necessarie per una sua qualificazione affinché sia possibile il raggiungimento dell'obiettivo e l'individuazione di azioni specifiche per il contesto territoriale;
  - le azioni che devono essere attuate e monitorate ogni quattro anni;
  - il ruolo dell'AC: nell'attuare in prima persona le azioni specifiche.

## Edifici, attrezzature/impianti comunali

CRITICITÀ	<p>Mancanza di condivisione di un'anagrafica degli edifici con utenza (POD-PDR)</p> <p>Assenza di un'assegnazione diretta edificio-consumo per la maggior parte degli edifici</p>	<p>L'uso di FER non è molto diffuso</p>
OPPORTUNITÀ	<p>Contratto EPC per gli edifici pubblici</p> <p>Ampliamento rete di TLR</p>	<p>Presenza di strumenti incentivanti per l'implementazione delle FER.</p> <p>Proposta progettuale delle CER ritenuta meritevole da Regione Lombardia ed ammessa alla Fase 2 di selezione.</p>
<div> <div> <b>BEI_2005</b> <p>Emissioni per vettore</p>  <p>■ Energia Elettrica ■ Altri vettori</p> </div> <div> <p>Quota delle emissioni comunali</p> <p><b>1.2%</b></p> <p>pari a 17'888 t</p> </div> </div>		<div> <div> <b>PAESC_2030</b> <p>Emissioni evitate: 1'649 t</p>  <p>■ Riduzione dei consumi elettrici ■ Riduzione dei consumi di altri vettori ■ Utilizzo di FER</p> </div> </div>
STRATEGIE	<p>Proseguo del lavoro dell'Energy Manager che svolga anche l'attività di monitoraggio dei consumi degli edifici pubblici e di costituzione di un'anagrafica georeferenziata degli edifici comunali e dei loro consumi (POD/PDR e punto di accesso al TLR)</p>	<p>Implementazione dell'uso di FER</p>
AZIONI	<p>Attuazione e monitoraggio del contratto EPC</p> <p>Interventi su impianti termici e involucro degli edifici pubblici</p> <p>Interventi di efficientamento degli impianti elettrici degli edifici pubblici</p>	<p>Installazione di impianti fotovoltaici</p> <p>Costituzione di una Comunità Energetica Rinnovabile (CER)</p>
RUOLO dell' AC	<p>Raccolta dati e sistematizzazione dei dati con la creazione della banca dati georeferenziata dei consumi energetici, attraverso il lavoro dell'Energy Manager</p>	<p>Reperimento di finanziamenti idonei per interventi sul patrimonio edilizio pubblico</p>

## Edifici, attrezzature/impianti del terziario (non comunale)

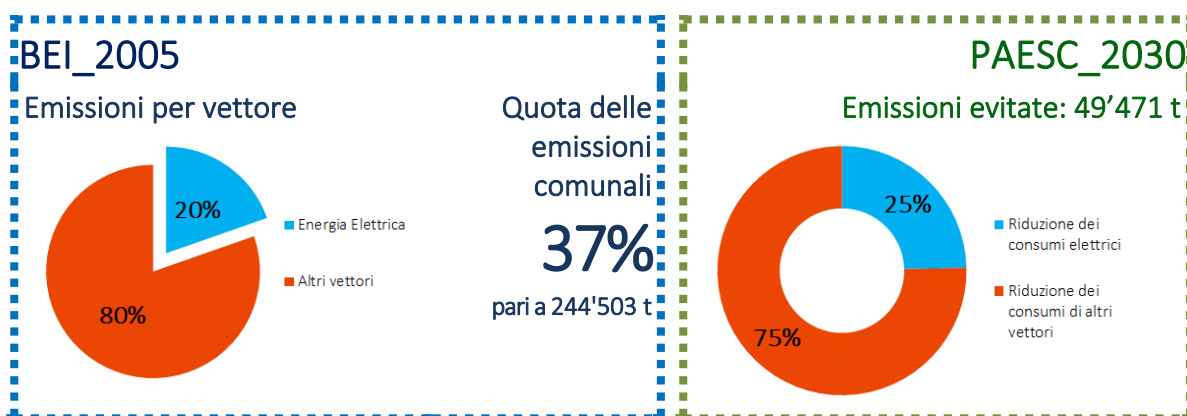
<b>CRITICITÀ</b>	Il settore terziario è responsabile del 37% dei consumi e del 35% delle emissioni di CO <sub>2</sub> dell'anno BEI	Le tecnologie FER sono poco sviluppate
<b>OPPORTUNITÀ</b>	Buone possibilità di intervento sul settore terziario non comunale attraverso interventi sull'edificato esistente  Ampliamento rete di Teleriscaldamento	Incremento dell'utilizzo di FER



<b>STRATEGIE</b>	Coinvolgere i soggetti appartenenti al settore terziario pubblico attraverso le relative figure di Energy Manager	Promuovere la diffusione dell'energia rinnovabile
<b>AZIONI</b>	Interventi di sostituzione delle apparecchiature elettriche  Interventi di efficientamento su involucro e impianti termici	Installazione di impianti fotovoltaici
<b>RUOLO dell' AC</b>	Campagne di informazione sulle possibilità di intervento (interventi per la riduzione dei consumi, figura dell'Energy manager) e sugli incentivi disponibili attraverso: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sportello –Smart Energy</li> <li>• Coinvolgimento diretto degli stakeholder (ad es. energy manager delle altre istituzioni pubbliche: Provincia, Università ...)</li> </ul>	

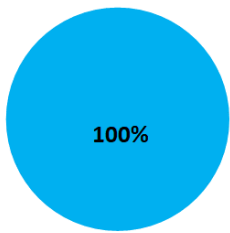
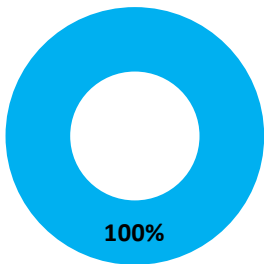
## Edifici residenziali

<b>CRITICITÀ</b>	Il residenziale è il settore con la quota di consumi elettrici e termici maggiori, responsabile del 37% dei consumi del territorio	Quasi l'80% degli edifici presenti a Bergamo sono stati costruiti prima degli anni '80
<b>OPPORTUNITÀ</b>	Buona conoscenza delle caratteristiche energetiche e delle centrali termiche del patrimonio edilizio esistente Ampliamento della rete di Teleriscaldamento	Presenza di strumenti incentivanti per il recupero del patrimonio edilizio esistente



<b>STRATEGIE</b>	Efficientamento tecnologico, razionalizzazione e contenimento dei consumi energetici. Incentivare la riqualificazione energetica del patrimonio esistente	Promuovere l'energia rinnovabile
<b>AZIONI</b>	Sostituzione di apparecchiature Sostituzione di caldaie obsolete poco efficienti Interventi di riqualificazione dell'involucro Redazione, nell'ambito del PGT, del regolamento che incentiva interventi che hanno impatto sulla riduzione della CO <sub>2</sub>	Installazione di impianti fotovoltaici e solare termico su edifici esistenti
<b>RUOLO dell'AC</b>	Campagne di informazione sulle possibilità di intervento (interventi per la riduzione dei consumi, figura dell'Energy manager) e sugli incentivi disponibili attraverso: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sportello –Smart Energy</li> <li>• Coinvolgimento diretto degli stakeholder (ad es.: amministratori di condominio)</li> </ul>	

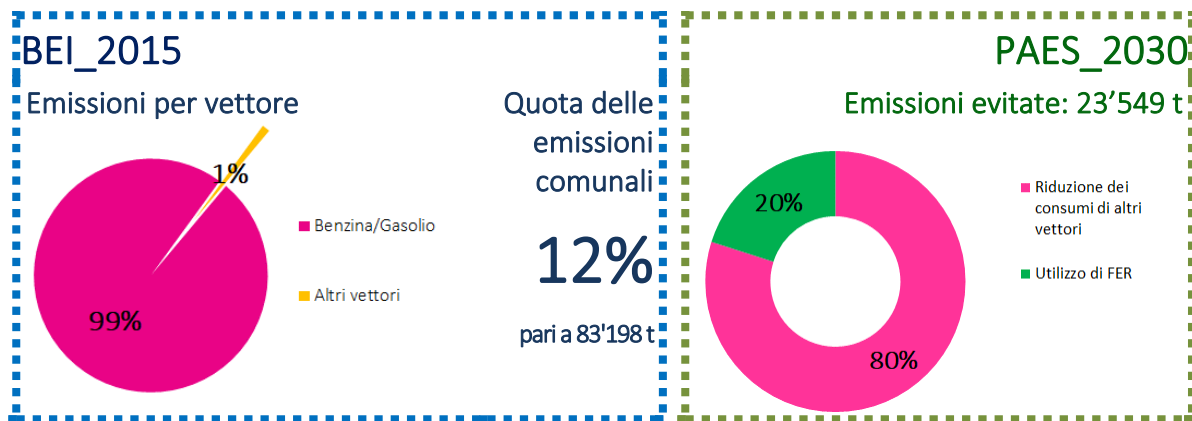
## Illuminazione pubblica

CRITICITÀ	
OPPORTUNITÀ	<p>È in corso il progetto di efficientamento dell'impianto di illuminazione pubblica di Città Alta.</p> <p>Il parco lampade del resto della città di Bergamo è stato recentemente sostituito con lampade a LED.</p>
<div> <div> <div>BEI_2005</div> <div>Emissioni per vettore</div>  <div>100%</div> <div>Energia Elettrica</div> </div> <div> <div>Quota delle emissioni comunali</div> <div>0.3%</div> <div>pari a 2'116 t</div> </div> <div> <div>PAESC_2030</div> <div>Emissioni evitate: 125 t</div>  <div>100%</div> <div>Riduzione dei consumi elettrici</div> </div> </div>	
STRATEGIE	Realizzare gli interventi programmati per terminare il relamping dell'impianto di Città Alta.
AZIONI	Completare la sostituzione di tutte le lampade obsolete con lampade a tecnologia LED
RUOLO dell' AC	Monitoraggio degli esiti del progetto per verificarne l'efficacia rispetto alle prestazioni previste.



## Trasporti privati, comunali e mobilità sostenibile

CRITICITÀ	I consumi di gasolio e benzina (veicoli maggiormente emissivi) rappresentano una parte maggioritaria rispetto ai consumi totali.	Diffusione dell'utilizzo di mezzi elettrici scarsa
	Propensione all'uso del mezzo privato per gli spostamenti.	
OPPORTUNITÀ	Sostituzione dei mezzi obsoleti	Incentivazione all'uso di mezzi elettrici.
	Presenza del Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS)	



STRATEGIE	Rinnovo del parco veicolare privato	Politiche di mobilità alternative al mezzo privato (mobilità sostenibile)
	Attuazione del Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS)	
AZIONI	Istituzione del Mobility Manager	Potenziamento del Bike sharing, realizzazione di nuove piste ciclabili e ampliamento del servizio Pedibus
RUOLO dell' AC	Campagne di informazione sulle possibilità di sostituzione e sull'utilizzo di combustibili meno impattanti e dell'utilizzo dei mezzi elettrici	Monitoraggio del traffico e della fruizione dei servizi organizzati e delle infrastrutture realizzate

### 6.1.2 Lo scenario obiettivo della mitigazione

A partire dai risultati delle analisi condotte nei paragrafi precedenti, sono stati determinati per ciascun settore i margini di intervento specifici per il territorio di Bergamo, valutando numericamente i risparmi energetici conseguibili e le effettive possibilità di incremento della diffusione di fonti energetiche rinnovabili. A partire da tali elaborazioni è stato definito **lo scenario obiettivo del PAESC per il pilastro della mitigazione che permette di raggiungere e superare l'obiettivo dichiarato (ossia una riduzione del 55% delle emissioni assolute includendo il settore produttivo), costruito sulla base dei seguenti obiettivi di dettaglio:**



**OB1-D01\_Monitorare e ridurre i consumi energetici del Comune di Bergamo: impegno massimo da parte dell'AC per la piena attuazione delle azioni previste per il comparto pubblico**, come suggerito dal JRC: in particolare, sono stati previsti interventi di efficientamento energetico sugli edifici pubblici attraverso il contratto EPC e l'attivazione di Comunità Energetiche Rinnovabili;



**OB1-D02\_Incentivare l'efficientamento energetico in ambito civile (residenziale e terziario): intenso coinvolgimento della popolazione locale** per il raggiungimento di una quota significativa dell'obiettivo di riduzione del PAESC attraverso le azioni suggerite per il settore residenziale, concentrando gli sforzi verso: contenimento dei consumi elettrici attraverso campagne di informazione e formazione relativamente alle possibilità di sostituzioni di apparecchiature elettriche; contenimento dei consumi termici del patrimonio edilizio esistente attraverso la riqualificazione energetica dell'involucro edilizio e la sostituzione o la riqualificazione degli impianti termici più obsoleti e inquinanti, mediante informazione sulle forme di incentivi statali a disposizione per gli interventi sull'esistente;



**OB1-D03\_Incrementare l'utilizzo locale di FER: aumento della diffusione delle tecnologie** per l'approvvigionamento di energia da FER;



**OB1-D04\_Ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub> nel settore mobilità: sviluppo della mobilità sostenibile** attraverso la riduzione della mobilità privata a favore di quella pubblica, la diffusione di stili di vita più sani, legati alla mobilità dolce e ad un nuovo modo di vivere gli spazi cittadini ed infine, attraverso la diffusione della mobilità elettrica e.

Si specifica che **lo scenario obiettivo della mitigazione verrà raggiunto in maniera sinergica attraverso le azioni previste nel presente documento del PAESC ed attraverso le azioni previste dal City Contract. Al secondo sono state destinate le azioni più infrastrutturali e/o legati ad interventi in partenariato pubblico-privato.** Si citano a titolo esemplificativo ma, non esaustivo: l'ampliamento della rete e l'aumento del grado di rinnovabilità del teleriscaldamento, le opere di infrastrutturazione sul TPL, gli interventi di sviluppo delle FER ...

Nel paragrafo seguente viene inoltre dettagliato il destino delle azioni del PAES mentre in quello successivo, si riportano in sintesi attraverso tabelle e grafici i risultati principali ottenibili attraverso le azioni previste nel Piano d'Azione di Mitigazione del Comune di Bergamo per settore di intervento. Si

rimanda, invece, all'Allegato 3 per maggiori dettagli in merito alle azioni pianificate per ciascun settore affrontate in specifiche schede.

### 6.1.3 Le azioni del PAES

In Tabella 6-1 si riporta la situazione del comune di Bergamo in termini di riduzione dei consumi energetici pianificata dal PAESC e confrontata rispetto ai consumi considerati nel BEI al 2005 e a quelli stimati al 2030 che sono stati mantenuti invariati. Come già analizzato attraverso il MEI 2021 (si veda il paragrafo 2.8), tra il 2005 e il 2021 si è già verificata una decisa riduzione dei consumi e conseguentemente delle emissioni di gas serra legata all'evoluzione del contesto territoriale in cui è inserita Bergamo e alle azioni di pianificazione energetica portate avanti dall'AC e previste dal PAES. Il BEI del PAES, ora BEI del PAESC è il punto fermo per il calcolo dell'obiettivo di riduzione al 2030, orizzonte temporale del PAESC. Dall'analisi degli inventari emissivi al 2005 e al 2021 (BEI e MEI) si può notare come l'evoluzione del contesto dimostri una riduzione di consumi ed emissioni nel territorio comunale di Bergamo. Le azioni individuate dal PAES, che sono state attuate e concluse tra il 2005 e il 2020, hanno consentito di conseguire l'obiettivo emissivo del MEI al 2021 e non vengono quindi considerate in termini di riduzioni emissive in questo documento. Le azioni individuate dal PAES, che invece al 2021 sono state solo parzialmente attuate o non sono state effettivamente intraprese, nel caso in cui si siano ritenute ancora coerenti con il contesto di riferimento, sono state riproposte e riformulate nel PAESC con il ricalcolo in termini di beneficio emissivo, rispetto al mutato quadro energetico come viene descritto di seguito.

Nella tabella che segue si riportano quindi le azioni considerate compiute (il cui beneficio è incluso nel MEI), individuate dal codice azione attribuito nel PAES. Si tenga presente che alcune azioni compiute rispetto agli obiettivi del PAES sono riproposte nel PAESC o nel City Contract con obiettivi rinnovati (ad esempio la Riquilificazione energetica impiantistica del patrimonio comunale o il Rinnovo della flotta comunale).

**Tabella 6-1: azioni del PAES a termine (fonte: PAES e Monitoraggi PAES, nostra elaborazione)**

CODICE		DENOMINAZIONE AZIONE
EDIFICI COMUNALI	EDI-PUB-S03	Riquilificazione energetica impiantistica del patrimonio comunale
	EDI-PUB-S01	Interventi programmati di riquilificazione del patrimonio non residenziale (PTOP)
	MON-PUB-S13	Monitoraggio energetico degli edifici comunali riquilificati
	INF-S05	Green Friendly Event
	INF-S07	Corso di formazione per certificatori energetici
	INF-S08	Corso di formazione per il personale del Comune di Bergamo
	INF-S06	Targa di riconoscimento del settore terziario
	INF-S01	Sportello Energia
	INF-S02	Coordinamento dell'educazione e sensibilizzazione dei giovani
	INF-S03	Sezione Patto dei Sindaci sul web

CODICE		DENOMINAZIONE AZIONE
EDIFICI. RESIDENZIALI	-	Sostituzione caldaie a gasolio tramite incentivo*
	EDI-PUB-L08	Riqualificazione energetica costruttiva nel Settore Residenziale Pubblico di proprietà ALER
	EDI-PUB-S09	Riqualificazione energetica impiantistica nel Settore Residenziale Pubblico di Proprietà di ALER
	EDI-PUB-S/L02	Riqualificazione energetica del patrimonio comunale residenziale
	IND-L09	Monitoraggio e controllo degli impianti termici
	IND-L08	Idroelettrico
	IND-L02	Fotovoltaico
	RES/L01	Regolamento edilizio del Comune di Bergamo
	AGR-S/L01	Produzione locale di grano per la panificazione
ILLUMINAZIONE PUBBLICA	ILL-PUB-S11	Interventi sugli impianti semaforici attraverso la sostituzione delle lampade tradizionali con lampade a LED
	ILL-PUB-S12	Illuminazione pubblica-Progetto Pilota LED
	ILL-PUB-S/L10	Efficientamento della rete di illuminazione pubblica
MEZZI COMUNALI E TPL	MOB-L02	Razionalizzazione della Flotta comunale
	MOB-S-L01	Rinnovamento della Flotta comunale
	MOB-S/L21	Tariffazione differenziata parcheggi
	MOB-L26	Potenziamento del trasporto pubblico lungo l'asse Est/Ovest della Città-Linea C
	MOB-S16	Info-Mobilità (Information Technology Services – ITS)
	MOB -L17	Promozione dell'utilizzo di veicoli elettrici
	MOB-S/L18	Tariffazione unificata e semplificazione di pagamento del biglietto
	MOB-S08	Progetto "Bergamo & Bike"
	MOB-S/L25	Potenziamento del trasporto pubblico da e verso città alta

\*Si specifica che non ha codice di azione in quanto è una azione inserita nel secondo Report di monitoraggio

Alcune azioni del PAES, come anticipato, sono state ricalcolate ed attualizzate facendo riferimento all'ultimo inventario energetico disponibile, ovvero il MEI del 2021. Le azioni appartenenti a questa categoria sono riportate nella tabella seguente. Le **azioni EDI-PUB-L03/L01** sono state ricomprese nell'azione relativa al bando EPC, l'**azione PUB-S14** nell'azione trasversale dello sportello Smart Energy. Le azioni relative al comparto residenziale e al terziario sono state ricalcolate e ricomprese nelle nuove azioni nei settori corrispondenti così come quelle relative alla mobilità sostenibile.

**Tabella 6-2: azioni del PAES riviste ed integrate nelle nuove azioni PAESC (fonte: Paes e Monitoraggi PAES, nostra elaborazione)**

CODICE		DENOMINAZIONE AZIONE
u d -	EDI-PUB-L03	Riqualificazione energetica impiantistica del patrimonio comunale

CODICE		DENOMINAZIONE AZIONE
	EDI-PUB_L01	Interventi programmati di riqualificazione del patrimonio non residenziale (PTOP)
	PUB-S14	Energy Manager
	IND-L07	Simulazione degli apporti fotovoltaici sui coperti degli edifici
TERZIARIO NON COMUNALE	EDI-PR-L01	Interventi di razionalizzazione energetica del Settore Terziario dei Centri Commerciali
	EDI-PR-L02	Interventi di razionalizzazione energetica nel Settore Terziario delle Medie Strutture di Vendita ed Esercizi di Vicinato
	EDI-PR-L03	Interventi di razionalizzazione energetica nel Settore Terziario Alberghiero
EDIFICI RESIDENZIALI	RES-S02	Riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente
	RES-L02	Riqualificazione energetica del patrimonio edilizio esistente
	ECO-S/L01	Nuove aree verdi
MOBILITA' SOSTENIBILE	MOB-S05	Potenziamento del servizio Pedibus
	MOB-S/L12	Potenziamento Bike sharing
	MOB-S/L11	Estensione delle zone 30
	MOB-S10	Consolidamento delle Zone ZTL
	MOB-S/L13	Mobility Management

Alcune azioni, riportate nella seguente tabella sono, invece, state ricomprese nel progetto del Climate City Contract (CCC), anche in questo caso viene riportato il codice attribuito alle azioni nel PAES.

**Tabella 6-3: azioni del PAES attribuite al CCC (fonte: Paes e Monitoraggi PAES, nostra elaborazione)**

CODICE		DENOMINAZIONE AZIONE
TRASPORTI E MOBILITA' SOSTENIBILE	MOB-S/L04	Potenziamento del TPL
	MOB-S/L03	Rinnovamento della flotta ATB Consorzio Scrl
	MOB-L14	Potenziamento dei trasporti leggeri su ferro verso Val Brembana -Nuova linea T2
	MOB-L22	Traffico commerciale
	MOB-S07	Potenziamento delle aree e connessioni pedonali
	MOB-L19	Introduzione sistemi di videosorveglianza per il controllo della mobilità veicolare in Città
	MOB-L15	Potenziamento dei trasporti ferroviari
	MOB-S23	Promozione dell'uso del trasporto pubblico
	MOB-L26	Potenziamento del trasporto pubblico lungo l'asse Est/Ovest della città
EDIFICI RESIDENZIALI	IND-S01	Teleriscaldamento (TLR)

### 6.1.4 I consumi energetici attesi

I consumi energetici previsti e pianificati al 2030 sono riportati nella tabella seguente.

**Tabella 6-4: consumi energetici assoluti del comune di Bergamo al 2005 (BEI), previsti al 2030 e pianificati dal PAESC al 2030 con indicata la quota coperta attraverso FER suddivisi per settore (fonte: nostra elaborazione)**

PROIEZIONE DEI CONSUMI ENERGETICI COMUNALI [MWh]					
Settori d'intervento	BEI	Previsti al 2030	Pianificati al 2030	Riduzione ulteriore	Quota FER al 2030
Edifici, attrezzature/impianti comunali	66'106	66'106	59'542	9.9%	1.2%
Illuminazione pubblica	5'456	5'456	4'968	9.0%	0.0%
Edifici, attrezzature/impianti del terziario non comunale	848'553	848'553	705'099	16.9%	0.0%
Edifici residenziali	1'058'150	1'058'150	787'325	25.6%	0.0%
Parco veicoli comunale	1'051	1'051	1'051	0.0%	0.0%
Trasporto pubblico	11'550	11'550	11'550	0.0%	0.0%
Trasporto commerciale e privato	310'742	310'742	231'932	25.4%	8.5%
Consumi già ridotti al 2021	-	-	-408'078	15.4%	-
<b>TOTALE</b>	<b>2'301'607</b>	<b>2'301'607</b>	<b>1'393'387</b>	<b>39.5%</b>	<b>1.5%</b>

Come anticipato, i consumi del BEI al 2005 vengono confermati al 2030 nello scenario senza PAESC; attraverso le azioni previste dal PAESC si stima invece, che i consumi assoluti attesi al 2030 si possano ridurre del 55% circa prendendo in considerazione anche la quota di consumi già abbattuti al 2021 e senza considerare il settore produttivo (industria non ETS e agricoltura), così come previsto dall'obiettivo (paragrafo 2.11).

In particolare, per quanto riguarda il comparto pubblico, la strategia migliore per ottenere risultati significativi è quella di concentrare gli sforzi sugli edifici individuati per il bando EPC. Attraverso inoltre l'efficientamento degli impianti di illuminazione interna, l'efficientamento termico degli edifici è possibile conseguire **una riduzione ulteriore del 10% rispetto al BEI 2005**.

Una **riduzione dei consumi consistente, pari ad ulteriore 26% circa rispetto al BEI, è invece prevista per il residenziale**: tale riduzione è raggiungibile in parte attraverso la sostituzione "naturale" di tecnologie obsolete (sia apparecchiature elettriche, come lampade, frigocongelatori e scaldacqua, sia impianti termici) a cui devono essere affiancati interventi di efficientamento più consistenti come quelli sull'involucro edilizio (pareti, coperture e infissi), che richiedono risorse economiche più significative ma che sono anche in larga parte incentivati attraverso il meccanismo delle detrazioni fiscali.

Per quanto riguarda il **settore trasporti privati, si prevede invece un ulteriore abbattimento dei consumi rispetto al BEI pari al 25% circa**, grazie sia alla sostituzione naturale del parco veicolare presente al 2021 con mezzi meno emissivi e attraverso l'introduzione di biocarburanti e la promozione della mobilità sostenibile.

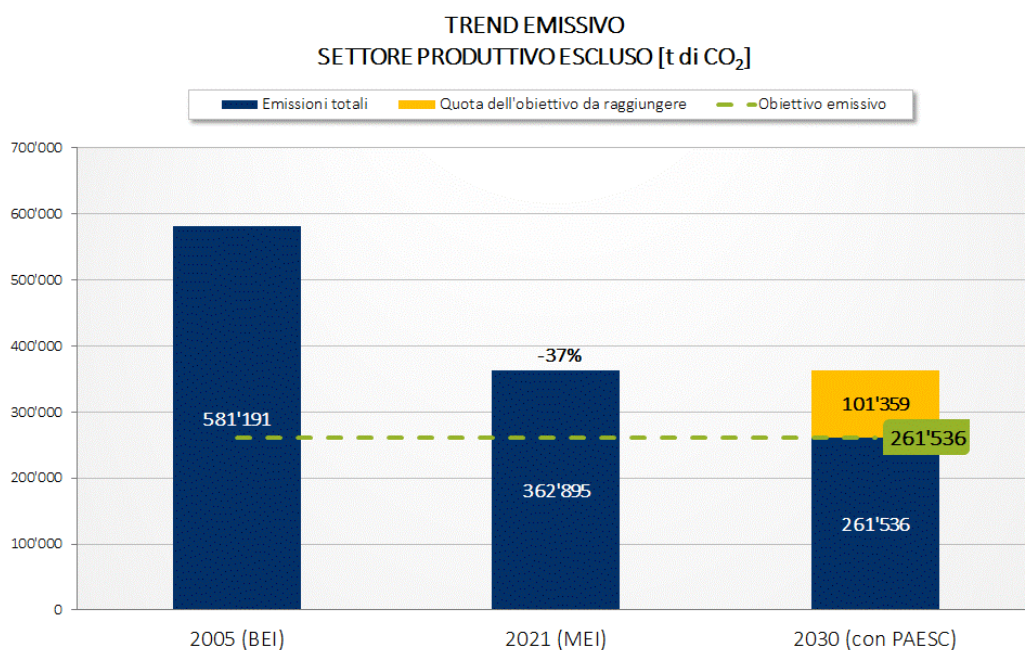
Infine, la possibilità di riduzione dei **consumi del settore terziario è strettamente legata alla capacità dell'AC di coinvolgere gli stakeholder** principali mediante tavoli di confronto con gli stessi finalizzati ad individuare strategie specifiche di intervento. Cautelativamente è stato ipotizzato che, soprattutto grazie a quanto è possibile fare sull'esistente, sarà possibile arrivare entro il 2030 ad una riduzione ulteriore dei consumi pari al 17%, rispetto al BEI 2005.

L'utilizzo di FER è stato previsto cautelativamente solo per il settore degli edifici pubblici e della mobilità attraverso l'utilizzo di biocarburanti, rispetto a questa tematica l'impegno dell'AC deve essere massimo per la sensibilizzazione di cittadini e di portatori di interesse; la creazione della CER pilota e della sua espansione può e deve fungere da volano per incrementare la diffusione di FER.

### 6.1.5 Le emissioni attese

Così come per i consumi, anche per le emissioni è necessario considerare l'evoluzione del contesto tra il 2005 e il 2021 per meglio pianificare l'andamento del contesto emissivo tra il 2021 e il 2030.

*Figura 6-1 emissioni al 2005 ed emissioni al 2021 raffrontate con le emissioni attese al 2030 a Bergamo (fonte: nostra elaborazione)*



Nella tabella e nelle figure successive si riporta l'analisi dei risultati attesi dal PAESC in termini di emissioni assolute grazie ai risparmi energetici e all'approvvigionamento da FER stimati nella Tabella 6-5 nella quale è stato inserito anche il contributo delle azioni già portate a termine dal PAES.

Si ricorda che in base a quanto definito nel paragrafo 2.11, l'obiettivo del PAESC del Comune di Bergamo è la riduzione del 55% delle emissioni assolute escludendo il settore produttivo (industria non ETS e agricoltura). Tale obiettivo viene raggiunto e leggermente superato attraverso le azioni previste per i

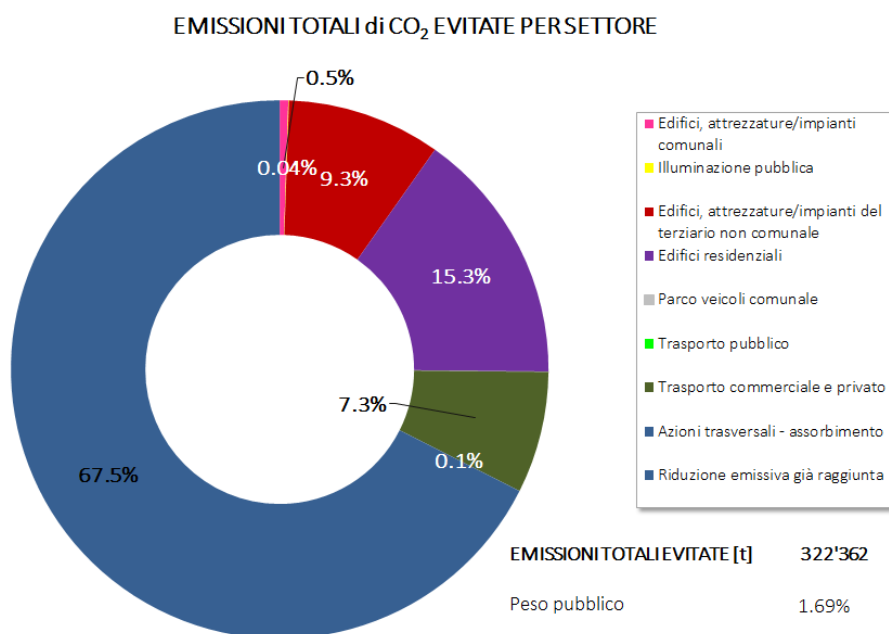


diversi settori e si traduce in una riduzione in termini assoluti pari a 104'635 tonnellate di CO<sub>2</sub> che sommate alla riduzione pari a 217'727 tonnellate di CO<sub>2</sub> già raggiunta nel 2021 permette di centrare e superare l'obiettivo definito. Il risultato è rappresentato nelle figure seguenti, ripartito in quote corrispondenti al contributo associato ai diversi settori.

**Tabella 6-5: emissioni di CO<sub>2</sub> del comune di Bergamo al 2005 (BEI), previste al 2030 e pianificate al 2030 e relative emissioni evitate attraverso le azioni del PAESC per settore (fonte: nostra elaborazione)**

PROIEZIONE DELLE EMISSIONI COMUNALI [t di CO <sub>2</sub> ]					
Settori d'intervento	BEI	Previste al 2030	Emissioni evitate	Riduzione ulteriore	Trend BEI-2030
Edifici, attrezzature/impianti comunali	17'788	17'788	1'649	9.3%	-9.3%
Illuminazione pubblica	2'116	2'116	125	5.9%	-5.9%
Edifici, attrezzature/impianti del terziario non comunale	233'587	233'587	29'835	12.8%	-12.8%
Edifici residenziali	244'503	244'503	49'471	20.2%	-20.2%
Parco veicoli comunale	261	261	0	0.0%	0.0%
Trasporto pubblico	3'029	3'029	0	0.0%	0.0%
Trasporto commerciale e privato	79'907	79'907	23'549	29.5%	-29.5%
Azioni trasversali - assorbimento	-	-	6	0.0%	-
Riduzione emissiva già raggiunta			217'727	-	-
<b>TOTALE</b>	<b>581'191</b>	<b>581'191</b>	<b>322'362</b>	<b>55.5%</b>	<b>-18.0%</b>

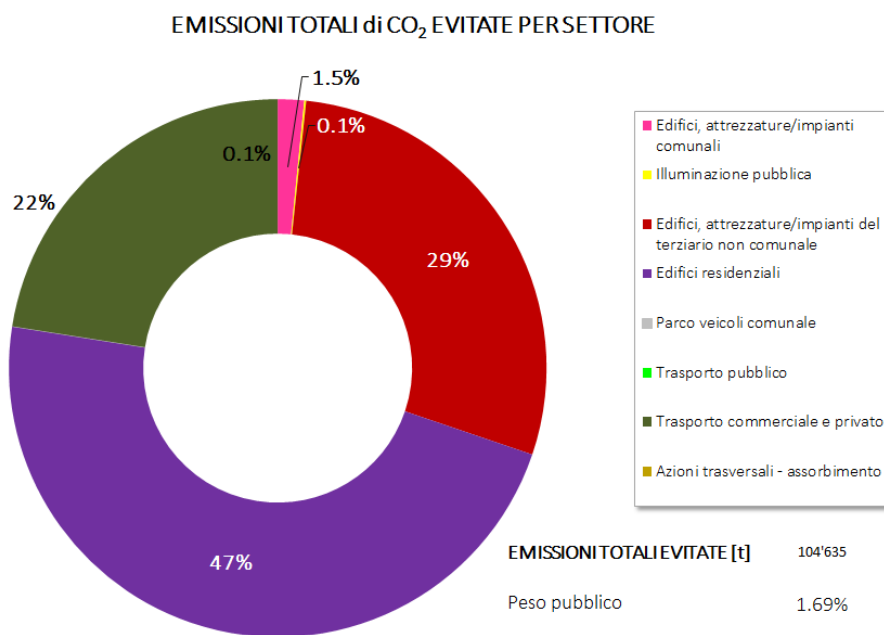
**Figura 6-2: ripartizione per settore delle emissioni totali evitate attraverso le azioni previste dal PAESC e di quelle già raggiunte al 2021 del comune di Bergamo (fonte: nostra elaborazione)**



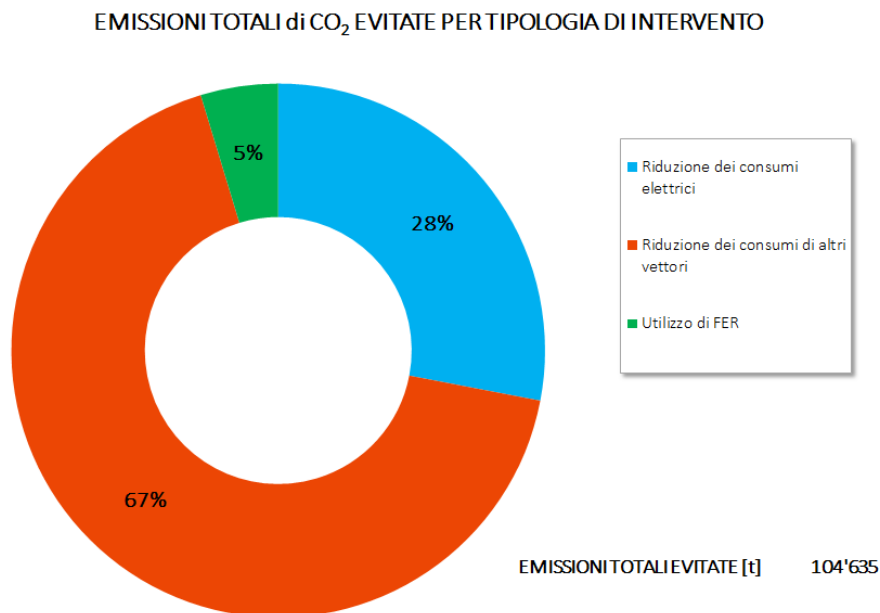
Attraverso la riduzione ulteriore delle emissioni dal 2021 al 2030, imputabili al settore pubblico (rispettivamente pari al 9% per gli edifici comunali e 6% all'intervento previsto per l'illuminazione pubblica) si può raggiungere circa il 2% dell'obiettivo di riduzione complessivo individuato dallo scenario obiettivo. Il settore chiave per il raggiungimento dell'obiettivo è quello residenziale, per il quale una riduzione ulteriore delle emissioni totali pari a circa il 20% di quelle previste al 2030 porta a coprire oltre il 15% della riduzione complessiva prevista dal PAESC. Segue il settore dei trasporti privati e commerciali, che si stima possa ridurre le proprie emissioni ulteriormente del 30%, contribuendo al 7% circa delle emissioni totali evitate con il PAESC. La riduzione ulteriore del 13% delle emissioni relative al settore del terziario non comunale porta a raggiungere circa il 9% del risparmio totale, mentre, il 66% delle emissioni calcolate nel 2005, al 2021 risultano essere già state abbattute, a fronte del percorso virtuoso intrapreso dall'AC in termini di pianificazione energetica. Alla riduzione di CO<sub>2</sub> contribuisca anche la piantumazione di 750 essenze (120 alberi e 630 arbusti) all'interno del "Parco Agricolo Ecologico della Città di Bergamo", azione che si può definire trasversale.

Dal grafico seguente emerge come, attraverso le azioni individuate, l'obiettivo residuo di riduzione delle emissioni (a partire da quanto già raggiunto al 2021), si ottenga attraverso azioni sul residenziale per il 47%, per circa il 29% con azioni sul terziario e per il 22% con azioni sui trasporti privati e commerciali.

**Figura 6-3: ripartizione per settore delle emissioni totali evitate attraverso le azioni previste dal PAESC del comune di Bergamo (fonte: nostra elaborazione)**



*Figura 6-4: ripartizione per tipologia di intervento delle emissioni totali evitate attraverso le nuove azioni previste dal PAESC di Bergamo (fonte: nostra elaborazione)*



Nella figura precedente si mostra, invece, come circa l'88% dell'obiettivo sia coperto attraverso le emissioni evitate mediante i risparmi energetici conseguiti, in particolare il 95% circa grazie alle riduzioni dei consumi termici, solo circa il 5% dell'obiettivo è invece raggiunto mediante l'introduzione di fonti energetiche rinnovabili in sostituzione dei vettori tradizionali per coprire il fabbisogno energetico comunale.

### 6.1.6 Le azioni di dettaglio della mitigazione

Le azioni che vanno a costituire il Piano di mitigazione sono state individuate a partire da quelle che erano state definite per il raggiungimento dell'obiettivo del PAES al 2030, tra queste sono state prese in considerazione quelle non attuate e quelle non ancora completate e, a seguito di un'interlocuzione con i tecnici comunali si è deciso quali mantenere, attualizzandole e quali invece non considerare nel computo delle azioni del PAESC; a queste poi si sono aggiunte nuove azioni.

Le azioni individuate sono di tre tipi:

- ✔ **azioni Business As Usual**, BAU, ovvero quelle azioni che avvengono a prescindere dal coinvolgimento dell'AC, come per esempio l'efficientamento tecnologico degli elettrodomestici o la sostituzione del parco veicolare circolante con mezzi più sostenibili;
- ✔ **azioni "rivalutate"** ovvero quelle azioni, già presenti nel PAES, ma che facevano riferimento ad un contesto energetico-emissivo differente da quello dell'inventario-MEI al 2021 (Tabella 6-2);
- ✔ **azioni nuove**, ovvero quelle azioni desunte dal materiale fornito dall'AC come per esempio il Piano Urbano della Mobilità Sostenibile, o il Piano Triennale delle Opere Pubbliche.

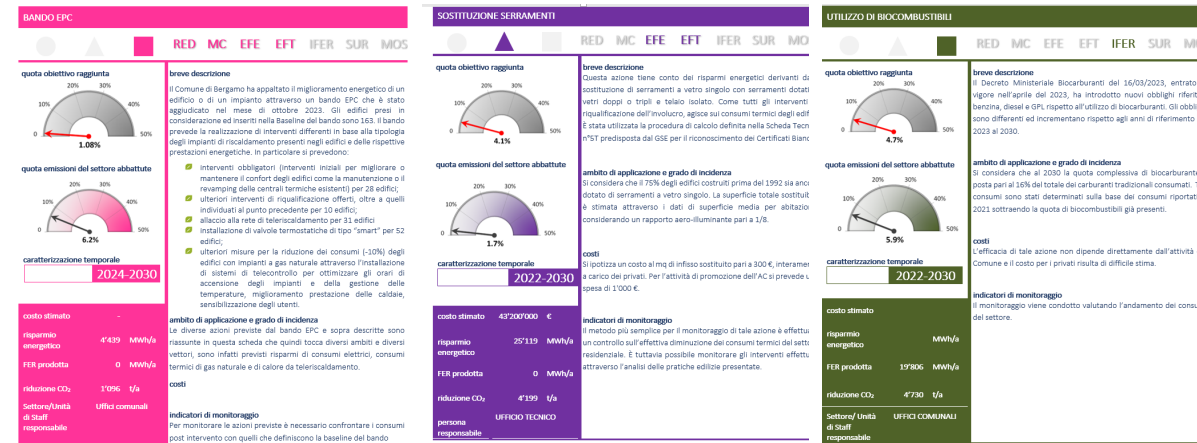
Le azioni afferenti alle tipologie sopraelencate sono azioni di tipo quantitativo, accanto a queste sono state individuate delle azioni qualitative e delle azioni trasversali.

Per ogni azione è stata creata una scheda di riferimento specifica che riporta tutte le informazioni relative alla caratterizzazione dell’azione stessa; le schede sono tematizzate in base ai colori che rappresentano i settori di intervento. Si riporta di seguito qualche esempio mentre per la lettura integrale di tutte le schede delle 26 azioni individuate si rimanda allo specifico Allegato 3.

Per le azioni relative ai settori residenziale e dei trasporti privati e commerciali i costi di sensibilizzazione in capo all’AC quantificati in 30'000 euro e riportati in Tabella 6-6 sono da conteggiare un’unica volta e fanno riferimento all’azione trasversale dello Sportello Smart Energy.

Rispetto al comparto degli edifici pubblici sono state inserite le azioni, comunicate dall’AC, per le quali è stato possibile quantificare il risparmio energetico e non sono state conteggiate quelle, non quantificabili in questa fase progettuale, come per esempio la realizzazione della Nuova palestra San Tomaso, la Demolizione e ricostruzione scuola primaria "G. Rosa" in via Marzabotto e la Demolizione e ricostruzione asilo nido Villaggio Sposi, via Don Bepo Vavassori presenti nel Piano Triennale delle Opere Pubbliche.

Figura 6-5: schede delle azioni del Piano di mitigazione del PAESC (fonte: nostra elaborazione)



Con le azioni individuate, escludendo le azioni trasversali si raggiunge il 103% dell’obiettivo di riduzione individuato dal PAESC. Per la determinazione delle azioni e dei risparmi energetici ed emissivi è stato utilizzato il software CO<sub>20</sub>. Si riporta di seguito la tabella riassuntiva delle azioni.

Tabella 6-6: azioni di dettaglio del Piano di mitigazione del PAESC (fonte: nostra elaborazione)

AZIONI DI DETTAGLIO DELLA MITIGAZIONE													
SETTORE	AZIONE	BEI 2005 [t]	%	Energia risparmiata [MWh]	FER [MWh]	CO <sub>2</sub> evitata [t]	% emissioni del settore	% obiettivo PAES		Costi pubblici	Costi privati	Caratt. temporale	
TERZIARIO COMUNALE	Progetto PINQua	17'788	3.1%	198	38	54	0.3%	9.3%	0.05%	1.6%	€ 14'000'000	€ -	2022-2030
	Bando EPC			4'439	0	1'096	6.2%		1.08%		€ 33'473'000	€ -	2024-2030
	Riqualificazione energetica degli edifici monumentali			1'898	0	319	1.8%		0.31%		€ 2'295'000	€ -	2023-2030
	Riqualificazione impianto illuminazione			29	0	7	0.0%		0.01%		€ 100'000	€ -	2024-2030
	Fotovoltaico su edifici pubblici - estensione progetto CER			0	322	82	0.5%		0.08%		€ -	€ -	2025-2030
	Fotovoltaico su edifici pubblici - Impianto Meucci			0	4	1	0.0%		0.00%		€ 5'700	€ -	2023-2030
	Fotovoltaico su edifici pubblici - CER pilota			0	352	90	0.5%		0.09%		€ 200'000	€ -	2023-2026
TERZIARIO NON COMUNALE	Riqualificazione impianto termico	233'587	40.2%	28'273	0	4'726	2.0%	12.8%	4.6%	29.3%	€ -	€ -	2022-2030
	Riqualificazione impianto di illuminazione			23'279	0	5'939	2.5%		5.8%		€ -	€ -	2023-2030
	Riqualificazione impianto elettrico			43'279	0	11'042	4.7%		10.8%		€ -	€ -	2022-2030
	Riqualificazione energetica del terziario			48'625	0	8'128	3.5%		8.0%		€ -	€ -	2022-2030
RESIDENZIALE	Sostituzione serramenti	244'503	42.1%	25'119	0	4'199	1.7%	20.2%	4.1%	48.5%	€ 30'000	€ 43'200'000	2022-2030
	Sostituzione di caldaie centralizzate			26'903	0	4'497	1.8%		4.4%		€ 30'000	€ 46'100'000	2022-2030
	Interventi di riqualificazione energetica sull'involucro			45'737	0	7'645	3.1%		7.5%		€ -	€ -	2022-2030
	Sostituzione di caldaie a servizio di impianti autonomi			41'538	0	6'943	2.8%		6.8%		€ 30'000	€ 68'100'000	2022-2030
	Sostituzione lampadine			29'292	0	7'474	3.1%		7.3%		€ 30'000	€ 1'890'000	2022-2030
	Sostituzione frigocongelatori			14'002	0	3'573	1.5%		3.5%		€ 30'000	€ 23'400'000	2022-2030
	Sostituzione lavatrici			2'186	0	558	0.2%		0.5%		€ 30'000	€ 18'000'000	2022-2030
	Sostituzione lavastoviglie			2'272	0	580	0.2%		0.6%		€ 30'000	€ 18'000'000	2022-2030
	Realizzazione cappotto esterno			52'106	0	8'710	3.6%		8.5%		€ 30'000	€ 85'900'000	2022-2030
	Isolamento copertura			31'671	0	5'294	2.2%		5.2%		€ 30'000	€ 142'000'000	2022-2030
ILLUMINAZIONE PUBBLICA	Sostituzione di componenti	2'116	0.4%	489	0	125	5.9%	5.9%	0.1%	0.1%	€ 407'000	€ -	2023-2024
TRASPORTI E MOBILITA' SOSTENIBILE	Rinnovo parco autoveicolare	79'907	13.7%	51'229	0	12'233	15.3%	29.5%	12.0%	23.1%	€ 30'000	€ 625'000'000	2022-2030
	Utilizzo di biocombustibili			0	19'806	4'729	5.9%		4.6%		€ -	€ -	2022-2030
	Piano Urbano della Mobilità Sostenibile			27'581	0	6'586	8.2%		6.5%		€ 30'000	€ -	2022-2030
ASSORBIMENTO	Piantumazione nuove essenze arboree					6			0.01%	0.0%			2023-2030
TOTALE		581'191	100%	500'142	20'522	104'635	18.0%	103%		€ 50'510'700	€ 1'071'590'000		

## 6.2 PIANO DI ADATTAMENTO

Nella presente sezione si dettagliano gli elementi indicati nel Report Template al foglio “Climate Change Risks and Vulnerabilities” che il Covenant of Mayors chiede di restituire quale analisi del Secondo Piano: Adattamento.

### 6.2.1 Il Rischio e la vulnerabilità

La tabella successiva descrive tutte le valutazioni di rischio e vulnerabilità (VRV) effettuate sulla base dello scenario attuale del Patto dei Sindaci. La VRV stabilisce la natura e la misura del rischio attraverso l'analisi dei pericoli potenziali e valutando la vulnerabilità che può costituire una minaccia o un danno potenziale per le persone, i beni, i mezzi di sostentamento e l'ambiente da cui essi dipendono.

Alcuni eventi vengono esclusi a priori, come ad esempio l'innalzamento del livello del mare/dei laghi e le mareggiate/inondazioni costiere, in quanto non compatibili con le caratteristiche del territorio oggetto di analisi.

L'analisi del rischio e della vulnerabilità di seguito riportata si basa sulla metodologia, articolata in quattro step principali, introdotta dal CoMO al fine di restituire i settori e la popolazione che sono maggiormente vulnerabili rispetto ai rischi climatici presenti nel territorio di Bergamo.

Nella tabella (step 1) “*rischi climatici rilevanti*” sono da definire per i rischi climatici presente nel territorio di Bergamo gli effetti rispetto al rischio attuale e futuro. Tra i rischi climatici attuali vediamo che non si riscontrano livelli alti di impatti, ma sono mediamente “moderati” e nel caso della siccità “basso”; invece rischio climatico futuro si caratterizza prevalente da incremento del pericolo sul breve periodo.

**Tabella 6-7: Rischio climatico (fonte: template Patto dei Sindaci)**

RISCHIO CLIMATICO	ATTUALE RISCHIO CHE SI VERIFICHI IL PERICOLO		RISCHIO FUTURO		
	Probabilità di rischio	Impatto del rischio	Cambiamento previsto nell'intensità del pericolo	Cambiamento atteso nella frequenza del pericolo	Tempistiche (termiche)
Caldo estremo	<i>moderato</i>	<i>moderato</i>	<i>incremento</i>	<i>incremento</i>	<i>breve</i>
Forte precipitazioni	<i>moderato</i>	<i>moderato</i>	<i>incremento</i>	<i>incremento</i>	<i>breve</i>
Siccità	<i>basso</i>	<i>basso</i>	<i>incremento</i>	<i>incremento</i>	<i>medio</i>
Incendi boschivi	<i>moderato</i>	<i>moderato</i>	<i>incremento</i>	<i>incremento</i>	<i>breve</i>

Con l'individuazione del Rischio climatico è possibile definire i **“settori vulnerabili pertinenti”** (step 2) che hanno una correlazione diretta. È stato inoltre definito il livello di vulnerabilità tra rischio e settori intercettati che hanno un grado di vulnerabilità attuale “moderato” ad eccezione della siccità che essendo un rischio, che si è manifestato soprattutto negli ultimi anni, ha un livello di vulnerabilità “Basso”.

**Tabella 6-8: settori vulnerabili (fonte: template Patto dei Sindaci)**

RISCHIO CLIMATICO	SETTORE VULNERABILE RILEVANTE	LIVELLO DI VULNERABILITÀ ATTUALE
Caldo estremo	Edifici – Energia - Pianificazione dell'uso del suolo - Agricoltura e silvicoltura - Ambiente e biodiversità - Salute	moderato
Forte precipitazioni	Trasporto - Pianificazione dell'uso del suolo - Agricoltura e silvicoltura - Ambiente e biodiversità - Salute	moderato
Siccità	Acqua - Pianificazione dell'uso del suolo - Agricoltura e silvicoltura - Ambiente e biodiversità - Salute	basso
Incendi boschivi	Pianificazione dell'uso del suolo - Agricoltura e silvicoltura - Ambiente e biodiversità - Salute	moderato

Per quanto riguarda la sezione (step 3) **“i fattori di capacità adattiva”** e il relativo indicatore, si valuta che il livello attuale di capacità adattiva è medio per tutti i settori vulnerabili ad eccezione della siccità, essendo un rischio che si è accentuato recentemente, e il caldo estremo in quanto si ha una crescita di ondate di calore urbano.

**Tabella 6-9: capacità di adattamento (fonte: template Patto dei Sindaci)**

SETTORE INTERESSATO	SETTORE VULNERABILE	FATTORE DI CAPACITÀ ADATTIVA	LIVELLO ATTUALE DI CAPACITÀ ADATTATIVA
Edifici	Caldo estremo	Fisico e ambientale - Conoscenza e innovazione	basso
Trasporto	Forte precipitazione	Accesso ai servizi	medio
Energia	Caldo estremo	Fisico e ambientale - Conoscenza e innovazione	medio
Acqua	Siccità	Fisico e ambientale - Conoscenza e innovazione	basso
Pianificazione dell'uso del suolo	Caldo estremo	Socioeconomico - Governativo e istituzionale	basso
	Forte precipitazione	Accesso ai servizi	medio
	Siccità	Accesso ai servizi	basso
	Incendi Boschivi	Governativo e istituzionale	medio
	Caldo estremo	Governativo e istituzionale	basso



SETTORE INTERESSATO	SETTORE VULNERABILE	FATTORE DI CAPACITÀ ADATTIVA	LIVELLO ATTUALE DI CAPACITÀ ADATTATIVA
Agricoltura e silvicoltura	<i>Forte precipitazione</i>	<i>Fisico e ambientale - Conoscenza e innovazione</i>	<i>medio</i>
	<i>Siccità</i>	<i>Fisico e ambientale - Conoscenza e innovazione</i>	<i>basso</i>
	<i>Incendi Boschivi</i>	<i>Governativo e istituzionale</i>	<i>medio</i>
Ambiente e biodiversità	<i>Caldo estremo</i>	<i>Fisico e ambientale - Conoscenza e innovazione</i>	<i>basso</i>
	<i>Forte precipitazione</i>	<i>Fisico e ambientale - Conoscenza e innovazione</i>	<i>medio</i>
	<i>Siccità</i>	<i>Fisico e ambientale - Conoscenza e innovazione</i>	<i>basso</i>
	<i>Incendi Boschivi</i>	<i>Governativo e istituzionale</i>	<i>medio</i>
Salute	<i>Caldo estremo</i>	<i>Governativo e istituzionale</i>	<i>basso</i>
	<i>Forte precipitazione</i>	<i>Governativo e istituzionale</i>	<i>medio</i>
	<i>Siccità</i>	<i>Governativo e istituzionale</i>	<i>basso</i>
	<i>Incendi Boschivi</i>	<i>Governativo e istituzionale</i>	<i>medio</i>

L'ultimo step dell'analisi affronta “*i gruppi vulnerabili della popolazione*” del territorio che rispetto ai rischi climatici in esame sono potenzialmente più vulnerabili. Si specifica che ogni rischio climatico ha impatti verso tutte le tipologie di soggetti vulnerabili indicati (donne e ragazze, bambini, giovani, anziani, gruppi emarginati, persone con disabilità, persone con malattie croniche, famiglie a basso reddito, disoccupati, persone che vivono in alloggi di qualità inferiore agli standard, migranti e sfollati), ma si è deciso di indicare nella tabella a seguire le categorie che sono maggiormente fragili e posso avere un impatto significativo rispetto al rischio di climatico specifico. Rispetto al rischio Incendi boschivi si ritiene che per la caratteristica del territorio la popolazione vulnerabile è quella che risiede principalmente all'interno del Parco dei Colli.

**Tabella 6-10: i gruppi vulnerabili della popolazione (fonte: template Patto dei Sindaci)**

RISCHIO CLIMATICO	GRUPPI PIÙ VULNERABILI DELLA POPOLAZIONE
Caldo estremo	<i>Bambini - Giovani – Anziani - Persone con disabilità - Persone con malattie croniche - Famiglie a basso reddito - Persone che vivono in alloggi di qualità inferiore agli standard</i>
Forte precipitazioni	<i>Bambini - Giovani – Anziani - Persone con disabilità - Persone che vivono in alloggi di qualità inferiore agli standard</i>
Siccità	<i>Bambini - Giovani – Anziani - Persone con disabilità</i>
Incendi boschivi	<i>Altro</i>

### 6.2.2 Le azioni di adattamento

Le azioni riportate di seguito sono state elaborate sulla base dell'analisi degli obiettivi di dettaglio dell'adattamento e definite a partire dalle caratteristiche fisiche, geografiche, economiche e sociali del territorio comunale.

Ogni azione risponde all'obiettivo di adattamento assegnato e deve considerarsi un'azione-chiave. Inoltre, si propone di considerare una forma di adattamento anche l'azione ad hoc di sensibilizzazione, formazione e comunicazione circa il PAESC presso gruppi di attori interessati, mediante la costituzione di un tavolo di confronto permanente con gli *stakeholder* locali.

La selezione delle azioni si è basata sulla progettualità della STC, per questo si riportano le azioni che sono in corso e previste la loro realizzazione entro l'anno 2030. Si specifica che il rischio della siccità, in quanto più basso degli altri non è stato oggetto di indagine specifica nella Strategia di transizione Climatica e quindi non sono previsti interventi specifici. Si specifica però che gli interventi programmati in ambito idrico partecipano anche alla riduzione del Rischio Siccità presenti nel territorio.

Si rimanda all'allegato 4 "Schede delle azioni del Piano di Adattamento" per le azioni di dettaglio del Piano di Adattamento che riprendono gli interventi previsti dalla Strategia di transizione Climatica in corso di realizzazione la cui conclusione è prevista per l'anno 2030, e sono:

- 1.1 Potenziamento dei corridoi ecologici lungo i corsi d'acqua del reticolo idrico minore;
- 1.2 Opere di protezione territoriale da dissesto idrogeologico e conservazione della biodiversità nell'areale di riferimento del sentiero dei vasi;
- 1.3 Riforestazione urbana: intervento di riqualificazione ambientale-paesaggistica e agricola nel pae "Madonna dei Campi" a Bergamo;
- 1.4 Ampliamento parco malpensata e depavimentazione della restante area a parcheggio;
- 1.5 Reti per il monitoraggio meteo-climatico e dei corsi d'acqua;
- 1.6 Percorsi formativi specialistici, attività di networking e scambio di buone pratiche per il responsabile della transizione climatica e il gruppo di lavoro "lotta ai cambiamenti climatici";
- 1.7 Iniziativa "prendiamoci cura del verde".






## 7. SISTEMA DI MONITORAGGIO

### 7.1 PIANO DI MITIGAZIONE

Il monitoraggio avviene su più fronti: da un lato è necessario monitorare gli andamenti dei consumi comunali, e quindi delle emissioni, tramite una costante raccolta di dati; dall'altro risulta utile verificare l'efficacia delle azioni messe in atto, tramite indagini e riscontri sul campo. In entrambi i casi l'AC ricopre un ruolo di fondamentale importanza, vista la vicinanza con la realtà locale.

#### 7.1.1 La raccolta dati

Così come già svolto per la redazione del BEI, per poter monitorare l'evolversi della situazione emissiva comunale è necessario disporre di anno in anno dei dati relativi ai consumi:

-  elettrici e termici degli edifici pubblici;
-  del parco veicolare comunale e/o del trasporto pubblico;
-  di gas naturale e di energia elettrica dell'intero territorio comunale.

L'AC dovrà quindi continuare a registrare i consumi diretti di cui è responsabili e richiedere annualmente i dati dei distributori di energia elettrica e gas naturale, in modo tale da avere sempre a disposizione dati aggiornati.

Il monitoraggio dei consumi non direttamente ascrivibili al Comune è garantito dall'accesso alle banche dati regionali da parte dell'applicativo CO<sub>20</sub> di cui l'AC sarà dotata.

#### 7.1.2 Il monitoraggio delle azioni

Al contempo, nel momento in cui l'AC deciderà di implementare una delle azioni previste dal PAESC, sarà necessario documentare il più possibile nel dettaglio la misura o l'iniziativa effettuata.

Per quanto riguarda le azioni sul patrimonio pubblico, il monitoraggio risulta essere di semplice attuazione, in quanto l'AC, essendo diretta interessata, sarà al corrente dell'entità dei progetti approvati. Inoltre sarà possibile effettuare un controllo sulla loro efficacia, valutando i risparmi energetici effettivamente conseguiti, deducibili dal monitoraggio effettuato sui consumi di edifici pubblici, illuminazione pubblica e parco veicolare pubblico.

Le azioni puntuali o di promozione volte a ridurre le emissioni dovute al settore residenziale dovranno invece essere valutate a diversi livelli. Ad esempio, non solo sarà necessario valutare la partecipazione dei cittadini agli incontri di sensibilizzazione e informazione organizzati, ma sarà anche indispensabile accertare se gli incontri abbiano portato a risultati tangibili, attraverso campagne di indagine o simili.

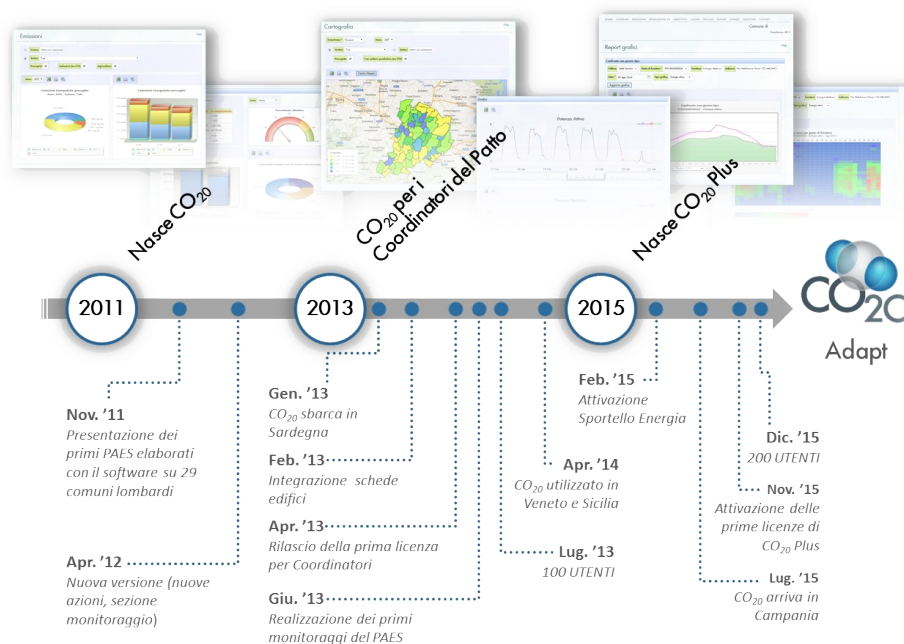
Allo stesso tempo è fondamentale che l'AC mantenga il dialogo con gli stakeholder locali, avendo così modo di verificare l'attuazione di eventuali azioni, anche nel caso in cui per tali soggetti non sia stato possibile includere interventi specifici nella fase di stesura del PAESC.

Resta comunque sempre necessario in ultima analisi interpretare gli andamenti dei consumi riscontrati mediante la raccolta dati oggetto del precedente paragrafo, per verificare se le azioni attivate stiano producendo gli effetti previsti dal PAESC in termini quantitativi.

### 7.1.3 SOFTWARE CO<sub>20</sub>

CO<sub>20</sub> 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 CO<sub>20</sub> è stato successivamente integrato un sistema per il monitoraggio in tempo reale dei consumi delle utenze di competenza dell'Ente, denominato CO<sub>20</sub> Plus.



All'AC di Bergamo sono state fornite le credenziali da inserire nell'area riservata del sito <http://www.co20.it/html/ita/index.html> mediante le quali poter accedere al sistema e caricare i dati specifici, potendo così:

- i. costruire l'inventario base delle emissioni di CO<sub>2</sub> (BEI) ed i successivi inventari di aggiornamento (MEI) sia in termini di consumi energetici finali che di emissioni di CO<sub>2</sub> 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);
- ii. visualizzare, attraverso grafici e tabelle, i consumi e le emissioni di CO<sub>2</sub> del BEI e degli anni successivi (assolute o procapite e conteggiando o meno i settori industriale e/o agricolo);
- iii. visualizzare, attraverso grafici e tabelle, la produzione di energia elettrica e termica locale all'anno di riferimento del BEI e negli anni successivi;
- iv. individuare l'obiettivo in termini di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> da raggiungere attraverso il PAESC;
- v. inserire in apposite interfacce gli indicatori delle azioni al fine di stimare l'efficacia del PAESC in termini di riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>, risparmio energetico e consumo di energia proveniente da FER;
- vi. valutare ex-ante l'efficacia delle misure che si pensa di adottare all'interno del PAESC;
- vii. rendicontare periodicamente la fattibilità delle azioni proposte ed il raggiungimento degli obiettivi;
- viii. produrre in automatico le tabelle (in formato xls) e i grafici (in formato immagine) dei consumi, delle emissioni, della produzione elettrica/termica;
- ix. produrre in automatico il report richiesto dal JRC (in formato xls) contenente i dati da inviare biennialmente alla Commissione Europea;
- x. verificare la quota di raggiungimento dell'obiettivo del PAESC man mano che si introducono le azioni attraverso appositi "cruscotti web";
- xi. 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:




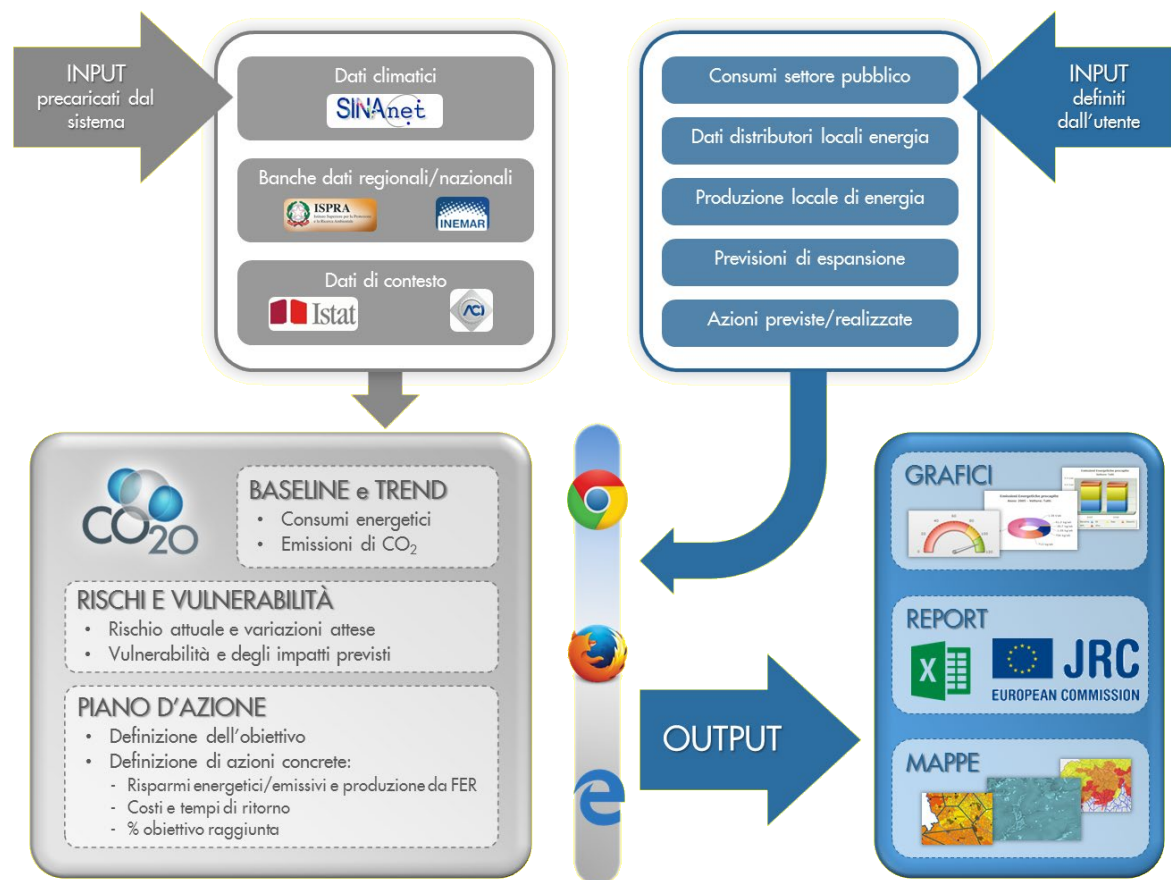
-  inserire dati regionali e comunali dei consumi/produzione energetici da un lato e dall'altro inerenti alle misure del PAESC;
-  integrare i dati locali di cui al punto precedente principalmente inerenti i consumi e la produzione di FER del Comune inteso come Istituzione con i dati comunali stimati 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 PAESC e produrre i report richiesti dall'UE.

Figura 7-1: architettura concettuale del software CO<sub>20</sub>



Segue una presentazione generale del software CO<sub>20</sub> attraverso le sue principali schermate (estratto del manuale del software).

Figura 7-2: applicativo CO<sub>20</sub>: la sezione dei consumi energetici

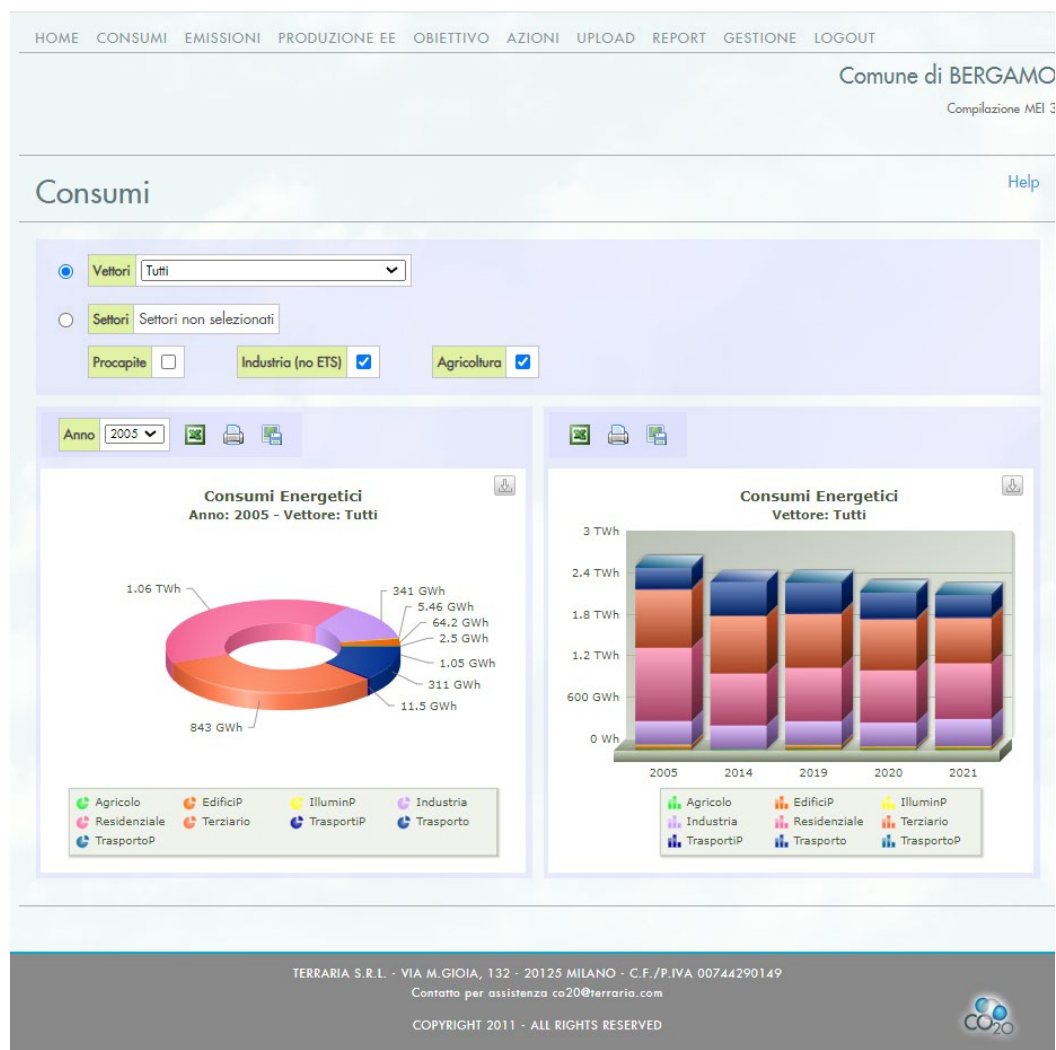




Figura 7-3: applicativo CO<sub>2</sub>: la sezione delle emissioni

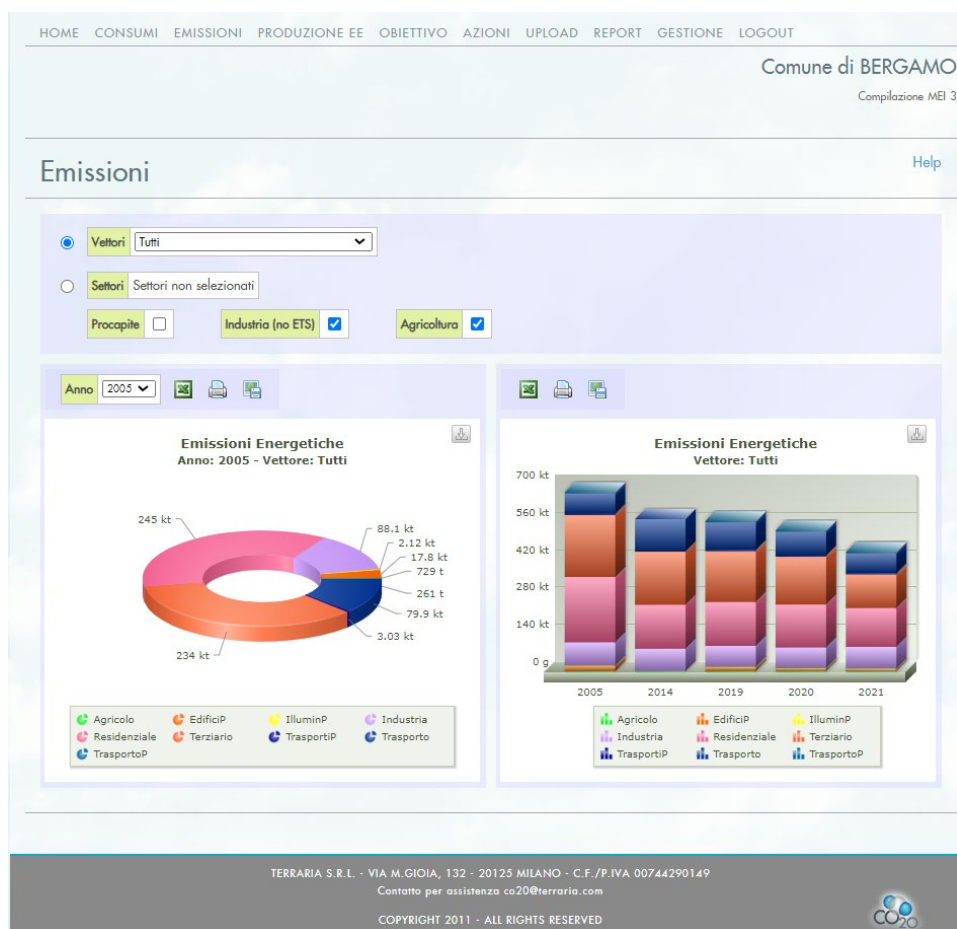


Figura 7-4: applicativo CO<sub>20</sub>: la sezione obiettivo

HOME CONSUMI EMISSIONI PRODUZIONE EE OBIETTIVO AZIONI UPLOAD REPORT GESTIONE LOGOUT

Comune di BERGAMO  
Compilazione (M) 3

Obiettivo

Strategie generali

Anno obiettivo (>=2020) \* 2030 Percentuale obiettivo (>=20%) \* 55.0

Industria (no ETS) ☐ Agricoltura ☐ Procapite ☐

Calcolo degli incrementi emissivi 2005-2030

Incremento demografico 2005-2030 1.4750 Default

☐ Inserisci incremento complessivo Incremento (t) 0

☒ Inserisci incrementi per settore

Expansioni previste

Residenziale previsto (mq) 0.0 Default

Terziario previsto (mq) 0.0 Default

Calcola tutto >

Incremento emissioni al 2030 (t)

Edifici, attrezzature/impianti del terziario (non comunali) 0

Edifici residenziali 0

Illuminazione pubblica comunale 0

Trasporti privati e commerciali 0

TOTALE 0

Risultati

Aggiorna

Obiettivo emissioni al 2030 (t) 261'036

Anno	2005	2021	2030
Popolazione	116'197	119'476	130'987
Totale emissioni (t)	581'191	362'814	581'191
Obiettivo riduzione (t)	319'655	101'278	319'655

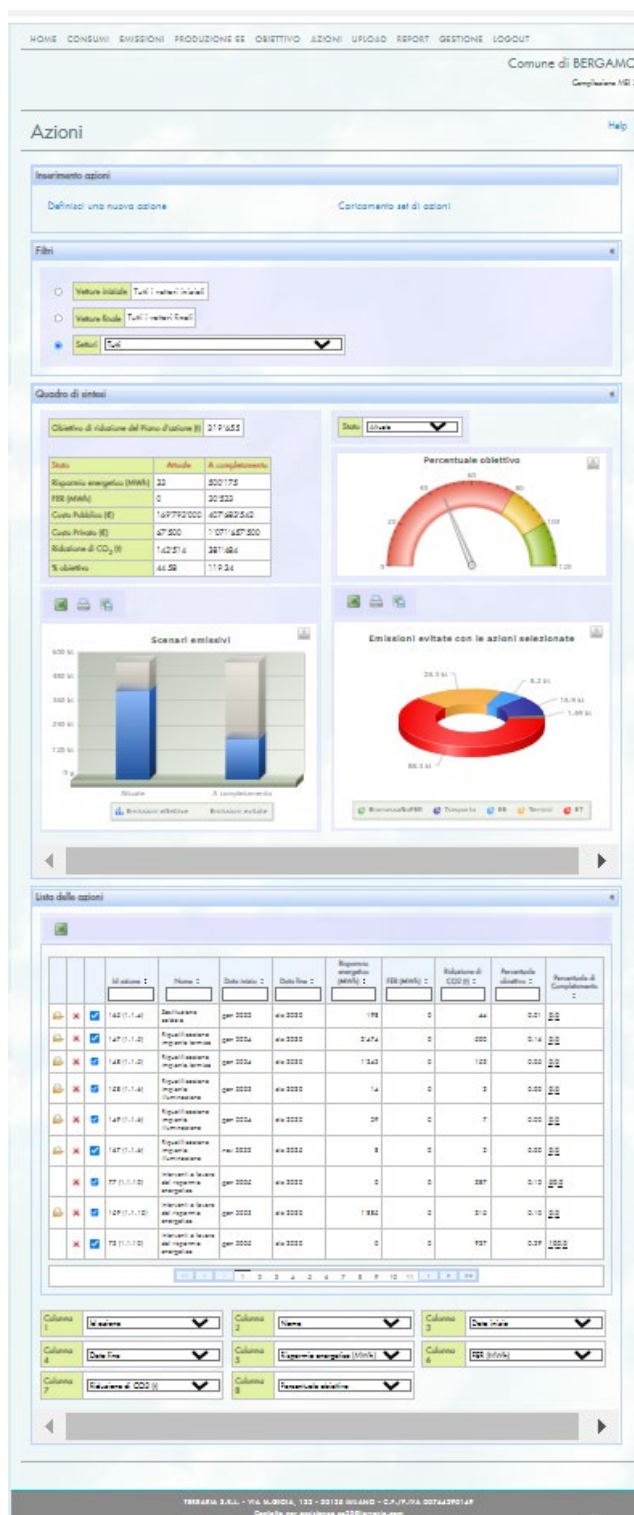
Salva obiettivo

Trend emissivo 2005-2030

Legend: Emissioni (blue), Incrementi emissivi (orange), Obiettivo (grey)

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 7-5: applicativo CO<sub>20</sub>: la sezione azioni



## 7.2 PIANO DI ADATTAMENTO

Il monitoraggio del Pilastro dell'Adattamento farà riferimento al sistema di monitoraggio della STC che si basa rispetto alle azioni di indicatori diretti e indotti specifici.

*Hanno inoltre un carattere metodologico i criteri di misurazione/rilevazione, analisi e valutazione dei dati. In particolare, il sistema di monitoraggio è basato sui due tipi di indicatori descritti nella sezione sul Quadro strategico, che sono: gli indicatori del processo di attuazione della STC (qui definiti come indicatori diretti), attraverso i quali viene verificato lo stato di realizzazione di azioni, attività e interventi, e gli indicatori degli esiti della STC (qui definiti come indicatori indotti), attraverso i quali sono misurati gli effetti che la STC avrà sul sistema territoriale di Bergamo, Parco dei Colli, Comuni dei Colli. Per le attuali azioni di mitigazione e di adattamento della STC sono stati riportati nelle apposite schede gli indicatori diretti e indotti.*

*I rapporti sul monitoraggio della STC costituiscono il momento in cui potranno essere prese le decisioni sulla modificazione della STC e del Quadro strategico e quindi sulla modificazione di obiettivi, target, azioni, attività e interventi. Dato che entro il 2025 si intende far assorbire la STC negli strumenti PRP degli enti locali coinvolti e che il Quadro strategico sarà completato nel primo semestre del 2022, verrà redatto il Primo rapporto sulla STC nel primo semestre del 2024, in modo che possa costituire il momento in cui si verificherà quanto è stato elaborato e realizzato con la STC e quindi valutare se apportare delle modifiche alla strategia stessa e stabilire le modalità operative per l'assorbimento parziale o totale della STC negli strumenti PRP.*

*La comunicazione dei risultati del monitoraggio avverrà attraverso i canali istituzionali ordinari e quelli che saranno attivati per la partecipazione di stakeholder e cittadini alla co-progettazione degli interventi.*

*(fonte capitolo 7 della STC Cli.C Bergamo)*