



Patto dei Sindaci
per il Clima e l'Energia



COMUNE DI BRESCIA

PAESC

Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile e il Clima
Maggio 2021



Gli estensori del PAESC:



TerrAria s.r.l.
Via Melchiorre Gioia, 132
20125 Milano



Team

Comune di Brescia

Emilio Del Bono _ Sindaco

Miriam Cominelli _Assessore con delega all'Ambiente, al Verde ed ai Parchi sovracomunali

Laura Castelletti _ Vicesindaco e Assessore con delega a Cultura, Creatività e Innovazione Tecnologica

Federico Manzoni _ Assessore con delega alle Politiche della Mobilità ed ai Servizi Istituzionali

Valter Mucchetti _ Assessore con delega alla Rigenerazione urbana, Commercio,
Valorizzazione Patrimonio immobiliare e Protezione civile

Michela Tiboni _ Assessore con delega all'Urbanistica e Pianificazione per lo sviluppo sostenibile

I dirigenti e funzionari delle seguenti Aree:

- Area Tutela ambientale, verde, sostenibilità e protezione civile;
- Area Pianificazione Urbana, Edilizia e Mobilità;
- Area Cultura, Creatività, Innovazione Tecnologica;
- Area Servizi Tecnici e Sicurezza Ambienti di Lavoro.

TerrAria srl _ estensore del Piano

Giuseppe Maffeis _ Responsabile del PAESC

Luisa Geronimi _ Referente tecnico del PAESC

Giorgio Fedeli _ Elaborazione dati e stesura del Piano di Mitigazione

Alice Bernardoni _ Elaborazione dati e stesura del Piano di Adattamento



Indice

PREFAZIONE	8
0. INTRODUZIONE	10
0.1 CONTENUTI DEL PAESC	10
0.1.1 Il Baseline Emission Inventory (BEI)	12
0.1.2 Il Piano di Azione per la Mitigazione	13
0.1.3 Il Piano d'Azione per l'Adattamento	13
0.2 FORMALIZZAZIONE DELL'ADESIONE AL PATTO DEI SINDACI PER IL CLIMA E L'ENERGIA	14
0.3 PERCORSO LOGICO.....	14
1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	16
1.1 SISTEMI DELL'AMBITO.....	16
1.2 ASPETTI SOCIOECONOMICI	17
1.2.1 La popolazione	17
1.2.2 La caratterizzazione dell'edificato residenziale.....	18
1.2.3 Gli addetti e le attività terziarie-industriali	20
1.2.4 Il parco veicolare	23
1.3 ANALISI DELLE BANCHE DATI RILEVANTI IN MATERIA DI ENERGIA	27
1.3.1 I dati relativi agli impianti termici	27
1.3.2 I dati relativi alle certificazioni energetiche degli edifici.....	29
1.4 QUADRO PROGRAMMATICO DEGLI STRUMENTI VIGENTI	31
1.4.1 Gli Strumenti sovracomunali di Mitigazione e Adattamento.....	31
1.4.2 Strumenti locali	33
2. ANALISI ENERGETICO-EMISSIVA: BEI e MEI	37
2.1 METODOLOGIA.....	37
2.1.1 La costruzione degli inventari emissivi: le banche dati SIRENA20 e INEMAR	37
2.1.2 La stesura del piano d'azione	41
2.1.3 La valutazione dei singoli interventi.....	41
2.1.4 La definizione delle azioni di intervento	42
2.2 RACCOLTA DATI.....	43
2.3 ANALISI DEI CONSUMI.....	44



2.3.1	Gli edifici comunali	44
2.3.2	L'illuminazione pubblica.....	49
2.3.3	Il parco veicoli comunale.....	51
2.3.4	Il trasporto pubblico locale	53
2.3.5	I consumi elettrici rilevati dal distributore	55
2.3.6	I consumi di gas naturale rilevati dal distributore.....	60
2.3.7	I consumi di calore rilevati dal gestore della rete di teleriscaldamento	63
2.4	ANALISI DELLA PRODUZIONE LOCALE DI ENERGIA	64
2.4.1	La produzione locale di energia elettrica	64
2.4.2	La produzione locale di energia termica	66
2.5	BEI: L'INVENTARIO AL 2010.....	69
2.5.1	I consumi energetici finali	69
2.5.2	Le emissioni totali.....	73
2.6	MEI: L'AGGIORNAMENTO DELL'INVENTARIO AL 2018	77
2.7	EMISSIONI COMPLESSIVE DEL TERRITORIO COMUNALE	81
2.7.1	Gli operatori del sistema ETS	81
2.7.2	Emissioni complessive	82
3.	ANALISI DEI RISCHI E DELLE VULNERABILITÀ	84
3.1	QUADRO CONOSCITIVO DI MACROSCALA	84
3.1.1	Piano Nazionale di Adeguamento ai Cambiamenti Climatici	84
3.1.2	Strategia Regionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici	89
3.1.3	Le risorse idriche	91
3.1.4	Gli ecosistemi, le biodiversità, le foreste e le aree protette	92
3.2	CARATTERIZZAZIONE SOVRACOMUNALE: CLIMATE ADAPT	93
3.3	CARATTERIZZAZIONE LOCALE: IL TOOL CAST	98
3.4	LE TIPOLOGIE DI RISCHIO PRESENTI NEL COMUNE.....	104
3.4.1	Rischio idrogeologico e idraulico.....	106
3.4.2	Rischio derivanti da eventi meteorologici.....	108
3.4.3	Rischio incendi boschivi.....	108
3.4.4	Rischio di ondate di calore	109
4.	OBIETTIVO DI CONTENIMENTO DELLE EMISSIONI AL 2030	110



4.1	SCENARIO BUSINESS AS USUAL E OBIETTIVO MINIMO DEL PATTO DEI SINDACI	110
4.1.1	La valutazione degli incrementi emissivi 2010-2030	110
4.1.2	Il calcolo dell'obiettivo di riduzione delle emissioni	111
4.2	OBIETTIVO DICHIARATO	114
5.	VISION E L'OBIETTIVO DEL PATTO DEI SINDACI	116
5.1	VISION TERRITORIALE.....	116
5.2	DEFINIZIONE DELLE STRATEGIE E DELLE AZIONI	117
5.2.1	Piano di Mitigazione	117
5.2.2	Piano di Adattamento	124
5.3	SCENARIO OBIETTIVO DEL PAESC.....	126
5.3.1	Principi generali.....	126
5.3.2	Consumi energetici attesi.....	127
5.3.3	Emissioni attese.....	130
5.4	BUONE PRATICHE IN CORSO DELLE SOCIETA' PARTECIPATE	133
5.4.1	A2A S.p.A.	133
5.4.2	Gruppo Brescia Mobilità	134
5.4.3	Centrale del Latte di Brescia S.p.A.	134
5.4.4	Fondazione Brescia Musei.....	135
5.4.5	Centro sportivo S. Filippo S.p.A.	135
5.5	AZIONI STRATEGICHE	137
5.5.1	Piano di Mitigazione	137
5.5.2	Piano di Adattamento	146
5.5.3	Azioni trasversali	151
6.	AZIONI DI MITIGAZIONE	154
6.1	SCHEDE DELLE AZIONI	154
6.1.1	Le azioni del settore terziario comunale	159
6.1.2	Le azioni del settore terziario non comunale.....	164
6.1.3	Le azioni del settore residenziale	168
6.1.4	Le azioni del settore illuminazione pubblica	182
6.1.5	Le azioni del settore del parco veicoli comunali e del TPL.....	185
6.1.6	Le azioni del settore del trasporto e mobilità sostenibile.....	188

6.1.7	Le azioni trasversali	192
7.	SENSIBILIZZAZIONE E FORMAZIONE.....	193
7.1	TAVOLI DI LAVORO CON L'AMMINISTRAZIONE COMUNALE E GLI UFFICI TECNICI	193
7.2	INCONTRI CON GLI STAKEHOLDERS	194
7.3	PROPOSTE EMERSE DAL PROCESSO DI PARTECIPAZIONE.....	196
8.	SISTEMA DI MONITORAGGIO	197
8.1	MONITORAGGIO DEL PAESC	197
8.2	MONITORAGGIO DEL PIANO DI MITIGAZIONE	198
8.2.1	Ruolo dell'Amministrazione Comunale.....	198
8.3	MONITORAGGIO DEL PIANO DI ADATTAMENTO	199
8.3.1	Ruolo dell'Amministrazione Comunale.....	199
Appendice_Piano di mitigazione.....		201
Appendice_Piano di adattamento		204



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
CAGR	Compound Annual Growth Rate, tasso di crescita annuo composto
CEER	Catasto Energetico Edifici Regionale (Regione Lombardia)
COMO	Covenant of Mayors Office
CURIT	Catasto Unico Regionale degli Impianti Termici (Regione Lombardia)
DdP	Documento di Piano
ETS	Emission Trading Schemes
FER	Fonti Energetiche Rinnovabili
GSE	Gestore Servizi Energetici
ILSPA	Infrastrutture Lombarde Spa
INEMAR	INventario EMISSIONI ARia
Istat	Istituto Nazionale di Statistica
JRC	Joint Research Centre
MEI	Monitoring Emission Inventory
MFR	Maximum Feasible Reduction
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
PGT	Piano di Governo del Territorio
PLIS	Parco Locale di Interesse Sovracomunale
PUGSS	Piano Urbano Generale dei Servizi nel Sottosuolo
PNACC	Piano Nazionale di Adeguamento ai Cambiamenti Climatici
PUM	Piano Urbano della Mobilità
PRIC	Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale
RE	Regolamento Edilizio Comunale
RCP	Representative Concentration Pathways (ad es. RCP8.5 nessuna politica a protezione del clima; nell'RCP4.5 limitate politiche a protezione del clima ...)
SIRENA 20	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
VAS	Valutazione Ambientale Strategica



PREFAZIONE

"E' inutile stabilire se Zenobia sia da classificare tra le città felici o tra quelle infelici. Non è in queste due specie che ha senso dividere le città, ma in altre due: quelle che continuano attraverso gli anni e le mutazioni a dare la loro forma ai desideri e quelle in cui i desideri o riescono a cancellare la città o ne sono cancellati".

Italo Calvino, da "Le città invisibili".

Il Comune di Brescia ha intrapreso il percorso del PAESC, sottoscrivendo nell'agosto 2020 il Patto dei Sindaci, con convinzione.

Questo perché portare avanti questo percorso significa proseguire nella volontà di costruire una Comunità virtuosa che sappia dare risposte ai cittadini con un occhio attento al futuro e alle aspettative delle nuove generazioni nello spirito più autentico del concetto di sviluppo sostenibile, così come declinato nell'Agenda 2030 dell'ONU, in un sapiente equilibrio fra sostenibilità ambientale, sociale ed economica.

Questo è quindi un nuovo passo in avanti per la nostra città che con convinzione sta proseguendo la strada dello sviluppo sostenibile, come declinato all'interno dell'Agenda2030 nei 17 diversi Obbiettivi, con azioni concrete e soprattutto attraverso degli strumenti programmatori di lungo respiro come il PAESC appunto.

Una sensibilità quella di Brescia che viene da lontano ed è stata portata avanti con determinazione e lungimiranza sottoscrivendo ormai quasi venti anni fa la Carta di Aalborg con l'adesione al Coordinamento Agende21 Locali Italiane, di cui oggi ha la presidenza e poi il Patto dei Sindaci, e tradotta in coerenti concrete politiche messe in campo fin dai primi anni 2000 per dare concretezza ai principi di sviluppo sostenibile.

Questo impegno ha prodotto dei frutti importanti e tangibili: una crescita culturale della città e un coinvolgimento convinto di parti importanti del mondo produttivo e del lavoro, delle istituzioni, del terzo settore e del mondo delle associazioni che hanno saputo fare rete e creare le condizioni positive per la nuova sfida rappresentata dal PAESC.

Solo a titolo esemplificativo, vi riporto alcune attività promosse dall'Amministrazione comunale che hanno rappresentato i primi semi che nel tempo hanno dato frutto consentendo di costruire un modello di sviluppo sostenibile della città.

Azioni allora pionieristiche nell'ambito dell'Agenda 21 con politiche rivolte a vari ambiti, che nel tempo si sono consolidate con risultati virtuosi:



- *Mobilità sostenibile;*
- *Economia circolare e gestione dei rifiuti;*
- *Appalti verdi (GPP);*
- *Digitalizzazione dei servizi e contrasto al digital divide;*
- *Solidarietà e inclusione sociale;*
- *Efficienza e risparmio energetico;*
- *Tutela e valorizzazione degli habitat e degli ecosistemi urbani e periurbani con potenziamento degli ambienti naturali e della rete ecologica;*
- *Promozione di stili di vita sostenibili.*

Da ricordare anche l'impegno assunto dal Consiglio Comunale con l'approvazione della Mozione sull'Emergenza Climatica nel settembre 2019: impegno che è stato fatto proprio dal nostro PAESC andando ad alzare l'asticella rispetto al valore del 40% previsto dal Piano in termini di riduzioni emissive e portando l'obiettivo della riduzione delle emissioni di CO₂ pro-capite al 50% al 2030, rispetto alle emissioni del 2010 per il nostro Comune.

Il Documento che presentiamo è, per concludere, non un libro dei sogni, ma uno strumento che si misura concretamente con quelle che sono le forze e le risorse che l'Amministrazione può e ha deciso di mettere in campo su una tematica, quella della sostenibilità che ritiene prioritaria.

Queste quindi le premesse che con concretezza e convinzione sono state poste per giungere oggi alla costruzione di un PAESC sfidante e ambizioso che, attraverso i piani di mitigazione e adattamento, vuole dare una risposta a livello locale al Patto dei Sindaci in un'ottica di rete con le altre municipalità, contribuendo, nel contempo, al raggiungimento degli obiettivi dell'Agenda 2030 dell'ONU.

Assessore Miriam Cominelli



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 ad inizio 2020 conta quasi 10'000 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 CO₂ 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 CO₂ (dal 20% al 40%). 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. Come riportato nello schema sotto, il nuovo PAESC prevede due elementi centrali ed uno trasversale di efficienza energetica e di incremento dell'uso delle fonti rinnovabili:

1. la **mitigazione** (obiettivo già presente nel PAES) - la riduzione delle emissioni di CO₂ (decarbonizzazione dei territori);
2. l'**adattamento** (nuovo obiettivo del PAESC) - la riduzione dei rischi legati ai cambiamenti climatici.



Figura 0-1: la finalità del PAESC (fonte: Linee guida per la stesura del PAESC)

Gli impegni e la visione dei firmatari



Lavorare insieme a una visione condivisa per il 2050

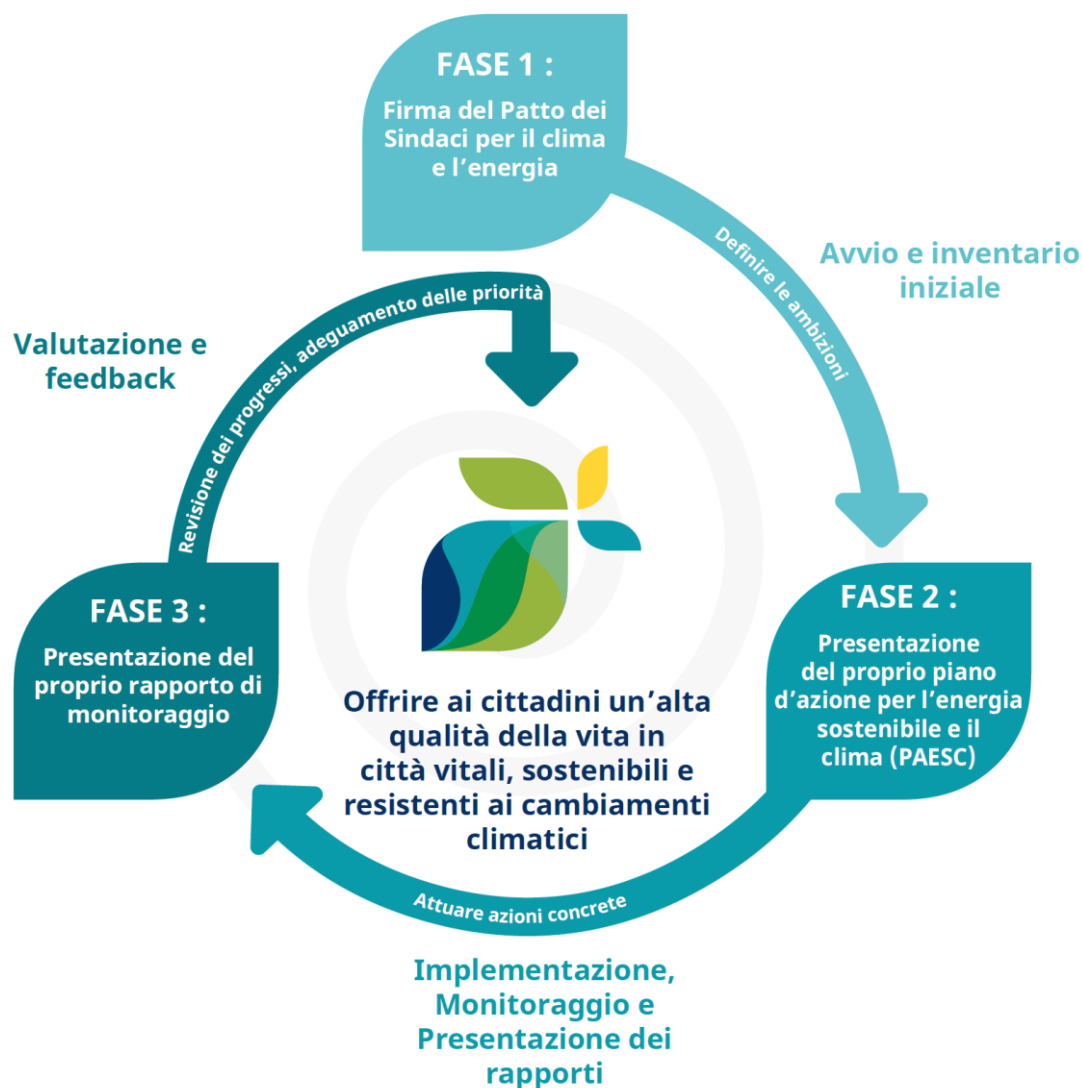


Di seguito si riporta lo schema presente nelle “Linee Guida per la stesura del PAESC” che restituisce le fasi principali del percorso di definizione dello stesso, che prevede tre passaggi:

- **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 4 anni dall'approvazione del PAESC il “Resoconto Completo del Monitoraggio” a 6 anni dall'inizio del processo.



Figura 0-2: iter di approvazione del PAESC (fonte: Linee guida per la stesura del PAESC)



Il documento di PAESC comprende tre principali parti di seguito brevemente descritte (per maggiori approfondimenti si rimanda ai capitoli successivi): l'inventario comunale dei consumi energetici e delle emissioni di CO₂ (BEI - Baseline Emission Inventory), comprendente il quadro dei rischi e delle vulnerabilità a cui è soggetto il territorio comunale, il Piano di Azione per la decarbonizzazione e il Piano di Azione per l'adattamento.

0.1.1 Il Baseline Emission Inventory (BEI)

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, ...). Il bilancio dei consumi è stimato per l'anno di riferimento concordato all'anno 2010; si rimanda al paragrafo 2.1.1 per approfondimenti sulle ragioni di tale scelta.



Nel BEI (Baseline Emission Inventory) e nell'eventuale MEI (Monitoring Emission Inventory) è stimata la produzione elettrica e termica da fonti rinnovabili e di conseguenza sulla base dei fattori di emissione IPCC (Inter-governmental Panel for Climate Change) si ricostruisce il bilancio delle emissioni comunali di CO₂. Nel caso specifico del Comune di Brescia c'è un approfondimento sul fattore delle emissioni del calore distribuito dal teleriscaldamento.

Infine, sulla base degli sviluppi territoriali ed insediativi previsti dal Piano di Governo del Territorio (PGT) e delle dinamiche socio-economiche, si definisce uno scenario "business as usual" che consente di stimare l'obiettivo di riduzione delle emissioni del PAESC: tutte le ipotesi procapite/assoluto, con e senza l'industria, sono valutate in modo da dare tutto lo spettro delle possibili scelte.

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 ha come obiettivo minimo la riduzione del 40% al 2030 delle emissioni di CO₂ (procapite o assolute, includendo o meno la parte dell'industria non ETS) rispetto a quelle dell'anno di riferimento del BEI. 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 per esistente e di nuova edificazione e sono articolate in azioni specifiche le quali sono approfondite in specifiche schede qualitative e quantitative. Per ciascuna azione attraverso il software CO₂₀ (sviluppato a TerrAria Srl e messo a disposizione del Comune di Brescia – www.co20.it) 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, un costo approssimativo dell'azione per l'Amministrazione Comunale o per il privato che l'intraprenda ed il tempo di ritorno.

Viene data particolare enfasi all'approfondimento delle tematiche relative al settore pubblico ovvero patrimonio immobiliare pubblico di proprietà comunale, illuminazione pubblica, parco auto comunale e trasporti pubblici, ove gli Enti Locali possono maggiormente incidere.

0.1.3 Il Piano d'Azione per l'Adattamento

Nello specifico per quanto riguarda l'obiettivo di adattamento ai cambiamenti climatici, il PAESC ragiona in termini di riduzione del rischio cui i territori sono esposti in ragione della loro vulnerabilità, grazie alle azioni di adattamento al rischio futuro legato ai cambiamenti climatici. Per la definizione dei rischi in termini di impatti (es. idrogeologico, incendi boschivi ...) e di vulnerabilità (urbanizzato, edifici sensibili ...) si fa riferimento ai Piani di Emergenza Comunale messi a disposizione dall'AC. Per la valutazione di come questo rischio possa modificarsi a causa del cambiamento climatico, si fa riferimento alle serie storiche di dati meteorologici della banca dati SCIA (Sistema nazionale per la raccolta, l'elaborazione e la diffusione di dati Climatologici di Interesse Ambientale) di ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale), mentre per le serie storiche previste di dati meteorologici, alle simulazioni modellistiche dell'IPCC nell'ambito territoriale di interesse.



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

La Delibera n.60 del 19 giugno 2020 il Consiglio Comunale ha stabilito di aderire al Covenant of Mayors (Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia) e il Sindaco di Brescia ha sottoscritto il Patto in data 6 agosto 2020 impegnandosi a predisporre il PAESC per raggiungere l'obiettivo di:

- ridurre di almeno il 50% delle emissioni di CO₂ 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;
- accrescere la loro resilienza adattandoci 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.

Dalla data di sottoscrizione del Patto dei Sindaci la Comunità Europea impone entro 2 anni la presentazione del PAESC, da cui poi scattano poi le tempistiche del Monitoraggio sulle azioni entro 2 anni ed entro 4 anni dall'approvazione del PAESC il "Resoconto Completo del Monitoraggio".

0.3 PERCORSO LOGICO

Il percorso di determinazione delle scelte di Piano è articolato in passaggi successivi e consequenziali, frutto delle interlocuzioni dei soggetti cointeressati alle opportunità che lo stesso definisce.

Il percorso di costruzione del PAESC di Brescia passa attraverso le seguenti fasi:

CONTESTUALIZZAZIONE

Analisi di inquadramento territoriale e socioeconomico dell'ambito di riferimento.

BASELINE

Analisi del bilancio energetico comunale al 2010 ed il conseguente inventario delle emissioni di gas serra a livello comunale; analisi degli impatti e della vulnerabilità del territorio ad oggi e conseguente definizione dei rischi.

VISION

Costruzione collettiva di una vision territoriale in campo energetico e dell'adattamento.

OBIETTIVI, STRATEGIE e AZIONI DI PIANO

L'obiettivo e le strategie di Piano (AZIONE per la MITIGAZIONE e per l'ADATTAMENTO) sono finalizzate a indirizzare le azioni che permettano di orientare l'obiettivo di riduzione del 40% delle emissioni di CO₂ rispetto a quelli dell'anno di riferimento (2010) al 2030.



SCHEDE DELLE AZIONI

Il passaggio finale di questo percorso è rappresentato dalla elaborazione delle schede qualitative e quantitative di ogni singola azione.

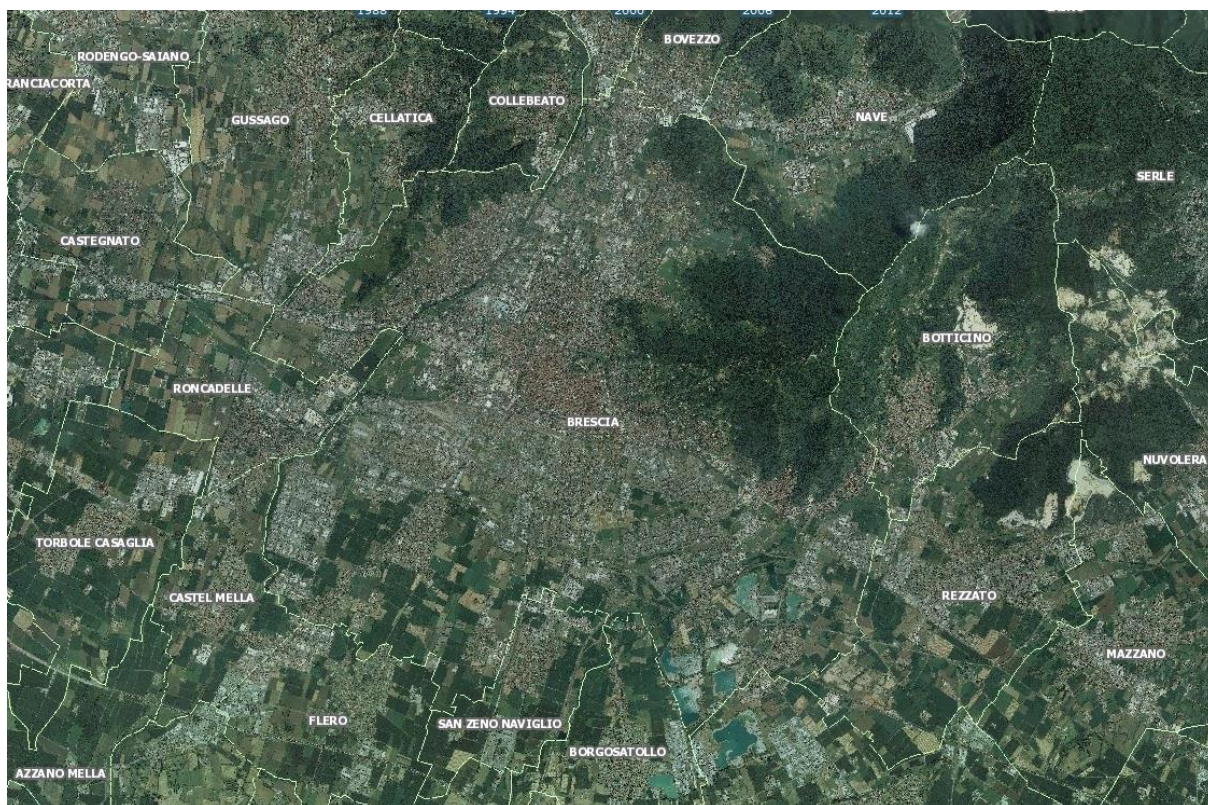


1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

1.1 SISTEMI DELL'AMBITO

La superficie complessiva del Comune di Brescia è pari a 90.34 chilometri quadrati e si distribuisce in corrispondenza dell'immissione del Fiume Mella nell'alta pianura lombarda. L'altitudine minima è di 104 metri s.l.m. (a sud di Folzano) e la massima di 874 metri (Monte Maddalena). I comuni confinanti da nord a sud e in senso orario sono: Bovezzo, Nave, Botticino, Rezzato, Castenedolo, Borgosatollo, San Zeno Naviglio, Flero, Castel Mella, Roncadelle, Gussago, Cellatica e Collebeato.

Figura 1-1: foto aerea del Comune di Brescia (fonte: Geoportale nazionale)



Gli ambiti morfologici principali sono rappresentati da:

- Fondovalle del fiume Mella, con andamento pianeggiante. Si caratterizza per una densa urbanizzazione ad eccezione di alcune aree agricole poste a sud dell'autostrada Milano-Venezia, e delle aree estrattive localizzate nella porzione sud-orientale;
- Fascia di raccordo tra i versanti montuosi e il fondovalle. Presenta un'acclività variabile e terrazzamenti antropici, spesso urbanizzati;

- ↳ Versanti montuosi. A nord-est sono rappresentati dal rilievo del Monte Maddalena, e a nord-ovest da quelli dei monti Ratto e Picastello fino al Colle della Badia, separati dal corso del Fiume Mella.

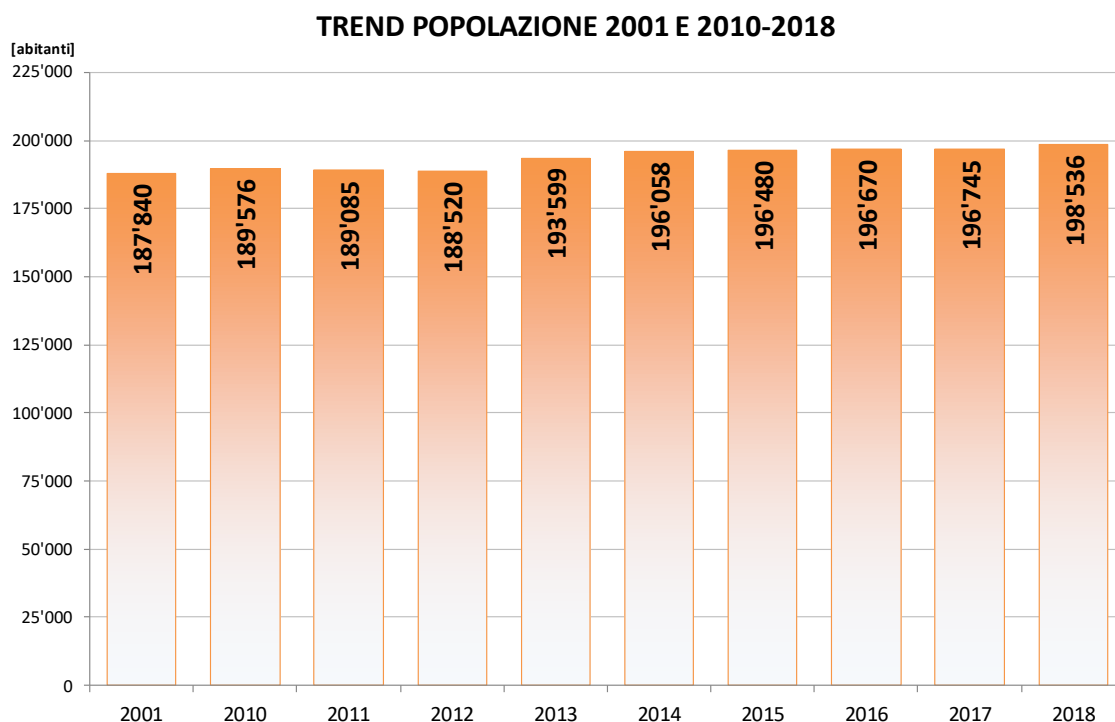
L'origine della vasta zona pianeggiante va ricondotta ai depositi fluviali e fluvioglaciali trasportati dai corsi d'acqua, in particolare dal Fiume Mella. Il conoide alluvionale del Mella si unisce nella porzione orientale del territorio ai depositi fluvioglaciali del conoide del Fiume Chiese, composto in prevalenza da depositi grossolani ghiaiosi e sabbiosi, a tratti limosi.

1.2 ASPETTI SOCIOECONOMICI

1.2.1 La popolazione

Nella figura che segue si riporta il numero di abitanti del comune di Brescia nel 2001 e dal 2010 al 2018 (fonte dati: Istat): tra il 2001 e il 2010 la popolazione si mantiene piuttosto stabile, con una crescita complessiva inferiore all'1% (+0.1% annuo circa), mentre tra il 2010 e il 2018 l'aumento demografico risulta essere più netto (+4.7%), con un tasso di crescita medio annuo dello 0.6% annuo. Tuttavia, si evidenzia che tra il 2010 e il 2012 il numero di residenti risulta calato di circa 1'000 unità (-0.5% in 2 anni) mentre nel periodo successivo la popolazione risulta sempre in crescita, in particolar modo tra il 2012 e il 2014 (+4% in due anni).

Figura 1-2: popolazione residente nel comune di Brescia, dati al 2001 e dal 2010 al 2018 (fonte: Istat)



Considerando l'intero periodo 2001-2018 si osserva un aumento della popolazione del 5.7%, pari allo 0.3% annuo, che porta ad un CAGR (Compound Annual Growth Rate) pari a 0.33%; considerando invece il periodo 2010-2018 il tasso annuo di crescita composto risulta pari a 0.61%.



1.2.2 La caratterizzazione dell'edificato residenziale

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

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 54% circa degli edifici totali. Quasi il 40% degli edifici risulta costruito negli anni '60 e '70; seguono gli edifici costruiti prima del 1946 (29%) mentre gli edifici costruiti in epoca recente (2002-2011) sono inferiori all'1%.

Tabella 1-1: numero di edifici e abitazioni per tipologia ed epoca costruttiva presenti nel comune di Brescia al 2011 (fonte: Istat – nostra elaborazione)

NUMERO DI ABITAZIONI								
Tipologia di edificio	Epoca di costruzione						TOTALE	Totale [%]
	Fino 1945	Dal 1946 al 1961	Dal 1962 al 1981	Dal 1982 al 1991	Dal 1992 al 2001	Dal 2002 al 2011		
Numero di piani <= 2	6'979	6'579	11'357	1'453	1'465	438	28'272	29%
Numero di piani > 2	17'338	16'342	28'213	3'611	3'640	1'088	70'231	71%
TOTALE	24'317	22'921	39'570	5'064	5'105	1'526	98'503	100%
Totale [%]	25%	23%	40%	5%	5%	2%	100%	

EDIFICI	
TOTALE	Totale [%]
7'478	46%
8'865	54%
16'343	100%

EDIFICI	TOTALE	4'705	3'988	6'180	646	684	140	16'343
	Totale [%]	29%	24%	38%	4%	4%	1%	100%

Considerando i dati relativi alle abitazioni riportati nella tabella precedente, elaborati a partire dalla distribuzione del numero di abitazioni per epoca e dalla tabella che riporta il numero di edifici per numero di piani fornite da Istat, si riscontra un maggior peso delle abitazioni in edifici con numero di piani superiore a 2 (71% del totale) mentre, in termini di epoca di costruzione, la situazione analizzata è simile a quella già discussa in termini di edifici, seppur con una incidenza leggermente maggiore delle abitazioni in edifici di epoca recente. Analizzando il dato relativo al numero medio di abitazioni per edificio, è infatti possibile riscontrare che negli edifici costruiti tra il 2002 e il 2011 sono presenti in media circa 11 abitazioni per edificio, pari quasi al doppio rispetto al numero di abitazioni medio negli edifici costruiti fino agli anni '70.

La Tabella 1-2 restituisce i consumi energetici stimati per tipologia ed epoca costruttiva. Tale suddivisione risulta di particolare rilevanza ai fini dell'analisi energetica, in quanto solamente alla fine degli anni '70 sono entrate in vigore le prime leggi con prescrizioni di efficienza e risparmio energetico. I consumi residenziali riportati nel BEI (cfr. paragrafo 2.5.1), con esclusione del vettore elettrico, sono stati distribuiti nelle differenti epoche costruttive sulla base dei consumi specifici lombardi riportati in Tabella 1-3.



Tabella 1-2: consumi energetici (in MWh) stimati per tipologia ed epoca costruttiva nel comune di Brescia (fonte: Istat, BEI 2010 – nostra elaborazione)

CONSUMI BEI 2010 [MWh]								
Tipologia di edificio	Epoca di costruzione						TOTALE	Totale [%]
	Fino 1945	Dal 1946 al 1961	Dal 1962 al 1981	Dal 1982 al 1991	Dal 1992 al 2001	Dal 2002 al 2011		
Numero di piani ≤ 2	141'268	109'770	159'716	16'458	15'684	4'432	447'328	32%
Numero di piani > 2	292'661	230'480	337'043	34'678	33'100	9'368	937'329	68%
TOTALE	433'929	340'249	496'760	51'135	48'784	13'800	1'384'657	100%
Totale [%]	31%	25%	36%	4%	4%	1%	100%	

Dei circa 1'400 GWh di consumi termici annui del settore residenziale nel comune di Brescia, il 92% circa è attribuibile a edifici che risultano costruiti precedentemente al 1982 e, in particolare, più di un terzo risulta assegnato agli edifici costruiti negli anni '60 e '70. Si evidenzia, inoltre, che i consumi sono attribuibili principalmente agli edifici con numero di piani superiore a 2 (68%).

Tabella 1-3: consumi specifici lombardi (in kWh/mq per anno) per tipologia ed epoca costruttiva (fonte: ARPA, Punti Energia)

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

Il consumo medio specifico per superficie nel comune di Brescia, calcolato a partire dai consumi termici al 2010 e dal dato di superficie determinato sulla base dei dati Istat al 2011, è pari a 146 kWh/mq, valore decisamente inferiore rispetto a quello regionale: il consumo medio specifico in Lombardia è infatti pari a 211 kWh/mq.

Relativamente alla disponibilità di servizi (Tabella 1-4) e in particolare alla tipologia impiantistica per la climatizzazione invernale, dal censimento Istat è possibile stimare che poco più della metà delle abitazioni riscaldate da impianti fissi dispone di impianto autonomo; si evidenzia inoltre che nel 74% 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 1-4: numero di abitazioni per disponibilità di servizi nel comune di Brescia al 2011 (fonte: ISTAT – nostra elaborazione)

ABITAZIONI OCCUPATE RISCALDATE				ABITAZIONI OCCUPATE CON ACQUA CALDA SANITARIA			
Anno	Da impianto autonomo	Da impianto centralizzato	TOTALE *	Anno	Impianto unico (riscald. + acs)	Impianto acs separato **	TOTALE
2011	43'668	39'884	83'552	2011	62'036	21'327	83'363
Totale [%]	52%	48%	100%	Totale [%]	74%	26%	100%

*: totale delle abitazioni occupate riscaldate da impianti fissi.

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

In base al censimento Istat al 2011 si individua che sono presenti sul territorio di Brescia oltre 59'000 impianti di riscaldamento di cui circa il 13% risulta essere centralizzato.

Tabella 1-5: stima del numero di impianti di riscaldamento fissi per tipologia nel comune di Brescia al 2011 (fonte: Istat – nostra elaborazione)

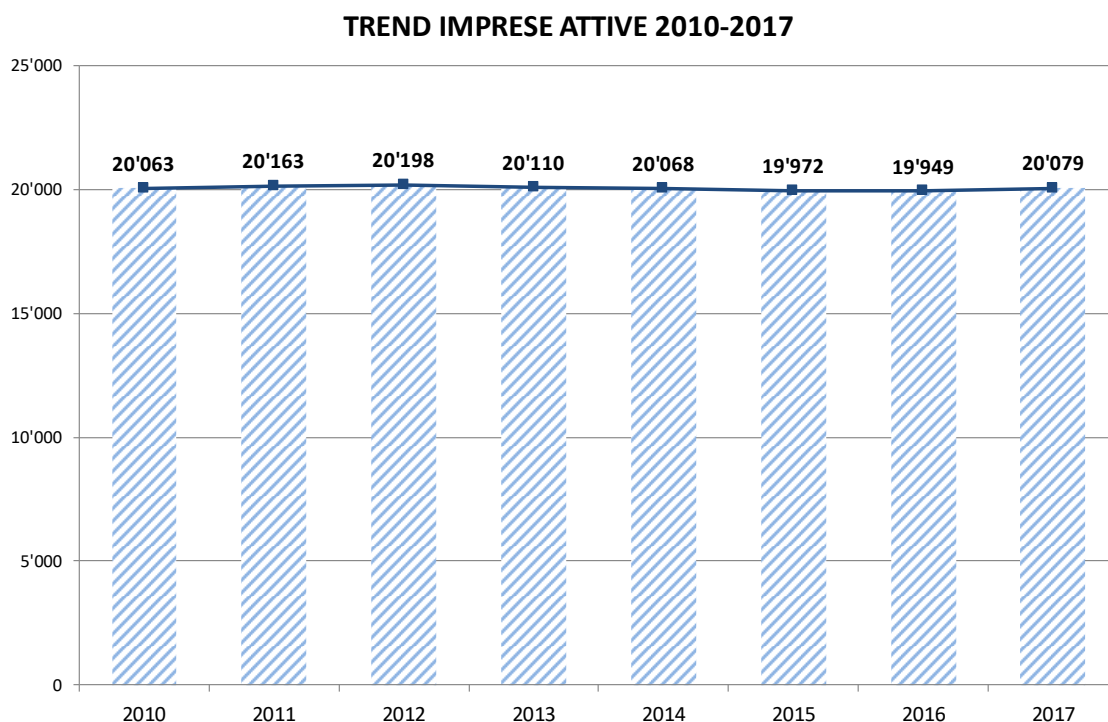
IMPIANTI DI RISCALDAMENTO		
Anno	Autonomi	Centralizzati
2011	51'482	7'801

1.2.3 Gli addetti e le attività terziarie-industriali

In Figura 1-3 si mostra l'evoluzione delle imprese attive per categoria nel comune tra il 2010 e il 2017: si osserva una sostanziale stabilità, sebbene sia possibile notare come tra il 2010 e il 2012 il numero di imprese risulti essere in leggero aumento, arrivando a 20'198 unità (+0.6% in 2 anni), mentre tra il 2012 e il 2016 si registra un calo graduale (-1.2% in 4 anni), parzialmente recuperato nel 2017 (+0.6% in 1 anno).



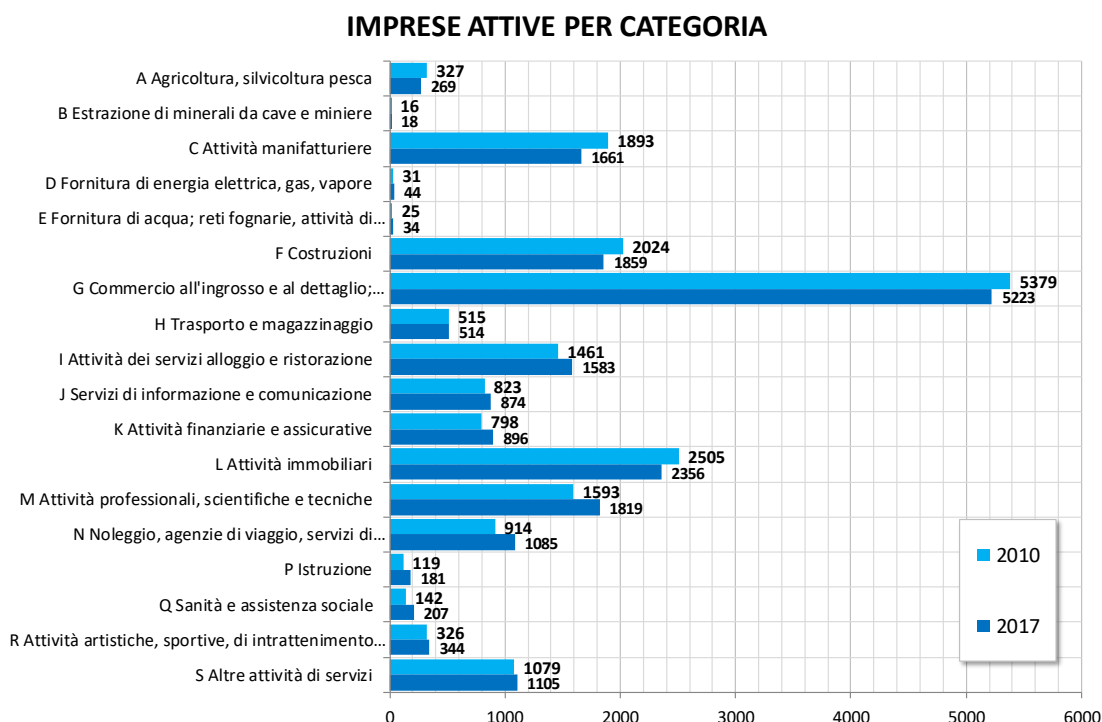
Figura 1-3: andamento del numero complessivo di imprese attive nel comune di Brescia tra il 2010 e il 2017 (fonte: InfoCamere, ASR)



Analizzando l'andamento del numero di imprese attive per sezione di attività economica (Figura 1-4) si può osservare come per alcune categorie si siano effettivamente verificate riduzioni significative. In particolare, per le "Attività manifatturiere" si riscontra un calo del 12.3% in 7 anni (232 imprese in meno), per la categoria "Costruzioni" si registra un calo dell'8.2% (pari a 165 unità), nel settore "Commercio all'ingrosso e al dettaglio" si osserva una riduzione del 2.9% (165 imprese in meno) ed, infine, si segnala la riduzione del numero di attività immobiliari (-5.9%, corrispondente a 149 unità).

Al contrario, si rilevano aumenti significativi nel numero di "Attività professionali, scientifiche e tecniche" (+14%, pari a 226 unità), nel numero di imprese appartenenti alla categoria "Noleggio, agenzie di viaggio, servizi di supporto alle imprese" (+19%, pari a 171 imprese), nelle "Attività finanziarie e assicurative" (+12%, corrispondente a 98 unità) e nelle "Attività dei servizi di alloggio e ristorazione" (+8%, pari a 122 imprese).

Figura 1-4: imprese attive per sezione di attività economica nel comune di Brescia al 2010 e al 2017 (fonte: InfoCamere, ASR)

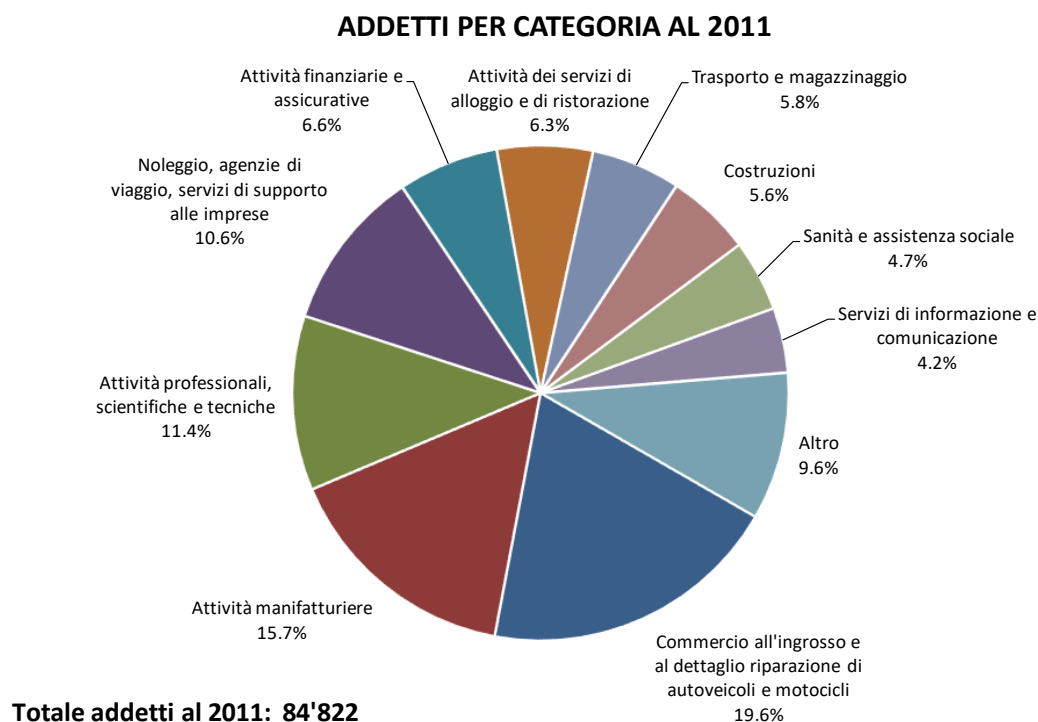


Nella figura seguente si rappresentano gli addetti suddivisi per categoria nel comune di Brescia. I dati sono relativi al censimento Istat del 2011. Si può notare come circa un quinto degli addetti sia impiegato nel commercio all'ingrosso e al dettaglio (16'648 addetti); seguono gli addetti impiegati nelle attività manifatturiere (13'298 addetti, corrispondente al 16%), quelli delle attività professionali, scientifiche e tecniche (9'665 addetti, pari all'11%) e, infine, gli addetti impiegati nella categoria "Noleggio, agenzie di viaggio e servizi di supporto alle imprese" (8'968 unità, pari all'11%).

Nel 2011 il numero di addetti locali era pari al 45% della popolazione.



Figura 1-5: addetti per categoria nel comune di Brescia, dati del 2011 (fonte: Istat)



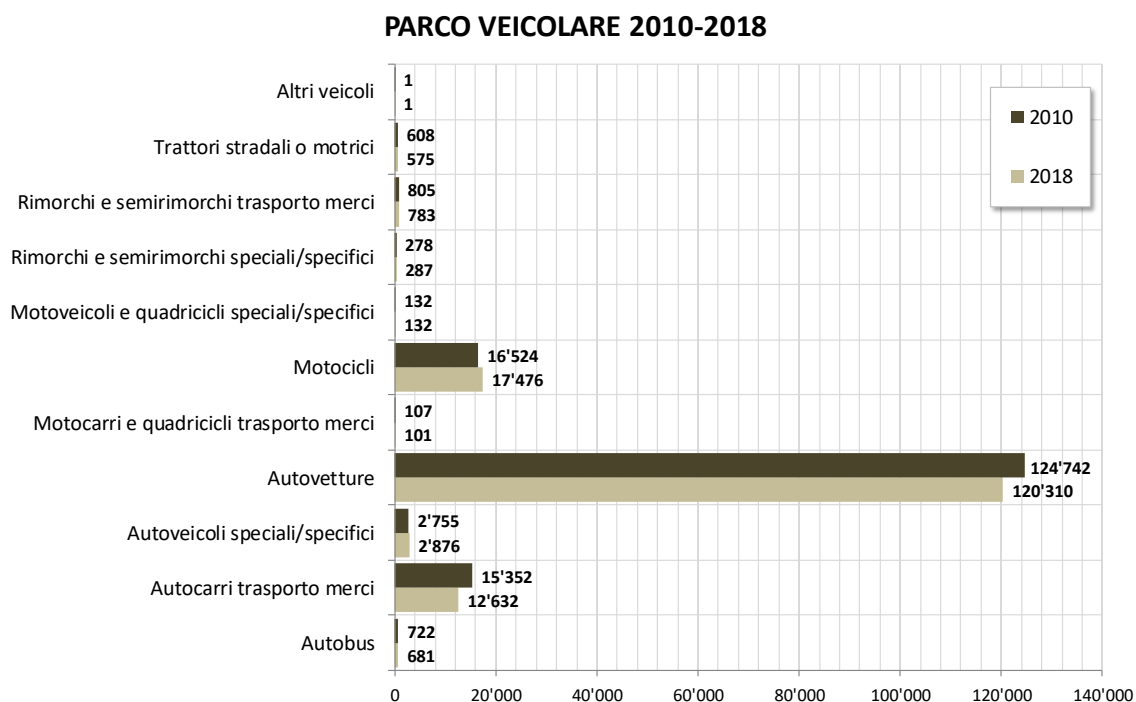
1.2.4 Il parco veicolare

In Figura 1-6 si mostra il parco veicolare per categoria nel comune di Brescia e la sua evoluzione tra il 2010 e il 2018. Dal grafico si evince che negli ultimi 8 anni il parco veicolare ha subito una leggera flessione (pari al 3.8%), per un totale di 6'172 veicoli in meno. Analizzando le diverse categorie di veicoli, è possibile osservare una variazione simile nel numero di autovetture, che rappresentano il 77% dei veicoli circolanti e risultano calate del 3.6% complessivamente (4'432 autoveicoli in meno), mentre i motocicli (pari al 10-11% dei veicoli) risultano in crescita del 6% circa (952 veicoli in più); relativamente ai veicoli commerciali, si riscontra un calo del 18% degli autocarri adibiti al trasporto merci (2'720 mezzi in meno), categoria che rappresenta l'8-9% dei veicoli circolanti.

Il numero di automobili per abitante nel comune di Brescia cala leggermente tra il 2010 e il 2018, passando da 0.66 a 0.61 autovetture per abitante: il dato comunale al 2010 risulta superiore sia al valore medio provinciale che a quello regionale, entrambi pari a 0.59 automobili per abitante; per quanto riguarda il dato al 2018, il valore comunale risulta invece in linea con la media regionale e leggermente inferiore alla media provinciale (pari a 0.63 automobili per abitante).



Figura 1-6: parco veicolare per categoria nel comune di Brescia, dati al 2010e al 2018 (fonte: ACI)

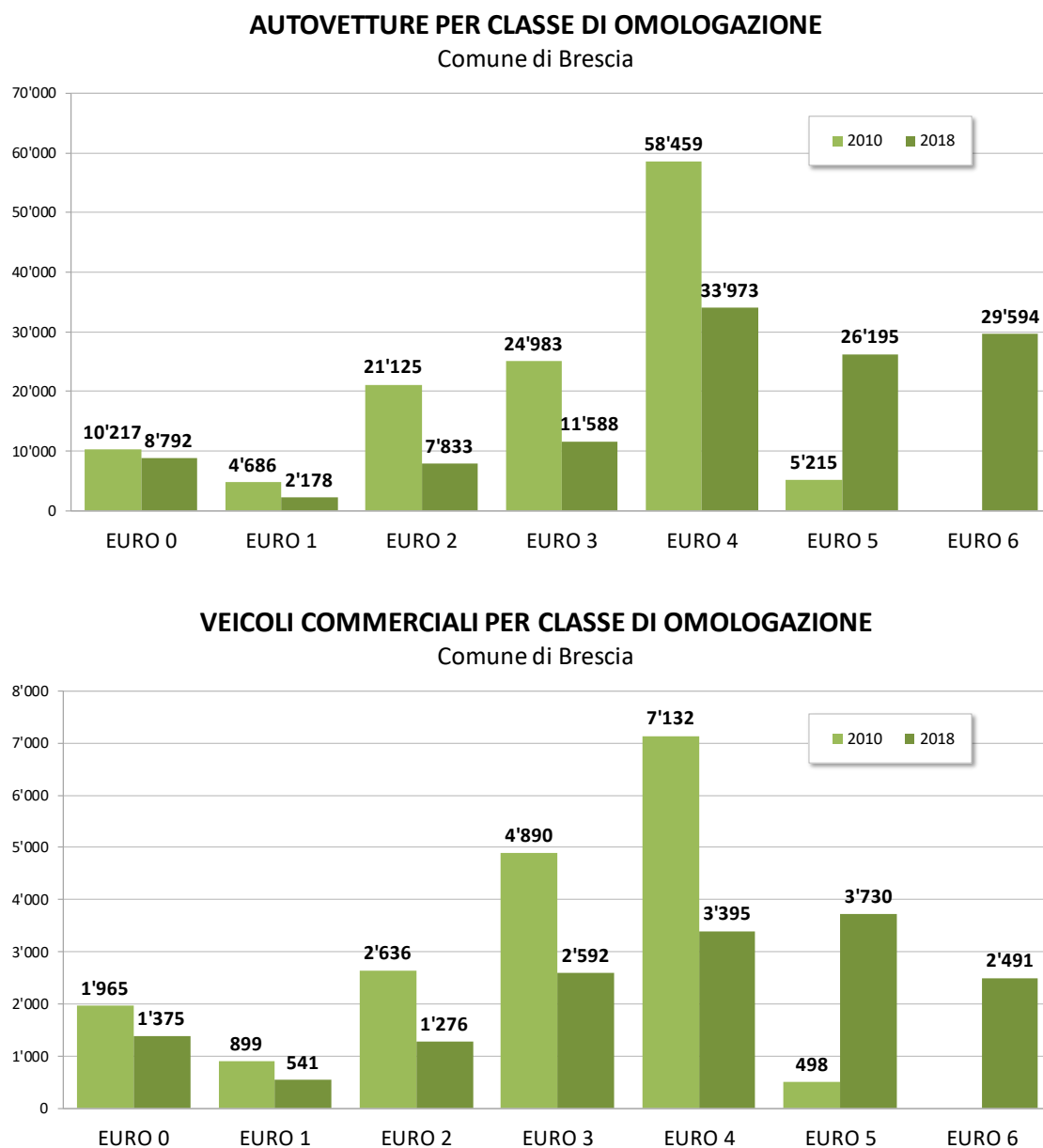


Analizzando i dati disponibili relativi al numero di autovetture e veicoli commerciali (leggeri e pesanti) per classe di omologazione (vedi Figura 1-7), è possibile osservare come sia cambiato in 8 anni il parco veicoli nel comune di Brescia. In particolare, per quanto riguarda le autovetture, tra il 2010 e il 2018 si osserva un sostanziale dimezzamento del numero di veicoli appartenenti alle classi Euro 1, 2, 3 e 4, a fronte di un aumento pari a 4 volte dei veicoli Euro 5 e alla comparsa degli autoveicoli Euro 6. Se nel 2010 le autovetture ante-Euro 5 rappresentavano il 96% del parco automobilistico comunale, nel 2018 il 46% delle automobili risultano omologate in classe Euro 5 o Euro 6.

Una situazione simile è riscontrabile analizzando i dati relativi ai veicoli commerciali, i cui dati vengono forniti dall'ACI come somma di veicoli leggeri e veicoli pesanti. Nonostante i veicoli di tale categoria risultino mediamente più obsoleti rispetto alle autovetture, è interessante osservare come il numero di mezzi appartenenti alla classe di omologazione Euro 5 sia aumentato in 8 anni di 6.5 volte circa, arrivando a rappresentare circa un quarto dei mezzi commerciali attualmente circolanti.



Figura 1-7: autovetture e veicoli commerciali (leggeri e pesanti) per classe di omologazione nel comune di Brescia, dati al 2010 e al 2018 (fonte: ACI)



Nella successiva Figura 1-8 e in Figura 1-9 si riporta invece il numero di veicoli immatricolati al 2010 e al 2018 in provincia di Brescia, suddivisi per categoria veicolare, alimentazione e per classe di omologazione: l'analisi di tali dati permette di integrare le precedenti considerazioni valutando i cambiamenti registrati da ACI anche dal punto di vista dei carburanti utilizzati. In particolare, è possibile osservare che il numero di autoveicoli a benzina è calato dell'8% circa a fronte di un aumento degli autoveicoli a gasolio pari al 19% circa; le automobili a metano/GPL rappresentano ancora solo il 9% degli autoveicoli circolanti al 2018, nonostante il loro numero sia aumentato del 40% in 8 anni, mentre l'1% degli autoveicoli è di tipo elettrico o ibrido (categoria di autoveicoli non presente al 2010).



Figura 1-8: parco veicolare per classe di omologazione e categoria in provincia di Brescia al 2010 (fonte: ACI)

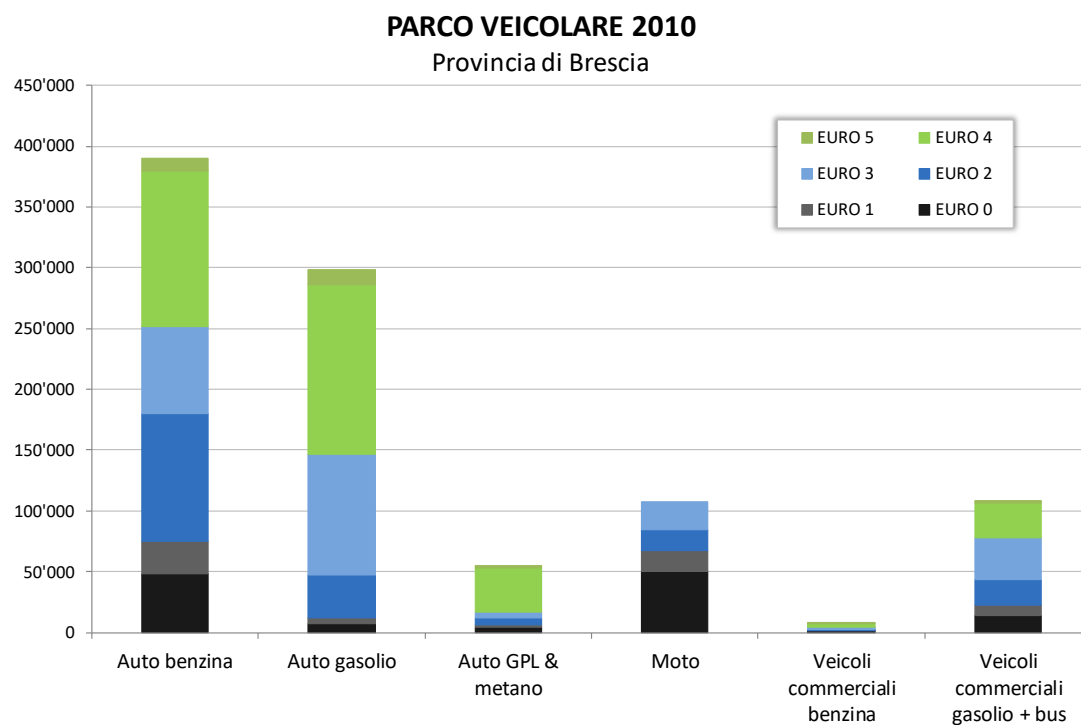
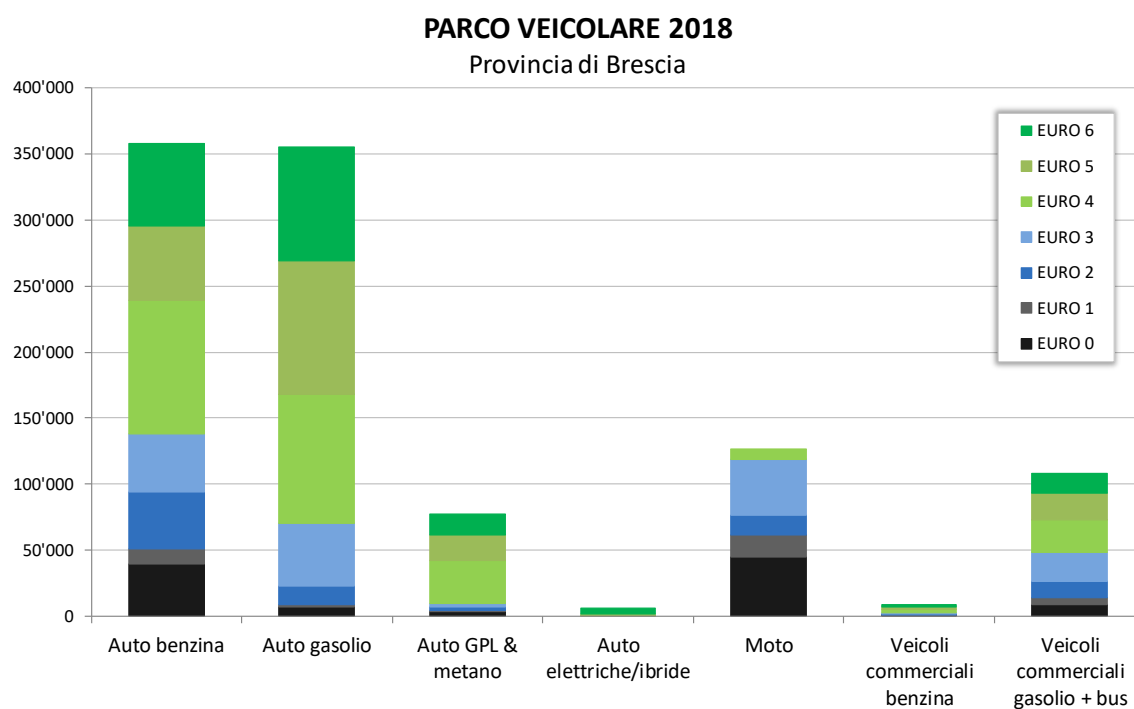


Figura 1-9: parco veicolare per classe di omologazione e categoria in provincia di Brescia al 2018 (fonte: ACI)

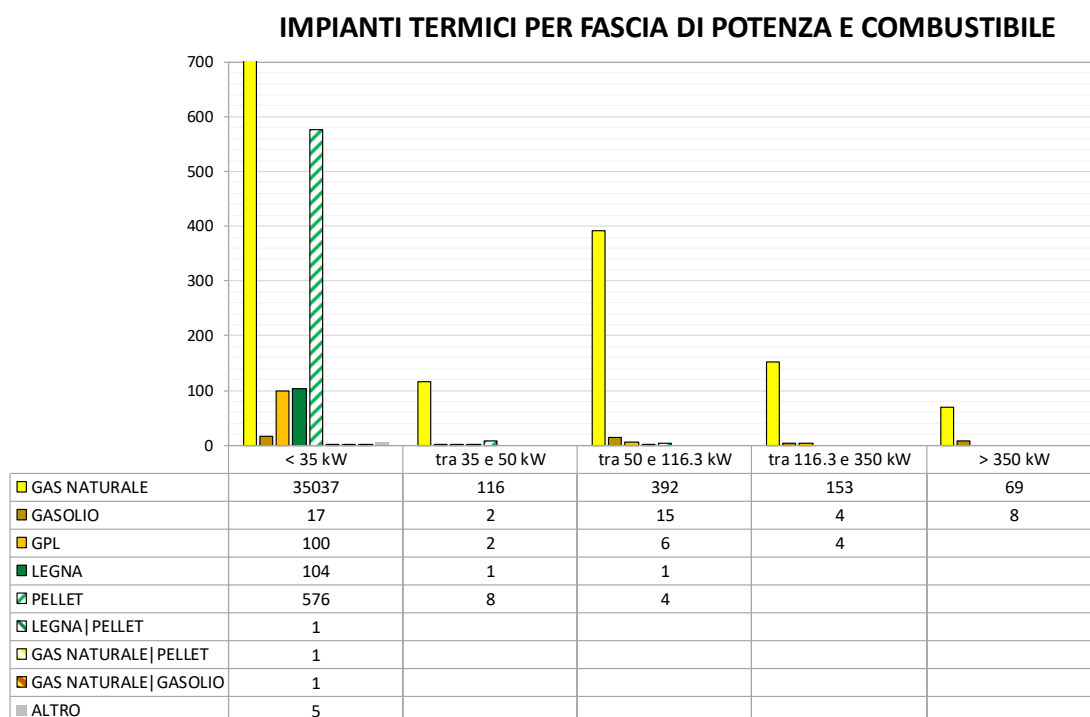


1.3 ANALISI DELLE BANCHE DATI RILEVANTI IN MATERIA DI ENERGIA

1.3.1 I dati relativi agli impianti termici

Come ulteriore approfondimento, sono stati analizzati i dati presenti nel CURIT (Catasto Unico Regionale degli Impianti Termici) di Regione Lombardia, banca dati istituita nel 2008 per raccogliere e gestire i dati relativi a tutti gli impianti termici presenti sul territorio regionale, che permette quindi di monitorare l'evoluzione del parco impianti termici regionale, a servizio degli edifici residenziali e terziari, sia in termini di consistenza che di prestazioni energetiche ed ambientali. Si precisa che i dati presenti in tale catasto vengono forniti dagli installatori/manutentori degli impianti termici contestualmente alla compilazione del libretto di impianto, obbligatorio per tutti gli impianti di climatizzazione invernale e/o estiva, compresi pertanto quelli alimentati a biomassa, le sottostazioni di teleriscaldamento, gli impianti di climatizzazione estiva con potenza termica >12 kW (cfr. D.G.R. X/3965 del 2015). Questa modalità di raccolta dei dati comporta conseguentemente diversi livelli di accuratezza degli stessi; tale aspetto, unito ad eventuali inosservanze degli obblighi normativi, porta alla definizione di una banca dati non sufficientemente affidabile ai fini statistici. A causa di ciò ed in ragione delle differenti caratteristiche, gli impianti di teleriscaldamento risultano ampiamente sottostimati e pertanto sono stati esclusi dalle analisi che seguono.

Figura 1-10: numero di impianti che effettuano il servizio di climatizzazione invernale (escluse le sottostazioni di teleriscaldamento) per fascia di potenza e combustibile nel comune di Brescia (fonte: CURIT – nostra elaborazione) – l'asse delle ordinate è limitato a 700 impianti con conseguente sfioramento degli impianti a gas naturale



In particolare, in Figura 1-10 si mostra la numerosità degli impianti termici presenti nel comune di Brescia per fascia di potenza e combustibile registrati sul CURIT, fatta salva l'esclusione degli impianti



della rete di teleriscaldamento. Dalla tabella riportata nel grafico precedente, appare evidente come tra gli impianti caratterizzati da potenza inferiore a 35 kW prevalgano nettamente gli impianti alimentati con gas naturale (98%) seguiti dagli impianti alimentati a pellet (2%); per le fasce di potenza superiori è possibile notare un peso sempre maggiore degli impianti alimentati a gasolio, che arrivano a rappresentare il 10% degli impianti caratterizzati da potenza superiore a 350 kW.

Effettuando i debiti confronti con i dati relativi al numero di clienti/utenze forniti dal distributore locale di gas naturale (cfr. paragrafo 2.3.6), appare evidente come la banca dati CURIT sia caratterizzata da una copertura totale dei piccoli impianti autonomi (nel dettaglio in CURIT risultano oltre 35'000 impianti sotto ai 35 kW destinati alla climatizzazione invernale contro 32'747 clienti finali nella categoria "C3 Riscaldamento + uso cottura cubi e/o produzione di acqua calda sanitaria").

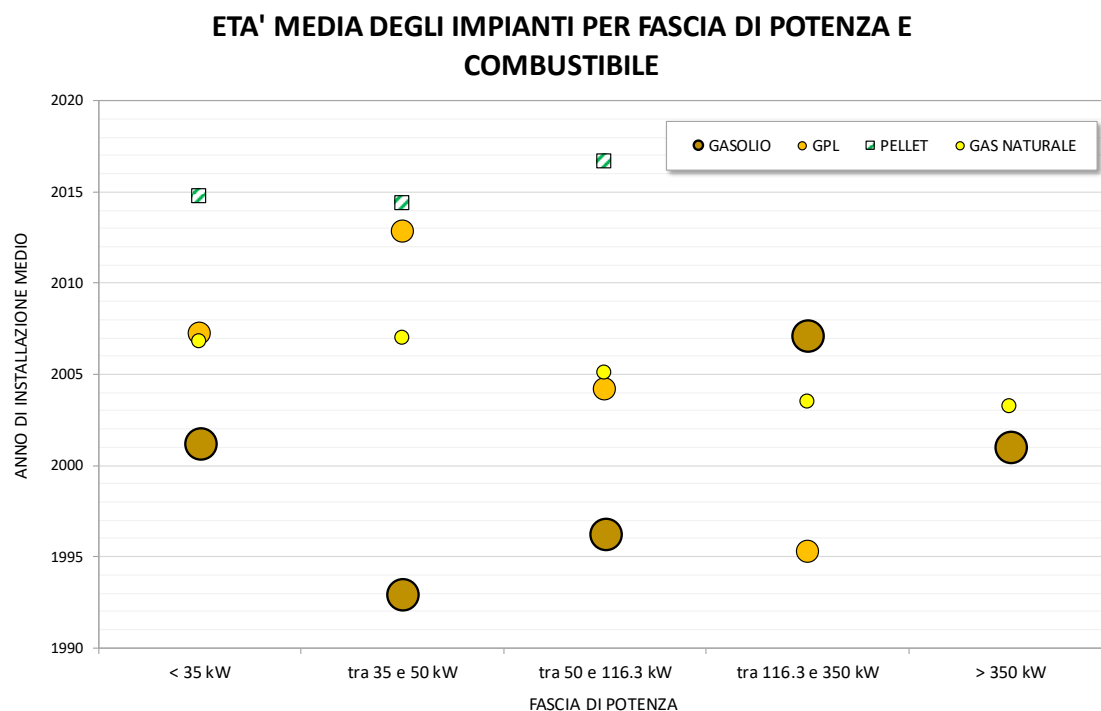
Considerando le destinazioni d'uso degli edifici in cui gli impianti censiti risultano installati è possibile osservare come il 96% degli impianti sia installato in ambito residenziale, per una potenza pari al 90% della potenza complessiva installata nel comune di Brescia

Gli impianti a gasolio risultano essere solamente 46 su 36'627 impianti censiti ma rappresentano da soli il 2% circa della potenza installata (pari a 16.6 MW contro una potenza complessiva pari a 1'022 MW), essendo principalmente impianti di taglia medio-grande.

In Figura 1-11 è invece possibile analizzare la vetustà media degli impianti termici censiti: in generale non si riscontrano impianti particolarmente obsoleti; tuttavia è interessante osservare come mediamente gli impianti a gasolio di taglia compresa tra 35 e 116 kW risultino essere in funzione da più di 20 anni. Gli impianti più recenti installati tra il 2010 e il 2018 che svolgono il servizio di climatizzazione invernale sono pari a 12'884 (pari al 35% degli impianti attualmente installati nel comune di Brescia) e rappresentano circa un terzo della potenza attualmente installata; nell'88% dei casi si tratta di impianti di potenza inferiore a 35 kW.



Figura 1-11: età media degli impianti termici per fascia di potenza e combustibile nel comune di Brescia (fonte: CURIT – nostra elaborazione)



1.3.2 I dati relativi alle certificazioni energetiche degli edifici

Il Catasto Energetico Edifici Regionale (CEER) è un Servizio attraverso il quale Regione Lombardia gestisce l'archiviazione e la consultazione informatizzata degli Attestati di Prestazione Energetica (APE) redatti dai soggetti certificatori e si configura come un importante strumento a disposizione degli Enti Locali per conoscere la prestazione energetica dei sistemi edifici-impianti certificati, così da promuovere una nuova cultura volta alla progettazione e costruzione di edifici a basso consumo energetico. Si sottolinea che da ottobre 2015 la normativa lombarda prevede che tutte le certificazioni energetiche siano effettuate tramite il motore di calcolo CENED+2.0 ("Disposizioni in merito alla disciplina per l'efficienza energetica degli edifici e per il relativo attestato di prestazione energetica", punto 4.4, allegato in versione aggiornata alla DDUO 2456 dell'8 marzo 2017).

Tabella 1-6: numero di APE e indice di prestazione di energia primaria non rinnovabile medio per classe energetica e tipologia di edificio di appartenenza depositati nel CEER a partire da ottobre 2015, relativi a subalterni localizzati nel comune di Brescia (fonte: CEER, Ilspa)

PRESTAZIONI ENERGETICHE MEDIE DELLE UNITÀ IMMOBILIARI CERTIFICATE CON CENED 2.0			
CATEGORIA DI EDIFICI	CLASSE ENERGETICA	NUMERO DI APE	EP _{gl,nren} MEDIO [kWh/m ² /anno]
Unità immobiliari in edifici esistenti	A4	64	33
	A3	193	70
	A2	287	115
	A1	340	156
	B	515	160
	C	927	242

PRESTAZIONI ENERGETICHE MEDIE DELLE UNITÀ IMMOBILIARI CERTIFICATE CON CENED 2.0			
CATEGORIA DI EDIFICI	CLASSE ENERGETICA	NUMERO DI APE	EP _{gl,nren} MEDIO [kWh/m ² /anno]
	D	1'838	258
	E	2'337	253
	F	3'234	258
	G	5'703	351
Unità immobiliari in nuove costruzioni	A4	70	29
	A3	37	68
	A2	50	98
	A1	58	199
	B	2	258
	C	7	313
	D	15	229
	E	1	141
	F	10	288
	G	16	377

PRESTAZIONI ENERGETICHE MEDIE DELLE UNITÀ IMMOBILIARI CERTIFICATE CON CENED 2.0		
CATEGORIA DI EDIFICI	NUMERO DI APE	EP _{gl,nren} MEDIO [kWh/m ² /anno]
Prestazione media edifici esistenti	15'438	279
Prestazione media nuove costruzioni	266	136
Prestazione media tutti gli edifici	15'704	277

In particolare, nella tabella precedente si restituiscono i dati relativi agli APE depositati negli ultimi 4 anni, suddivisi per tipologia di edificio di appartenenza (esistenti o nuove costruzioni) e classe energetica, riportandone il numero complessivo e l'indice di prestazione di energia primaria non rinnovabile medio: complessivamente gli APE depositati relativi a unità immobiliari in edifici esistenti denotano una netta prevalenza della classe energetica G (37%) mentre le unità immobiliari in edifici esistenti classificati nelle classi A risultano pari al 6%; le unità immobiliari nei nuovi edifici risultano invece classificate per l'81% in una delle classi A. È interessante osservare come il fabbisogno medio di unità immobiliari classificate in classe A4 in edifici esistenti è pari al 12% del fabbisogno medio calcolato considerando tutte le unità immobiliari in edifici esistenti, evidenziando una forte efficientamento degli edifici nuovi rispetto agli esistenti.



1.4 QUADRO PROGRAMMATICO DEGLI STRUMENTI VIGENTI

1.4.1 Gli Strumenti sovracomunali di Mitigazione e Adattamento

La Commissione Europea il 24 febbraio 2021 ha adottato la **nuova "Strategia di adattamento ai cambiamenti climatici"**, sottolineando che i cambiamenti climatici sono già in atto e che per questo dobbiamo costruire un futuro più resiliente. Prevista dalla roadmap del Green Deal europeo, la nuova Strategia si basa sulla valutazione della precedente Strategia del 2013 e dei risultati della Consultazione pubblica che si è svolta tra maggio e agosto 2020. Le proposte focalizzano l'attenzione sulla definizione di soluzioni e sul passaggio dalla pianificazione all'attuazione. La stessa proposta di legge europea sul clima getta le basi per una maggiore ambizione e coerenza delle politiche in materia di adattamento, integrando nel diritto dell'UE l'obiettivo globale in materia di adattamento sancito all'articolo 7 dell'accordo di Parigi e l'azione dell'obiettivo di sviluppo sostenibile n. 13 "Lotta contro i cambiamenti climatici".

La Regione Lombardia ha approvato il **Programma Energetico Ambientale Regionale (PEAR)** con la Delibera Giunta Regionale n. X/3706 del 12 giugno 2015 (Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia n. 27 Serie Ordinaria del 2 luglio 2015), modificato con Delibera di Giunta Regionale n. X/3905 del 24 luglio 2015, riconoscendo che gli impianti idroelettrici sono riconducibili alla tipologia di impianti ammissibili nelle "Aree interessate da esondazioni e dissesti di carattere torrentizio di pericolosità molto elevata (EE), Conoidi attivi (CA)" e nelle "Aree a rischio idrogeologico molto elevato - Zona 1 e Zona 2".

Il risparmio di energia da fonte fossile è l'obiettivo guida del PEAR al 2020 prevedendo il disaccoppiamento consumi/PIL secondo principi di green economy. Il raggiungimento di questo obiettivo è in sintonia con gli obiettivi individuati dall'Unione Europea al 2020 (diminuzione delle emissioni di gas climalteranti -20% e l'incremento di produzione di energia da fonti rinnovabili +20%) ed è una leva per il rilancio del sistema economico e produttivo, delle filiere dell'efficientamento e delle rinnovabili. Tale obiettivo può essere raggiunto facendo leva sul principio di corresponsabilità e trasversalità. Corresponsabilità, intesa come contributo al cambiamento energetico non solo del livello pubblico, ma anche di chi nella società opera e vive: i cittadini, le imprese, etc. Trasversalità intesa come sviluppo di alcuni strumenti, tra cui il sostegno all'attuazione delle azioni previste nei PAES/PAESC comunali.

Per quanto attiene allo sviluppo delle fonti rinnovabili, ha incrementato l'obiettivo assegnatole dallo Stato +11,3%, spingendo sulle rinnovabili termiche che sostituiscono direttamente i combustibili fossili utilizzati per il riscaldamento.

Nel frattempo la comunità internazionale ha dedicato spazio ai cambiamenti climatici anche all'interno del Sustainable Development Goals (2015-2030) a cui è riservato l'obiettivo 13 "Take urgent actions to combat climate change and its impacts". Le misure di adattamento, necessarie e complementari a quelle di mitigazione, devono essere prese a tutti i livelli, con interventi locali, regionali e nazionali, come riconosciuto dall'Unione Europea nella sua Strategia Europea di Adattamento ai cambiamenti



climatici (COM 2013/ 216) adottata nel 2013 e pubblicata sulla piattaforma web “Climate Adapt” (<http://climate-adapt.eea.europa.eu/>).

Altro passaggio importante per le politiche sui cambiamenti climatici, ed in particolare sui temi delle mitigazioni, è l’entrata in vigore dell’Accordo di Parigi nel 2016, che prevede nuovi impegni rivolti ad accrescere la capacità di adattamento degli impatti avversi del cambiamento climatico, promuovere la resilienza e uno sviluppo a basse emissioni.

Proprio all’interno di tale scenario internazionale la “**Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (SNACC)**” (approvata con Decreto direttoriale n. 86 del 16 giugno 2015) costituisce un importante strumento di analisi con l’obiettivo di identificare i principali settori che subiranno gli impatti del cambiamento climatico, definendo gli obiettivi strategici e le azioni per la mitigazione degli impatti.

La Regione Lombardia nel 2013 ha avviato gli studi per definire il documento “**Strategia Regionale per l’adattamento al Cambiamento Climatico (SRACC)**”, che è stato approvato in Giunta Regionale nel 2014. La strategia ha approfondito e aggiornato le basi climatiche (cambiamenti climatici passati e in atto; variabilità climatica e cambiamenti climatici futuri) a livello regionale, ha condotto valutazioni quantitative sugli impatti settoriali e l’analisi delle vulnerabilità al cambiamento climatico negli otto settori chiave considerati; ha stabilito, infine, per ciascuno dei settori interessati dagli effetti del cambiamento climatico la relazione funzionale tra impatti, obiettivi generali di adattamento e specifiche misure, tenendo in considerazione il quadro complessivo delle politiche e degli interventi settoriali e intersettoriali già in atto o in programma da parte dell’amministrazione regionale.

A partire dalla Strategia sono stati avviati nel 2015 i lavori per l’elaborazione del “**Documento di Azione Regionale sull’Adattamento al Cambiamento Climatico**” (approvato nel 2016) al fine di individuare gli ambiti prioritari in cui intervenire rispondendo alle esigenze della programmazione di settore. Il Documento di azione rappresenta lo strumento di governance che da un lato riconosce e definisce gli ambiti prioritari rispetto agli effetti prodotti dal clima sul nostro territorio, e dall’altro individua gli interventi per ridurre al minimo i rischi e gli impatti sulla popolazione, sui materiali e le risorse naturali e per aumentare la resilienza della società, dell’economia e dell’ambiente. Sono state individuate circa 30 misure per gli ambiti prioritari individuati della Salute umana e qualità dell’aria, difesa del suolo e del territorio, gestione e qualità delle acque, agricoltura e biodiversità, turismo e sport.

Da ultimo, si ritiene necessario citare il **Piano nazionale integrato per l’Energia ed il Clima (PNIEC, 2020)** inviato alla Commissione europea dal Ministero dello Sviluppo Economico, come previsto dal Regolamento del Parlamento Europeo e del Consiglio 2016/0375 sulla Governance dell’Unione dell’energia. Il Piano è strutturato secondo 5 dimensioni: decarbonizzazione, efficienza energetica, sicurezza energetica, mercato interno dell’energia, ricerca, innovazione e competitività. I principali obiettivi al 2030 del PNIEC sono: una percentuale di produzione di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia pari al 30% e una quota di energia da FER nei Consumi Finali Lordi di energia nei trasporti del 22%. Inoltre, il Piano prevede una riduzione dei consumi di energia primaria rispetto allo scenario PRIMES 2007 del 43% e la riduzione dei GHG rispetto al 2005 per tutti i settori non ETS del 33% sempre al 2030.



1.4.2 Strumenti locali

Di seguito si riporta una sintesi dei principali strumenti di pianificazione locale che potenzialmente hanno effetti nella definizione delle azioni del PAESC del Comune di Brescia.

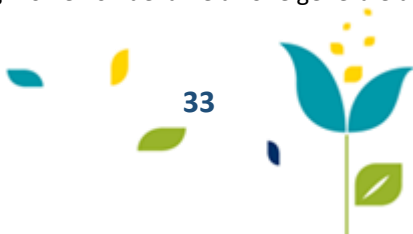
Piano di Governo del Territorio La Terza variante al PGT è stata approvata, con controdeduzioni alle osservazioni presentate, con deliberazione di Consiglio Comunale n°35 del 16 aprile 2018. Con tale variante l'AC ha effettuato una revisione degli atti di PGT relativi al Piano delle Regole e alle norme di attuazione, al fine di favorire e promuovere interventi di housing sociale di valenza pubblica ed elevato standard qualitativo nonché interventi di recupero e valorizzazione dell'esistente, per una rigenerazione urbana senza nuovo consumo di suolo o aumento di edificabilità, fermo restando l'impianto generale della disciplina del Piano urbanistico vigente. Ulteriori varianti al PGT vigente sono state apportate dal Piano delle alienazioni approvato a fine 2017 e dal SUAP in variante relativo alla "Realizzazione impianto di distribuzione metano liquido in area comunale sita in Via Borgosatollo angolo Via Morelli presentato dalla società Ferlina s.r.l."

Per quanto riguarda le *previsioni edificatorie*, nella Relazione generale viene ricostruito lo scenario previsto nel caso di completa attuazione del PGT, che prevede l'insediamento di 14'217 abitanti in più rispetto al 2014 grazie ai 618'382 mq di Slp a destinazione residenziale previsti (scenario massimo), di cui 244'969 mq derivano dai Piani Attuativi vigenti e 89'972 mq rappresentano le nuove realizzazioni non ancora collocate; complessivamente il Documento di Piano prevede la realizzazione di 557'942 mq di Slp nelle Aree di Trasformazione (di cui 233'520 mq a destinazione residenziale) a cui sono da sommare i 91'100 mq dei Progetti Speciali del Piano delle Regole (di cui 37'883 a destinazione residenziale), per un totale di 649'042 mq di edificabilità.¹

Infine, si segnala che nel 2019 è entrata in vigore la Variante idrogeologica del PGT, che recepisce quanto previsto dal Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA), approvato nel 2016 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po.

Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT La componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT è stata adeguata al Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) di Regione Lombardia con una specifica variante approvata con delibera di Consiglio Comunale n.10 del 30/11/2018. La prevenzione del rischio idrogeologico e geologico nella fase della pianificazione urbanistica si valuta verificando la compatibilità delle previsioni e delle trasformazioni urbanistiche con lo stato del

¹ Cfr. Tabella 13 e Tabella 15 alle pagg. 101 e 102 della Relazione generale del PGT.



territorio, è quindi fondamentale che la conoscenza del territorio e delle sue caratteristiche sia profonda e periodicamente aggiornata con studi di settore e con la conoscenza che arrivano da altri enti come l'Autorità di Bacino. L'adeguamento della componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT è stato condotto proprio in quest'ottica, ampliando la base di conoscenza del territorio grazie all'assunzione di quanto previsto nel PGRA e dagli studi idraulici sul Torrente Garzetta e sul Rio Val Bottesa di Castelunga. Sono state quindi adeguate le norme geologiche di Piano e le relative classi di fattibilità geologica al fine di coordinare la normativa relativa agli interventi edilizi con le nuove classi di pericolosità discendenti dalle aree allagabili del PGRA, sono state assunte le nuove classi allagabili del PGRA e quindi è stata compiuta una valutazione di maggior dettaglio per il rischio e la pericolosità geologica e idrogeologica.

Regolamento Edilizio

Il Regolamento Edilizio, la cui ultima versione è stata approvata dal Consiglio Comunale il 9 dicembre 2013, contiene al suo interno alcune prescrizioni che interessano il tema energetico. In particolare:

- L'art. 33, comma 5, prevede che *"A partire dal 1° gennaio 2008, per gli edifici di nuova costruzione e quelli esistenti con superficie lorda di pavimento superiore a 1'000 mq oggetto di ristrutturazione integrale o di demolizione e ricostruzione, è obbligatorio l'utilizzo di fonti rinnovabili per la produzione di energia termica ed elettrica (reti di teleriscaldamento, impianti solare termico, impianti fotovoltaici). In particolare, l'impianto di produzione di energia termica deve essere progettato e realizzato in modo da coprire almeno il 50% del fabbisogno annuo di energia primaria richiesta per la produzione di acqua calda sanitaria con l'utilizzo delle predette fonti di energia. Tale limite è ridotto al 20% per gli edifici situati nei centri storici."*
- L'art. 33, comma 7, prescrive invece che *"Per gli edifici di nuova costruzione deve essere prevista l'installazione di pannelli fotovoltaici per la produzione di energia elettrica non inferiore a 0,2 kW per ciascuna unità abitativa."*
- L'art. 34 sottolinea invece in forma più generica che *"Gli edifici e gli impianti di nuova costruzione e gli edifici e gli impianti ristrutturati devono essere concepiti e realizzati in modo da consentire il contenimento del consumo di energia primaria per il riscaldamento invernale e per la climatizzazione estiva e pertanto attenersi alle disposizioni tecniche in materia derivanti da norme comunitarie, statali e regionali."* richiamando poi il D.lgs. n°192 del 19 agosto 2005 e s.m.i., a partire dal quale è poi scaturito l'obbligo



di certificazione energetica per determinate tipologie costruttive e categorie di intervento.

Piano Urbano della Mobilità Sostenibile Il Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS) della città di Brescia, approvato con delibera di Consiglio Comunale n°7 del 19 febbraio 2018, è il documento programmatico per orientare le politiche di mobilità per i successivi 10 anni.

Lo Scenario di Piano prevede una rete di trasporto pubblico formata da quattro linee di forza: linea metropolitana M1, estesa verso Nord; linea tramviaria T2 (Oltremella – Centro – Stazione FS – Fiera/casello Brescia Ovest); linea tramviaria T3 (Oltremella/Vallecamonica – Centro – S.Eufemia/Bornata); linea bus B4 (Ospedale – Veneto– Stazione FS – Foro Boario – S.Polo).

Lo scenario è completato dal potenziamento della rete ciclabile, dall'estensione del perimetro della sosta tariffata, e dall'implementazione di politiche di domanda, volte a fidelizzare l'utenza del trasporto pubblico e ad ampliare la platea degli utenti che prendono in considerazione scelte modali diverse dalla mobilità motorizzata individuale.

Nella relazione generale, al capitolo 4.7 sono riportati i costi di investimento necessari per la realizzazione dello Scenario di Piano (complessivamente circa 785 milioni di €) e i risultati attesi in termini di consumi energetici, emissioni di CO₂ ed altri inquinanti, potenza acustica e occupazione visuale.

Piano di Emergenza Comunale di Protezione Civile Il PECPC è stato approvato dal Consiglio Comunale di Brescia con delibera n. 97 del 29/11/2017 ed è lo strumento con cui l'AC si pone di gestire e fronteggiare le emergenze che si possono verificare sul territorio comunale con la finalità di fornire una risposta adeguata, tempestiva ed efficace. L'obiettivo del Piano è quello di individuare i rischi e gli scenari di rischio presenti sul territorio, l'organizzazione delle procedure di emergenza, delle attività di monitoraggio sul territorio, dell'assistenza della popolazione e l'allocazione delle risorse dedicate. Nel Piano vengono inoltre messi in evidenza tutti gli edifici strategici come il Municipio, la sede della Polizia Locale, delle Forze dell'Ordine, gli Ospedali e le sedi dei gruppi e delle associazioni e dei gruppi operanti in ambito di protezione civile e assistenza sociosanitaria. Sono stati censiti anche tutti gli elementi vulnerabili della popolazione come per esempio gli asili e le case di riposo, e i luoghi dove possono essere accolti molti cittadini come ad esempio i Palazzetti sportivi. Viene restituito l'assetto



territoriale – urbanistico della Città, lo stato delle reti di comunicazione presenti. Vengono quindi mappate le aree di pericolosità che messe a sistema con gli elementi di vulnerabilità e alla relativa esposizione al pericolo, restituiscono le tipologie e le collocazioni sul territorio dei diversi rischi.



2. ANALISI ENERGETICO-EMISSIVA: BEI e MEI

2.1 METODOLOGIA

Il Baseline Emission Inventory (BEI) è l'inventario delle emissioni annue di CO₂ relative agli usi energetici finali attribuibili ad attività di competenza diretta e/o indiretta dell'AC. Alle prime fanno capo i consumi energetici del patrimonio edilizio di proprietà comunale, dell'illuminazione pubblica, del parco veicolare del Comune e del trasporto pubblico locale. 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...).

Il BEI quantifica la CO₂ emessa nel territorio dell'autorità locale (ossia del Firmatario del Patto) durante l'anno di riferimento ed è di importanza cruciale in quanto rappresenta lo strumento attraverso il quale misurare l'impatto dei propri interventi relativi alle azioni di mitigazione della CO₂ ed al cambiamento climatico. Infatti, mentre il BEI mostra la situazione di partenza per l'autorità locale, i successivi inventari di monitoraggio delle emissioni (Monitoring Emission Inventory – MEI), previsti nella Fase 3 del Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia, mostreranno il progresso rispetto all'obiettivo. Gli inventari delle emissioni sono dunque elementi molto importanti per mantenere alta la motivazione di tutte le parti disposte a contribuire all'obiettivo di riduzione di CO₂ del territorio comunale, poiché consentono di constatare i risultati dei propri sforzi. Altro aspetto fondamentale legato all'inventario di base delle emissioni è la definizione dell'obiettivo complessivo di riduzione di CO₂, che deve essere almeno pari al 40% delle emissioni stimate per l'anno di riferimento dell'inventario.

2.1.1 La costruzione degli inventari emissivi: le banche dati SIRENA20 e INEMAR

Come anno di riferimento dell'inventario di base è stato scelto il **2010** per tre principali motivi:

- la pronta disponibilità dei dati da parte delle AC;
- l'orizzonte temporale al 2030 che permette la possibilità di raggiungere gli obiettivi individuati in modo progressivo e con idonei spazi per eseguire i report di monitoraggio ed eventualmente reindirizzare le scelte di Piano;
- tale anno si colloca inoltre sufficientemente indietro nel tempo per avere la possibilità di valutare come si siano evolute le emissioni comunali senza la presenza di uno strumento quale il PAESC (per tale motivo è stato infatti stimato anche un MEI al 2018), definendo strategie



adeguate che sappiano sfruttare i punti di forza del contesto comunale e che siano orientate a risolvere eventuali punti di debolezza.

Il primo passo per la costruzione del BEI al 2010 è la determinazione dei consumi energetici finali suddivisi per **vettore** (combustibile) e per **settore** (residenziale, terziario, edifici di proprietà comunale, illuminazione pubblica, settore produttivo, trasporto privato, settore agricolo, trasporto pubblico). Tale stima è basata per la parte privata principalmente 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 ed Ambiente²) è realizzata, gestita ed aggiornata da Ilspa per conto di Regione Lombardia³. Tale banca dati nasce nel 2007 con il preciso obiettivo di monitorare i consumi e le diverse modalità di produzione e di 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...) e per settore (residenziale, terziario, industria non ETS, trasporto urbano, agricoltura) dal 2005 al 2012.

Pur utilizzando anche 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 raccolti e analizzati i dati rilevati dai distributori locali di energia elettrica, gas naturale e dal gestore della rete di teleriscaldamento.

Il passaggio da consumi energetici a emissioni avviene attraverso i fattori di emissione dell'IPCC (Intergovernmental Panel for Climate Change) suggeriti dalle Linee Guida per la stesura del PAESC che forniscono un valore di emissione (tonnellate di CO₂) per unità di energia consumata (MWh) per ogni tipologia di combustibile. Per quanto riguarda l'energia elettrica si utilizza invece un fattore di emissione locale dato da quello medio nazionale al 2010 (0.388 t/MWh) "corretto" per la quota di energia elettrica rinnovabile prodotta localmente, caratterizzata da un fattore di emissione nullo. Difatti, il fattore di emissione locale per l'elettricità rispecchia il mix energetico utilizzato per la produzione della stessa elettricità e se il Comune acquista elettricità verde certificata, è altresì possibile ricalcolare il fattore di emissione dell'energia elettrica scomputando tali consumi in modo da evidenziare i guadagni associati in termini di emissioni di CO₂.

Analogamente, in presenza di impianti di cogenerazione o di teleriscaldamento/teleraffrescamento, le Linee Guida per la stesura 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. Si rimanda al paragrafo 2.4.2 per maggiori dettagli su tale stima.

² <http://sirena20.energiailombardia.eu>

³ Ultimo aggiornamento disponibile: marzo 2015.

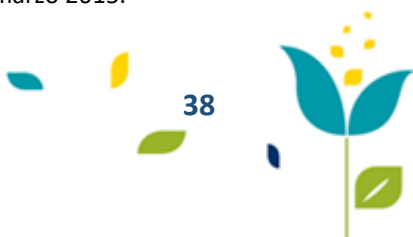


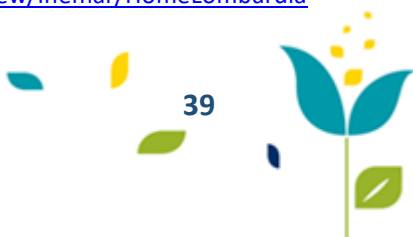
Tabella 2-1: fattori di emissione di alcuni dei principali combustibili (fonte: IPCC 2006)

FATTORI DI EMISSIONE [t CO ₂ /MWh]		
VETTORI		FE
Combustibili fossili	Energia elettrica (dato nazionale 2010)	0.388
	Gas naturale	0.202
	GPL	0.227
	Olio combustibile	0.279
	Gasolio	0.267
	Benzina	0.249
	Carbone	0.341
	Rifiuti e biogas	0.330/2
Energie rinnovabili	Olio vegetale	0
	Biocarburanti	0
	Altre biomasse	0
	Solare termico	0
	Geotermia	0

Volendo poi ricostruire un secondo inventario energetico-emissivo per effettuare un primo monitoraggio dell'andamento delle emissioni (Monitoring Emission Inventory, MEI) riferito all'anno 2018 ma non essendo disponibili nella banca dati SIRENA20 i dati relativi a tale anno, si è reputato utile determinare il quadro dei consumi e delle emissioni a partire dalla banca dati INEMAR 2014 (INventario EMISSIONi Aria⁴), integrata con i dati ricavabili da SIRENA 20, per la parte di energia rinnovabile, e con quelli di Terna, per la quota di energia elettrica comunale.

La banca dati **INEMAR** è un database progettato per realizzare l'inventario delle emissioni in atmosfera e utilizzato attualmente in sette regioni (Emilia Romagna, Friuli Venezia Giulia, Lombardia, Marche, Piemonte, Puglia e Veneto) e in due province autonome (Bolzano e Trento). Tale banca dati costituisce la fonte principale dei dati utilizzati per la stima dei consumi energetici e delle relative emissioni dei comuni. Dalla banca dati INEMAR è possibile acquisire i dati di emissione dei principali inquinanti aggiornati al 2014 con un livello di dettaglio comunale per vettore (tipo di combustibile: gasolio, benzina...), per settore (residenziale, terziario, industriale, agricolo e trasporti) e per attività (combustione domestica, uso di solventi...) per ogni macrosettore emissivo (01-Produzione energia e trasformazioni combustibili, 02-Combustione non industriale, 03-Combustione nell'industria, 04-Processi produttivi, 05-Estrazione e distribuzione di combustibili, 06-Uso solventi, 07-Trasporto su strada, 08-Altre sorgenti mobili e macchinari, 09-Trattamento e smaltimento dei rifiuti, 10-Agricoltura, 11-Altre sorgenti e assorbimenti). Per la creazione dell'inventario di riferimento vengono prese in considerazione solo le emissioni di CO₂; il passaggio da emissioni a consumi energetici avviene attraverso i fattori di emissione già riportati in Tabella 2-1.

⁴ <http://www.inemar.eu/xwiki/bin/view/Inemar/HomeLombardia>



Per ricostruire l'inventario al 2018 sono stati calcolati due tipi di fattori correttivi: un fattore di correzione basato sui Gradi-Giorno, che tiene quindi conto delle diverse condizioni climatiche verificatesi nel 2014 e nel 2018, utilizzato per correggere i dati di consumo termico dei settori residenziale e terziario; un fattore di correzione determinato sulla base dei dati forniti dal GSE (Gestore Servizi Energetici) sull'andamento dei consumi regionali⁵, confrontando i consumi energetici relativi agli anni 2014 e 2017, applicato ai consumi non elettrici dei settori industriale e agricolo.

I consumi di energia elettrica sono stati invece ricavati a partire dai dati di consumo provinciale diffusi da Terna s.p.a.⁶ mediante una procedura di disaggregazione a livello comunale che ha previsto l'utilizzo degli indicatori riportati in Tabella 2-2.

Tabella 2-2: indicatori considerati per la disaggregazione dei consumi elettrici nei diversi settori (fonte: nostra elaborazione)

INDICATORI CONSIDERATI PER IL PROCESSO DI DISAGGREGAZIONE TOP-DOWN				
VETTORE	SETTORE			
	Residenziale	Terziario	Industria non ETS	Agricoltura
ENERGIA ELETTRICA	Numero di abitanti (2017)	Numero di imprese (2010)	Numero di addetti delle attività manifatturiere, del settore costruzioni e del settore estrazione (2010)	Superficie agricola utilizzata (2010)

Infine, relativamente al settore dei trasporti, avendo riscontrato una scarsa coerenza tra i dati ricavati da SIRENA20 per l'anno 2010 e quelli ricavati da INEMAR per l'anno 2014, si è ritenuto più corretto definire un metodo per la stima di tali consumi applicabile sia per la costruzione del BEI al 2010 che del MEI al 2018, in modo tale da ricostruire un trend sufficientemente attendibile. Nel dettaglio, a partire dai dati ACI comunali e provinciali è stata ricostruita la composizione del parco veicolare circolante comunale per categoria di veicolo e classe di omologazione al 2010 che al 2018; considerando poi le percorrenze medie annue adottate dal software COPERT⁷ e i fattori di consumo medi forniti da Arpa Lombardia⁸ per categoria di veicolo e classe di omologazione, sono stati determinati i consumi annui al 2010 e al 2018. Il consumo complessivo per vettore così stimato è stato successivamente scalato per poter riportare nel BEI e nel MEI solamente la parte relativa agli spostamenti in ambito urbano, considerando quote comprese tra il 15% (veicoli commerciali pesanti) e il 90% (bus per il trasporto pubblico); in particolare, per quanto riguarda gli autoveicoli si considera che la quota di percorrenza in ambito urbano sia pari al 30% della percorrenza complessiva annua.

Si precisa che, secondo le Linee Guida per la stesura del PAESC del JRC, nella calcolo dei bilanci energetico-emissivi (BEI e MEI) sono state escluse le emissioni riconducibili alla produzione di energia elettrica (perché considerate negli usi finali di energia elettrica), alle attività produttive ETS e ai trasporti "nazionali" (autostrade, strade extraurbane).

⁵ <https://www.gse.it/dati-e-scenari/monitoraggio-fer/monitoraggio-regionale/Lombardia>

⁶ <https://www.terna.it/it/sistema-elettrico/statistiche/evoluzione-mercato-elettrico>

⁷ <https://www.emisia.com/utilities/copert-data/>

⁸ <http://www.inemar.eu/xwiki/bin/view/InemarDatiWeb/Fattori+di+emissione+medi+da+traffico>



2.1.2 La stesura del piano d'azione

L'analisi dei risultati del BEI (e del MEI) comunale, che permette l'individuazione di punti di forza e punti di debolezza dell'autorità locale nel campo della gestione energetica e del clima, nonché delle opportunità e delle minacce nel contesto comunale, rappresentano il punto di partenza per la definizione delle priorità e delle misure da intraprendere nell'ambito del Piano d'Azione.

Per quanto riguarda l'**obiettivo del PAESC**, ossia la riduzione delle emissioni comunali da conseguire entro il 2030, le Linee Guida per la stesura del PAESC del JRC stabiliscono che è possibile determinarlo in termini assoluti o procapite (quest'ultima opzione è fortemente consigliata per i comuni in cui si osserva una significativa evoluzione demografica e obbligatoria in caso di decrescita) come percentuale rispetto alle emissioni totali riportate nel BEI: tale percentuale non può essere inferiore al 40%. Inoltre, l'AC ha la possibilità di escludere dall'analisi il settore produttivo, in relazione alla capacità della stessa di promuovere azioni di riduzione dei consumi energetici in tale settore. Infine, l'obiettivo di riduzione è stato determinato tenendo conto anche degli impatti emissivi legati alle previsioni di aumento della popolazione e di espansioni emissive, in modo che le azioni del PAESC possano intervenire efficacemente anche a contenere tali emissioni addizionali e garantire che la riduzione percentuale delle emissioni di CO₂ possa essere raggiunta anche rispetto alle potenziali emissioni aggiuntive al 2030.

Il PAESC consente di tradurre la vision in provvedimenti reali che permettano di raggiungere l'obiettivo prefissato, stabilendo scadenze e budget per ciascuno degli interventi previsti e diventando così un punto di riferimento durante il processo di attuazione e monitoraggio.

Nello specifico, nel modulo del JRC che ogni firmatario è tenuto a compilare è presente una sezione dedicata al PAESC in cui è richiesto di indicare per ciascuna misura:

- il dipartimento, persona o società responsabile dell'attuazione dell'intervento, incarico che potrebbe essere anche assegnato a terzi quali società di servizi pubblici/società di servizi energetici (ESCo) o agenzie energetiche locali;
- la data di inizio e fine dell'azione/misura per distinguere le azioni a breve/medio termine dalle misure a lungo termine;
- i costi stimati di attuazione;
- il risparmio energetico previsto in MWh;
- l'eventuale produzione di energia rinnovabile prevista a livello locale dall'azione;
- la riduzione delle emissioni di CO₂ in tonnellate per anno (t/a).

2.1.3 La valutazione dei singoli interventi

Il PAESC comprende le azioni avviate a livello locale nell'ambito di competenza comunale; pertanto i firmatari hanno la possibilità di promuovere iniziative agendo sia in veste di consumatori diretti (per quanto riguarda il comparto pubblico) sia come pianificatori, autorità di regolamentazione, consulenti, soggetti incentivanti e, eventualmente, produttori o fornitori nei confronti dei settori privati. La



valutazione in termini numerici delle singole azioni proposte nel PAESC è stata condotta seguendo diverse metodologie a seconda del settore, proprio a causa delle diverse modalità di azione previste per i firmatari.

In particolare, per quanto riguarda il comparto pubblico (edifici di proprietà comunale, illuminazione pubblica, parco veicolare e trasporti pubblici) è stata svolta un'analisi puntuale in particolare del patrimonio attuale di proprietà del Comune di Brescia attraverso un'attività di raccolta dati tramite l'AC. Nel caso in cui è stato possibile disporre di valutazioni numeriche relative a interventi programmati o già realizzati dall'AC (ad esempio Audit Energetici di dettaglio degli edifici comunali oppure interventi previsti dal PRIC nel caso di interventi sul parco lampade comunale) sono state assunte direttamente tali previsioni quantitative.

Relativamente al settore privato, sono stati adottati due approcci differenti.

Per quanto riguarda il settore residenziale e il settore dei trasporti privati e commerciali, l'AC ha la possibilità di agire prevalentemente attraverso attività di promozione (organizzazione di incontri formativi di sensibilizzazione, apertura di uno Sportello Energia presso gli uffici comunali, volantinaggio, attività didattiche presso le scuole, etc.) il cui effetto è stato stimato considerando al tasso di sostituzione naturale delle tecnologie, ricavato dalla durata media delle stesse, ma anche la presenza di meccanismi di incentivazione a livello nazionale. In alcuni casi, si è ritenuto opportuno includere azioni che si verificano 'naturalmente', senza la necessità di un'attività di promozione da parte del Comune: si pensi ad esempio alla sostituzione delle autovetture, intervento che l'AC può eventualmente intensificare o indirizzare verso specifici orientamenti (ad esempio in base agli incentivi nazionali), ma che si verifica anche senza alcuna attività di promozione da parte del Comune. Per quanto riguarda tali interventi si è quindi deciso di valutarli ugualmente tenendo però conto dell'inerzia legata a particolari condizioni economiche di crisi che possono aver disincentivato la sostituzione standard.

Il secondo tipo di approccio riguarda invece i settori terziario e produttivo, per i quali, non essendo possibile effettuare valutazioni valide sulla base dei dati statistici disponibili, si è cercato di individuare azioni specifiche attraverso il coinvolgimento degli stakeholder locali, eventualmente effettuando valutazioni puntuali (come quanto fatto per i settori pubblici). Nel caso di insuccesso di tale operazione si è stata assunta una percentuale di riduzione minima, basata sulle caratteristiche delle attività del terziario e produttive presenti nel contesto comunale, da raggiungere con interventi di diverso tipo, rimandando agli eventuali incontri con gli stakeholder successivi all'approvazione del PAESC per la definizione di misure ad hoc.

2.1.4 La definizione delle azioni di intervento

L'individuazione delle misure di intervento da includere nel Piano è stata effettuata attraverso l'interlocuzione con l'AC, soprattutto per quanto riguarda le azioni già attuate o previste sul patrimonio di proprietà comunale.

Le diverse azioni sono state quindi definite in termini quantitativi sulla base del contesto locale attraverso il software CO₂₀ suddividendo le azioni in provvedimenti già avviati o avviati a breve (dall'anno BEI al 2020) e lungo termine (dal 2020 al 2030). In tal modo è stato possibile definire un



potenziale massimo di riduzione delle emissioni e individuare le azioni strategiche all'interno del PAESC.

I risultati della fase preliminare sono stati quindi sottoposti all'AC e rielaborati tenendo conto delle osservazioni presentate e delle criticità emerse, analizzando in maniera più approfondita i settori del comparto pubblico e arrivando alla stesura delle schede di ogni singola azione (comprese quelle relative ai settori privati), individuando come soggetti responsabili dell'attuazione e del monitoraggio di tali azioni gli Uffici tecnici comunali, considerando anche la Relazione sullo stato dell'ambiente.

2.2 RACCOLTA DATI

Accanto all'analisi delle banche dati regionali, l'AC è stata coinvolta direttamente nella raccolta dei materiali disponibili relativi a:

- patrimonio immobiliare comunale;
- illuminazione pubblica;
- parco veicoli comunale;
- trasporto pubblico locale;
- consumi energetici rilevati dai distributori locali di energia;
- diffusione delle fonti energetiche rinnovabili sul territorio comunale;
- raccolta di informazioni (strumenti pianificatori, bibliografie varie...) circa i rischi idrici e boschivi che principalmente si relazionano al tema dei cambiamenti climatici.

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:

- informazioni sugli impianti termici presenti nel CURIT (Catasto Unico Regionale degli Impianti Termici), gestito da Ilspa;
- informazioni sulle certificazioni energetiche degli edifici caricate nel CEER (Catasto Energetico Edifici Regionale), gestito da Ilspa;
- dati sugli impianti di produzione di energia disponibili sulla piattaforma Atlaimpanti, gestita dal GSE;
- informazioni su eventuali impianti che rientrano nel sistema ETS, gestito dall'Unione Europea.

I dati indicati come non disponibili (n.d.) sono quelli che non è stato possibile recuperare in questa fase, per i quali la stessa Amministrazione provvederà ad effettuare integrazioni successivamente, durante la stesura dei Report di Monitoraggio.



2.3 ANALISI DEI CONSUMI

2.3.1 Gli edifici comunali

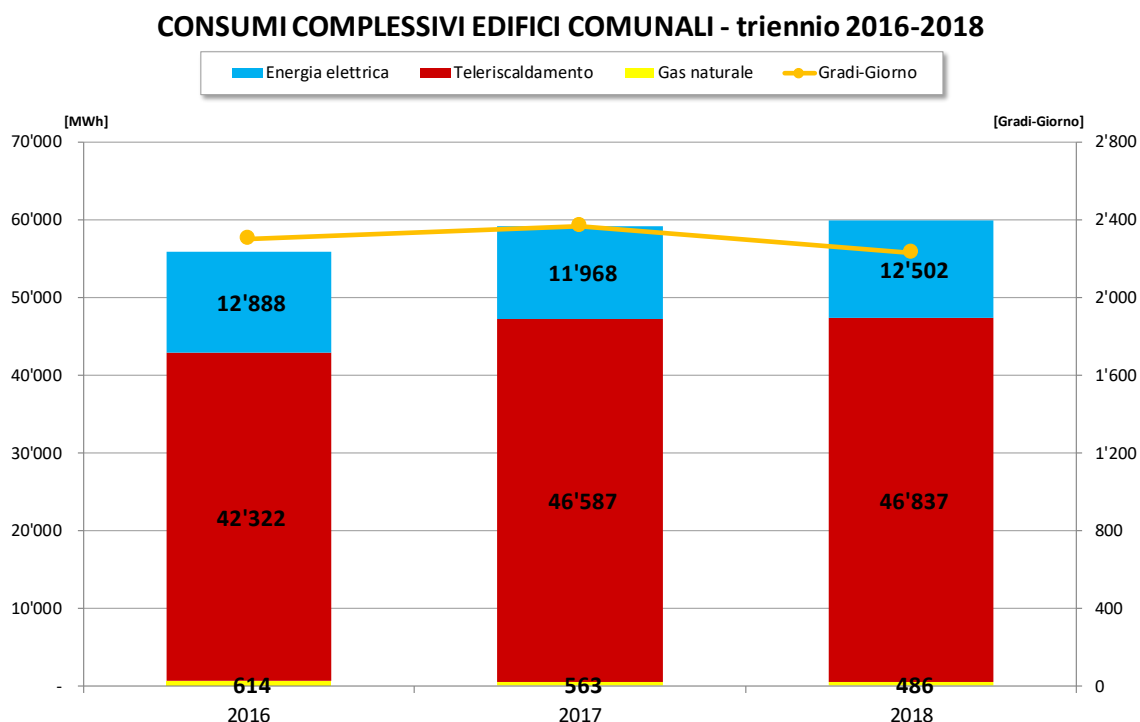
Il patrimonio immobiliare del Comune di Brescia risulta essere particolarmente complesso e articolato. La sua gestione è affidata a diversi uffici comunali e, pertanto, non risulta disponibile un'anagrafica unica e completa. I dati forniti dall'AC per ricostruire i consumi energetici degli edifici comunali sono di seguito elencati:

- consumi complessivi annuali tra il 2016 e il 2018 comunicati al FIRE (Federazione Italiana per l'uso Razionale dell'Energia) dall'Energy Manager del Comune;
- consumi annuali di energia elettrica dal 2012 al 2018 e consumi annuali di gas naturale dal 2011 al 2018 dei punti di fornitura intestati al Comune di Brescia, comunicati dal distributore locale;
- consumi di calore relativi alla stagione termica 2017-2018 per gli edifici inclusi nel Servizio Energia in essere con A2A.

Nella figura successiva si riportano i consumi complessivi delle utenze intestate al Comune relativi al triennio 2016-2018: appare evidente come i consumi di calore da teleriscaldamento risultino prevalere sul bilancio energetico comunale, rappresentando una quota dei consumi complessivi del settore compresa tra il 76% e il 79%. Si precisa che, per ricostruire il consumo elettrico, è stato assunto il consumo complessivo comunicato al FIRE, depurato dei consumi per illuminazione pubblica ricavabili dai dati forniti dal distributore di energia elettrica. Per quanto riguarda i consumi di energia termica si è invece fatto riferimento direttamente ai dati comunicati dal distributore di gas naturale e ai consumi di calore comunicati al FIRE.



Figura 2-1: trend dei consumi di gas naturale, calore ed energia elettrica degli edifici pubblici di proprietà del Comune di Brescia nel triennio 2016-2018 (fonte: dati comunali – nostra elaborazione)



Non disponendo di dati di consumo relativi all'anno di riferimento del BEI (2010), sono state fatte le seguenti assunzioni:

- i consumi di energia elettrica al 2010 sono stati considerati pari ai consumi comunicati dal distributore per le utenze intestate al Comune relativi all'anno 2012 (14'769 MWh);
- i consumi di gas naturale al 2010 sono stati posti pari ai consumi comunicati dal distributore per l'anno 2011, riproporzionati rispetto all'andamento dei Gradi-Giorno (746 MWh);
- i consumi di calore al 2010 sono stati determinati riproporzionando il dato meno recente disponibile (consumo al 2016 comunicato al FIRE) rispetto all'andamento dei Gradi-Giorno (54'040 MWh).

Per maggiori delucidazioni sui Gradi-Giorno, si rimanda al paragrafo 2.6.

Nella tabella successiva si riassumono i dati considerati per la costruzione del BEI e del MEI e i diversi trend osservati: appare evidente come il trend osservato sui consumi di calore riflette solo in parte la riduzione del fabbisogno termico dovuta alle differenti condizioni climatiche che si sono verificate nei due anni considerati.



Tabella 2-3: consumi di energia elettrica, calore e gas naturale degli edifici pubblici di proprietà del Comune di Brescia considerati nel BEI al 2010 e nel MEI al 2018, confrontati con il trend osservato nei Gradi-Giorno (fonte: dati comunali – nostra elaborazione)

CONSUMI ENERGETICI degli EDIFICI PUBBLICI di PROPRIETA' del COMUNE di BRESCIA CONSIDERATI nel BEI e nel MEI [MWh]			
Vettore	BEI 2010	MEI 2018	Trend
Energia elettrica	14'769	12'502	-15%
Calore da teleriscaldamento	54'040	46'867	-13%
Gas naturale	746	486	-35%
TOTALE [MWh]	69'555	59'825	-14%
Gradi-Giorno	2'940	2'229	-24%

Di seguito si riportano alcuni approfondimenti al fine di individuare le utenze più energivore per ciascun vettore.

Nel dettaglio, per quanto riguarda i *consumi di energia elettrica*, il distributore UnaReti S.p.A. ha segnalato la presenza di 849 punti di fornitura intestati al Comune nel 2018; tra queste utenze, le 10 utenze più energivore risultano responsabili del 24% dei consumi di tale vettore e tra di esse è stato possibile individuare le sedi degli uffici comunali in via Donegani (n°10 e n°12), in via Marconi 12, in piazza Repubblica e in via Rizzi 4. Nessun edificio scolastico rientra tra le utenze maggiormente energivore, tuttavia è stato verificato che un quarto dei consumi elettrici è riconducibile a questo tipo di edifici (3'147 MWh).

A tal proposito, in Figura 2-2 si riporta la distribuzione dei consumi elettrici degli edifici scolastici di proprietà del Comune di Brescia per grado di istruzione, che permette di identificare le scuole primarie come principali responsabili dei consumi elettrici. In base ai dati disponibili risultano presenti complessivamente 100 edifici scolastici a cui si aggiungono 13 asili nido. Tra questi, i 10 edifici maggiormente energivori sono elencati in Tabella 2-4: considerando che un consumo specifico elettrico superiore a 12 kWh/mq per le scuole elementari e medie è considerato un indice di inefficienza⁹, si ritiene che nella maggior parte degli edifici individuati, responsabili del 6% dei consumi elettrici del settore, sia interessante effettuare approfondimenti per valutare le effettive possibilità di efficientamento energetico dell'impianto elettrico.

⁹ Cfr. "Guida al contenimento della spesa energetica nelle scuole" (ENEA-FIRE)

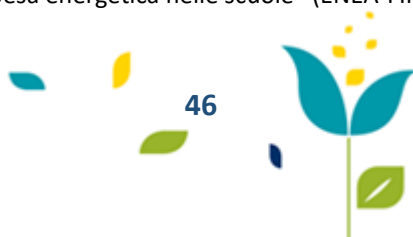


Figura 2-2: ripartizione dei consumi elettrici degli edifici scolastici del Comune di Brescia per categoria di scuola (fonte: dati comunali – nostra elaborazione)

Ripartizione dei consumi elettrici degli edifici scolastici al 2018

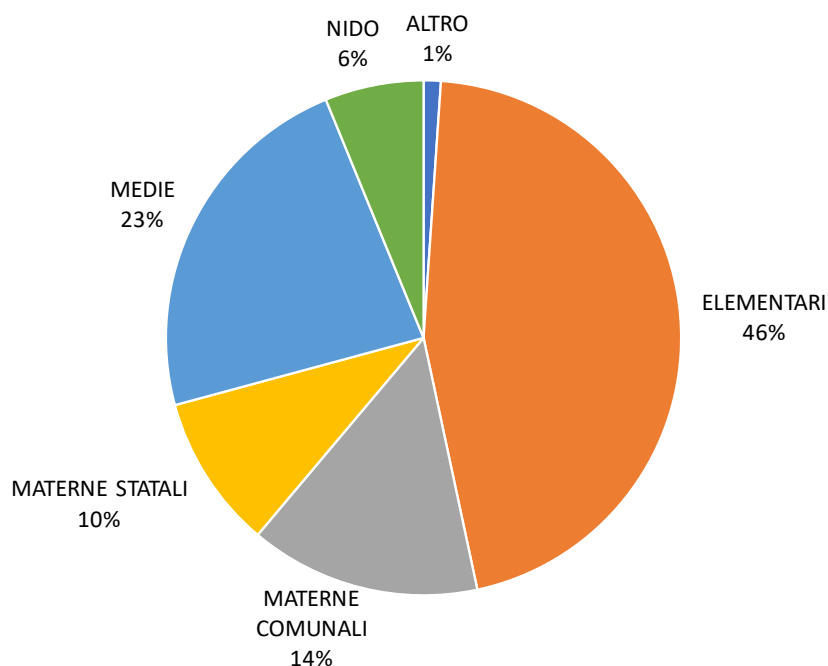


Tabella 2-4: consumi elettrici, superficie e consumo elettrico specifico dei 10 edifici scolastici del Comune di Brescia maggiormente energivori (fonte: dati comunali – nostra elaborazione)

CONSUMI DI ENERGIA ELETTRICA - EDIFICI SCOLASTICI MAGGIORMENTE ENERGIVORI					
EDIFICIO SCOLASTICO	INDIRIZZO	Superficie lorda di piano [mq]	POD	Consumi totali 2018 [kWh]	Consumo specifico [kWh/mq]
ELEMENTARI XXVIII MAGGIO	Via Zadei, 76	4'187.17	IT006E00005200	133'632	31.9
ELEMENTARI CALINI	Via N. Bixio, 9	3'855.50	IT006E00000362	99'865	25.9
MEDIE TOVINI Verrocchio	Via Del Verrocchio, 328	2'373.40	IT006E00222962, IT006E00222963	92'023	38.8
MEDIE FOSCOLO	Via Galilei, 46	4'095.20	IT006E00001864, IT006E00058262	83'252	20.3
ELEMENTARI ARICI	Via Ambaraga, 91	4'300.37	IT006E00000076	72'997	17.0
ELEMENTARI UGOLINI	Via Repubblica Argentina, 122	5'770.76	IT006E00003569	72'524	12.6
MEDIE FRANCHI Sede	Vill. Sereno - Trav. XII ^A , 21	4'662.48	IT006E00004198	65'214	14.0
ELEMENTARI QUASIMODO	Via Costalunga, 15	6'867.16	IT006E00001265	60'478	8.8
MEDIE FRANCHI Succ. Ex Calvino	Via Parenzo, 105	4'411.36	IT006E00003266	60'464	13.7



CONSUMI DI ENERGIA ELETTRICA - EDIFICI SCOLASTICI MAGGIORMENTE ENERGIVORI					
EDIFICIO SCOLASTICO	INDIRIZZO	Superficie lorda di piano [mq]	POD	Consumi totali 2018 [kWh]	Consumo specifico [kWh/mq]
ELEMENTARI MELZI	Via Scuole, 39	3'266.72	IT006E00004128	57'392	17.6
Totale		43'790.12	-	797'841	18.2

Per quanto riguarda invece i *consumi di calore*, nella figura successiva si riporta una ripartizione dei consumi relativi alla stagione termica 2017-2018 comunicati dal fornitore del Servizio Energia (attivo su 217 utenze) per destinazione d'uso degli edifici: appare evidente come quasi due terzi dei consumi sia riconducibile agli edifici scolastici, seguiti dagli uffici comunali con il 17% circa. Si sottolinea che i consumi complessivi di calore degli edifici rientranti nel Servizio Energia risultano pari a circa 38.8 GWh (83% dei consumi di calore considerati nel MEI). Di questi, circa 9 GWh sono riconducibili ai 10 edifici individuati in Tabella 2-5.

Figura 2-3: ripartizione dei consumi di calore degli edifici del Comune di Brescia che rientrano nel Servizio Energia per destinazione d'uso (fonte: dati comunali – nostra elaborazione)

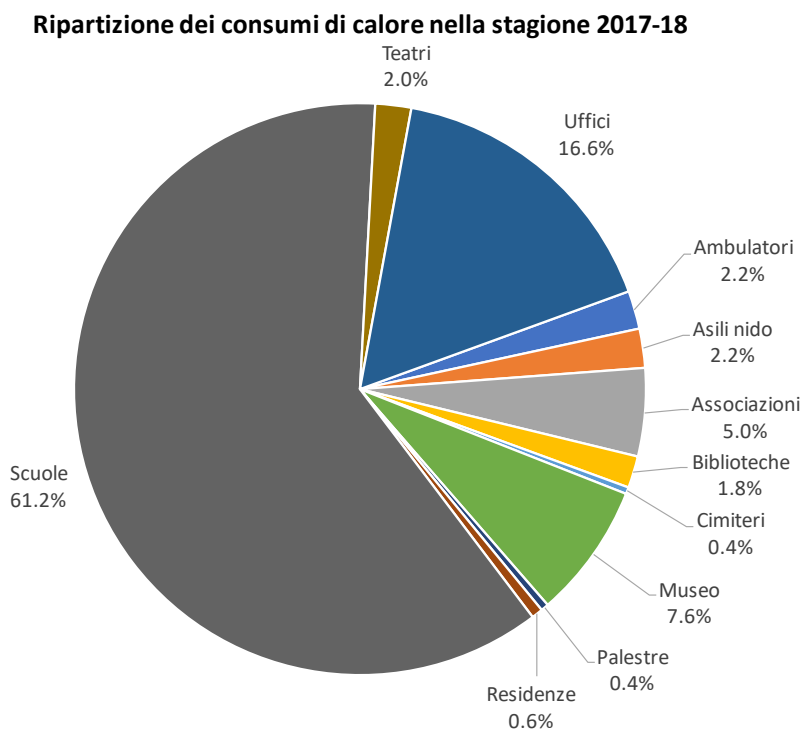


Tabella 2-5: consumi di calore, volumi e consumo termico specifico dei 10 edifici maggiormente energivori del Comune di Brescia (fonte: dati comunali – nostra elaborazione)

CONSUMI DI CALORE - EDIFICI MAGGIORMENTE ENERGIVORI					
EDIFICIO	INDIRIZZO	Volume riscaldato [mc]	PDF	Consumi di calore 2017-2018 [kWh]	Consumo specifico [kWh/mc]
MUSEO S.GIULIA	Via Musei	50'600	IT006T00006365	2'081'290	41.1
CENTRALE UNIFICATA SCUOLE VIA RAFFAELLO	Via Raffaello	54'266	IT006T00003527	1'200'550	22.1
SCUOLA ELEMENTARE 28 MAGGIO/MEDIA LANA	Via Zadei	45'405	IT006T00005200	1'062'665	23.4
SCUOLA ELEMENTARE COLOMBO	Via Colombo	26'507	IT006T00042727	760'005	28.7
SCUOLA MEDIA FRANCHI	Via Sereno	17'732	IT006T00004160	676'420	38.1
LAVORI PUBBLICI	Via Marconi	27'763	IT006T00002564	658'410	23.7
EX TRIBUNALE	Via Moretto	17'820	IT006T00002951	646'090	36.3
SCUOLA MEDIA FOSCOLO ELEMENTARE ALIGHIERI	Via Galilei	28'416	IT006T00058262	637'440	22.4
SCUOLA MEDIA BETTINZOLI	Via Caleppe	39'850	IT006T00177100	632'656	15.9
SCUOLA ELEMENTARE QUASIMODO	Via Costalunga	19'450	IT006T00001265	593'564	30.5
Totale		327'809	-	8'949'089	27.3

2.3.2 L'illuminazione pubblica

Per quanto riguarda il settore dell'illuminazione pubblica, è stato possibile analizzare l'evoluzione dei consumi di energia elettrica sulla base dei dati forniti da Unareti S.p.A. (periodo 2011-2018) ed è disponibile la consistenza attuale del parco lampade (aggiornamento ad agosto 2019).

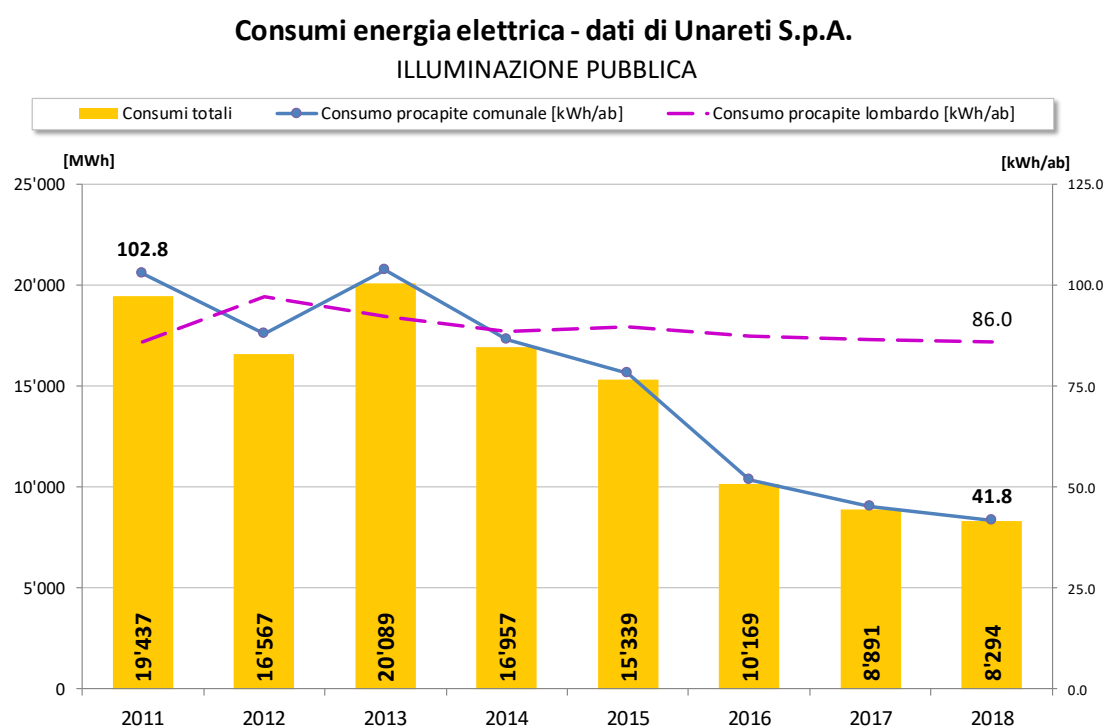
Dal punto di vista dei consumi, dai dati forniti dal distributore locale di energia elettrica riportati in Tabella 2-6 e Figura 2-4, si rileva un andamento inizialmente altalenante seguito da un drastico calo dei consumi, effetto degli interventi di efficientamento effettuati dall'AC a partire dal 2014; in termini di consumi procapite è possibile osservare come, rispetto al dato regionale, i consumi comunali siano inizialmente superiori mediamente del 5% per poi attestarsi ad un valore pari a circa la metà del dato regionale a partire dal 2017. Si sottolinea che, non disponendo di ulteriori informazioni, per la costruzione del BEI al 2010 è stato considerato il consumo al 2011.



Tabella 2-6: consumi di energia elettrica per illuminazione pubblica nel comune di Brescia, consumi procapite e confronto con i consumi procapite regionali (fonte: Unareti S.p.A., Terna S.p.A., Istat – nostra elaborazione)

CONSUMI ILLUMINAZIONE PUBBLICA COMUNE DI BRESCIA			
Anno	Consumo [kWh]	Consumo procapite [kWh/ab]	Consumo procapite LOMBARDIA [kWh/ab]
2011	19'436'845	102.8	86.0
2012	16'567'281	87.9	97.2
2013	20'088'628	103.8	92.4
2014	16'957'267	86.5	88.4
2015	15'338'974	78.1	89.7
2016	10'168'621	51.7	87.4
2017	8'891'005	45.2	86.6
2018	8'293'905	41.8	86.0

Figura 2-4: andamento dei consumi di energia elettrica per illuminazione pubblica nel comune di Brescia, valori assoluti e procapite e confronto con i consumi procapite regionali (fonte: Unareti S.p.A., Terna S.p.A., Istat – nostra elaborazione)



Dai dati forniti dall'AC risulta che il parco lampade è attualmente costituito unicamente da corpi illuminanti a tecnologia LED mentre, secondo quanto riportato nel "Programma di efficientamento energetico degli impianti di illuminazione pubblica", a inizio 2014 circa il 63% delle lampade risulta essere a vapori di sodio e il 21% ad alogenuri metallici.

Nella tabella successiva si riassume l'evoluzione del parco lampade nel periodo considerato. Complessivamente si osserva che tra il 2013 e il 2018 il numero di corpi illuminanti è aumentato del 3% circa, a fronte di una diminuzione della potenza installata pari al 58%, con una conseguente



riduzione della potenza installata per corpo illuminante, passata da 135 a 55 W. Associando al parco lampade a inizio 2014 i consumi rilevati da Unareti nel 2013 e al parco lampade attuale i consumi rilevati nel 2018, è possibile determinare il numero di ore di funzionamento teorico medio, che risulta essere nettamente inferiore al numero di ore di funzionamento standard, stabilito dall'ARERA, pari a 4'200 ore: tale scostamento è dovuto principalmente all'intervento di installazione di regolatori di flusso centralizzati avvenuto tra il 2007 e il 2013, che, secondo quanto segnalato dall'AC, ha coinvolto il 95% delle lampade installate e portato ad una riduzione del 20% dei consumi di energia elettrica (fonte: "Programma di efficientamento energetico degli impianti di illuminazione pubblica").

Tabella 2-7: potenze e consumi per corpo illuminante al 2013 e al 2018 nel comune di Brescia (fonte: Unareti S.p.A., dati comunali – nostra elaborazione)

POTENZE E CONSUMI PER CORPO ILLUMINANTE		
Anno di riferimento	2013	2018
Totale corpi illuminanti	42'774	43'865
Potenza installata totale [kW]	5'768	2'425
Consumo [kWh]	20'088'628	8'293'905
Potenza installata per corpo illuminante [W/C.I.]	134.8	55.3
Consumo per corpo illuminante [kWh/C.I.]	470	189
Ore di funzionamento teoriche [h]	3'483	3'420

2.3.3 Il parco veicoli comunale

L'AC ha fornito i consumi complessivi di carburante dei veicoli di proprietà comunale al 2011 e al 2018, nonché la composizione dettagliata del parco veicoli attuale e le percorrenze annuali per ogni mezzo. Nella tabella successiva si riportano i dati di consumo forniti, considerati per la costruzione del BEI e del MEI; si sottolinea che, in mancanza di altre informazioni, per il BEI al 2010 è stato considerato il dato relativo all'anno 2011.

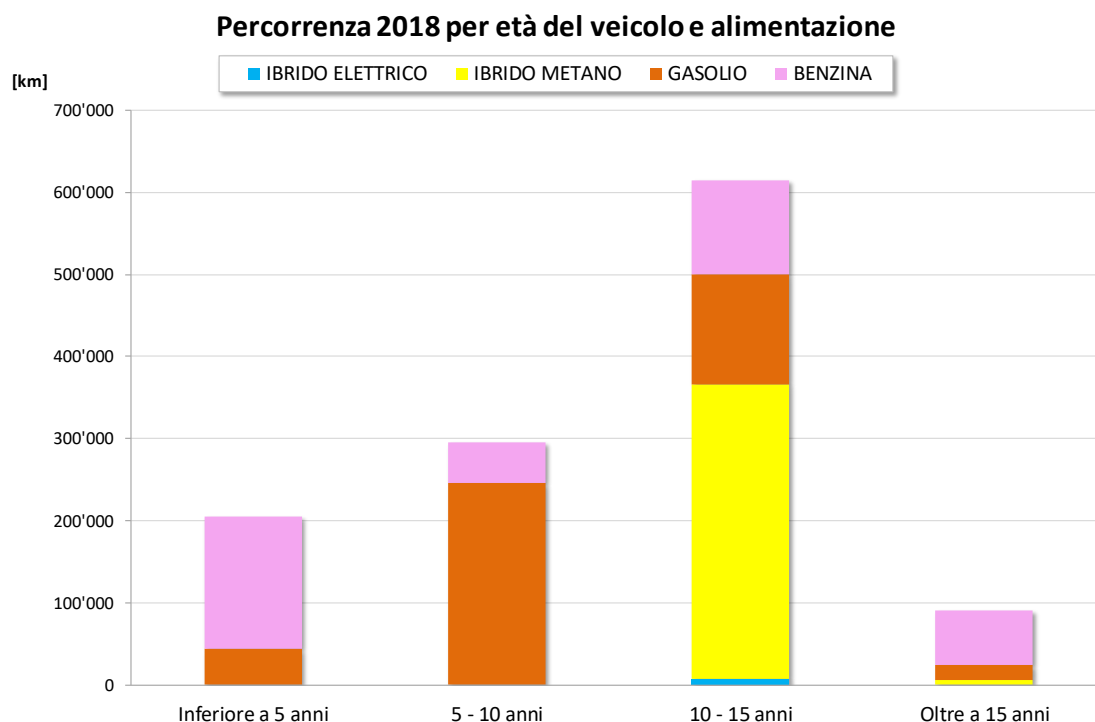
Tabella 2-8: consumi di carburante del parco veicoli comunale considerati nel BEI al 2010 e nel MEI al 2018 (fonte: dati comunali – nostra elaborazione)

CONSUMI ENERGETICI DEL PARCO VEICOLI COMUNALE NEL BEI E NEL MEI					
Vettore	Quantità [l o kg]		Consumi [MWh]		Trend
	BEI 2010	MEI 2018	BEI 2010	MEI 2018	
Gas naturale	25'188	11'009	335	146	-56%
Gasolio	83'780	56'814	832	565	-32%
Benzina	77'122	65'049	708	597	-16%
TOTALE			1'875	1'308	-30%



In particolare, il parco veicoli comunale si compone di 195 mezzi complessivi, di cui 19 a noleggio e 58 inclusi in un contratto che prevede il pagamento di un canone fisso mensile. I mezzi a noleggio risultano essere veicoli recenti, prevalentemente di piccola taglia e ad alimentazione ibrida metano-benzina: non si dispone di informazioni in merito alla percorrenza annuale.

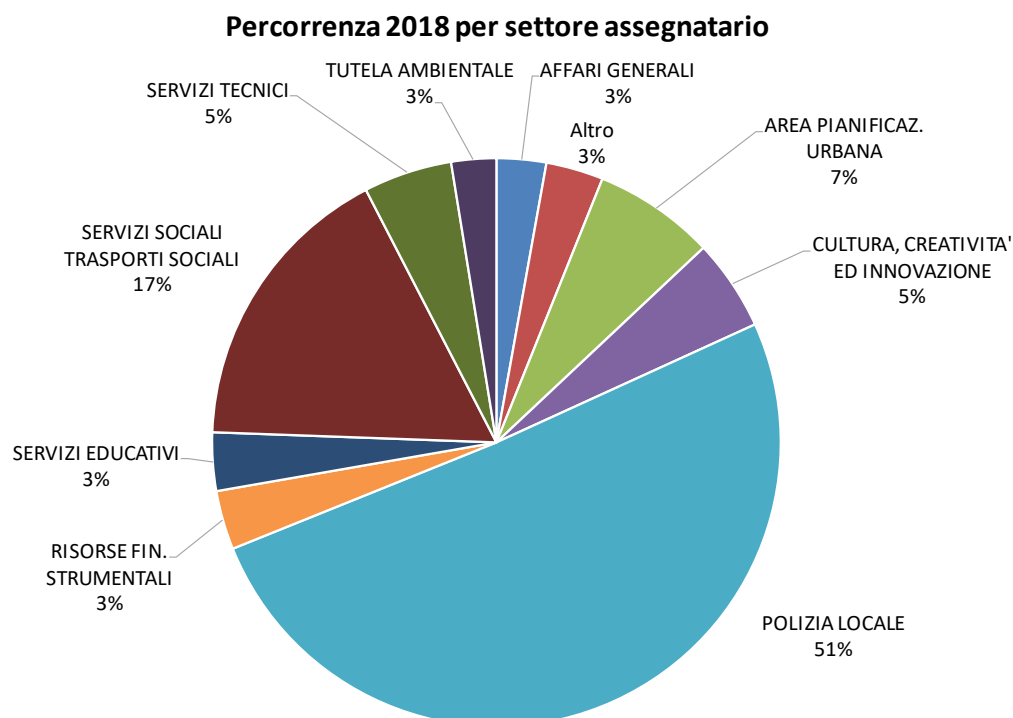
Figura 2-5: percorrenza complessiva del parco veicoli di proprietà comunale al 2018, ripartita per fascia d'età del veicolo e alimentazione (fonte: dati comunali – nostra elaborazione)



Per quanto riguarda gli altri mezzi, si riporta in Figura 2-5 una ripartizione della percorrenza annuale per età di veicolo e alimentazione: appare evidente come i mezzi più vetusti (che in termini di numero di mezzi rappresentano circa un quarto del totale) siano effettivamente i meno utilizzati, essendo caratterizzati da una percorrenza media annuale inferiore a 2'000 km; i veicoli di età compresa tra 10 e 15 anni rappresentano invece circa la metà del parco veicolare comunale, risultano essere principalmente mezzi ibridi metano-benzina e sono caratterizzati da una percorrenza media annuale pari a 6'000 km; infine, i mezzi più recenti (22% del totale) sono caratterizzati da percorrenze medie maggiori (circa 12'000 km/anno) e, pertanto, a loro è assegnato circa il 42% della percorrenza complessiva nel 2018. Si evidenzia come i mezzi più utilizzati risultano alimentati con carburanti tradizionali.

Per concludere, nella figura successiva si riporta una ripartizione della percorrenza complessiva del parco veicoli comunale al 2018 per settore assegnatario dei diversi veicoli: appare evidente come poco più di metà della percorrenza complessiva annuale sia attribuibile ai mezzi utilizzati dalla Polizia locale; segue il settore dei Servizi Sociali e dei Trasporti sociali, con circa il 17% della percorrenza complessiva.

Figura 2-6: percorrenza complessiva del parco veicoli di proprietà comunale al 2018 ripartita per settore assegnatario dei veicoli (fonte: dati comunali – nostra elaborazione)



2.3.4 Il trasporto pubblico locale

Il settore “Mobilità, eliminazione barriere architettoniche e trasporto pubblico” ha fornito un documento di rendicontazione sulla situazione del trasporto pubblico locale nell’anno 2018, a partire dal quale è stato possibile ricavare i dati relativi alla composizione del parco autobus per classe di omologazione e alimentazione e la percorrenza complessiva sia al 2010 (anno di riferimento del BEI) che al 2018 (anno di riferimento del MEI). Ripartendo la percorrenza complessiva per tipologia di veicolo in base al numero dei mezzi e utilizzando i fattori di consumo forniti da INEMAR Arpa Lombardia per il 2014 (dipendenti dal tipo di veicolo, dal carburante e dall’anno di immatricolazione), è stato possibile determinare i consumi per vettore riportati nella tabella successiva.

Tabella 2-9: consumi energetici del parco autobus del servizio di trasporto pubblico locale a Brescia al 2010 e al 2018 (fonte: dati comunali – nostra elaborazione)

CONSUMI ENERGETICI DEL PARCO AUTOBUS DEL TPL NEL BEI E NEL MEI						
Vettore	Classe di omologazione	N° veicoli		Consumi [MWh]		
		2010	2018	2010	2018	Trend
Gasolio	Euro 0	21		2'281	0	-100%
	Euro I	25		2'392	0	-100%
	Euro II	38	6	3'953	567	-86%
	Euro III		6	0	620	-

CONSUMI ENERGETICI DEL PARCO AUTOBUS DEL TPL NEL BEI E NEL MEI						
Vettore	Classe di omologazione	N° veicoli		Consumi [MWh]		
		2010	2018	2010	2018	Trend
	Euro IV		10	0	908	-
	Euro V		2	0	201	-
	Euro VI		1	0	107	-
Totale gasolio		84	25	8'626	2'402	-72%
Gas naturale		106	175	13'656	20'469	+50%
Ibridi elettrici		4	6	272	371	+36%
TOTALE		194	206	22'554	23'242	+3%

Si sottolinea che la percorrenza complessiva annuale risulta passata da 8.8 milioni di km nel 2010 (circa 45'400 km/veicolo) a 8.5 milioni di km nel 2018 (circa 41'200 km/veicolo). Oltre a questa riduzione in termini di intensità di utilizzo dei mezzi, appare evidente come il parco autobus sia drasticamente cambiato tra il 2010 e il 2018, con una riduzione significativa e un parziale rinnovo dei mezzi alimentati a gasolio, nonché un incremento del numero di mezzi alimentati a gas naturale e ibridi, riducendo pertanto le emissioni climalteranti ed inquinanti.

Un altro cambiamento significativo avvenuto tra il 2010 e il 2018 nel sistema di trasporto pubblico locale è rappresentato dall'entrata in funzione della linea metropolitana, avvenuta nel 2013. La metropolitana di Brescia è una linea di Metropolitana Leggera Automatica che collega i quartieri nord della città con quelli della zona sud-est, passando per il centro storico. Il percorso complessivo risulta essere lungo 13.7 km (di cui 3 km fuori terra) e comprende 17 stazioni. I treni utilizzati (18 in totale) sono del tipo driverless e comprendono 72 posti a sedere più 2 postazioni per sedie a rotelle mentre i posti in piedi sono 351. La percorrenza complessiva al 2018 risulta pari a 1.8 milioni di km che, considerando un consumo specifico di 7.6 kWh/km¹⁰, porta a consumi di energia elettrica pari a 13.5 GWh: tale dato è stato quindi considerato nel MEI al 2018.

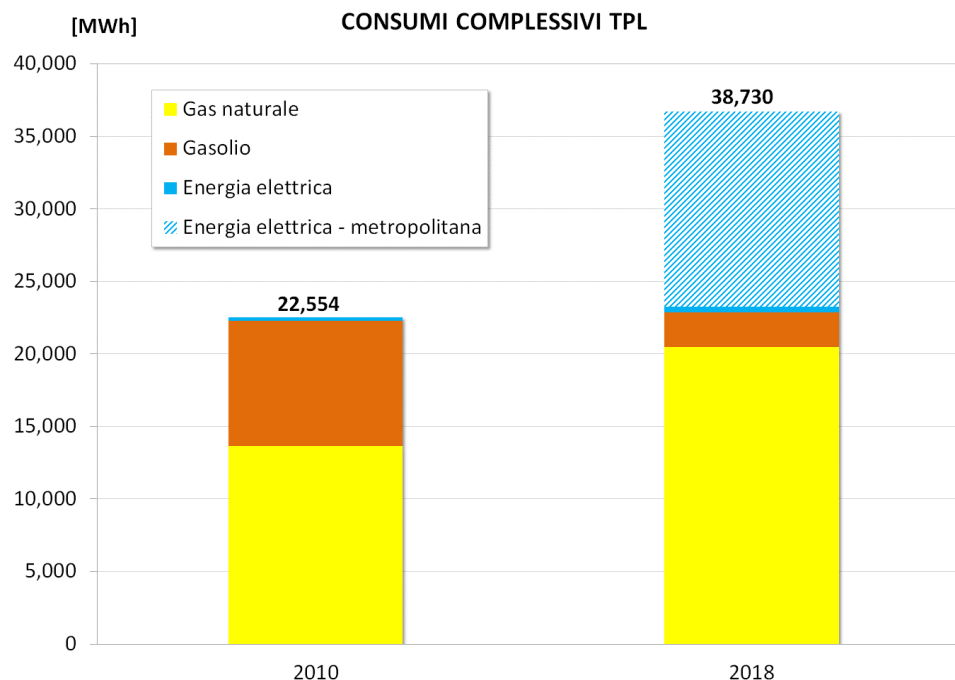
Nella figura successiva si riassume il trend osservato nei consumi del settore dei trasporti pubblici: l'aumento dei consumi risulta giustificato dall'aumento dell'offerta verificatosi tra il 2010 e il 2018. A tale incremento è corrisposto un'analoga riduzione del consumo del comparto del trasporto privato, evidenziando lo spostamento virtuoso verso il trasporto pubblico (evidenziato anche dalla riduzione del numero di auto procapite). Si evidenzia inoltre, nel 2018, la quasi totalità dell'utilizzo di vettori a

¹⁰ Fonte: "Convenzione tra il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ed il Politecnico di Milano del 24 marzo 2014 per l'attuazione delle metodologie di calcolo dell'impronta di carbonio e di compensazione delle emissioni di CO2 di EXPO 2015 - D.1.2 Approfondimento metodologico: viaggi"



minore emissione di gas climalteranti e inquinanti (gas naturale ed energia elettrica), con il gasolio che rappresenta una quota molto limitata dei consumi del TPL.

Figura 2-7: andamento dei consumi di gas naturale, gasolio e energia elettrica del settore dei trasporti pubblici del Comune di Brescia (fonte: nostra elaborazione)



2.3.5 I consumi elettrici rilevati dal distributore

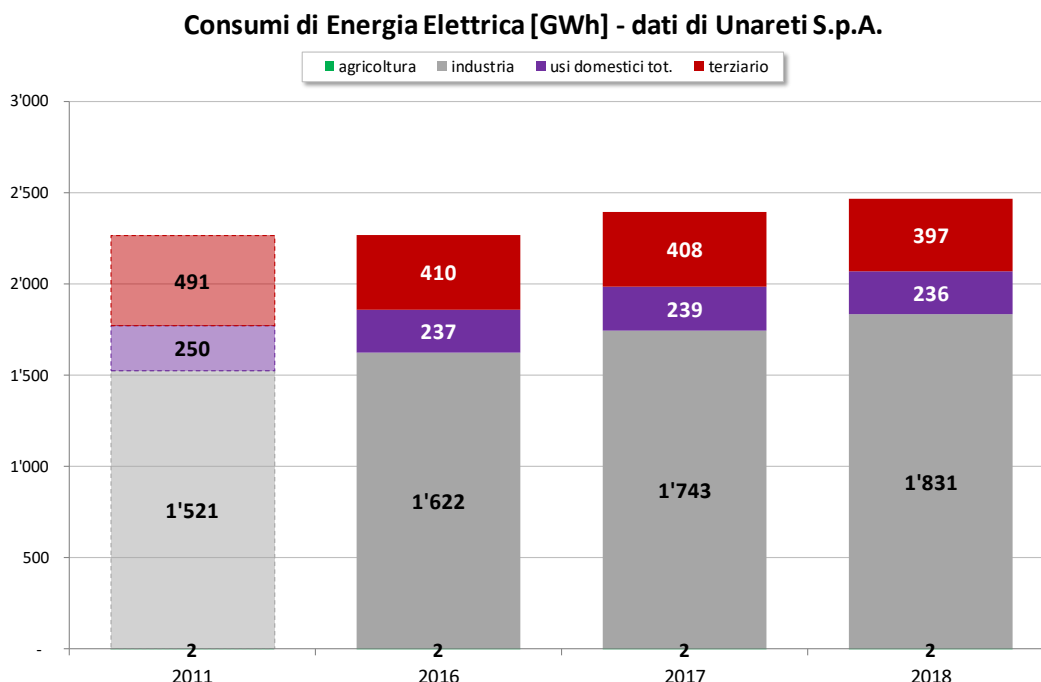
Il distributore locale di energia elettrica (Unareti S.p.A.) ha fornito i dati relativi all'energia elettrica prelevata negli anni dal 2011 al 2018 nel territorio comunale, suddivisi nelle seguenti macrocategorie di consumo:

- utenze domestiche (bassa tensione);
- illuminazione pubblica (bassa tensione);
- colonnine di ricarica dei veicoli elettrici;
- altre utenze (suddivise tra alta, media e bassa tensione).

Per quanto riguarda la categoria "Altre utenze", il distributore ha fornito un'ulteriore disaggregazione per i dati del triennio 2016-2018 che ha permesso di suddividere tali consumi nei diversi settori di interesse (residenziale, terziario, industria e agricoltura). Tali informazioni sono state utilizzate poi per disaggregare il dato complessivo relativo all'anno 2011, utilizzato come riferimento per la costruzione del BEI, tenendo conto dei trend osservati tra il 2011 e il 2016 a livello provinciale nei consumi elettrici dei diversi settori (fonte dati: Terna S.p.A.). I risultati ottenuti sono riportati nella figura successiva.



Figura 2-8: consumi di energia elettrica nel comune di Brescia al 2011 e dal 2016 al 2018, divisi per settore (fonte: Unareti S.p.A. – nostra elaborazione)

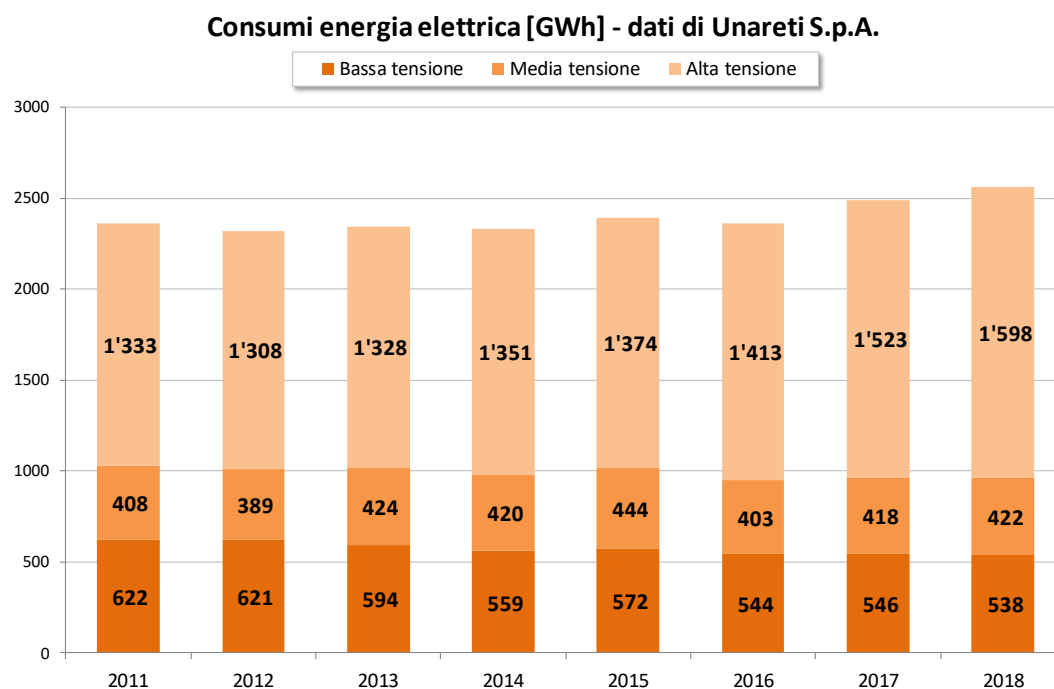


Complessivamente si osserva un aumento dei consumi elettrici pari al 9%. Il settore prevalente risulta essere quello industriale, a cui si riconduce mediamente una quota di consumo elettrico comunale compresa tra i due terzi (2011) e poco meno di tre quarti (2018) e per il quale si osserva una crescita dei consumi significativa, pari al 20%. Il secondo settore per consumi di energia elettrica risulta essere il terziario, per il quale tuttavia si osserva un calo consistente dei consumi (-19%) che passano dal rappresentare il 22% del totale al 16%. Per quanto riguarda il settore residenziale (10-11% dei consumi elettrici complessivi) si osserva invece un calo dei consumi del 5%; rapportando tali consumi alla popolazione residente (cfr. paragrafo 1.2.1) è possibile determinare il consumo procapite, che risulta passare da poco più di 1'300 kWh/abitante a poco meno di 1'200 kWh/abitante (-10%), restando comunque maggiore del consumo medio procapite nazionale del settore (1'100 kWh/abitante nel 2017).

Nella figura seguente si riportano i consumi complessivi ripartiti per fascia di tensione, dal 2011 al 2018: appare evidente come i consumi in bassa tensione subiscano un progressivo calo nel periodo osservato (-13%), a fronte di una sostanziale stabilità dei consumi in media tensione e di una significativa crescita dei consumi in alta tensione (+20%). Si sottolinea che, in base alle informazioni disponibili, tali consumi comprendono anche i consumi relativi al pompaggio e ai servizi ausiliari delle centrali elettriche (da escludere dall'inventario comunale, in quanto non costituiscono un uso finale dell'energia elettrica) e i consumi legati alle linee ferroviarie della rete RFI (da escludere dall'inventario comunale in quanto riguardano i trasporti in ambito extraurbano).



Figura 2-9: consumi di energia elettrica nel comune di Brescia dal 2011 al 2018 per fascia di tensione (fonte: Unareti S.p.A. – nostra elaborazione)



Analizzando i dati relativi ai consumi per settore disponibili per il triennio 2016-2018, è possibile approfondire ulteriormente la dinamica dei consumi per fascia di tensione (cfr. Figura 2-10 e Figura 2-11). In particolare, si evidenzia che tutti i consumi in alta tensione sono riconducibili al settore industriale, per il quale si osserva anche una crescita del 16% dei consumi in media tensione nell'ultimo triennio e un calo del 9% dei consumi in bassa tensione. Per quanto riguarda invece il settore terziario si osservano consumi in media tensione costanti a fronte di una diminuzione del 7% dei consumi in bassa tensione.

Figura 2-10: consumi di energia elettrica del settore industriale nel triennio 2016-2018, per fascia di tensione (fonte: Unareti S.p.A. – nostra elaborazione)

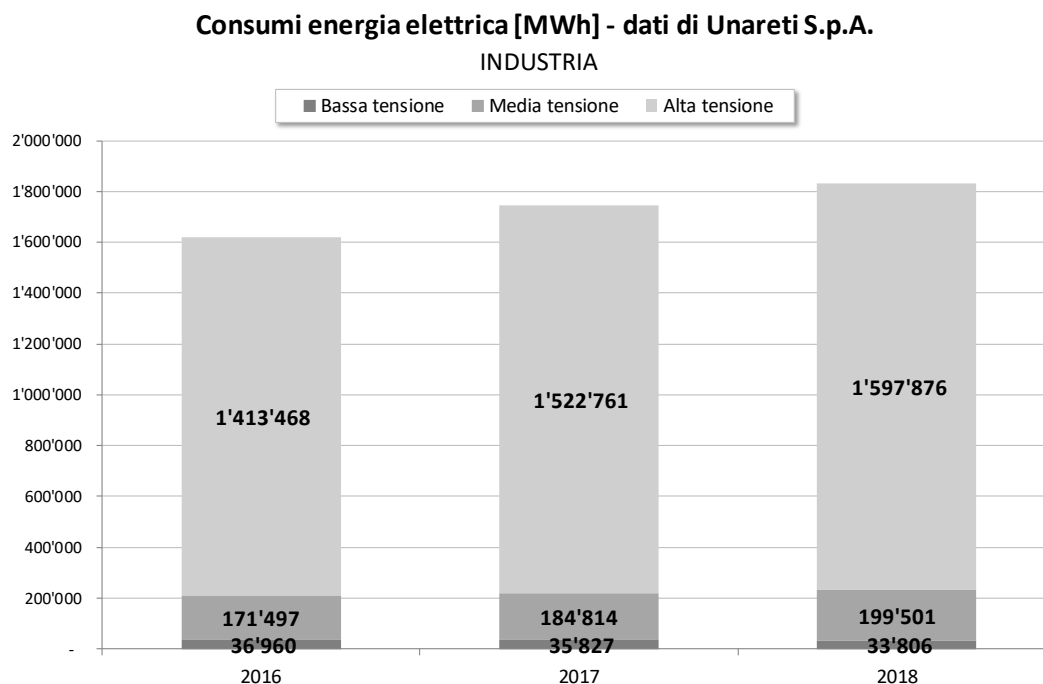
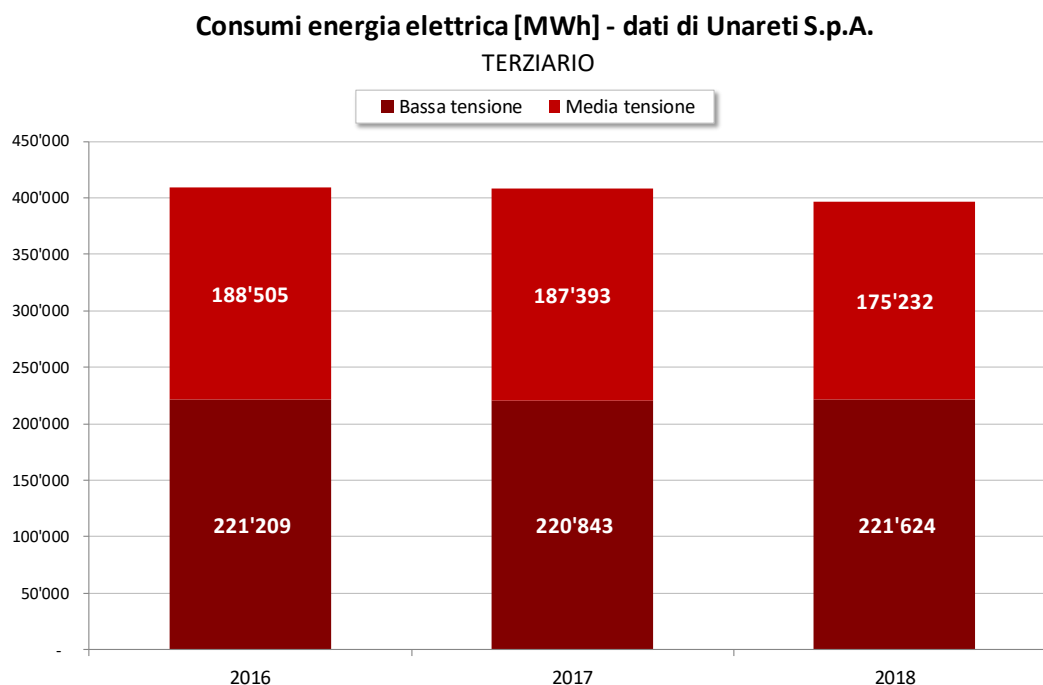


Figura 2-11: consumi di energia elettrica del settore terziario nel triennio 2016-2018 per fascia di tensione (fonte: Unareti S.p.A. – nostra elaborazione)

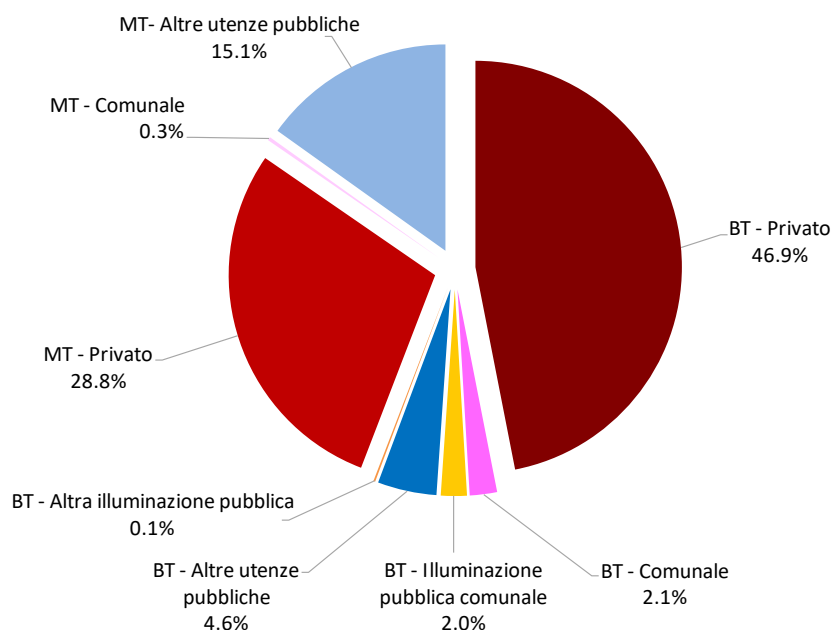


Effettuando un ulteriore approfondimento sulla ripartizione dei consumi elettrici del settore terziario al 2018 (Figura 2-12) è interessante osservare come, sebbene la maggior parte sia attribuibile al terziario privato, ben il 15% dei consumi complessivi è rappresentato dalle utenze pubbliche in media

tensione che non sono di competenza comunale (ad esempio: strutture sanitarie, edifici scolastici provinciali, uffici provinciali...). In generale, il peso dei consumi legati alle utenze comunali risulta essere inferiore al 5% dei consumi elettrici complessivi del settore terziario.

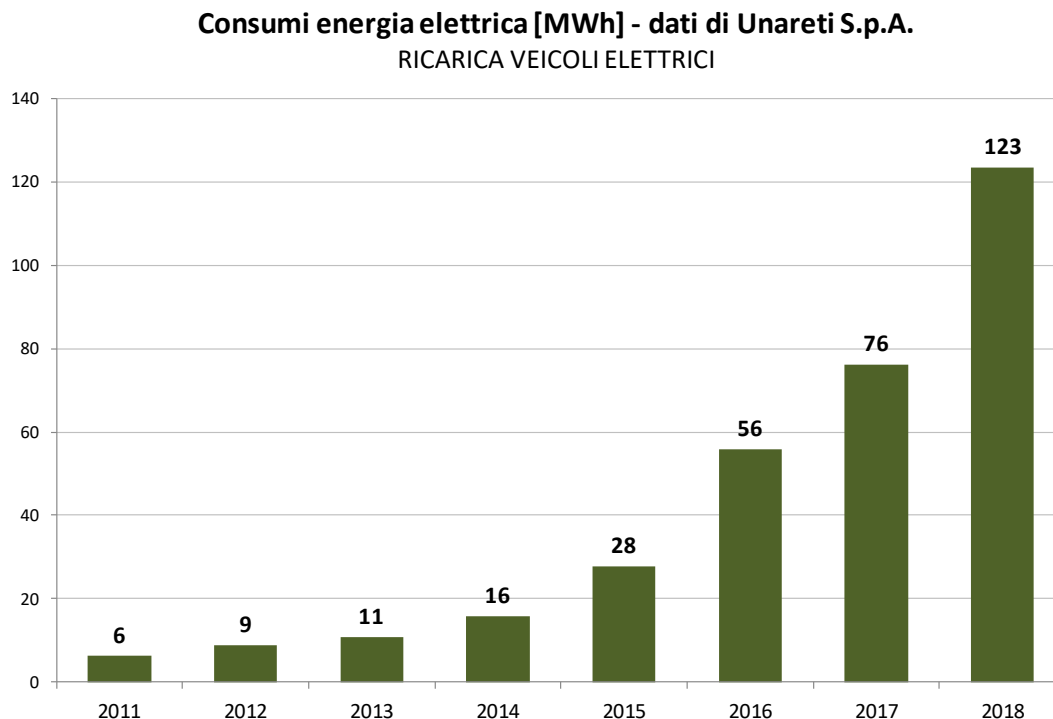
Figura 2-12: ripartizione dei consumi di energia elettrica del settore terziario nell'anno 2018 per tipologia di utenza e fascia di tensione (fonte: Unareti S.p.A. – nostra elaborazione)

Ripartizione dei consumi di energia elettrica - dati di Unareti S.p.A.
TERZIARIO - ANNO 2018



Per concludere, si riporta nella figura successiva l'andamento dei consumi associati alle colonnine di ricarica per i veicoli elettrici: appare evidente come tale tipologia di consumo abbia subito una crescita esponenziale nel periodo osservato. Tuttavia si evidenzia che tali consumi rappresentano nel 2018 lo 0.005% dei consumi complessivi del territorio di Brescia.

Figura 2-13: consumi di energia elettrica assegnati alla categoria “Ricarica veicoli elettrici” dal 2011 al 2018 (fonte: Unareti S.p.A. – nostra elaborazione)



2.3.6 I consumi di gas naturale rilevati dal distributore

Il distributore locale di gas naturale (Unareti S.p.A.) ha fornito i dati relativi ai volumi di gas distribuiti presso il comune di Brescia negli anni dal 2011 al 2018, suddivisi per categoria d'uso: tali dati sono riportati in due tabelle distinte (Tabella 2-10 per il biennio 2011-2012 e in Tabella 2-11 per il periodo 2013-2018) a causa della diversa modalità di suddivisione adottata dal distributore in base alla normativa vigente all'epoca dell'archiviazione.



Tabella 2-10: consumi gas naturale dal 2011 al 2012, suddivisi per categoria d'uso secondo la Del. ARERA 17/07 (fonte: Unareti S.p.A.)

VOLUMI DI GAS DISTRIBUITI NEL COMUNE DI BRESCIA (Unareti S.p.A.) [Smc]			
Categoria	2011	2012	Settore
1 Uso cottura cibi	629'354	656'410	Residenziale
2 Produzione di acqua calda sanitaria	3'229'202	3'027'932	Residenziale
3 Uso cottura cibi+produzione di acqua calda sanitaria	139'254	137'351	Residenziale
4 Uso tecnologico (artigianale-industriale)	13'629'943	13'203'875	Terziario
5 Uso condizionamento	0	0	Residenziale
6 Riscaldamento individuale/centralizzato	3'056'839	2'911'685	Terziario
7 Riscaldamento individuale+uso cottura cibi+produzione di acqua calda sanitaria	45'200'612	45'196'241	Residenziale
8 Riscaldamento individuale+uso cottura cibi	0	1'264	Residenziale
9 Riscaldamento individuale+produzione di acqua calda sanitaria	6'431'293	6'164'299	Residenziale
10 Riscaldamento centralizzato+produzione di acqua calda sanitaria	2'282	62'481	Terziario
11 Riscaldamento centralizzato+uso cottura cibi+produzione di acqua calda sanitaria	381'697	325'960	Terziario
12 Uso tecnologico+riscaldamento	9'974'869	9'246'026	Industria
13 Uso condizionamento+riscaldamento	0	0	Residenziale
TOTALE	82'675'346	80'933'523	

Tabella 2-11: consumi gas naturale dal 2013 al 2018, suddivisi per categoria d'uso secondo la Del. RERA 229/12 (fonte: Unareti S.p.A.)

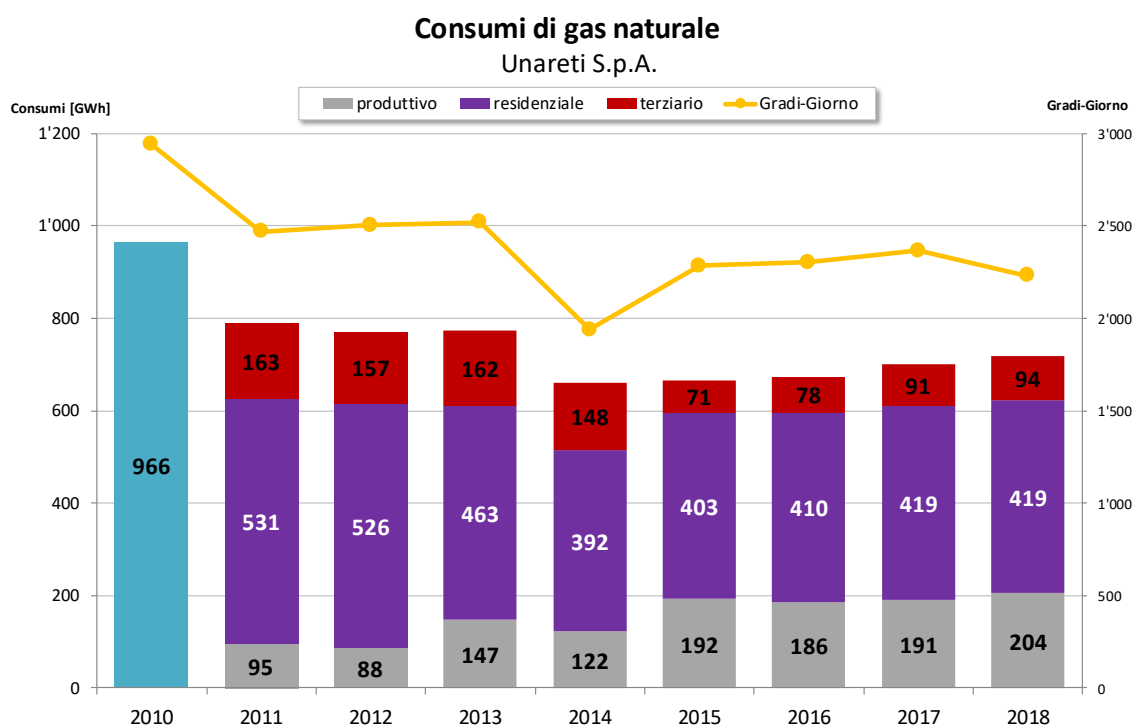
VOLUMI DI GAS DISTRIBUITI NEL COMUNE DI BRESCIA (Unareti S.p.A.) [Smc]							
Categoria	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Settore
C1 Riscaldamento	8'477'301	6'478'302	6'754'624	6'941'747	7'403'668	7'385'255	Terziario
C2 Uso cottura cibi e/o produzione di acqua calda sanitaria	5'591'632	5'702'939	6'055'976	5'736'319	5'323'143	5'119'681	Residenziale
C3 Riscaldamento+uso cottura cibi e/o produzione di acqua calda sanitaria	42'921'335	35'379'833	36'238'536	37'222'046	38'563'857	38'819'866	Residenziale
C4 Uso condizionamento	0	574	20	0	2	796	Residenziale
C5 Uso condizionamento+riscaldamento	542	8'477	6'570	1'227	8'750	3'025	Residenziale
T1 Uso tecnologico (artigianale-industriale)	8'541'919	8'991'763	671'333	1'188'294	2'144'155	2'473'096	Terziario
T2 Uso tecnologico+riscaldamento	15'460'983	12'804'581	20'154'093	19'534'667	20'047'596	21'422'290	Industria
TOTALE	80'993'712	69'366'469	69'881'153	70'624'300	73'491'171	75'224'009	



Per il medesimo periodo e per ciascuna categoria d'uso sono stati forniti da Unareti anche i dati relativi al numero di clienti finali: al 2018 risultano serviti 86'162 clienti finali (-5% rispetto al 2011, con un trend progressivamente in calo su tutto il periodo osservato), di cui il 59% circa (50'540 clienti) è classificato nella categoria "C2 Uso cottura cibi e/o produzione di acqua calda sanitaria", caratterizzata da un consumo per utenza pari a 101 Smc/anno, e il 38% (32'747 clienti) appartiene invece alla categoria "C3 Riscaldamento + uso cottura cibi e/o produzione di acqua calda sanitaria", per la quale si stima un consumo per utenza pari a 1'185 Smc/anno. In tali categorie, che rappresentano il 58% circa dei consumi totali di gas naturale del territorio comunale, ricadono quindi principalmente i piccoli impianti autonomi. Facendo un confronto tra il numero di clienti e il numero di abitazioni di cui al paragrafo 1.2.2, complessivamente pari a 98'503 unità, è possibile ipotizzare come la maggior parte delle abitazioni non sia servita da impianti di riscaldamento alimentati a gas naturale.

Dalla "Relazione sullo stato dell'ambiente del Comune di Brescia secondo il metodo DPSIR" del marzo 2019 è poi possibile ricavare il volume complessivo di gas naturale distribuito nell'anno 2010, pari a 101.25 milioni di metri cubi. Nella figura successiva si riporta tale dato e l'andamento dei consumi per settore dal 2011 al 2018, determinati secondo la classificazione riportata nelle precedenti tabelle.

Figura 2-14: consumi gas naturale dal 2010 al 2018 per settore, confrontati con l'andamento dei Gradi-Giorno (fonte: Unareti S.p.A. – nostra elaborazione)



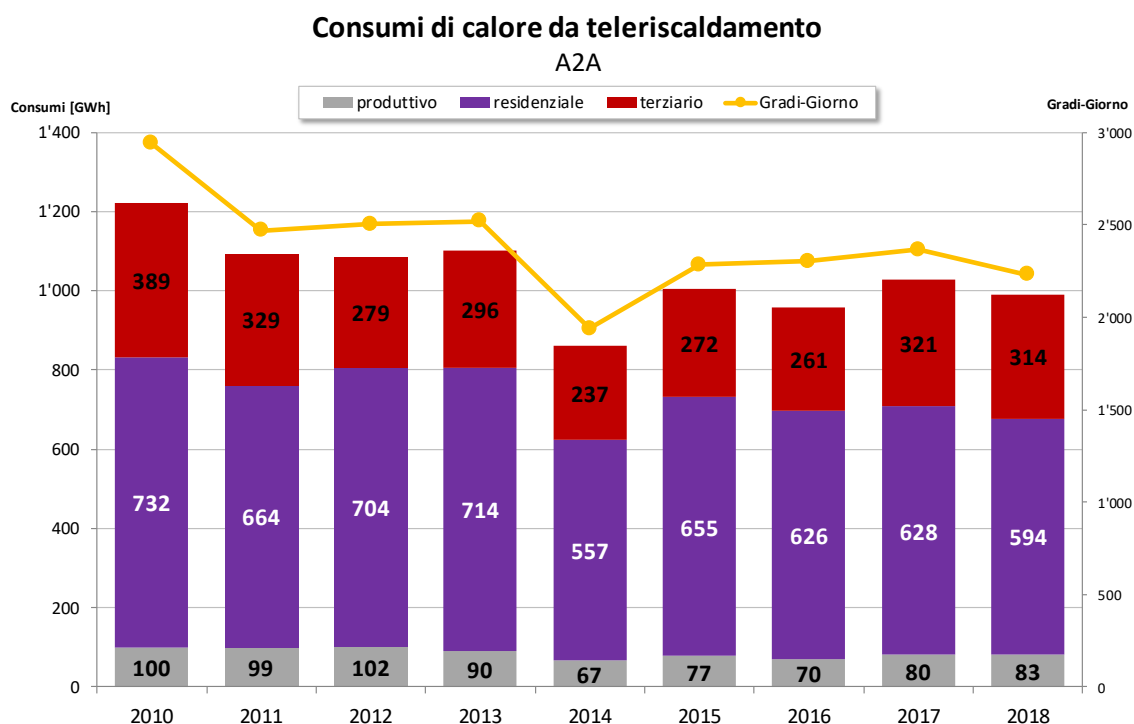
Il grafico evidenzia come l'andamento dei consumi del settore residenziale sia fondamentalmente in linea con quello dei Gradi-Giorno calcolati per i medesimi anni (cfr. paragrafo 2.6) mentre per il settore industriale e per il terziario si osservano trend che rispecchiano in parte quanto già osservato relativamente ai consumi elettrici. Per la costruzione del BEI, il consumo complessivo al 2010 è stato disaggregato per settore a partire dalla suddivisione dei consumi relativi all'anno 2011, considerando solo per il settore residenziale e per il terziario la variazione osservata sui Gradi-Giorno.



2.3.7 I consumi di calore rilevati dal gestore della rete di teleriscaldamento

Il gestore della rete di teleriscaldamento presente nel territorio comunale di Brescia (A2A S.p.A.) ha fornito le quantità di energia termica annuale erogata per tipologia di utenza dal 2010 al 2018: tali dati sono riportati nella figura successiva. Si precisa che tali dati si riferiscono ai consumi finali di calore e, pertanto, non includono le perdite di rete legate alla distribuzione del calore; tale aspetto è indirettamente considerato nella determinazione del fattore di emissione associato ai consumi finali di calore da teleriscaldamento (cfr. paragrafo 2.4.2).

Figura 2-15: energia termica erogata dal 2010 al 2018 per tipologia di utenza, confrontati con l'andamento dei Gradi-Giorno (fonte: A2A S.p.A. – nostra elaborazione)



Come per i consumi di gas naturale, si osserva una stretta correlazione di tali consumi rispetto all'andamento dei Gradi-Giorno calcolati per i medesimi anni (cfr. paragrafo 2.6). Tuttavia, confrontando i dati del 2018 con quelli del 2010, è possibile osservare come i Gradi-Giorno (e pertanto il fabbisogno termico degli edifici) siano diminuiti del 24% mentre i consumi complessivi di calore presentino una variazione inferiore, pari al 19%. Tale differenza è in linea con l'aumento del numero di utenze servite (+6% tra il 2010 e il 2018) e conseguentemente della volumetria totale riscaldata, passata da 40.7 a 42.3 milioni di metri cubi (+4%). Si evidenzia che, nel 2018, il 60% circa dei consumi di calore è attribuito al settore residenziale, che tuttavia rappresenta il 54% circa della volumetria complessivamente riscaldata e l'87% del numero di utenze (complessivamente pari a 21'206 unità).

Per ulteriori approfondimenti sulla rete di teleriscaldamento del comune di Brescia si rimanda al paragrafo 2.4.2, 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.



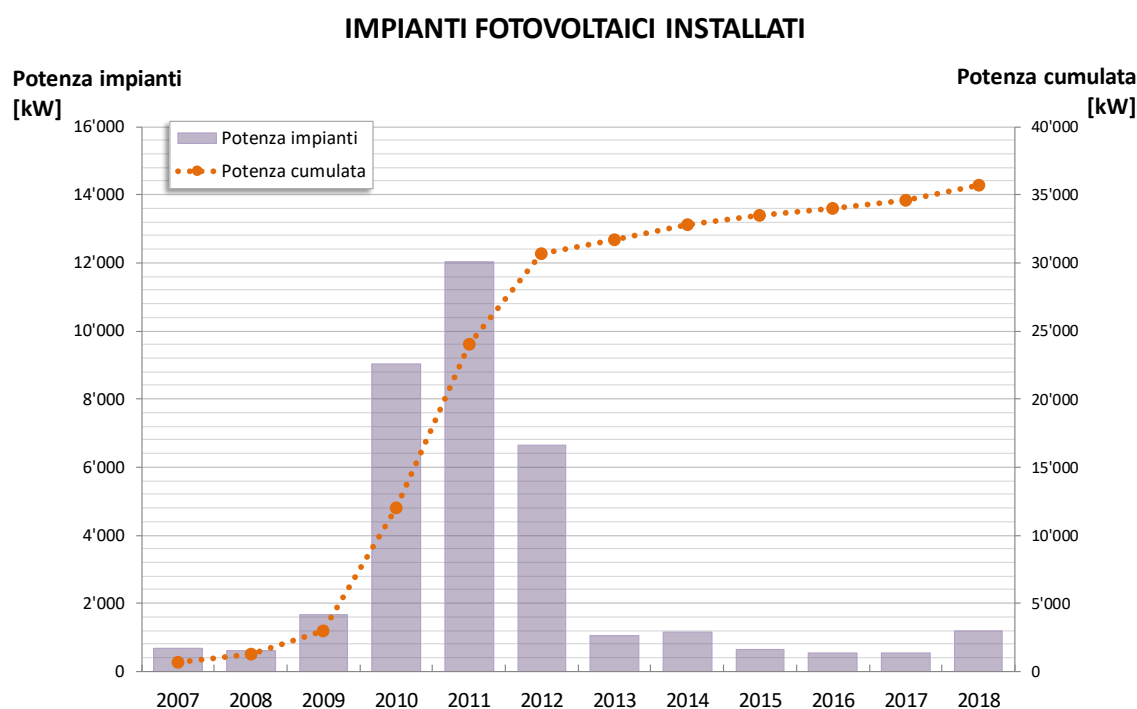
2.4 ANALISI DELLA PRODUZIONE LOCALE DI ENERGIA

Come descritto nel paragrafo 2.1.1, nella costruzione del BEI e del MEI è possibile tenere conto delle riduzioni delle emissioni di CO₂ sul versante della produzione qualora siano presenti sul territorio comunale impianti di produzione locale di energia rinnovabile elettrica e di energia termica. Nei paragrafi successivi sono presentati i dati disponibili sugli impianti presenti nel territorio di Brescia.

2.4.1 La produzione locale di energia elettrica

Nella figura seguente si rappresentano i dati forniti dal distributore locale di energia elettrica relativi alla potenza fotovoltaica annualmente installata nel territorio comunale. Appare evidente come la maggior parte degli impianti sia stata installata nel triennio 2010-2012; in particolare, la potenza complessivamente installata al 2018 (35.7 MWp) risulta essere pari a circa tre volte quella presente al 2010.

Figura 2-16: potenza cumulata degli impianti fotovoltaici installati a Brescia, dati dal 2007 al 2018 (fonte: Unareti S.p.A. – nostra elaborazione)

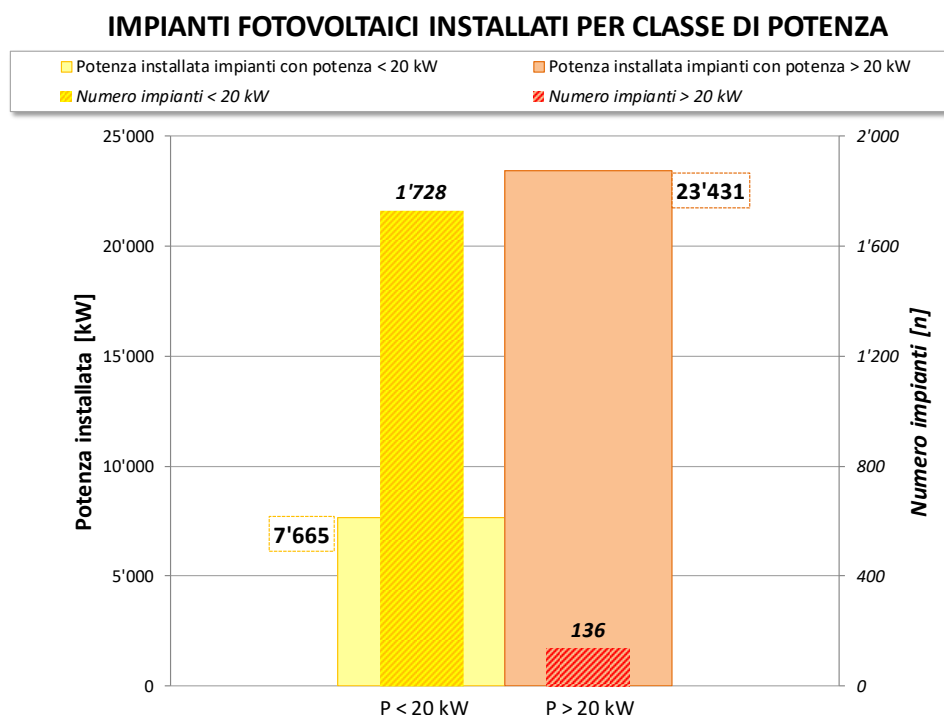


Per completare il quadro conoscitivo circa la produzione locale di energia elettrica, sono state analizzate le informazioni ricavabili dalla banca dati nazionale Atlaimpianti, il sistema informativo geografico messo a disposizione dal GSE che rappresenta l'atlante degli impianti di produzione di energia incentivati. Attraverso questi dati è possibile ricavare informazioni più dettagliate circa la numerosità e la potenza degli impianti fotovoltaici installati; tuttavia, si segnala che la potenza complessiva degli impianti censiti dal GSE è significativamente inferiore rispetto al dato comunicato dal distributore (31.1 MWp contro 35.7 MWp), pertanto il quadro conoscitivo fornito dal GSE risulta



essere incompleto. In Figura 2-17, si restituisce una sintesi della tipologia di impianti fotovoltaici presenti a Brescia a fine 2018 secondo quanto restituito dal GSE: effettuando un confronto con il numero di edifici residenziali riportati al paragrafo 1.2.2, è possibile osservare come gli impianti di piccole dimensioni e dunque integrati agli edifici (potenza inferiore a 20 kW) siano ancora poco diffusi, in quanto risultano installati solo poco più di 1'700 impianti a fronte di un numero di edifici presenti al 2011 pari a 16'343.

Figura 2-17: numero di impianti e potenza installata per classe di potenza nel comune di Brescia, aggiornamento a dicembre 2018 (fonte: GSE – nostra elaborazione)



Nella tabella successiva (Tabella 2-12), si riportano i dati di potenza installata cumulata, energia immessa in rete e consumi elettrici comunali forniti da Unareti S.p.A.: la quota di energia elettrica prodotta tramite il fotovoltaico risulta pari allo 0.6% dei consumi elettrici al 2010 (anno BEI, il dato riportato è stato ricavato dalla “Relazione sullo stato dell’ambiente del Comune di Brescia secondo il metodo DPSIR”) e all’1.5% dei consumi elettrici totali al 2018 (anno MEI).



Tabella 2-12: potenza fotovoltaica installata cumulata, produzione immessa in rete e rapporto rispetto ai consumi totali di energia elettrica nel comune di Brescia dal 2010 al 2018 (fonte: Unareti S.p.A. - nostra elaborazione)

IMPIANTI FOTOVOLTAICI INSTALLATI				
Anno	Potenza installata [kW]	Produzione effettiva [MWh]	Consumi di EE* [MWh]	% Produzione su Consumi
2010	11'974	14'424	2'280'000	0.63%
2011	23'989	15'646	2'343'356	0.67%
2012	30'627	23'198	2'301'769	1.0%
2013	31'671	26'007	2'324'957	1.1%
2014	32'822	36'100	2'312'787	1.6%
2015	33'467	36'810	2'374'846	1.5%
2016	34'019	37'420	2'350'177	1.6%
2017	34'551	38'006	2'478'123	1.5%
2018	35'736	39'310	2'549'937	1.5%

*: il consumo relativo all'anno 2010 è stato ricavato dalla "Relazione sullo stato dell'ambiente"

Le informazioni sopra riportate sono state utilizzate per il calcolo del fattore di emissione locale di CO₂ per l'energia elettrica secondo le Linee Guida per la stesura del PAESC del JRC. Poiché al 2010 sono presenti impianti fotovoltaici, il fattore di emissione locale è lievemente inferiore rispetto a quello medio nazionale assunto come riferimento (0.385 t/MWh contro 0.388 t/MWh) mentre al 2018 il fattore di emissione dell'energia elettrica risulta pari a 0.382 t/MWh.

2.4.2 La produzione locale di energia termica

La rete di teleriscaldamento del comune di Brescia è entrata in funzione negli anni '70 e rappresenta il risultato di un piano globale di lungo periodo elaborato dal Comune assieme all'azienda comunale di pubblica utilità ASM S.p.A. (Azienda Servizi Municipalizzati), confluita poi in A2A S.p.A. a partire dal 2007.

Il sistema attuale di produzione è caratterizzato da due poli principali:

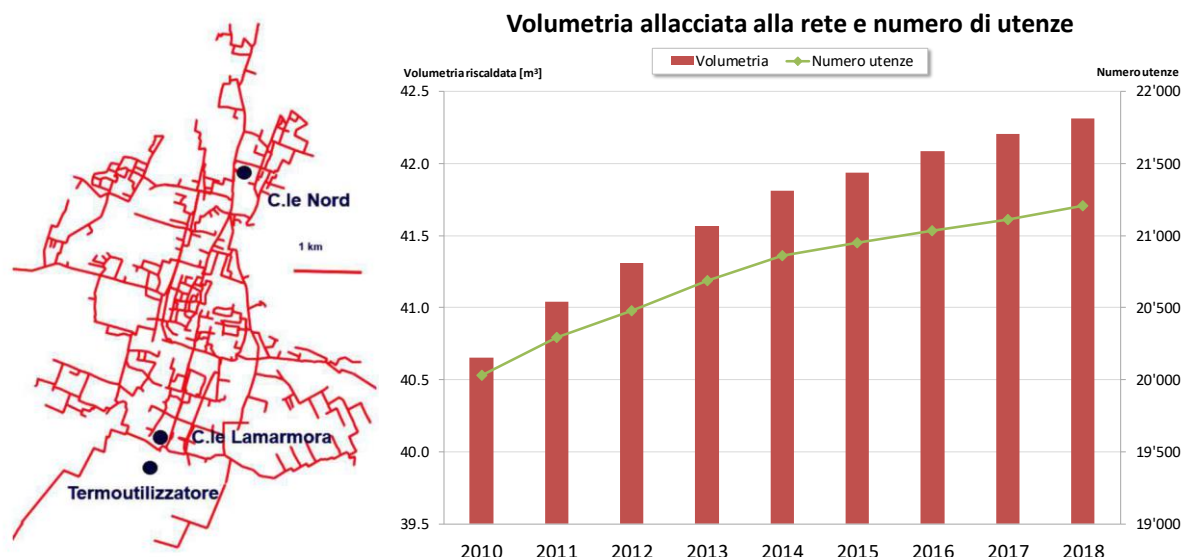
- La **Centrale Lamarmora**, localizzata nella zona sud della città, consta di un gruppo in assetto cogenerativo combinato con turbina a vapore a contropressione e generatore di vapore, attualmente alimentato con gas naturale e carbone (nel 2010 il gruppo consumava anche olio combustibile, poi abbandonato), a cui si aggiungono tre caldaie semplici alimentate a gas naturale che fungono da integrazione e riserva. A questo polo è collegato, a partire dal 1998, l'impianto combinato di *termoutilizzazione* dei rifiuti e nel corso del 2016 è stato attivato uno scambio termico di recupero calore da una industria metallurgica di Brescia.
- La **Centrale Nord**, costituita da caldaie semplici.



Esistono inoltre due centrali minori, a nord della città, Bovezzo e Concesio, entrambe allacciate alla rete principale.

Al fine di completare il quadro conoscitivo sull'impianto, nella figura successiva si riporta una rappresentazione della rete di teleriscaldamento attuale, dove è possibile individuare la posizione delle centrali, e un grafico in cui è riportata la volumetria complessivamente allacciata alla rete a partire dalla sua entrata in funzione. Da questo punto di vista si sottolinea che, come riportato nell'annuario 2018 dell'AIRU (Associazione Italiana Riscaldamento Urbano), sono previsti ulteriori allacciamenti alla rete a seguito della realizzazione di nuove lottizzazioni residenziali e commerciali mentre, per quanto riguarda gli edifici esistenti, si prevedono campagne promozionali e agevolazioni allo scopo di ampliare la volumetria servita.

Figura 2-18: sistema di teleriscaldamento di Brescia (fonte: "Efficient district heating and cooling systems in the EU - Case studies analysis, replicable key success factors and potential policy implications" – European Commission, 2016) e evoluzione delle connessioni alla rete a partire dal 2010 (fonte: A2A S.p.A.)

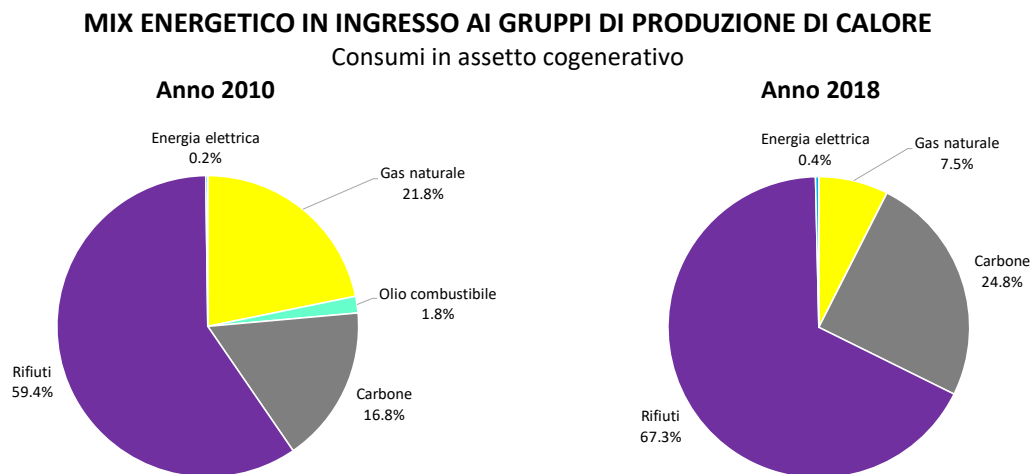


Per definire il fattore di emissione da associare ai consumi di calore discussi al paragrafo 2.3.7, è necessario determinare il mix energetico consumato dalle centrali destinato alla produzione del calore distribuito. In

Figura 2-19 si riporta la ripartizione percentuale dei consumi complessivi dell'impianto per vettore, ricostruita a partire dai dati riportati negli annuari dell'AIRU: appare evidente come tra il 2010 e il 2018 sia stato abbandonato l'uso dell'olio combustibile e sia aumentato il recupero di energia dai rifiuti.

Inoltre, si sottolinea che nel 2010 il Gruppo Policombustibile di Lamarmora è stato interessato dai lavori di installazione del catalizzatore DeNOx per la riduzione degli NO_x; per tale motivo la disponibilità dell'impianto, e quindi l'utilizzo di carbone, è stato inferiore rispetto all'effettivo fabbisogno e, di conseguenza, l'utilizzo di gas naturale sugli impianti di riserva ha assunto un peso maggiore.

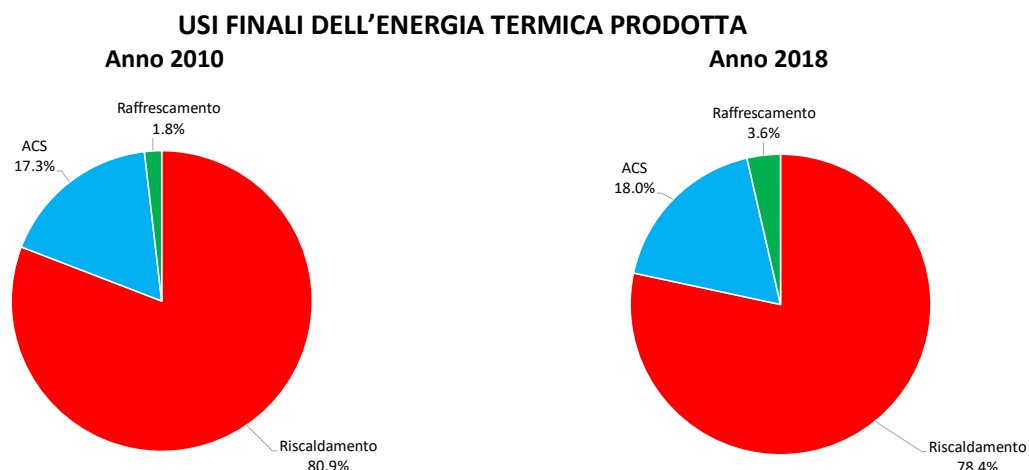
Figura 2-19: mix energetico in ingresso ai gruppi di produzione di calore a servizio della rete di teleriscaldamento di Brescia al 2010 e al 2018 (fonte: AIRU – nostra elaborazione)



A seguito dei tavoli tecnici tra gestore della rete di teleriscaldamento (A2A S.p.A.), funzionari del Comune di Brescia ed estensori del PAESC, si è concordato di effettuare il calcolo del fattore di emissione del teleriscaldamento in conformità alla Norma UNI EN 15316-4-5 del febbraio 2018. Tale norma definisce, infatti, la prestazione energetica ed emissiva degli edifici e nella Parte 4-5 specificatamente per sistemi energetici distrettuali come il teleriscaldamento ed il teleraffrescamento. Il calcolo del fattore di emissione medio nel 2010 e nel 2018 fatto secondo tale norma risulta rispettivamente pari a 0.024 t/MWh e 0.040 t/MWh. Tale aumento è giustificato da quanto sopra esposto, in quanto nel 2018 i consumi di carbone, caratterizzato da un fattore emissivo pari a 0.341 t/MWh, risultano avere un maggiore peso percentuale rispetto a quelli di gas naturale, il cui fattore di emissione è pari a 0.202 t/MWh. Secondo lo scenario previsto dal Piano di decarbonizzazione messo a punto da A2A (vedi capitolo 5 per maggiori informazioni), al 2030 le emissioni associate ai consumi di calore diminuiranno sensibilmente fino a poterle considerare quasi trascurabili, grazie all'eliminazione del carbone, all'incremento dei recuperi di termici e delle fonti rinnovabili ed alla riduzione del gas naturale.

Infine, si ritiene interessante riportare nella figura seguente le informazioni relative agli utilizzi dell'energia termica distribuita alle utenze finali: appare evidente come lo sfruttamento dell'energia prodotta ai fini della climatizzazione invernale sia prevalente. Si osserva tuttavia che nel 2018 il peso associato all'energia frigorifera consegnata alle utenze risulta raddoppiato rispetto al 2010.





2.5 BEI: L'INVENTARIO AL 2010

2.5.1 I consumi energetici finali

La Tabella 2-13, esito delle elaborazioni di cui ai paragrafi precedenti, redatta secondo il template del JRC, riporta i dati di consumo per settore e per vettore del comune di Brescia. Si sottolinea che sotto la voce "Riscaldamento/raffrescamento" sono riportati i dati relativi all'energia termica erogata dalla rete di teleriscaldamento che risulta essere utilizzata quasi totalmente per il riscaldamento e per la produzione di acqua calda sanitaria (cfr. paragrafi 2.3.7 e 2.4.2 per maggiori informazioni).



Tabella 2-13: consumi energetici annui per settore e per vettore (2010-BEI) nel comune di Brescia (fonte: Unareti S.p.A., A2A S.p.A., SIRENA20, dati comunali – nostra elaborazione)¹¹

Categoria	CONSUMI FINALI DI ENERGIA [MWh]															
	Energia elettrica	Riscald. / raffresc.	Combustibili fossili								Energie rinnovabili					TOTALE
			Gas naturale	GPL	Oilco combustibile	Gasolio	Benzina	Lignite	Carbone	Altri	Oilco vegetale	Bio carburanti	Altre biomasse	Solare termico	Geotermia	
EDIFICI, ATTREZZATURE/IMPIANTI E INDUSTRIE:																
Edifici, attrezzature/impianti comunali	14'769	54'040	746	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	69'555
Edifici, attrezzature/impianti del terziario (non comunali)	456'174	335'140	193'082	217	0	163	0	0	0	0	0	0	0	26	19'760	1'004'562
Edifici residenziali	249'751	732'077	631'641	314	0	806	0	0	0	0	0	0	3'281	730	15'808	1'634'409
Illuminazione pubblica comunale	19'437	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19'437
Settore produttivo	1'523'094	100'024	140'108	16'068	5'407	31'736	3	0	0	0	0	0	2'908	29	3'952	1'823'329
Subtotale edifici, attrezzature/impianti e industrie	2'263'226	1'221'282	965'577	16'599	5'407	32'706	3	0	0	0	0	0	6'188	784	39'519	4'551'291
TRASPORTI:																
Parco veicoli comunale	0	0	335	0	0	832	708	0	0	0	0	0	0	0	0	1'875
Trasporti pubblici	272	0	13'656	0	0	8'626	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22'554
Trasporti privati e commerciali	6	0	12'237	35'565	0	326'443	156'131	0	0	0	0	24'301	0	0	0	554'682
Subtotale trasporti	279	0	26'227	35'565	0	335'902	156'838	0	0	0	0	24'301	0	0	0	579'112
TOTALE	2'263'504	1'221'282	991'804	52'163	5'407	368'607	156'841	0	0	0	0	24'301	6'188	784	39'519	5'130'402

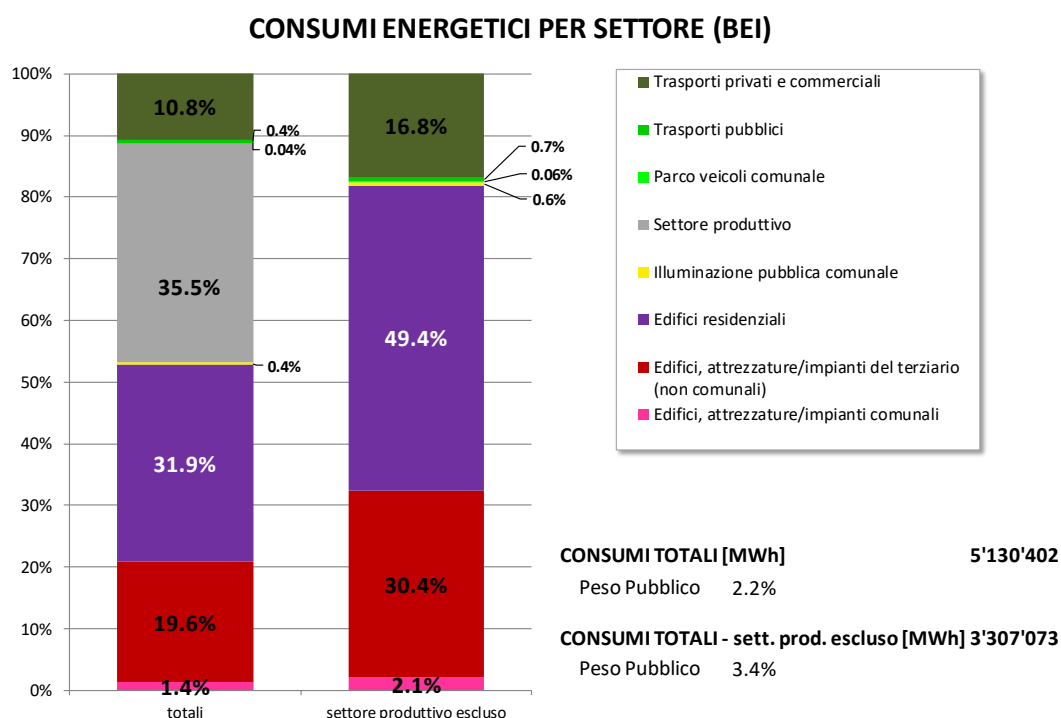
Dall'analisi della distribuzione dei consumi energetici per settore (Figura 2-20), il settore maggiormente energivoro risulta essere il produttivo (industria non ETS), essendo responsabile di poco più di un terzo dei consumi comunali; segue a poca distanza il settore residenziale (32%) mentre il settore terziario è responsabile del 20% circa dei consumi. I consumi del comparto pubblico (edifici comunali, illuminazione pubblica, parco veicoli comunale e trasporto pubblico) sono pari al 2.2% dei consumi totali di Brescia.

Nel caso di esclusione del settore produttivo, il settore predominante in termini di consumi diventa il residenziale, a cui si associa quasi la metà dei consumi complessivi, mentre il consumo energetico diretto attribuibile al Comune è in questo caso pari a circa il 3.4%. 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.

¹¹ Per brevità nelle didascalie successive si riporta come fonte degli inventari solamente la dicitura 'nostra elaborazione'.



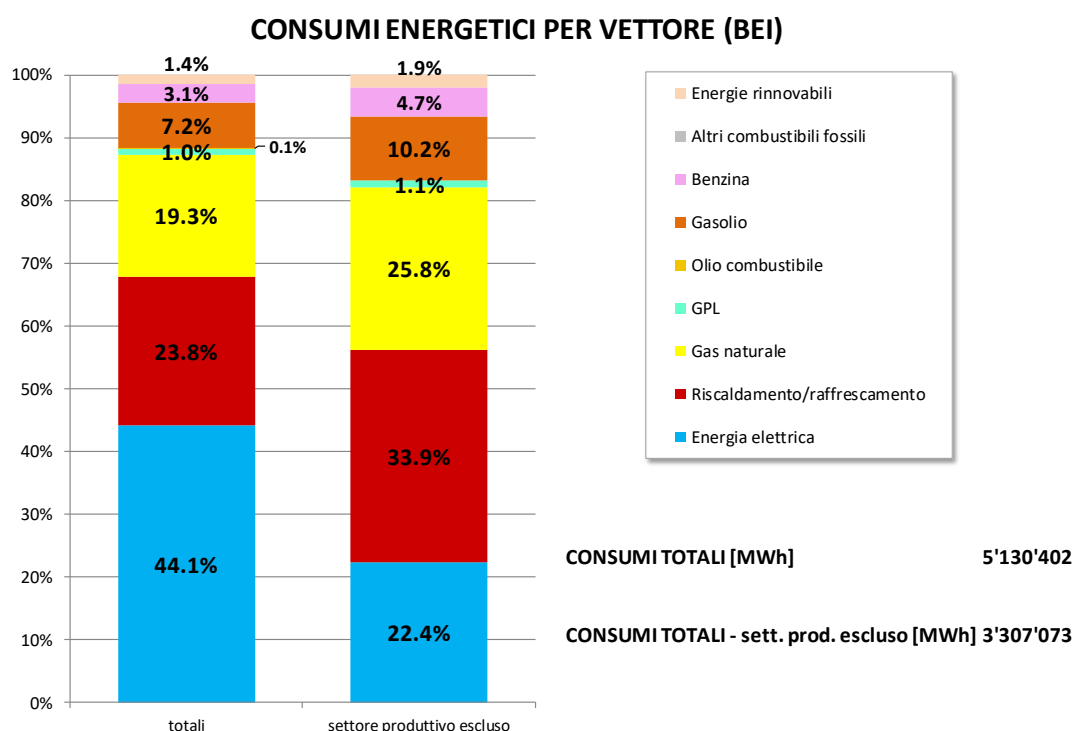
Figura 2-20: distribuzione percentuale dei consumi energetici annui per settore nel comune di Brescia considerati nel BEI: a sinistra si considerano tutti i settori, a destra si riportano i consumi privi del settore produttivo (fonte: nostra elaborazione)



Nella figura successiva si mostra la distribuzione percentuale dei consumi energetici per vettore. Dall'analisi effettuata si può notare come il 44% dei consumi sia da attribuire all'energia elettrica, seguita dal calore distribuito mediante rete di teleriscaldamento con il 24% circa e dal gas naturale con il 19%. Escludendo il settore produttivo, i consumi di energia elettrica rappresentano solamente il 22% del totale, venendo quindi superati sia dai consumi di calore (34%) che dai consumi di gas naturale (26%).

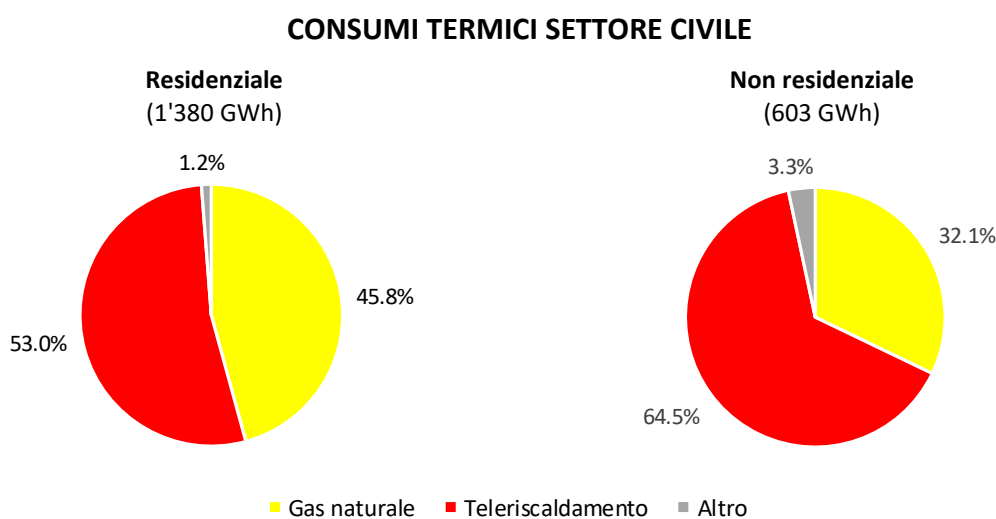


Figura 2-21: distribuzione percentuale dei consumi energetici annui per vettore nel comune di Brescia considerati nel BEI: a sinistra si considerano tutti i settori; a destra si riportano i consumi privi del settore produttivo, si sottolinea che con la voce "Riscaldamento/raffrescamento" si intende l'energia termica distribuita dalla rete di teleriscaldamento (fonte: nostra elaborazione)



Nella figura seguente si riporta un focus sulla ripartizione per vettore dei consumi termici del settore civile: i consumi di calore prevalgono da teleriscaldamento prevalgono rispetto ai consumi di altri vettori; tuttavia, negli ambiti residenziali (a cui si riconduce il 70% dei consumi termici del settore civile) tale prevalenza è meno netta (53%) a causa di un maggiore peso dei consumi di gas naturale (46%).

Figura 2-22: consumi termici del settore civile per vettore (fonte: BEI 2010 – nostra elaborazione)



In Tabella 2-14 vengono riportati i consumi energetici comunali suddivisi per settore, sia in valore assoluto che procapite, confrontati con i consumi procapite medi stimati per la Lombardia a partire dai dati di SIRENA20. Complessivamente, il consumo procapite comunale risulta essere leggermente superiore a quello lombardo (+4%). Analizzando gli scostamenti settore per settore è possibile osservare come i consumi procapite relativi al settore terziario siano nettamente superiori alla media regionale (+46%): si ritiene che tale disallineamento sia attribuibile ad un maggior peso delle imprese appartenenti a tale settore rispetto al contesto medio regionale, a causa del ruolo che la città di Brescia ha rispetto al contesto provinciale. Per quanto riguarda gli altri settori, si evidenzia il minor consumo procapite in ambito residenziale (-9% rispetto al valore regionale) e quello del settore dei trasporti (-7%): in quest'ultimo caso, tale scostamento potrebbe essere legato alla presenza di un servizio di trasporto pubblico caratterizzato da un'ampia offerta.

Tabella 2-14: consumi energetici annui per settore (2010-BEI) assoluti e procapite del comune di Brescia confrontati con i consumi procapite regionali (fonte: SIRENA20 – nostra elaborazione)

CONSUMI ENERGETICI COMUNALI PROCAPITE e CONFRONTO CON VALORI LOMBARDI (2010)			
SETTORE	CONSUMI COMUNALI ANNUI [MWh]	CONSUMI COMUNALI PROCAPITE [MWh/ab]	CONSUMI LOMBARDI PROCAPITE [MWh/ab]
Edifici, attrezzature/impianti comunali	69'555	0.37	
Edifici, attrezzature/impianti del terziario (non comunali)	1'004'562	5.30	
Illuminazione pubblica comunale	19'437	0.10	0.09
TERZIARIO	1'093'553	5.77	3.95
RESIDENZIALE	1'634'409	8.62	9.48
SETTORE PRODUTTIVO	1'823'329	9.62	9.27
Parco veicoli comunale	1'875	0.01	
Trasporti pubblici	22'554	0.12	
Trasporti non pubblico	554'682	2.93	
TRASPORTO	579'112	3.05	3.30
TOTALE	5'130'402	27.06	26.00

2.5.2 Le emissioni totali

La situazione precedentemente descritta si ritrova in linea di massima replicata anche nella distribuzione delle emissioni di CO₂. Come spiegato nel paragrafo sulla metodologia, le emissioni di CO₂ sono calcolate come prodotto tra i consumi dei diversi vettori energetici e i corrispondenti fattori di emissione (tonnellate di emissione per MWh di energia consumata). La tabella seguente è redatta secondo il template del CoMO e riporta le emissioni di CO₂ stimate per il comune di Brescia, suddivise per settore e per vettore.



Tabella 2-15: emissioni annue di CO₂ per settore e per vettore (2010-BEI) nel comune di Brescia (fonte: nostra elaborazione)

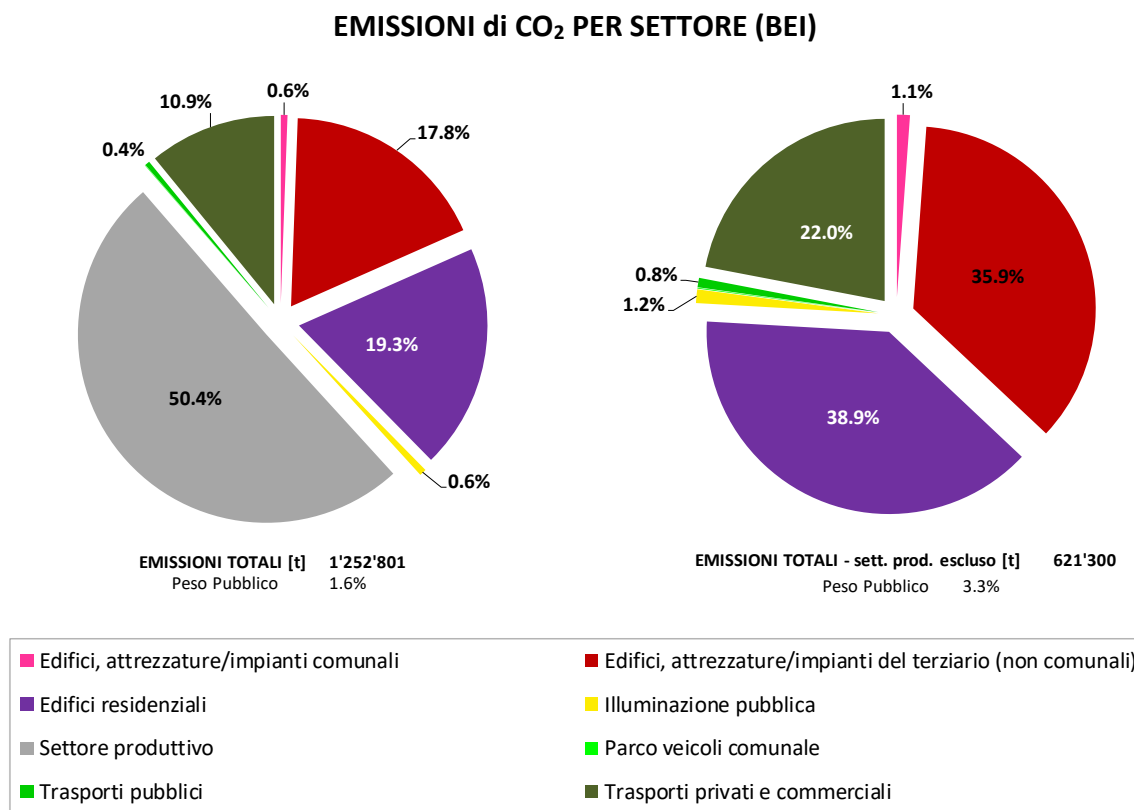
Categoria	EMISSIONI DI CO ₂ [t] / EMISSIONI DI CO ₂ EQUIVALENTI [t]															
	Energia elettrica	Riscald. / affresc.	Combustibili fossili								Energie rinnovabili					Totale
			Gas naturale	GPL	Olio combustibile	Gasolio	Benzina	Lignite	Carbone	Altri	Olio vegetale	Bio carburanti	Altre biomasse	Solare termico	Geotermia	
EDIFICI, ATTREZZATURE/IMPIANTI E INDUSTRIE:																
Edifici, attrezzature/impianti comunali	5'694	1'283	151	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7'127
Edifici, attrezzature/impianti del terziario (non comunali)	175'868	7'956	39'003	49	0	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	222'919
Edifici residenziali	96'286	17'379	127'591	71	0	215	0	0	0	0	0	0	0	0	0	241'543
Illuminazione pubblica comunale	7'493	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7'493
Settore produttivo	587'195	2'374	28'302	3'647	1'509	8'474	1	0	0	0	0	0	0	0	0	631'501
Subtotale edifici, attrezzature/impianti e industrie	872'536	28'992	195'047	3'768	1'509	8'732	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1'110'584
TRASPORTI:																
Parco veicoli comunale	0	0	68	0	0	222	176	0	0	0	0	0	0	0	0	466
Trasporti pubblici	105	0	2'758	0	0	2'303	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5'167
Trasporti privati e commerciali	2	0	2'472	8'073	0	87'160	38'877	0	0	0	0	0	0	0	0	136'584
Subtotale trasporti	107	0	5'298	8'073	0	89'686	39'053	0	0	0	0	0	0	0	0	142'217
TOTALE	872'643	28'992	200'344	11'841	1'509	98'418	39'053	0	0	0	0	0	0	0	0	1'252'801

Dall'analisi della stima delle emissioni di CO₂ (Figura 2-23 a sinistra) appare evidente come una quota consistente delle emissioni sia dovuta al settore produttivo, responsabile per circa il 50% delle emissioni totali; gli altri settori fanno registrare percentuali decisamente inferiori, pari al 19% per il settore residenziale e pari al 18% circa per il terziario. La quota di emissioni associate ai settori di competenza comunale è pari all'1.6% delle emissioni totali comunali.

In Figura 2-23 a destra sono rappresentate le emissioni comunali ottenute escludendo dall'analisi le emissioni legate al settore produttivo. Si osserva che al primo posto si attesta il residenziale con il 39%, seguito dal terziario privato e commerciale (36%); il settore dei trasporti privati è invece responsabile una quota molto inferiore delle emissioni totali, pari al 22%. In questo caso, le emissioni direttamente riconducibili ai settori di competenza comunale sono pari a poco più del 3% del totale.



Figura 2-23: distribuzione percentuale delle emissioni annue per settore nel comune di Brescia considerate nel BEI: a sinistra si considerano tutti i settori, a destra si riportano le emissioni escludendo il settore produttivo (fonte: nostra elaborazione)

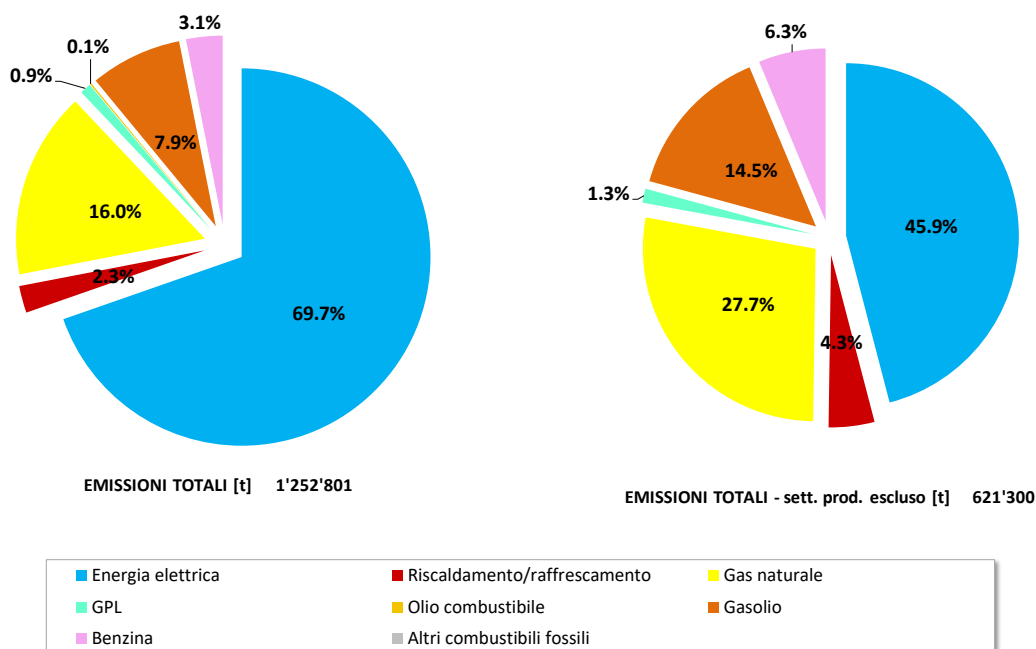


Dall'analisi delle emissioni totali per vettore (Figura 2-24) si può notare come, considerando il settore produttivo, la maggior parte delle emissioni sia dovuta ai consumi di energia elettrica (70% circa), seguiti dai consumi di gas naturale, con una quota decisamente inferiore (16%). Nel caso in cui si escluda il settore produttivo, appare evidente come i consumi di energia elettrica risultino comunque responsabili di una quota significativa delle emissioni complessive (46% circa) mentre più di un quarto delle emissioni è riconducibile ai consumi di gas naturale. Il peso emissivo del TLR, grazie al suo basso fattore di emissione, è molto più ridotto del peso energetico.



Figura 2-24: distribuzione percentuale delle emissioni annue per vettore nel comune di Brescia considerate nel BEI: a sinistra si considerano tutti i settori, a destra si riportano le emissioni escludendo il settore produttivo, si sottolinea che con la voce "Riscaldamento/raffrescamento" si intende l'energia termica distribuita dalla rete di teleriscaldamento (fonte: nostra elaborazione)

EMISSIONI di CO₂ PER VETTORE (BEI)



Nella tabella successiva si riportano le emissioni procapite comunali per ciascun settore, confrontate con i valori procapite lombardi. Rispetto a quanto osservato in termini di consumi al paragrafo precedente, si riscontrano scostamenti molto più accentuati sia complessivamente che, in particolare, per i settori terziario e produttivo, probabilmente a causa del peso significativo dei consumi di energia elettrica sul bilancio comunale. Nel dettaglio, le emissioni procapite comunali risultano essere superiori del 31% rispetto al valore regionale emissioni: tale scarto è causato principalmente dalle emissioni procapite del settore produttivo, pari al più del doppio del valore medio regionale, e, in secondo luogo, alle emissioni del settore terziario, maggiori del 42% rispetto al dato regionale. Le emissioni procapite del settore residenziale risultano invece nettamente inferiori al valore medio regionale (-31%), soprattutto grazie al basso fattore di emissione dei consumi di calore, mentre si confermano valori inferiori alla media regionale per il settore dei trasporti (-10%).



Tabella 2-16: emissioni di CO₂ annue per settore (2010-BEI) assolute e procapite del comune di Brescia confrontate con i valori procapite lombardi (fonte: SIRENA20– nostra elaborazione)

EMISSIONI CO ₂ COMUNALI PROCAPITE e CONFRONTO CON VALORI LOMBARDI (2010)			
SETTORE	EMISSIONI COMUNALI ANNUE [t]	EMISSIONI COMUNALI PROCAPITE [t/ab]	EMISSIONI LOMBARDE PROCAPITE [t/ab]
Edifici, attrezzature/impianti comunali	7'127	0.04	
Edifici, attrezzature/impianti del terziario (non comunali)	222'919	1.18	
Illuminazione pubblica comunale	7'493	0.04	0.03
TERZIARIO	237'540	1.25	0.88
RESIDENZIALE	241'543	1.27	1.85
SETTORE PRODUTTIVO	631'501	3.33	1.50
Parco veicoli comunale	466	0.00	
Trasporti pubblici	5'167	0.03	
Trasporti non pubblico	136'584	0.72	
TRASPORTO	142'217	0.75	0.83
TOTALE	1'252'801	6.61	5.06

2.6 MEI: L'AGGIORNAMENTO DELL'INVENTARIO AL 2018

Come descritto nel paragrafo 2.1.1, è stata svolta la raccolta dati anche per l'anno 2018 ed è stato ricostruito un inventario emissivo comunale di monitoraggio (MEI – Monitoring Emission Inventory). Per poter effettuare un confronto con il BEI che non tenga conto delle variazioni dei consumi energetici dovuti alle differenti temperature verificatesi nell'anno di riferimento considerato nel MEI, sono stati applicati dei fattori correttivi ai consumi termici.

In particolare, a partire dalle serie temporali di temperatura media giornaliera fornite da SCIA (Sistema nazionale per la raccolta, l'elaborazione e la diffusione di dati Climatologici di Interesse Ambientale) per la stazione climatica di Brescia (appartenente alla rete di monitoraggio di Arpa Lombardia) sono stati calcolati i Gradi-Giorno, grandezza definita nel DPR 412/93 per il calcolo del fabbisogno termico di un'area geografica. Dalle analisi effettuate è risultato che nel 2018 (anno di riferimento del MEI) il fabbisogno termico calcolato in base alla temperatura esterna registrata è inferiore del 24% rispetto a quello del 2010 (anno di riferimento del BEI): per tale motivo si è scelto di correggere i dati di consumo relativi al soddisfacimento del fabbisogno termico (ossia i consumi corrispondenti a tutti i vettori escluso il vettore elettrico per il settore residenziale e per il terziario) così da riferirli ad una situazione climatica equivalente a quella verificatasi nel 2010. Tale approccio risulta essere di tipo cautelativo, in quanto solo parte dei consumi termici risulta effettivamente dipendere dalle condizioni climatiche; tuttavia lo si ritiene sufficientemente affidabile, in considerazione del fatto che i consumi per la climatizzazione invernale rappresentano una quota maggioritaria dei consumi termici complessivi.



Tabella 2-17: Gradi-Giorno relativi agli anni 2010-2018, considerati per la correzione del MEI del comune di Brescia (fonte: nostra elaborazione)

GRADI-GIORNO nel COMUNE di BRESCIA	
Stazione di riferimento: BRESCIA	
Anno	Gradi-Giorno
2010	2'940
2011	2'469
2012	2'503
2013	2'521
2014	1'939
2015	2'283
2016	2'302
2017	2'366
2018	2'229

Nella tabella e nella figura successiva si riassumono le emissioni stimate per l'anno 2018, rapportate a quelle del 2010. Dai dati si evince che tra il 2010 e il 2018 le emissioni complessive sono aumentate del 5%, principalmente a causa dell'aumento delle emissioni del settore produttivo (+19%). Escludendo tale settore, infatti si osserva una riduzione delle emissioni pari al 9%, dovuta soprattutto alla contrazione delle emissioni del settore terziario (-20%).

Per quanto riguarda il comparto pubblico, si evidenzia la netta riduzione delle emissioni dell'illuminazione pubblica (-58%) che sostanzialmente va a compensare le maggiori emissioni del settore dei trasporti pubblici, dovute all'entrata in funzione della linea metropolitana cui corrisponde una riduzione corrispondente del trasporto privato. Si sottolinea invece che le emissioni legate al patrimonio immobiliare comunale risultano in aumento del 3.6%, in ragione del fatto che a fronte di un 2018 molto mite, rispetto ad un 2010 molto più freddo (quasi 3'000 gradi giorno contro poco più di 2'200 del 2010), i consumi si sono ridotti proporzionalmente di meno; i consumi vanno riferiti, infatti, ai gradi giorno della baseline.

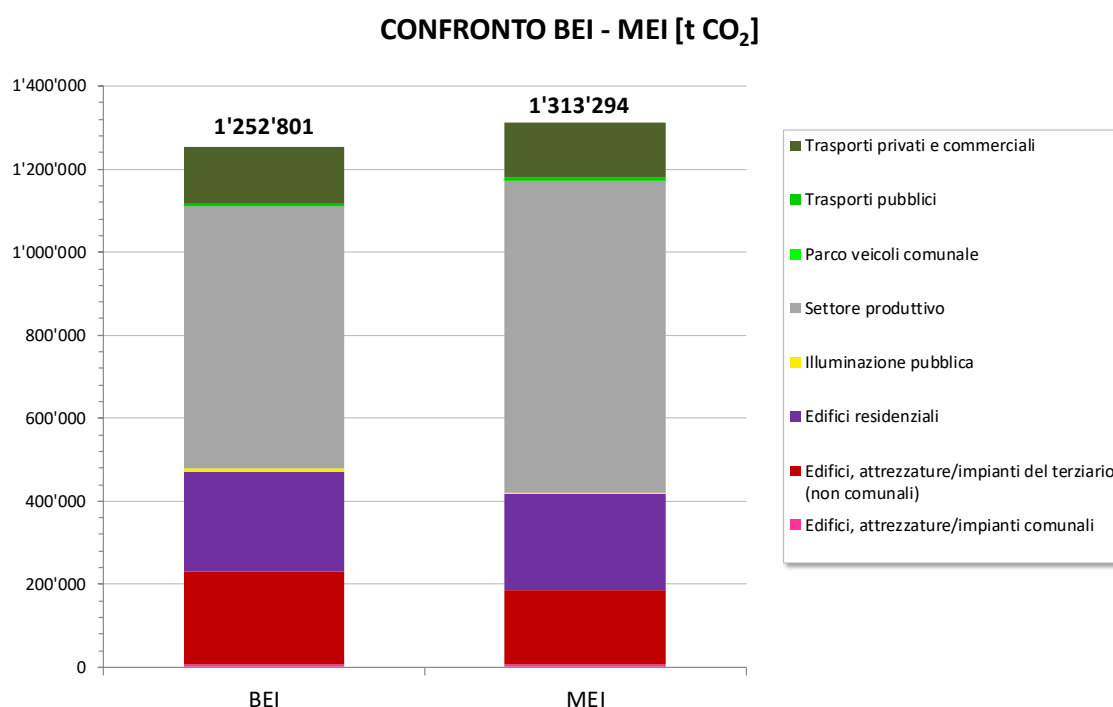
Escludendo il settore produttivo, invece si evidenzia un calo delle emissioni BEI-MEI di oltre il 9%.



Tabella 2-18: emissioni comunali annue di CO₂ per settore (2010-BEI e 2018-MEI) nel comune di Brescia (fonte: nostra elaborazione)

CONFRONTO BEI-MEI			
SETTORE	EMISSIONI BEI 2010 [t]	EMISSIONI MEI 2018 [t]	VARIAZIONE % MEI - BEI
Edifici, attrezzature/impianti comunali	7'127	7'383	3.6%
Edifici, attrezzature/impianti del terziario (non comunali)	222'919	177'477	-20.4%
Edifici residenziali	241'543	233'399	-3.4%
Illuminazione pubblica comunale	7'493	3'167	-57.7%
Settore produttivo	631'501	750'236	18.8%
Parco veicoli comunale	466	329	-29.4%
Trasporti pubblici	5'167	10'061	94.7%
Trasporti privati e commerciali	136'584	131'242	-3.9%
TOTALE	1'252'801	1'313'294	4.8%
Totale escluso il settore produttivo	621'300	563'058	-9.4%

Figura 2-25: andamento delle emissioni comunali annue di CO₂ per settore (2010-BEI e 2018-MEI) nel comune di Brescia (fonte: nostra elaborazione)



Effettuando un confronto BEI-MEI in termini procapite (vedi Tabella 2-19 e Figura 2-26), è possibile osservare come le emissioni complessive risultino essere sostanzialmente stabili, mentre con l'esclusione del settore produttivo vi sia una riduzione di oltre il 13% che fa ben sperare rispetto

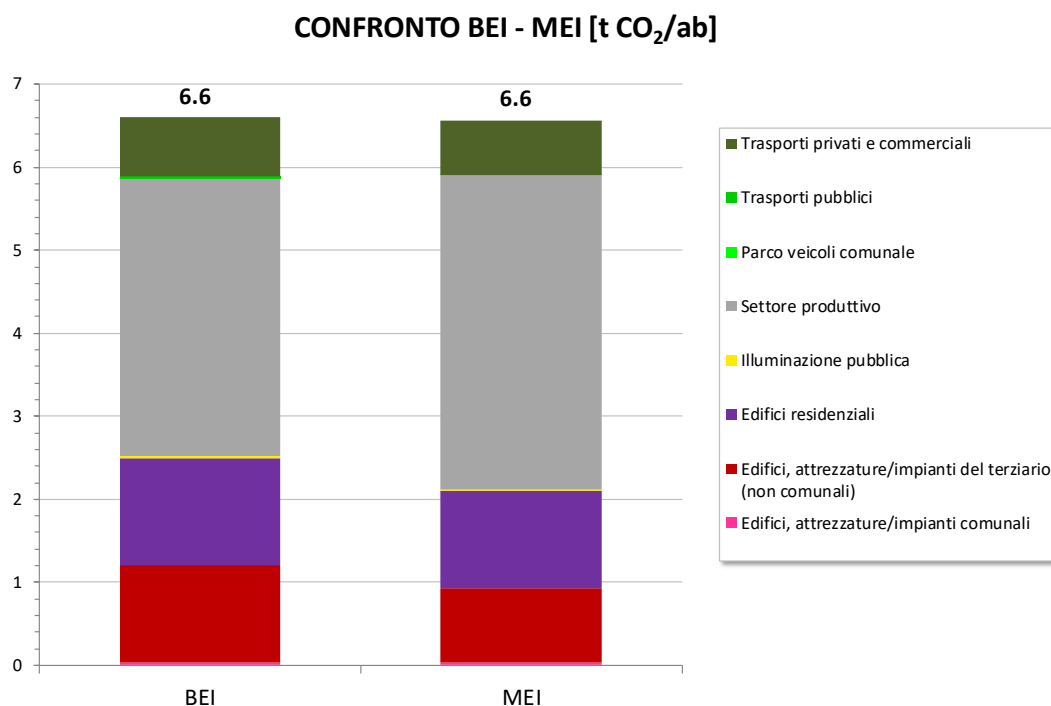


all'obiettivo del 2030, grazie anche al potenziamento delle azioni messo in gioco dai vari attori, come illustrato nei prossimi capitoli.

Tabella 2-19: emissioni procapite comunali annue di CO₂ per settore (2010-BEI e 2018-MEI) nel comune di Brescia (fonte: nostra elaborazione)

CONFRONTO BEI-MEI PROCAPITE			
SETTORE	EMISSIONI BEI 2010 [t/ab]	EMISSIONI MEI 2018 [t/ab]	VARIAZIONE % MEI - BEI
Edifici, attrezzature/impianti comunali	0.04	0.04	-1.1%
Edifici, attrezzature/impianti del terziario (non comunali)	1.18	0.89	-24.0%
Edifici residenziali	1.27	1.18	-7.7%
Illuminazione pubblica comunale	0.04	0.02	-59.6%
Settore produttivo	3.33	3.78	13.4%
Parco veicoli comunale	0.0025	0.0017	-32.6%
Trasporti pubblici	0.03	0.05	85.9%
Trasporti privati e commerciali	0.72	0.66	-8.2%
TOTALE	6.61	6.61	0.1%
Totale escluso il settore produttivo	3.28	2.84	-13.5%

Figura 2-26: andamento delle emissioni procapite comunali annue di CO₂ per settore (2010-BEI e 2018-MEI) nel comune di Brescia (fonte: nostra elaborazione)



2.7 EMISSIONI COMPLESSIVE DEL TERRITORIO COMUNALE

Come precisato al termine del paragrafo 2.1.1, le Linee Guida per la stesura del PAESC del JRC prevedono l'esclusione dagli inventari emissivi alla base del PAESC delle emissioni riconducibili alla produzione di energia (perché considerate negli usi finali di energia elettrica), alle attività produttive ETS e ai trasporti "non urbani" (autostrade, strade extraurbane). Nel presente paragrafo si vuole tuttavia ricostruire per quanto possibile il quadro emissivo complessivo a livello comunale allo scopo di evidenziare il peso della quota di emissioni su cui è possibile agire tramite il PAESC.

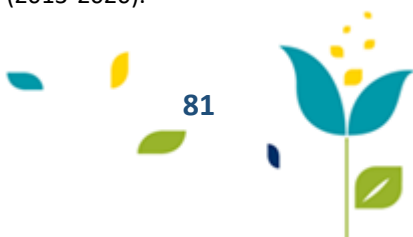
2.7.1 Gli operatori del sistema ETS

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 8 impianti attivi tra il 2010 e il 2018 ricadenti nel territorio comunale di Brescia: tali impianti sono riportati nella tabella successiva.

Tabella 2-20: impianti ETS localizzati nel territorio comunale di Brescia e relative emissioni verificate di CO₂ in tonnellate al 2010 e al 2018 (fonte: EU ETS – nostra elaborazione)

IMPIANTI ETS NEL COMUNE DI BRESCIA						
ID	Nome impianto	Titolare	Indirizzo	Classificazione ETS	CO ₂ (ton) 2010	CO ₂ (ton) 2018
IT-A-189	Centrale Lamarmora	A2A Calore e Servizi S.r.l.	Via Lamarmora 230	COMBUSTION_INSTALLATIONS_THERMAL_MORE_TWENTY_MW	247'679	205'652
IT-A-191	Centrale Nord	A2A Calore e Servizi S.r.l.	Via Branze 60	COMBUSTION_INSTALLATIONS_THERMAL_MORE_TWENTY_MW	14'038	4'688
IT-A-195	ALFA ACCIAI S.p.A.	Alfa Acciai S.p.A.	Via San Polo 152	PRODUCTION_PIG_IRON_STEEL_CONT_CASTING_INSTALLATIONS	106'580	131'493
IT-A-190	Termoutilizzatore	Aprica S.p.A.	Via Malta, 25r	COMBUSTION_INSTALLATIONS_THERMAL_MORE_TWENTY_MW	204'301	¹²
IT-A-187	Stabilimento di Brescia	Caffaro Brescia S.p.A.	Via Nullo 8	COMBUSTION_INSTALLATIONS_THERMAL_MORE_TWENTY_MW	6'425	8'064
IT-A-188	Centrale termoelettrica	Fenice S.p.A.	Via Fiume 3	COMBUSTION_INSTALLATIONS_THERMAL_MORE_TWENTY_MW	16'901	9'591
IT-A-192	Produzione calce viva	Foschetti Paolo S.p.A.	Via S.Orsola 45-49	PRODUCTION_CEMENT_ROTARY_FURNACES_INSTALLATIONS	5'533	¹²
IT-A-194	ORI Martin S.p.A.	ORI Martin S.p.A.	Via Canovetti 13	PRODUCTION_PIG_IRON_STEEL_CONT_CASTING_INSTALLATIONS	96'784	100'700

¹² Questi soggetti risultano presenti nel registro ETS relativo alla Fase 2 (periodo 2008-2012) ma non sono più censiti nel registro relativo alla Fase 3 (2013-2020).



IMPIANTI ETS NEL COMUNE DI BRESCIA						
ID	Nome impianto	Titolare	Indirizzo	Classificazione ETS	CO ₂ (ton) 2010	CO ₂ (ton) 2018
TOTALE					601'472	359'503

Come indicato dalle Linee Guida per la stesura 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 per ricostruire i consumi termici dei settori privati da considerare nel BEI e nel MEI, si ritiene che i consumi termici dei soggetti ETS (e dunque le relative emissioni dirette) siano già conseguentemente esclusi dagli inventari definiti, in quanto generalmente il rifornimento di energia di soggetti di questa dimensione non avviene attraverso le reti di distribuzione civile, ma attraverso punti di riconsegna ad essi appositamente dedicati.

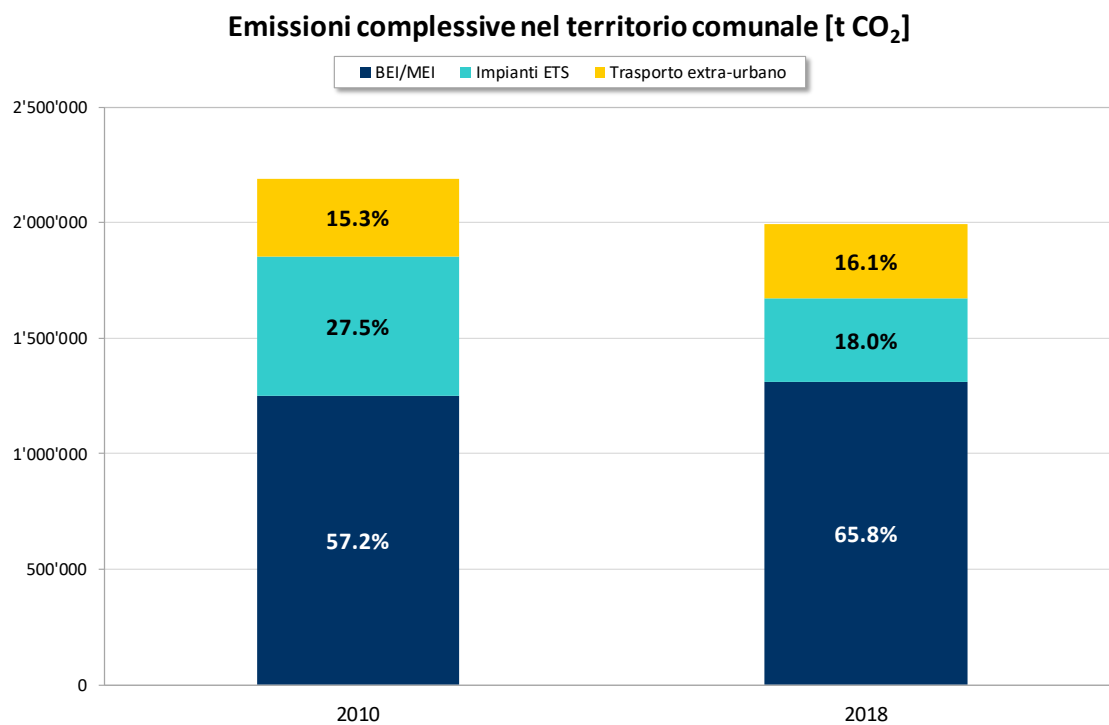
2.7.2 Emissioni complessive

Oltre alle emissioni ricadenti nel mercato ETS, il PAESC esclude anche le emissioni relative ai trasporti che non sono di competenza comunale, ad esempio quelli che avvengono su strade extraurbane o su autostrade, che dipendono da politiche su cui l'amministrazione comunale non ha direttamente influenza. Seguendo il metodo di calcolo illustrato al paragrafo 2.1.1 e considerando la quota di percorrenze annuale che avviene in ambito extraurbano, è possibile stimare che nel 2010 e nel 2018 tali emissioni siano pari a circa 330 migliaia di tonnellate di CO₂.

Nella figura seguente si riportano le emissioni totali incluse nel BEI e nel MEI (già discusse ai paragrafi 2.5 e 2.6), le emissioni associate ai soggetti ETS riportate nel paragrafo precedente e le emissioni legate al trasporto extra-urbano: appare evidente come le politiche del PAESC permettano di agire su più della metà delle emissioni associabili al territorio comunale (quasi due terzi delle emissioni totali, considerando il quadro emissivo al 2018).



Figura 2-27: andamento delle emissioni totali comunali, inclusi gli impianti ETS e il trasporto in ambiti extraurbani (fonte: nostra elaborazione)



3. ANALISI DEI RISCHI E DELLE VULNERABILITÀ

3.1 QUADRO CONOSCITIVO DI MACROSCALA

Le sfide del cambiamento climatico e dell'efficientamento energetico nelle aree urbanizzate impongono di ripensare a come la pianificazione possa contribuire a contrastare il consumo di energia e le conseguenti emissioni di gas serra.

Nel corso dell'ultimi decenni è stato ampiamente riconosciuto che le emissioni di gas serra derivanti dalle attività umane influenzando sulla composizione chimica dell'atmosfera stanno conseguentemente modificando il clima, sia a livello globale che regionale. Per contrastare i mutamenti del clima sono necessari due principali approcci. Il primo consiste nell'adozione di misure volte a ridurre le emissioni di gas serra (e quindi la causa del cambiamento climatico), i cosiddetti interventi di mitigazione. La seconda consiste nell'intervenire per ridurre la vulnerabilità dei sistemi naturali e socioeconomici, e aumentare la loro resilienza di fronte agli inevitabili impatti di un clima che cambia, cioè, interventi di adattamento (ovvero sugli effetti del cambiamento climatico).

In questo capitolo si analizza il tema dell'adattamento. Gli impatti e le vulnerabilità sono specifici per ogni territorio e perciò le strategie di adattamento si mostrano tanto più efficienti quanto più specifica è la scala spaziale di applicazione.

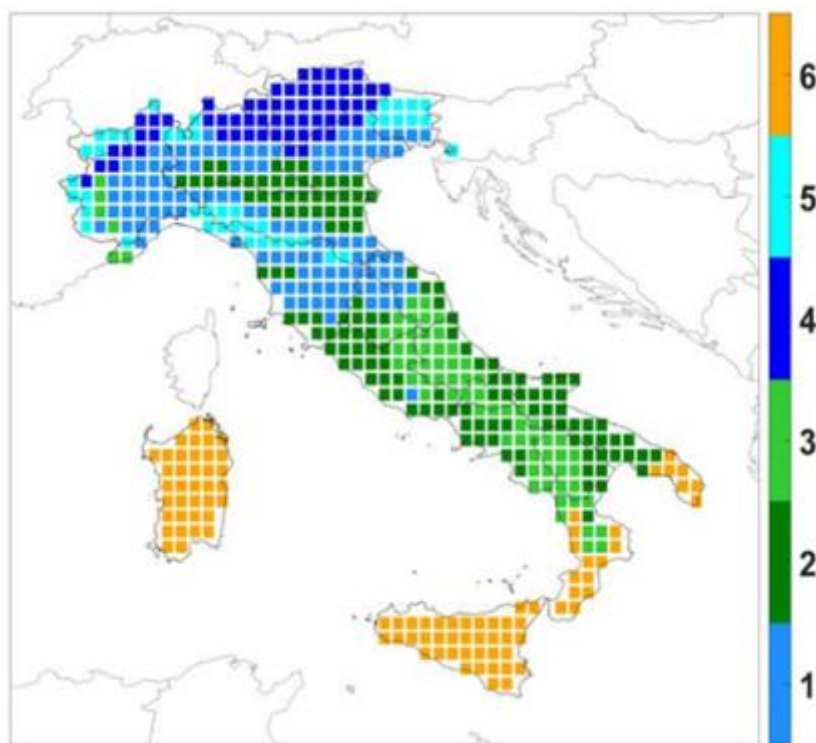
La Lombardia, a causa della sua singolare posizione geografica e delle sue caratteristiche orografiche, territoriali e socio-economiche, presenta un'elevata vulnerabilità agli impatti del cambiamento climatico. Le politiche di adattamento sono strettamente connesse alle politiche di mitigazione, poiché l'entità del cambiamento o alterazione delle diverse variabili climatiche, e quindi la magnitudo degli impatti associati, sono una funzione diretta dei livelli di concentrazione di gas serra in atmosfera.

3.1.1 Piano Nazionale di Adeguamento ai Cambiamenti Climatici

Nei documenti tecnico-scientifici redatti per il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare a supporto del PNACC (Piano Nazionale di Adeguamento ai Cambiamenti Climatici) del 2018, in funzione delle caratteristiche climatiche vengono individuate le seguenti macroregioni in cui è divisa l'Italia.



Figura 3-1: Le macroregioni climatiche [fonte: Allegato Tecnico – Scientifico. Impatti, vulnerabilità e azioni di adattamento settoriali, documento a supporto del PNACC, anno 2018]



Il contesto territoriale di Brescia ricade nell'ambito "Macroregione 1" Prealpi e Appennino settentrionale. Di seguito si riportano i contenuti principali delle analisi svolte dal PNACC.

Figura 3-2: Macroregione1 (fonte: PNACC 2018)

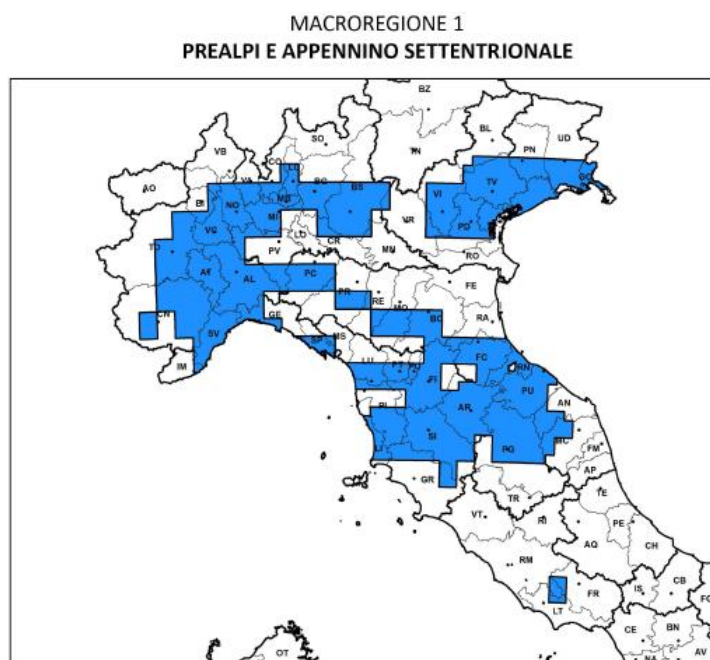


Figura 3-3: Valori medi e deviazione standard degli indicatori per macroregione1 nello scenario RCP8.5 nessuna politica a protezione del clima e nell'RCP4.5 limitate politiche a protezione del clima (fonte: PNACC 2018)

Macroregione 1 - Prealpi e Appennino Settentrionale e relative aree climatiche omogenee:

RCP 4.5: area calda - secca estiva (1A), area calda invernale - secca estiva (1B) e area piovosa invernale - secca estiva (1D)

RCP 8.5: area calda invernale (1B), area piovosa-calda estiva (1C) e area calda - piovosa invernale - secca estiva (1E)

Indicatori climatici	Include le Prealpi e l'Appennino settentrionale. L'area è caratterizzata da valori intermedi di precipitazioni invernali ed estive (dati climatici osservati) rispetto alle altre macroregioni climatiche e valori elevati di indicatori relativi ai fenomeni di precipitazione estremi (R20 e R95p).						
							
	Temperatura media annua Tmean (°C)	Precipitazioni intense R20 (n. giorni/anno con precipitazioni >20mm)	Giorni con gelo FD (n. giorni/anno con Tmean <0°C)	Giorni estivi SU95p (n. giorni/anno con Tmax > 29.2 °C)	Cumulata delle precipitazioni invernali WP (mm)	Cumulata delle precipitazioni estive SP (mm)	95° percentile della precipitazione R95p (mm)
	13 (±0.6)	10 (±2)	51 (±13)	34 (±12)	187(±61)	168 (±47)	28
							Numero massimo di giorni asciutti consecutivi CDD (giorni/anno)
							33 (±6)

Le aree della macroregione 1 presentano valori di propensione al rischio attesi per il periodo 2021-2050 molto eterogenei. Valori di propensione al **rischio alti e medio-alti** sono localizzati in prevalenza nelle province centro-settentrionali e nord-occidentali caratterizzate da impatti potenziali molto alti e bassa capacità di adattamento. Di seguito si riportano i principali rischi alti e medio-alti attesi nell'ambito territoriale in cui ricade il territorio bresciano:

- **Risorse idriche:** La variazione attesa nella disponibilità e qualità della risorsa idrica è strettamente collegata alla proiezione del regime delle precipitazioni che per questa macroregione 1 indica una riduzione della precipitazione nella stagione estiva, mentre ci sono discordanze tra i vari cluster di anomalia per la stagione invernale.
- **Ecosistemi Terrestri:** Spostamento degli areali di diverse specie, con rischi di contrazioni sicure; modificazioni fenologiche che favoriscono specie invasive; riduzione degli ambienti sommitali e alterazioni nella risposta della vegetazione di prateria alpina in termini di tasso di assorbimento di carbonio.
- **Foreste:** Possibile incremento della pericolosità di incendi boschivi nel periodo primaverile ed estivo.
- **Salute:** Aumento del rischio di danni diretti (mortalità e lesioni fisiche e psico-fisiche post traumatiche) alla popolazione nelle alluvioni e in particolare nelle aree a maggior rischio idrogeologico; aumento del rischio di malattie cardiorespiratorie per sinergia tra inquinamento atmosferico e variabili microclimatiche (temperatura, ventilazione, etc.) in considerazione dell'area a vocazione produttiva; rischio di aumento di malattie infettive da insetti vettori per condizioni climatiche favorevoli aumento in distribuzione e densità; aumento del rischio di crisi allergiche e/o asmatiche per condizioni climatiche favorevoli specie infestanti, allungamento
- **Insedimenti urbani:** Danni a case, impianti produttivi e infrastrutture; perdita del patrimonio immobiliare e di valori sociali delle comunità locali; incertezza nella pianificazione dell'uso del suolo a lungo termine e nella progettazione di infrastrutture derivanti da alluvioni urbane.



- **Trasporti:** Allagamento delle infrastrutture di trasporto terrestri; aumento del rischio per pavimentazioni bagnate; cedimento di argini e terrapieni; erosione alla base dei ponti; impatti indiretti legati alla stabilità dei versanti.

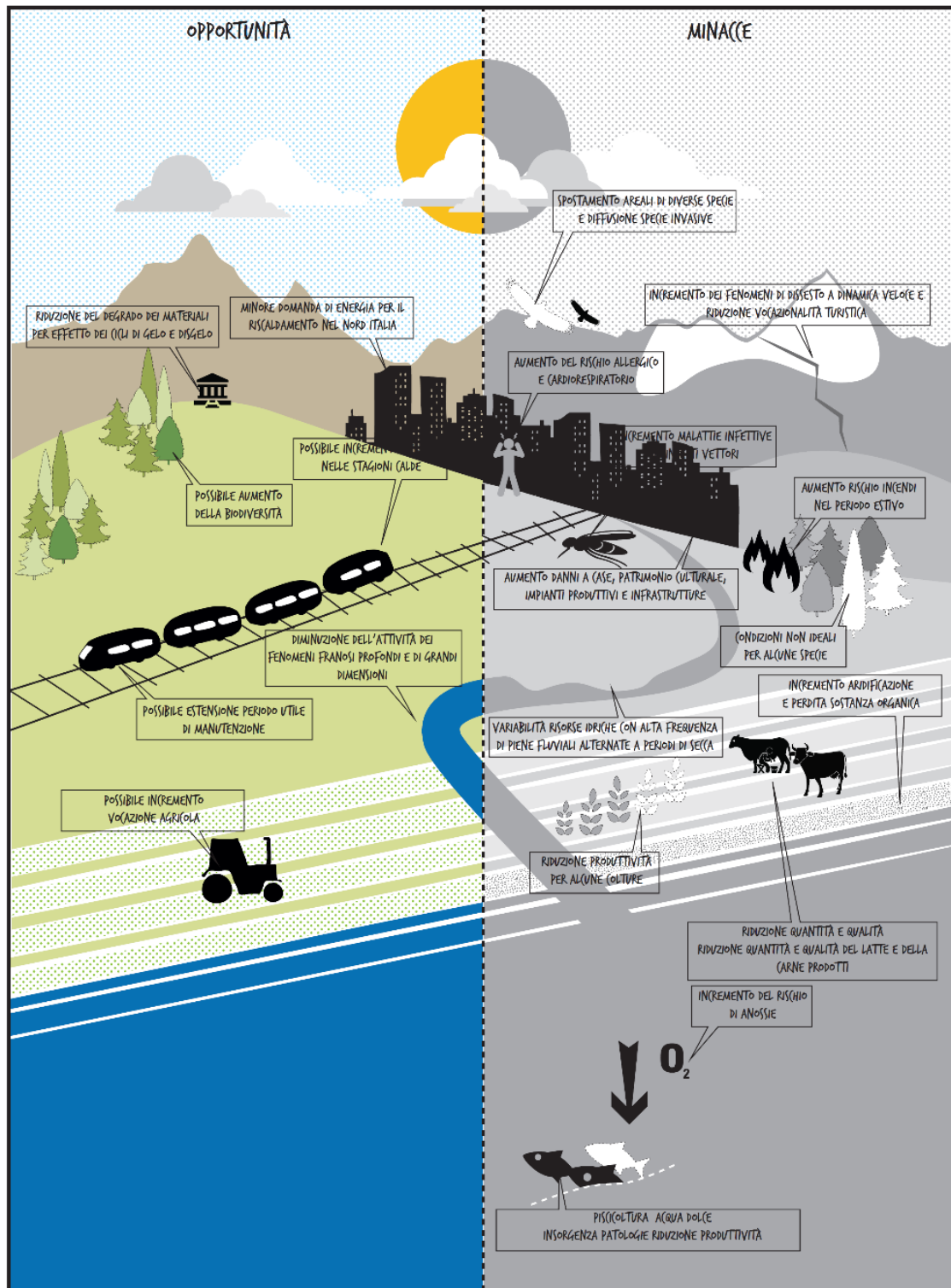
Figura 3-4: Livello di rischio della macroregione1 (fonte: PNACC 2018)

SETTORE	LIVELLO DI IMPATTO POTENZIALE
Risorse idriche	ALTO
Desertificazione	MEDIO
Dissesto geologico, idrologico e idraulico	MEDIO
Ecosistemi Terrestri	ALTO
Foreste	MEDIO - ALTO
Agricoltura	MEDIO – ALTO
Acquacoltura	ALTO
Turismo	MEDIO
Salute	MEDIO – ALTO
Insedimenti urbani	MEDIO – ALTO
Trasporti	ALTO
Energia	MEDIO
Patrimonio culturale	MEDIO
Industrie e infrastrutture pericolose	MEDIO

Le principali minacce e opportunità derivanti dal cambiamento climatico riportate nelle schede riepilogative sono state ulteriormente schematizzate nelle tavole infografiche, che offrono un'ulteriore chiave di lettura, semplificata e visivamente immediata, delle principali anomalie climatiche attese all'interno delle aree climatiche omogenee di ciascuna macroregione.



Figura 3-5: Scheda Infografica della macroregione1 (fonte: PNACC 2018)



Le principali criticità legate ai mutamenti climatici in termini di anomalie climatiche per la macroregione1 ed in particolare per il cluster in cui ricade il territorio bresciano sono riassunte nelle figure a seguire.

Figura 3-6: evoluzione dell'andamento climatico in Italia per l'individuazione di cluster comuni (fonte: PNACC, anno 2018)

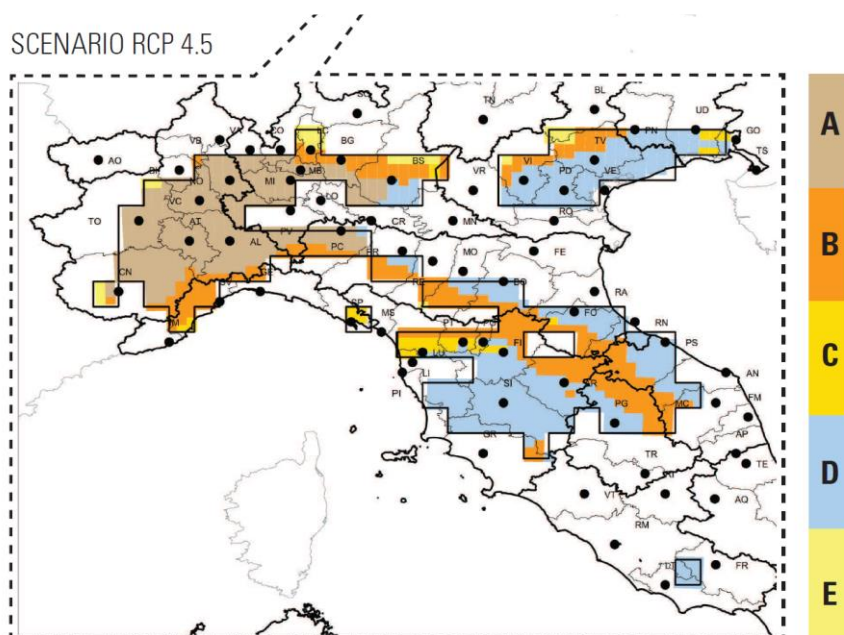


Figura 3-7: valori medi dei cluster delle anomalie individuati (PNACC 2018)

CLUSTER	Tmean (°C)	R20 (giorni/anno)	FD (giorni/anno)	SU95p (giorni/anno)	WP (%)	SP (%)	SC (giorni/anno)	Evap (%)	R95p (%)
A	1.4	-1	-20	18	-4	-27	-12	-6	1
B	1.3	-1	-19	9	-2	-24	-8	-3	3
C	1.2	0	-6	12	-5	-18	-1	-3	4
D	1.2	1	-9	14	8	-25	-1	-2	11
E	1.2	-2	-20	1	-8	-15	-21	1	-1

Per il cluster (B) in cui ricade il Comune di Brescia si riscontra nello scenario futuro un aumento della temperatura media, una diminuzione dei giorni freddi (FD), un aumento dei giorni estivi (SU95p), una riduzione delle precipitazioni estive (SP) e della copertura del manto nevoso (SC) ed infine un lieve aumento delle precipitazioni estreme (R95p).

3.1.2 Strategia Regionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici

Lo SRACC restituisce alcune analisi a livello regionale dei cambiamenti climatici, di seguito brevemente riportati:

Dal 1850 ad oggi, la temperatura media dell'aria in Lombardia è aumentata di circa 2°C, corrispondenti a un incremento delle temperature medie di circa (+) 0.12 °C per decade. Il riscaldamento si è accentuato notevolmente negli ultimi 30 anni, durante i quali si è registrata un'anomalia positiva della temperatura media dell'aria di circa (+) 0,2 -0,3°C rispetto alla media del periodo di riferimento 1968-1996.

È importante evidenziare che nel Nord d'Italia, e specialmente nelle aree alpine, il riscaldamento è stato più intenso rispetto alla media europea e globale, con valori d'incremento delle temperature medie circa doppi di quelli registrati a livello globale.



Per quanto riguarda invece l'andamento a lungo termine delle **precipitazioni cumulate**, dal 1850 ad oggi si può evidenziare un leggero trend di calo nella quantità totale annua (dell'ordine del - 5% ogni cento anni), più intenso durante gli ultimi decenni, con una diminuzione di circa (-) 2.0 ± 2.4 % rispetto alla media dell'intero periodo considerato. Mentre la stima sulla diminuzione delle precipitazioni cumulate non risulta molto significativa statisticamente, notevolmente significativa è invece la diminuzione nel Nord d'Italia del numero totale di eventi precipitativi e pertanto l'incremento della loro intensità. Accanto alla riduzione del numero di giorni piovosi, è in atto nel Nord d'Italia un aumento del numero di giorni siccitosi con un trend di (+) 2 eventi siccitosi per secolo.

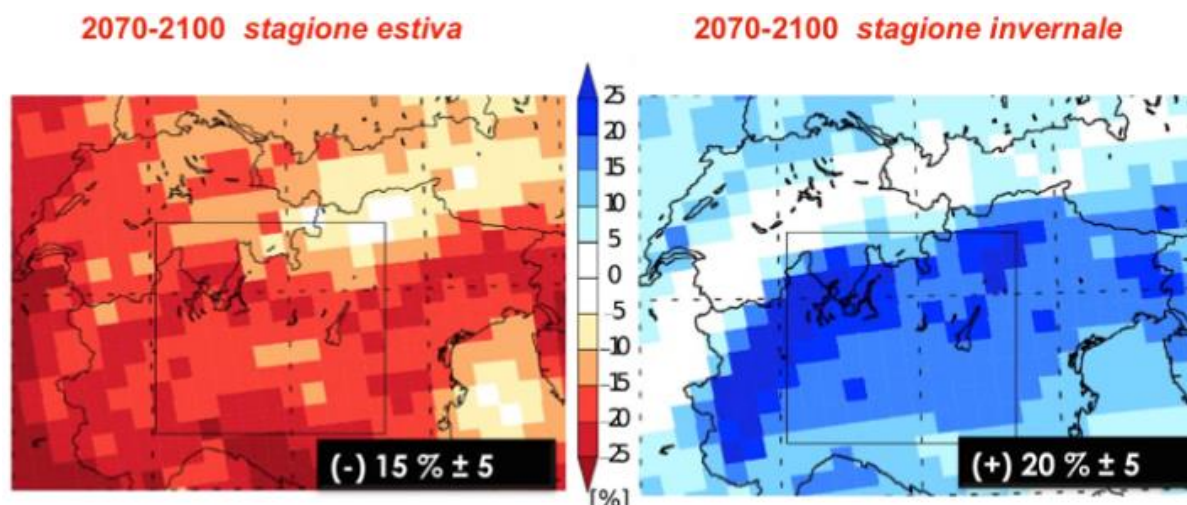
Nonostante le incertezze legate agli scenari socio-economici futuri e ai limiti dei modelli numerici, i principali modelli climatici concordano nel prevedere per i prossimi decenni un'intensificazione della variabilità climatica e dei trend finora rilevati nelle principali variabili meteo-climatiche, che molto probabilmente indurranno importanti effetti nelle caratteristiche climatiche, idrologiche, morfologiche e paesaggistiche della nostra regione.

Per quanto riguarda le temperature, per il periodo 2021-2050 e secondo lo scenario emissivo A1B, in Lombardia ci si aspetta un riscaldamento medio della **temperatura dell'aria** di circa 1.5°C (rispetto al periodo di riferimento 1961-1990), con aumenti previsti più intensi soprattutto nella stagione estiva ($+ 2^{\circ}\text{C}$) rispetto a quella invernale ($+1^{\circ}\text{C}$). L'aumento della variabilità estiva della temperatura, in sinergia all'aumento delle massime stagionali, indica un aumento considerevole della probabilità di occorrenza delle ondate di calore. In particolare si prevede un aumento dei giorni di estrema calura di circa (+) 13-30 giorni all'anno per il periodo 2021-2050, e di circa (+) 45-60 giorni all'anno per il periodo 2071-2100 rispetto al periodo di riferimento. Inoltre si prevede che la temperatura massima raggiunta durante questi eventi estremi s'innalzerà di circa 2°C entro il periodo 2021-2050, e di quasi 5°C entro il periodo 2071-2100.

Per quanto concerne **le precipitazioni**, le proiezioni per il periodo 2021-2050 non indicano una variazione statisticamente significativa nei valori medi annuali nel territorio regionale. Tuttavia i modelli proiettano un leggero incremento nelle precipitazioni invernali medie di circa il (+) 5%, a scapito di una diminuzione attorno al (-) 5% delle precipitazioni medie estive, entrambi rispetto al periodo di riferimento. Sono previsti invece cambiamenti ancora più marcati nella distribuzione stagionale delle precipitazioni, la cui magnitudine varia considerevolmente secondo gli scenari emissivi considerati. Secondo lo scenario A1B, ci si aspetta una diminuzione delle precipitazioni di circa (-) 15% per la stagione estiva, e un aumento sostanziale delle precipitazioni invernali con valori che potrebbero arrivare fino a (+) 20%, entrambi rispetto alla media del periodo di riferimento.



Figura 3-8: distribuzione spaziale delle anomalie pluviometriche per il periodo 2021-20150 (in %) rispetto alla media del periodo di riferimento 1971-2000, per la stagione estiva (sinistra) e invernale (destra) (fonte: SRACC)



Lo SRACC individua alcuni principali rischi della Regione Lombardia tra i quali si riportano a seguire quelli che interessano principalmente il contesto del Comune di Brescia: rischio idrico, ondate di calore e rischi di incendio forestale/boschivo. Dall'analisi regionale dello SRACC, come anche da quella nazionale dello SNACC, emergono diversi tipi di criticità in base alle diverse specificità territoriali individuate, i territori con caratteristiche simili sono quindi suddivisi in macroregioni all'interno delle quali fenomeni e risposte agli stessi possono essere assimilati. Per la macroregione in cui ricade la città di Brescia le criticità sono quelle legate allo stato delle risorse idriche e delle aree boscate (trattate però in modo più ampio e anche in relazione alla biodiversità e all'estinzione delle specie). Di seguito si riportano le componenti maggiormente impattate.

3.1.3 Le risorse idriche

Negli ultimi decenni, l'alterazione del regime pluviometrico in termini di distribuzione, durata e intensità delle precipitazioni liquide e nevose, in concomitanza all'incremento complessivo delle temperature e alla maggiore intensità e frequenza degli eventi climatici estremi, hanno avuto conseguenze rilevanti sulla qualità e la quantità delle risorse idriche regionali.

Tra i principali impatti già osservati vi è:

- l'alterazione delle caratteristiche fisico-chimiche e biologiche delle acque superficiali e sotterranee, con conseguenze negative sulla qualità delle risorse idriche disponibili e sullo stato ecologico dei corpi idrici, in alcuni casi già compromesso;
- l'alterazione del ciclo idrologico, e in particolare del ciclo stagionale dei fiumi e laghi, incrementandosi i periodi di magra durante la stagione estiva e i periodi di piena durante i mesi invernali,
- la riduzione della disponibilità di risorse idriche utili (superficiali e sotterranee) e dell'umidità del suolo, per incremento della variabilità climatica e per una maggiore frequenza e intensità di eventi climatici estremi quali eventi siccitosi.



È prevedibile che nei prossimi decenni il cambiamento climatico riduca sostanzialmente l'offerta di risorse idriche utili in alcuni periodi dell'anno che, in concomitanza con la maggiore domanda stagionale per diversi usi quali irrigazione, industria, uso energetico, uso civile e turistico, creeranno i presupposti per una maggiore frequenza di situazioni di deficit nel bilancio fra domanda e offerta della disponibilità idrica utile (specialmente durante la stagione estiva).

3.1.4 Gli ecosistemi, le biodiversità, le foreste e le aree protette

Le condizioni meteo – climatiche hanno un ruolo di primaria importanza nella determinazione della composizione, della struttura e della produttività dei sistemi naturali; il cambiamento climatico e la variabilità delle principali variabili meteo – climatiche che regolano molti processi biofisici degli ecosistemi inducono effetti non trascurabili sulla biodiversità. In Lombardia la combinazione di fattori climatici e antropici hanno la probabilità di creare condizioni idonee per l'incremento del rischio di invasione/espansione di specie esotiche oltre all'aumento di specie infestanti, possono creare impatti negativi sugli ecosistemi boschivi regionali influenzando in modo negativo la loro capacità di fornire alcuni servizi ecosistemici fondamentali come l'immagazzinamento del carbonio.

Punto di partenza per lo sviluppo di obiettivi strategici di adattamento è la comprensione degli impatti che i nuovi scenari climatici determineranno sul territorio e la valutazione delle loro conseguenze sullo sviluppo dell'area. Per esempio: *si registreranno eventi alluvionali più frequenti e severi? Le attuali reti di drenaggio urbano sono adeguate per temporali sempre più intensi? La produzione agricola diminuirà a causa delle stagioni più calde? La salute dei cittadini sarà minacciata da più intense ondate di calore?*

	 ABITARE	 LAVORARE	 MUOVERSI
CALORE 	Perdita di comfort Rischi da calore Aumento consumi per raffrescamento, diminuzione per riscaldamento	Diminuzione produttività del lavoro Aumento consumi per raffrescamento, diminuzione per riscaldamento	Perdita di comfort sui trasporti pubblici Danni infrastrutture ferroviarie Aumento consumi per raffrescamento, diminuzione per riscaldamento
ALLUVIONI 	Disagi/rischi per la salute Danni alle abitazioni Interruzioni energia e acqua corrente	Accessibilità ridotta Danni ai beni economici Interruzioni energia e acqua corrente	Blocco di strade e ferrovie
SCARSITA' H2O 	Disagio Rischi per la salute e la sicurezza	Produttività ridotta Interruzioni energia e acqua corrente	Limitazione ai trasporti via acqua
INCENDI 	Rischi per la salute e la sicurezza Danni alle abitazioni	Danni ai beni economici	Interruzioni vie di comunicazione
TEMPESTE 	Disagi/rischi per la salute Danni alle abitazioni Interruzioni energia e acqua corrente	Accessibilità ridotta Danni ai beni economici Interruzioni energia e acqua corrente	Blocco di strade e ferrovie

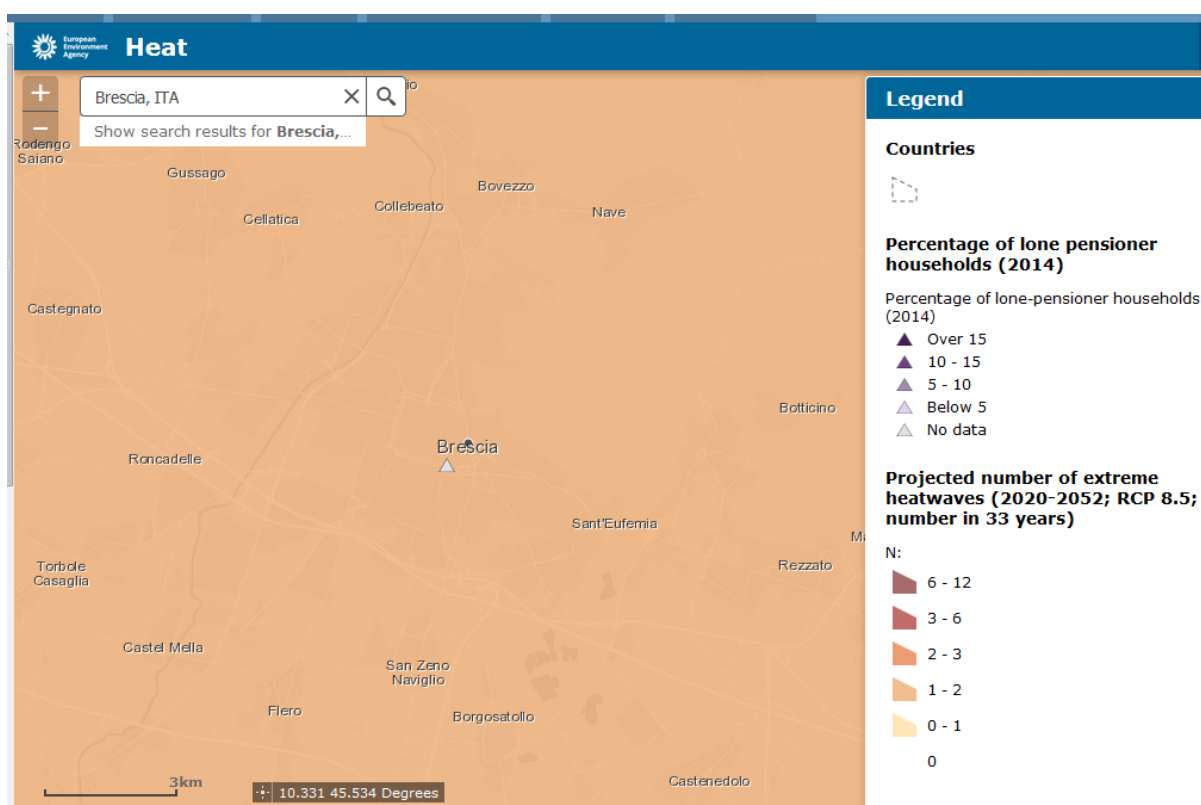
3.2 CARATTERIZZAZIONE CLIMATE ADAPT

SOVRACOMUNALE:

Con lo scopo di mettere a disposizione delle Amministrazioni Comunali un ulteriore strumento per affrontare la problematica dell'adattamento ai cambiamenti climatici è stato messo a disposizione sul sito del Covenant of Mayors l'applicativo "Urban Adaptation Map Viewer" del "Climate Adapt" (<https://climate-adapt.eea.europa.eu/knowledge/tools/urban-adaptation>), che è un visualizzatore di mappe con lo scopo di fornire una panoramica degli **attuali e futuri pericoli per il clima che le città europee** devono affrontare, la vulnerabilità delle città a questi pericoli e la loro capacità adattativa. Il map viewer raccoglie informazioni **da varie fonti sulla distribuzione spaziale osservata e proiettata e sull'intensità di alte temperature, inondazioni, scarsità d'acqua e incendi selvaggi** e inoltre fornisce informazioni sulla pianificazione dell'adattamento e sulle azioni delle città europee.

Per le diverse tipologie di pericolo presenti nel contesto indagato è possibile elaborare delle mappe che mettono in luce la situazione della porzione di territorio oggetto di studio, si riportano di seguito gli stralci delle mappe da cui si evince la situazione dell'area di Brescia per, nell'ordine, pericolosità legata alle ondate di calore, agli allagamenti, alle inondazioni, alla siccità e agli incendi:

Figura 3-9: stralci delle mappe di pericolosità dell'area del Comune di Brescia, ondata di calore (fonte: Climate Adapt)

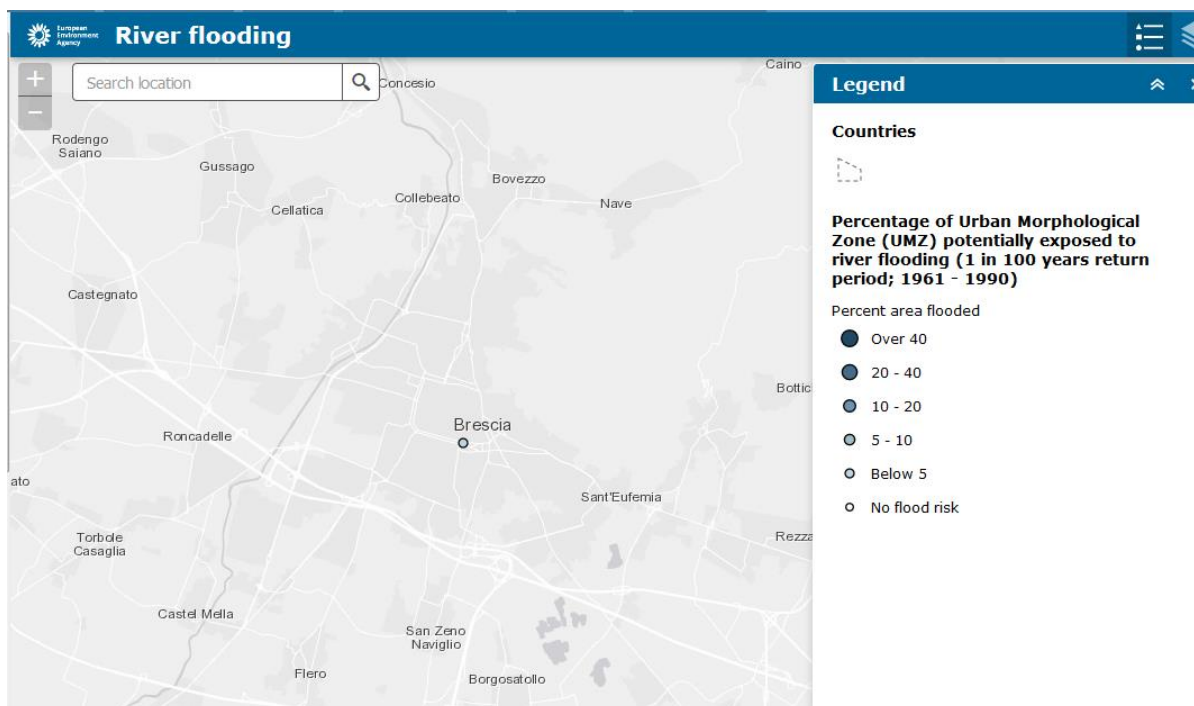


In legenda vengono restituite 2 informazioni: una sulla vulnerabilità, ovvero la percentuale delle famiglie composte da pensionati soli, la situazione di Brescia è **△ No data** ; viene inoltre fornita la proiezione del numero previsto di ondate di calore estreme (2020 – 2052; scenario climatico RCP 8.5) e si può notare che alcune zone a sud-est della città sono più esposte ad ondate di calore.



fonte: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/knowledge/tools/urban-adaptation>

Figura 3-10: stralci delle mappe di pericolosità dell'area del Comune di Brescia, allagamenti (fonte: Climate Adapt)

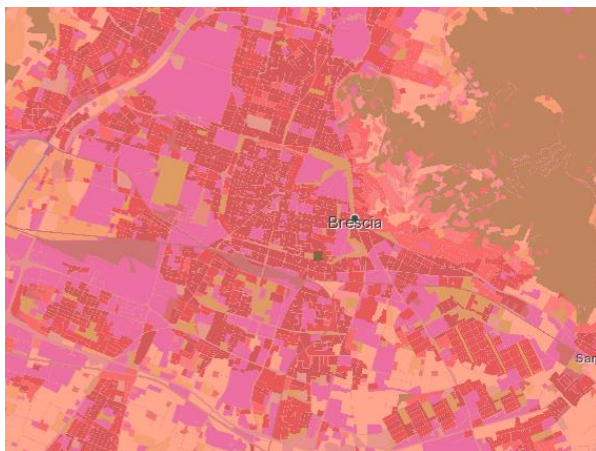
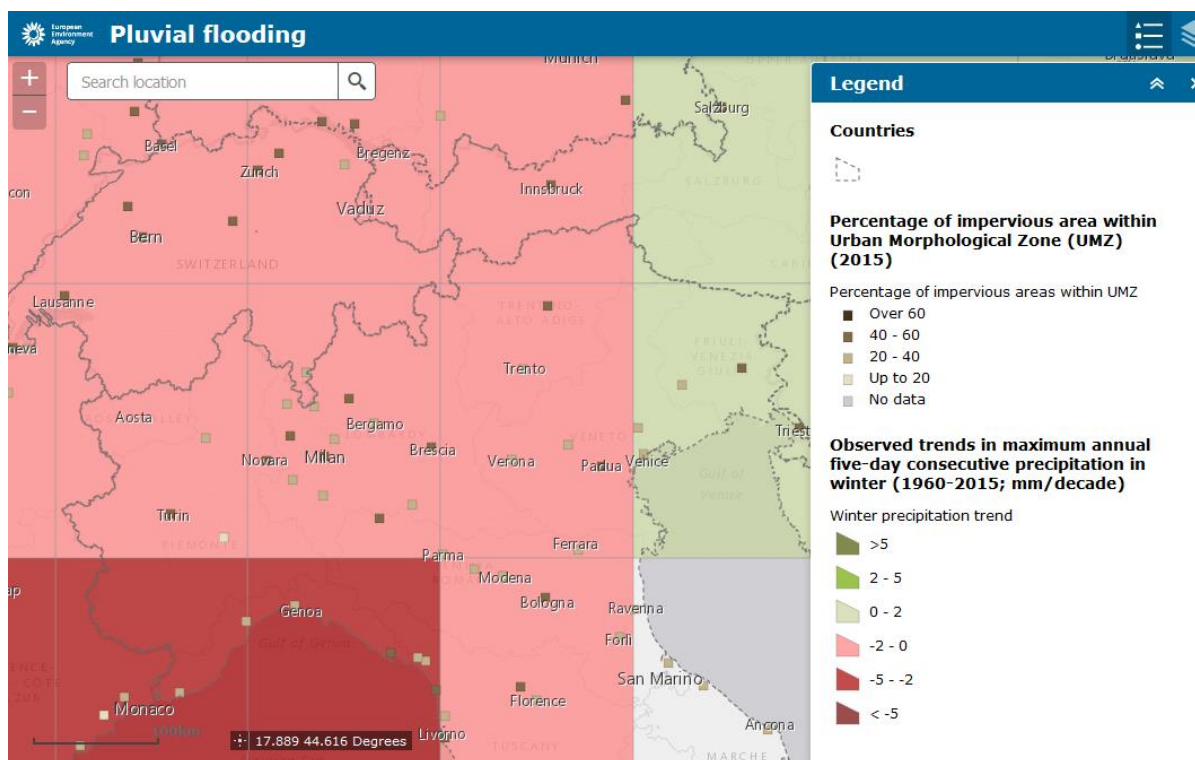


Questa mappa restituisce la “Percentuale di zona morfologica urbana (UMZ) potenzialmente esposta alle inondazioni fluviali (periodo di ritorno 1 su 100 anni; 1961 - 1990)”, il valore riferito a

Brescia è: **Below 5**, inferiore al 5%.

fonte: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/knowledge/tools/urban-adaptation>

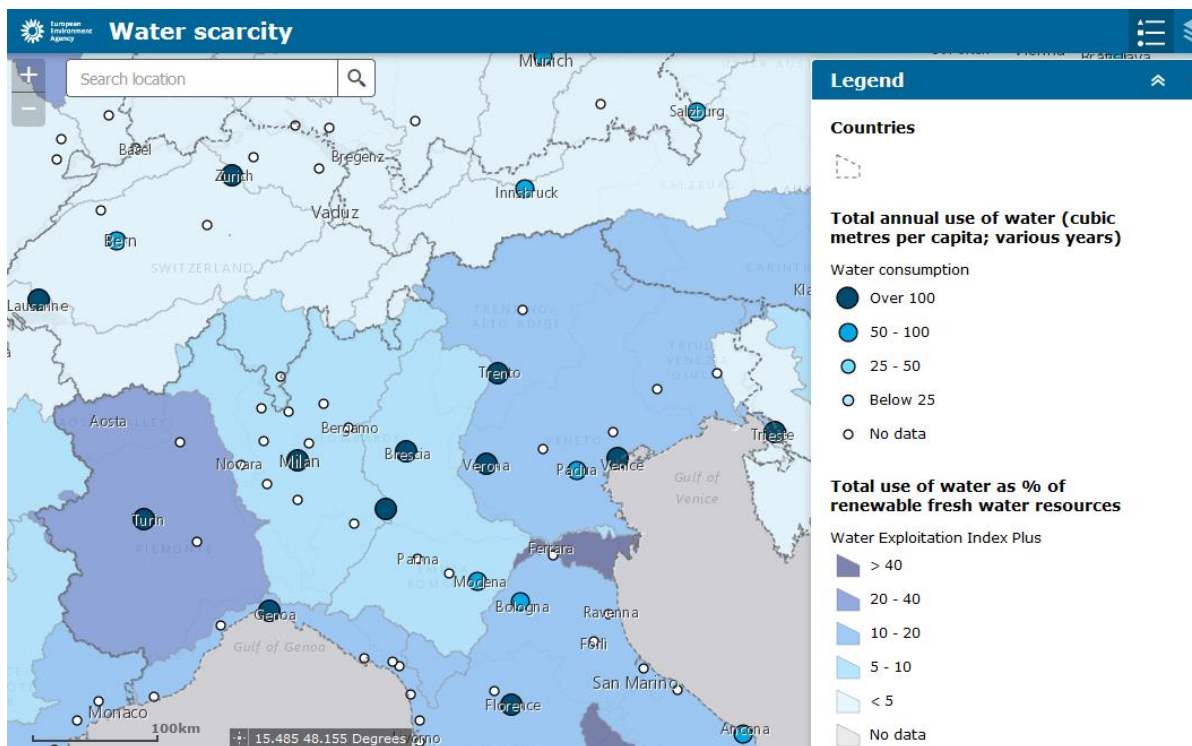
Figura 3-11: stralci delle mappe di pericolosità dell'area del Comune di Brescia, inondazioni (fonte: Climate Adapt)



La situazione di Brescia è analoga a quella del contesto Padano in cui è inserita, con riduzione dei periodi invernali di precipitazione consecutiva di 5 giorni (1960-2015; mm / decennio)" che per Brescia si attestano nella fascia tra -2 e 0. Le specificità comunali sono visibili nell'immagine a fianco in cui è possibile vedere le differenze anche tra le diverse aree cittadine rispetto all'indice "Percentuale di area impervia all'interno della zona morfologica urbana (UMZ) (2015)" che per Brescia si attesta in media tra il 20% e il 40%.

fonte: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/knowledge/tools/urban-adaptation>

Figura 3-12: stralci delle mappe di pericolosità dell'area del Comune di Brescia, scarsità d'acqua (fonte: Climate Adapt)

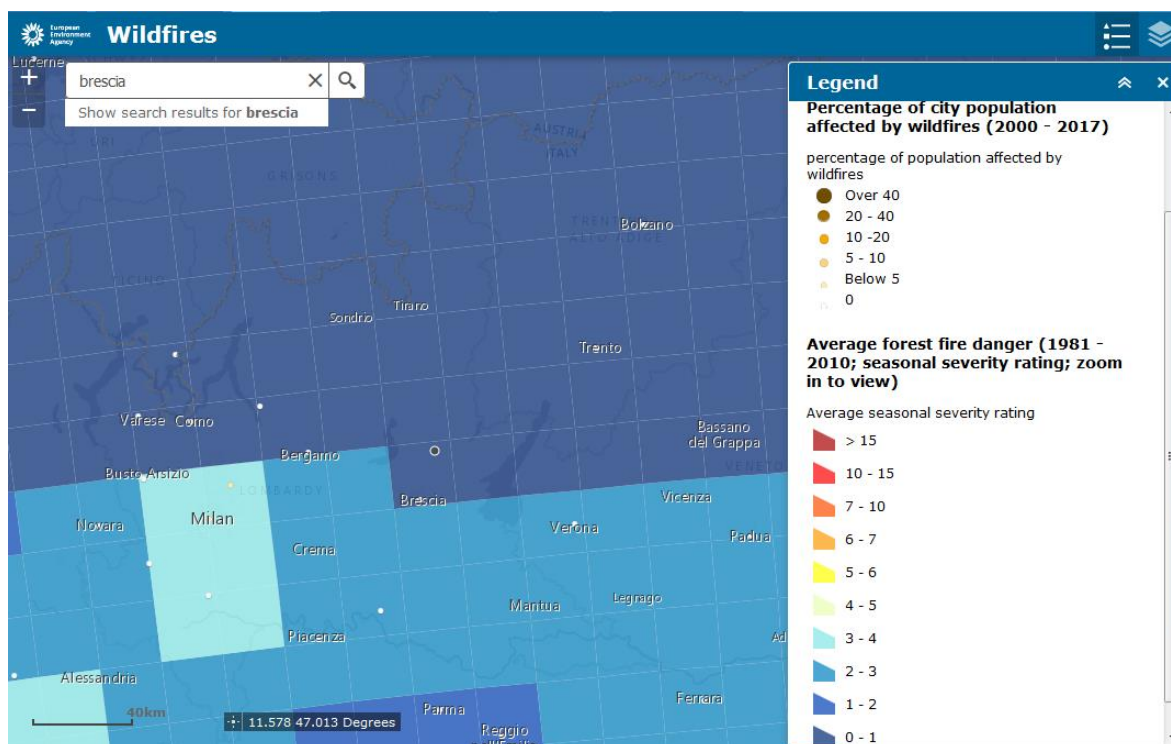


In questa mappa vengono messi in evidenza sia l'utilizzo totale annuo di acqua procapite, che per Brescia è **Over 100** superiore a 100 mc/abitante che l'"Utilizzo totale dell'acqua in% delle risorse di acqua dolce rinnovabile" che per Brescia varia tra il 5% e il 10% **5 - 10**

fonte: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/knowledge/tools/urban-adaptation>



Figura 3-13: stralci delle mappe di pericolosità dell'area del Comune di Brescia, incendi (fonte: Climate Adapt)

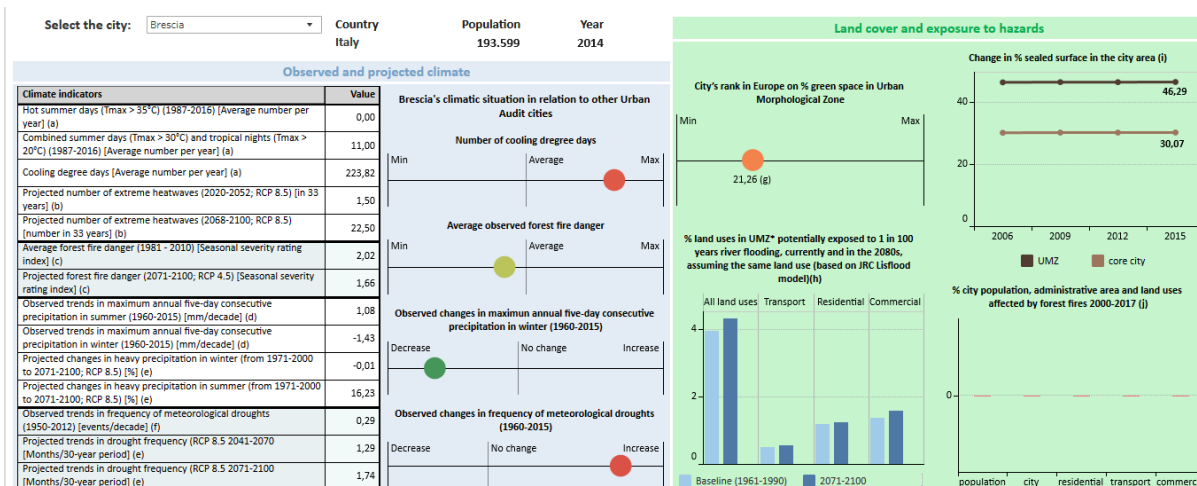


In questa mappa si evidenzia la percentuale delle persone esposte ad incendi nel lasso di tempo 2000-2017 che per Brescia si attestano a più di 40% e il pericolo medio di incendi boschivi nel periodo 1981 – 2010 che per Brescia sono tra 0 e 1.

fonte: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/knowledge/tools/urban-adaptation>

Le informazioni contenute nelle mappe, combinate con le schede sulla città di **Urban Audit**, consentono di comprendere gli impatti climatici attuali e previsti nelle città europee. È anche possibile confrontare le singole città tra loro e identificare altre città in situazioni simili.

Figura 3-14: Urban audit della Città di Brescia (fonte: Climate Adapt))



Nell'immagine soprastante si può vedere graficamente ed in sintesi quale sia la situazione di Brescia rispetto alle altre città europee: un incremento dei gradi di raffrescamento giorno, superiore alla media con rischio ondate di calore, pericolo di incendio intorno alla media, un decremento degli episodi con 5 giorni consecutivi di pioggia in inverno e un incremento dei periodi di siccità. Si può anche notare la potenziale tendenza ad un incremento degli episodi di esondazione. In generale la posizione del Comune di Brescia nel rank europeo è intermedio.

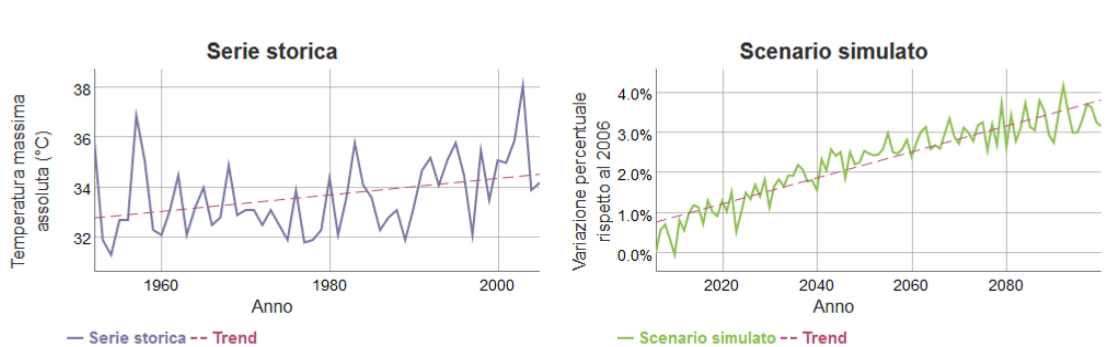
3.3 CARATTERIZZAZIONE LOCALE: IL TOOL CAST

Come precedentemente descritto, per questo genere di analisi è fondamentale la valutazione di quella che è l'evoluzione climatica dell'area oggetto di analisi. Il territorio in cui è collocato il comune di Brescia è caratterizzato da un clima di tipo continentale, come per il resto della Lombardia. I periodi con piovosità più elevata sono i trimestri primaverili e autunnali.

Per valutare l'evoluzione climatica della zona ed interpretare i mutamenti climatici in corso per calibrare adeguate strategie di adattamento è necessario partire dallo studio dello stato di fatto, ma anche affidarsi a strumenti che permettano di simulare gli scenari evolutivi dell'area in cui si inserisce Brescia. A supporto di queste valutazioni si propone l'utilizzo dell'applicazione Web CAST (Climate Adaptation Support Tool) sviluppato nel progetto europeo IRIS (Improve Resilience of Industry Sector LIFE14CCA/IT/000663 www.lifeiris.eu) di cui TerrAria S.r.l. è uno dei 7 partner. CAST fornisce degli indicatori a supporto dell'analisi dell'evoluzione di fenomeni connessi ai cambiamenti climatici ed in particolare ondate di calore, ondate di freddo, precipitazione estreme, siccità e trombe d'aria. I fenomeni considerati da IRIS sono quelli individuati come critici nella SNACC per la macroregione in cui si trova Brescia e, come si vedrà di seguito, sono coerenti con quanto individuato nel Piano di Emergenza Comunale.

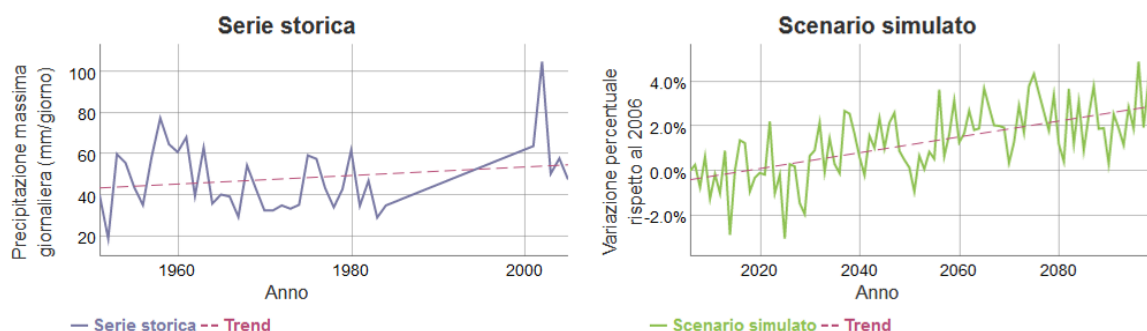
In particolare, utilizzando come stazione di riferimento la stazione meteo di Brescia Ghedi si può verificare l'andamento storico della temperatura massima assoluta, variabile proxy delle ondate di calore, nel periodo storico 1951 – 2005 e vedere come l'andamento delle previsioni modellistiche 2006 – 2100 dell'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) in particolare dello scenario climatico RCP4.5 (di saturazione a poco più di 550 ppm della concentrazione atmosferica di CO₂) confermi anche per il futuro il trend storico di crescita delle temperature con conseguenti impatti sul rischio legato alle possibili ondate di calore.

Figura 3-15: andamento della temperatura (°C), serie storica (sinistra) e scenario simulato (destra) stazione di Ghedi (BS)
(fonte: progetto IRIS - CAST)



Attraverso la stazione di Brescia si può verificare l'andamento storico della precipitazione massima giornaliera per il periodo storico 1951 – 2005 e vedere che l'andamento delle previsioni modellistiche dell'IPCC evidenzia un trend di crescita nel futuro anche se meno significativo di quello delle temperature massime.

Figura 3-16: precipitazioni estreme, precipitazione massima giornaliera in mm/giorno, serie storica (sinistra) e scenario cumulato (destra) (fonte: IRIS)



Gli scenari simulati per il fenomeno denotano un trend di crescita e quindi, potenzialmente, l'inasprirsi rispettivamente del rischio ondate di calore e del rischio esondazioni che possono interessare come di seguito analizzato il territorio comunale di Brescia.

Il Comune di Brescia è parte del Consorzio di Bonifica Oglio Mella e quindi sono orientati verso Brescia 2 interventi previsti nel Piano Comprensoriale di bonifica, di irrigazione e di tutela del territorio rurale (L.R. n.31 del 5/12/2008 – DGR X/4110 del 2/10/2015), presenti nelle schede delle azioni di Piano approvate nel febbraio del 2018.

Il Piano Comunale di Emergenza del Comune di Brescia, approvato dal Consiglio Comunale nella seduta del 29 novembre 2017, con Delibera n. 97, evidenzia come il territorio comunale si possa dividere in tre zone con specificità differenti dal punto di vista morfologico:

- il fondovalle del Fiume Mella, pianeggiante e densamente urbanizzato ad esclusione dell'area agricola a sud dell'autostrada Milano – Venezia e delle aree estrattive collocate nella zona sud – orientale del Comune;
- fascia di raccordo tra il fondovalle e i versanti montuosi, caratterizzata da terrazzamenti spesso urbanizzati e da acclivi con pendenze variabili;
- versanti montuosi, il Monte Maddalena a nord – est, i Monti Ratto e Picastello a nord – ovest fino al colle della Badia, separati dall'alveo del Mella.

Il reticolo idrografico è principalmente rappresentato dal Fiume Mella, che con direzione nord – sud attraversa il Comune nella parte occidentale, e dal torrente Garza. Sono inoltre presenti numerosi canali minori di origine sia artificiale che naturale. Nel tempo sono stati messi in opera molti interventi sull'alveo e sulle sponde del Mello e del Garza, i corsi di entrambi sono stati sottoposti a modifiche in tutti i tratti cittadini.

In base alle peculiarità del suo territorio, per Brescia sono state individuate le seguenti pericolosità:

- Pericolosità idrogeologica e idraulica;



- Pericolosità legata agli incendi boschivi;
- Pericolosità legata alla presenza di industrie;
- Pericolosità sismica.

L'analisi delle serie storiche riguardanti i fenomeni di dissesto hanno messo in luce tipologie e dinamiche anche attuali e hanno evidenziato l'accadimento di fenomeni localizzati che sono il motore di emergenze di entità contenuta. I dissesti che appartengono a questo tipo di pericolosità sono riconducibili a scivolamenti traslazionali che si manifestano in aree in cui è presente una coltre detritica di spessore considerevole, in particolare di matrice detritico – alluvionale. Questi depositi hanno bassa permeabilità, notevole potenza e pendenza prossima al limite di stabilità. Il basso grado di permeabilità, in determinate condizioni idrogeologiche o al verificarsi di precipitazioni abbondanti, porta questi depositi ad impregnarsi di acqua, alla perdita di coesione e ad un appesantimento progressivo che potrebbe generare movimenti franosi. Nel versante sud – est del Monte Maddalena, dove i versanti sono più impervi e sono caratterizzati dalla presenza di rocce calcaree caratterizzati da fratturazione variabili, si possono verificare crolli di blocchi rocciosi.

Nel Piano Comunale di Emergenza, in merito alla pericolosità idrogeologica e idraulica, i fenomeni storici e gli elementi di pericolosità attuale individuati in: dissesti riconducibili a scivolamenti traslazionali che si manifestano in aree detritiche di spessore considerevole; il crollo di blocchi rocciosi da pareti e versanti caratterizzati da elevata acclività, sul versante sudorientale del Monte Mascheda si registrano episodi di distacco massi. Sono stati inoltre registrate criticità di carattere idraulico nei seguenti ambiti:

- Il Fiume Mella: nell'attraversamento di Brescia, dal confine con il Comune di Concesio e quello con il Comune di Castel Mella, il fiume è caratterizzato da un alto tasso di artificializzazione che lo rende morfologicamente stabile, in parte canalizzato. All'interno del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) le fasce fluviali individuate mostrano porzioni di territorio in urbanizzato nella sola Fascia C (inondazione per piana catastofica);
- Torrente Garza e Naviglio Grande Bresciano: il Garza è interamente canalizzato, con tratti a cielo chiuso. Ha due tratti coinvolti dalla perimetrazione di aree a rischio riconosciute dalla Direttiva Alluvioni, uno nella parte settentrionale del Comune, al confine con Bovezzo fino a Via B. Castelli, il secondo nel tratto di percorrenza dal Cavalcavia Kennedy all'area delle Cave.



Figura 3-17: stralci delle tavole di pericolosità idrogeologica e idraulica (fonte: Piano Comunale di Emergenza)

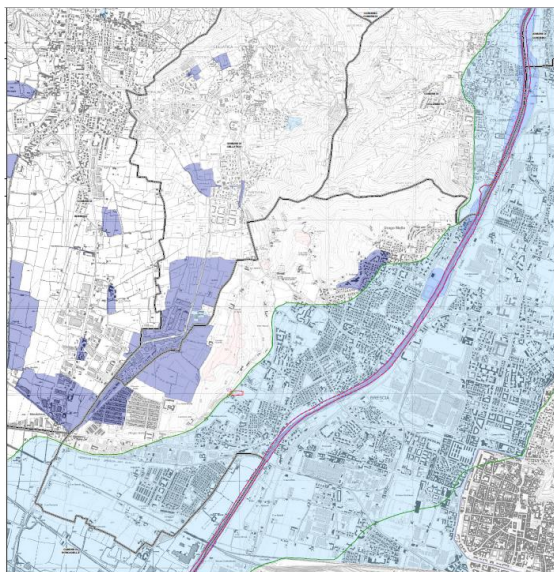


Tavola 1A

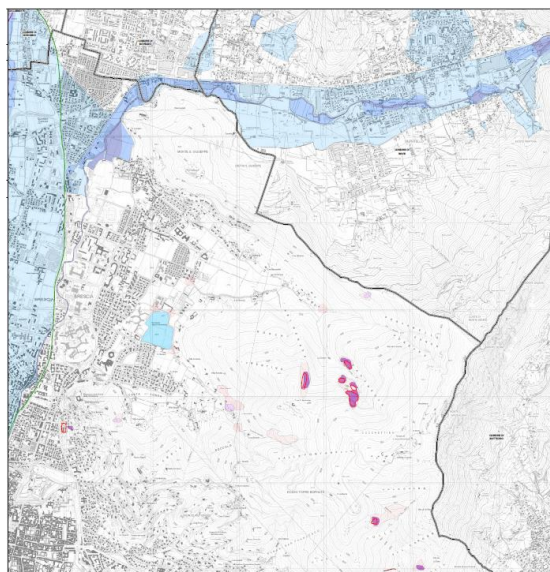


Tavola 1B

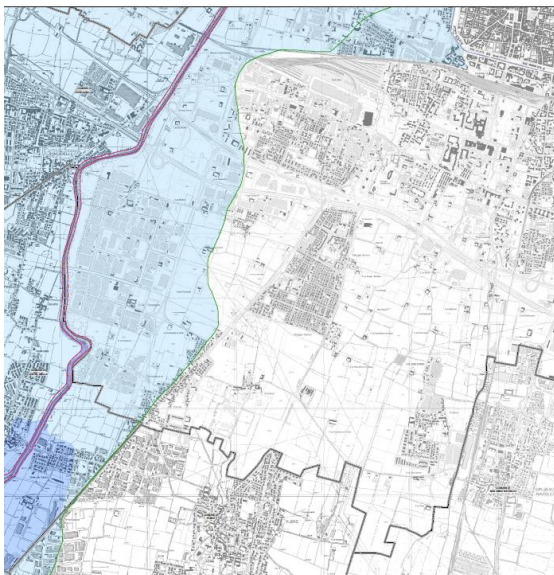


Tavola 1C

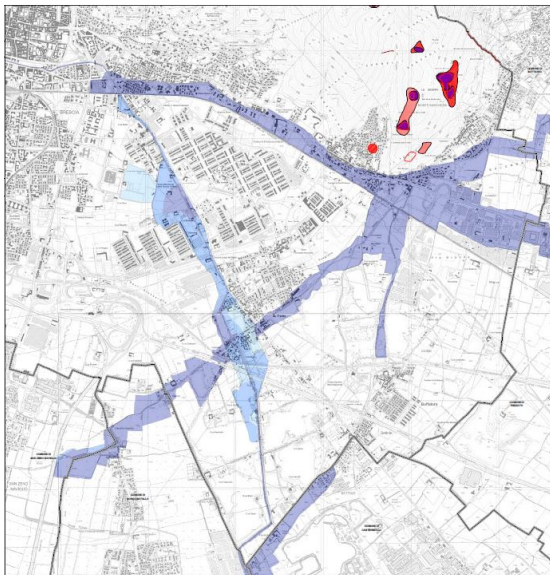


Tavola 1D

In merito alla pericolosità legata agli incendi il documento di riferimento è il “Piano regionale delle attività di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi 2017 – 2019” della Regione Lombardia che restituisce una mappatura del rischio attraverso l’analisi della distribuzione temporale degli incendi e delle loro caratteristiche, unitamente alla distribuzione spaziale della frequenza e delle superfici percorse dal fuoco.

I parametri utilizzati per la caratterizzazione del territorio sono:

- Superficie totale (ha);
- Superficie bruciata (ha);
- Numero di incendi boschivi nel periodo 2006 – 2015;

➤ Superficie totale percorsa nel periodo 2006 – 2015 (ha).

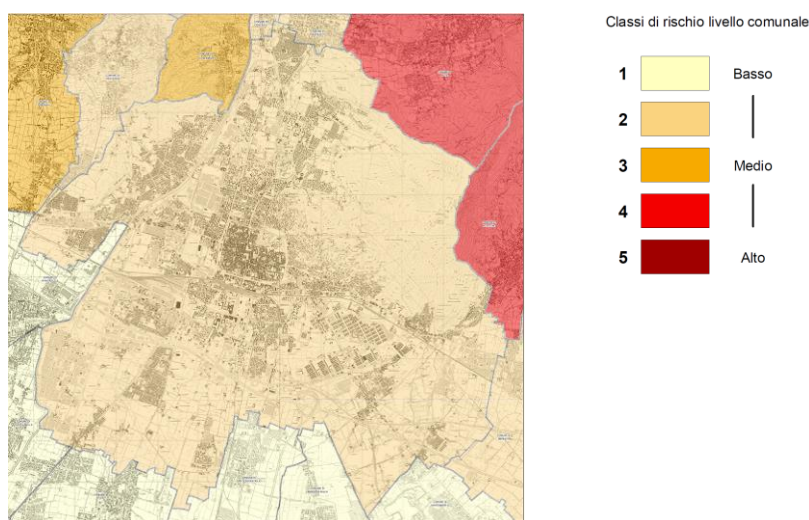
La classificazione del Comune di Brescia (fonte: Piano di Emergenza Comunale) è di seguito riportata.

Figura 3-18: la situazione del Comune di Brescia - (fonte: Piano Comunale di Emergenza)

Superficie totale (ha)	Superficie bruciabile (ha)	Numero incendi 2006-15	Superficie percorsa totale 2006-2015 (ha)	Classe di rischio
9.051,49	2.020,60	5	5,52	2

Le caratteristiche della Classe 2 (in una scala da 1 a 5 con livello di criticità crescente) sono le seguenti: 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 nelle quali occorre dare particolare importanza alla previsione del pericolo e al pre-allertamento in corrispondenza di livelli di soglia medio-alti.

Figura 3-19: stralcio della tavola ANALISI DELLA PERICOLOSITA' - incendi boschivi - (fonte: Piano Comunale di Emergenza)

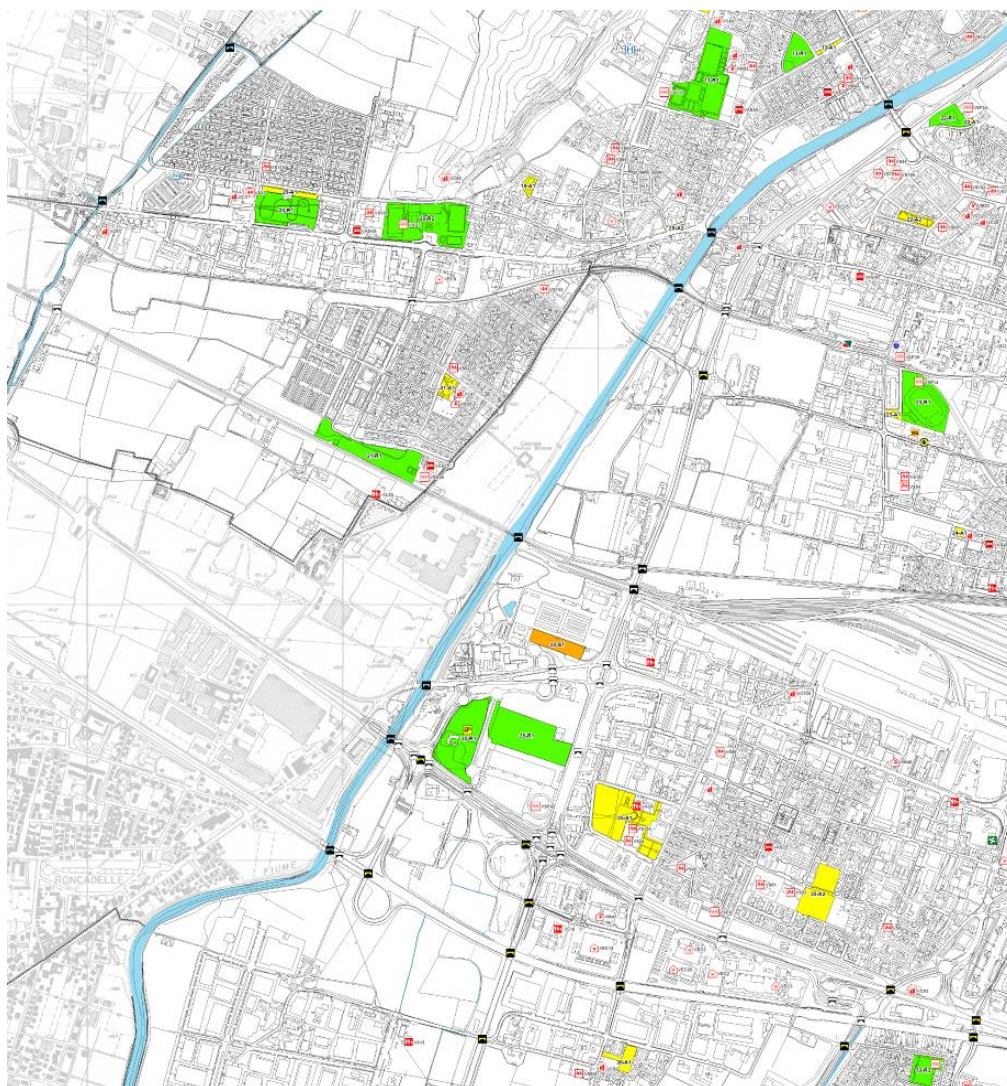


Nel Piano Comunale di Emergenza vengono anche presi in considerazione gli elementi a maggior vulnerabilità e quindi: gli edifici strategici sede di Municipio, della Polizia Locale, delle Forze dell'Ordine, Ospedali e sedi di Gruppi e di Associazioni operanti nell'ambito della Protezione Civile e del soccorso sanitario.

Sono stati censiti tutti gli elementi vulnerabili della popolazione. Tra questi ad esempio gli edifici che ospitano scuole o case di riposo e altri edifici che possono accogliere grandi aggregazioni di persone (palestre, centri sportivi, chiese e altri luoghi di culto, centri commerciali, ecc.).

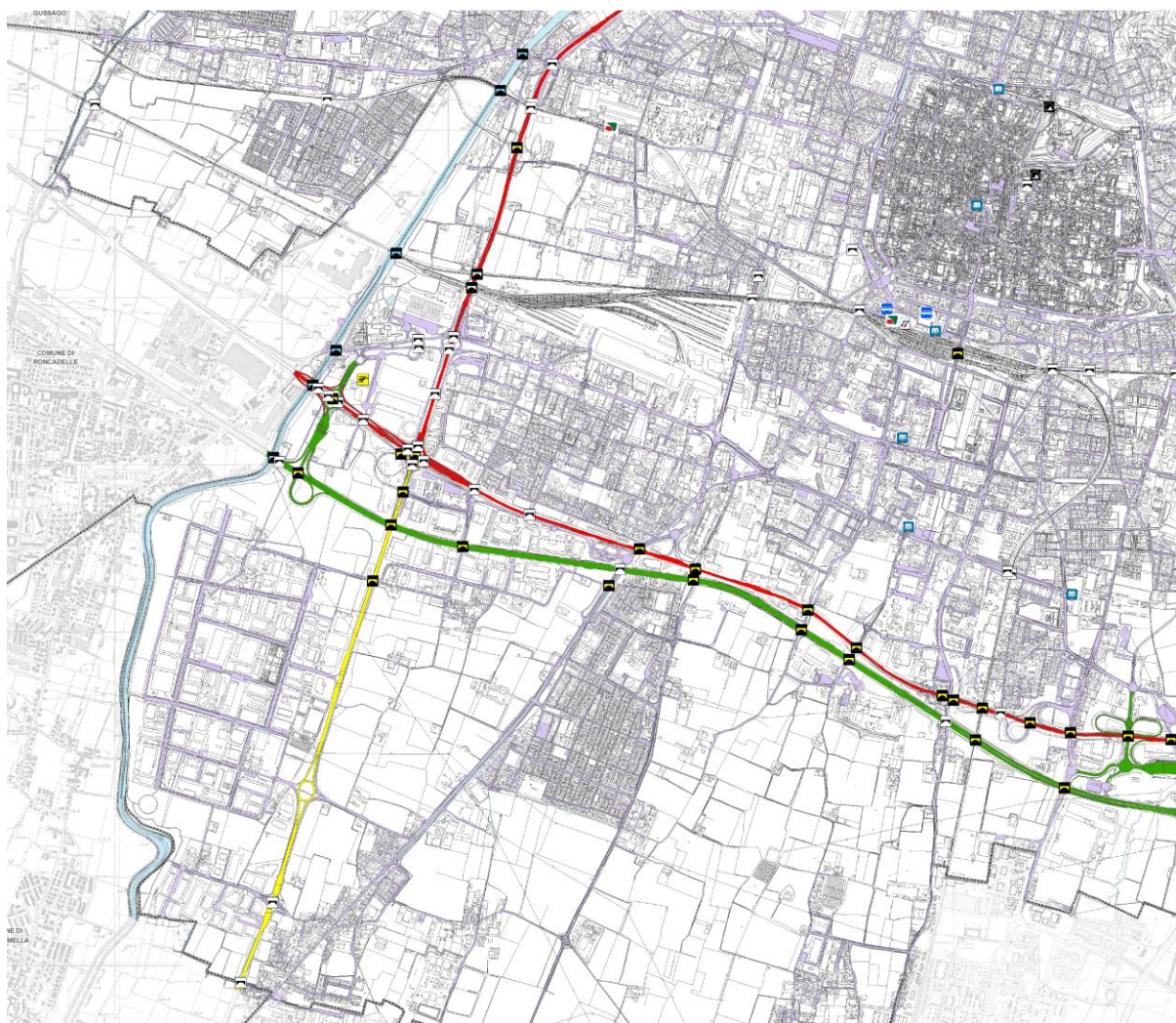
L'assetto urbanistico-territoriale in relazione ai rischi citati è presentato mediante la descrizione della città, delle località e quartieri ed in essi l'individuazione delle aree da utilizzare in caso di emergenza (aree di accoglienza, di ammassamento, di ricovero).

Figura 3-20: analisi del tessuto urbanizzato - edifici e strutture strategiche, aree di emergenza (fonte: Piano Comunale di Emergenza)



E' stato effettuato un inquadramento descrittivo e cartografico della rete stradale, ferroviaria e metropolitana. La viabilità stradale è stata distinta in reticolo viario di collegamento, principale e secondario. Particolare attenzione è stata riportata nell'individuazione di infrastrutture quali ad esempio ponti, viadotti e sottopassi che possono rappresentare elementi di criticità.

Figura 3-21: analisi del tessuto urbanizzato - viabilità principale e minore (fonte: Piano Comunale di Emergenza)



3.4 LE TIPOLOGIE DI RISCHIO PRESENTI NEL COMUNE

Il Piano di Comunale di Emergenza, seguendo lo schema $R=P * V * E$ (dove R= rischio, P= pericolo V= vulnerabilità ed E=esposizione) passa in rassegna, in riferimento alle caratteristiche del territorio del comune di Brescia, i principali rischi che potenzialmente si possono incontrare, ovvero:

- rischio Idrogeologico e Idraulico;
- rischio derivanti da eventi meteorologici;
- rischio incendi boschivi;
- rischio industriale;
- rischio sismico;
- rischio viabilità e trasporti;



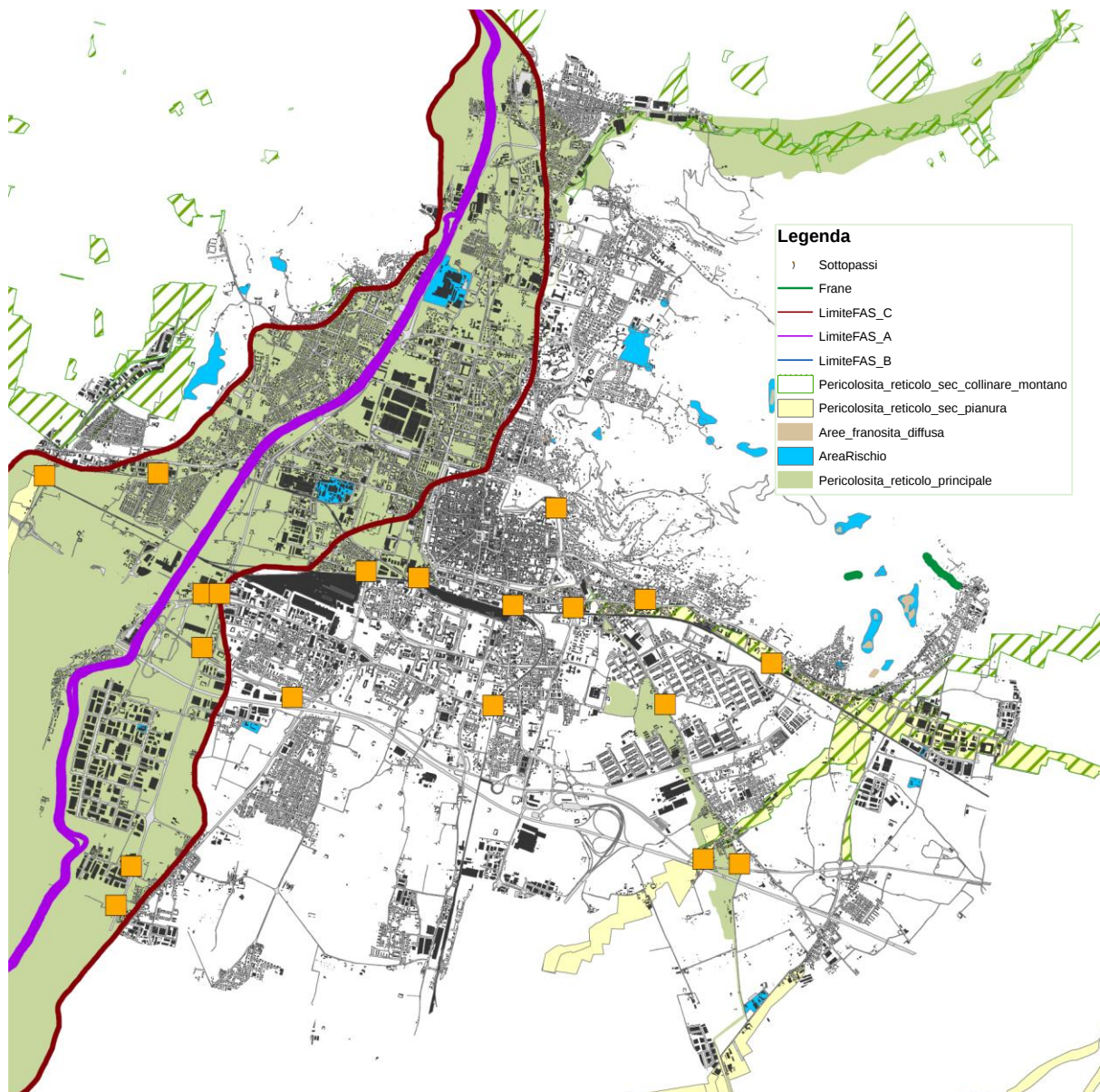
- Rischio di ondate di calore;
- Rischio Nucleare;
- Emergenza gravi attentati terroristici;
- Emergenza sulla rete metropolitana.

In questo documento, essendo indirizzato all'individuazione di azioni e strategie di risposta alle dinamiche messe in atto dal cambiamento climatico, vengono trattate unicamente le tipologie di rischio legate al contesto naturale, non collegate al rischio di natura antropica, come il rischio industriale, così come non vengono trattate le tematiche come il rischio sismico, indipendente sia dai fattori legati all'antropizzazione che ai mutamenti climatici. Verranno presi in considerazione, nei paragrafi successivi, le seguenti tipologie di rischio:

- Rischio Idrogeologico e Idraulico;
- Rischio derivanti da eventi meteorologici;
- Rischio incendi boschivi;
- Rischio di ondate di calore.



Figura 3-22: rischi e vulnerabilità del Comune di Brescia (fonte: nostra elaborazione)



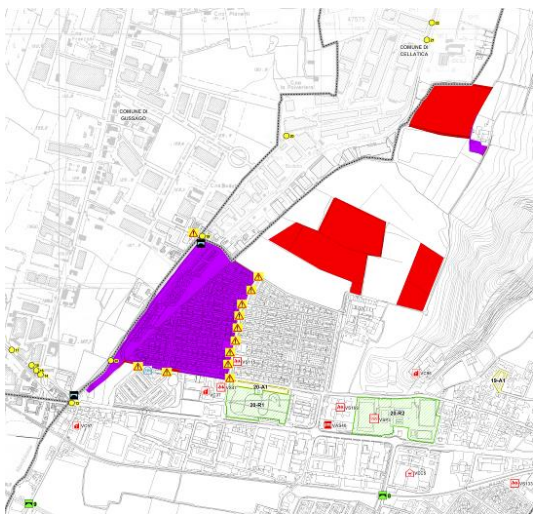
3.4.1 Rischio idrogeologico e idraulico

Il Piano individua delle macro zone che presentano le aree con le maggiori criticità di rischio idraulico (R3_elevato e R4 _molto elevato) è la seguente, e riprende le schede degli ambiti del presidio idraulico nei quali è organizzato il Presidio Territoriale Idraulico e Idrogeologico di Brescia:

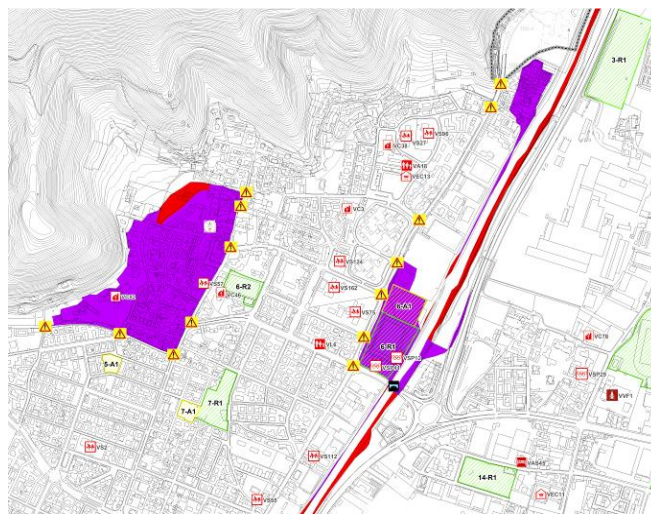
- zona occidentale, confine con i comuni di Gussago e Cellatica, Villaggio Badia (tavola 3.1.1);
- zona occidentale, porzione pedecollinare di Urago Mella e aree limitrofe (tavola 3.1.2);
- zona settentrionale, Conicchio e confine con il comune di Bovezzo (tavola 3.1.3);

- zona orientale e sud-orientale (tavola 3.1.4).

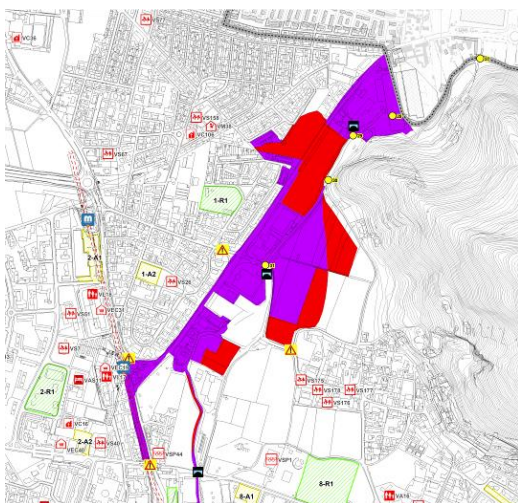
Figura 3-23: stralci delle tavole di Scenario del rischio idraulico (fonte: Piano Comunale di Emergenza)



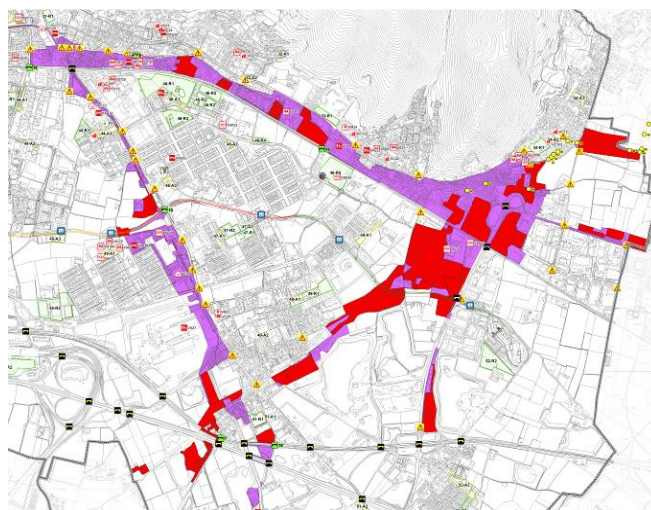
zona occidentale - Villaggio Badia



zona occidentale - Urago Mella



zona settentrionale



zona orientale e sud-orientale

Relativamente al fiume Mella si riscontra la presenza di un'area d'inondazione per piena catastrofica, costituita dalla porzione di territorio esterna alla fascia B, interessata da inondazioni al verificarsi di eventi con portate maggiori della piena di riferimento. Coinvolge la porzione nord-occidentale e sud-occidentale del territorio cittadino con una superficie complessiva interessata pari a 1.997,34 ha , mentre la Fascia B (di esondazione) ha un'estensione analoga a quello della Fascia A (di deflusso della piena).

Le principali condizioni di criticità e il rischio di allagamenti sono riconducibili alle seguenti situazioni:

- concentrazioni dei deflussi di piena anche per eventi di basso tempo di ritorno, a causa dell'intensa espansione delle zone urbanizzate, in particolar modo nei bacini idrografici del Garza e del Naviglio Grande Bresciano;

- opere idrauliche sul reticolo idrografico non adeguate;
- interferenze con opere di attraversamento inadeguate al passaggio di portate sostenute.

3.4.2 Rischio derivanti da eventi meteorologici

I rischi di tipo meteoroclimatico che possono interessare Brescia sono desunti dal database European Severe Weather Database (ESWD) sui fenomeni meteorologici locali e violenti nel periodo 1997 – 2017. Nei circa venti anni analizzati i fenomeni prevalenti sono stati naufragi e acquazzoni intensi, tempeste di vento e grandinate.

3.4.3 Rischio incendi boschivi

Per l'inquadramento di questo rischio si fa riferimento al "Piano regionale delle attività di previsione, prevenzione e lotta attiva contro gli incendi boschivi 2017-2019 (Legge n. 353/2000)" della Regione Lombardia, approvato con Deliberazione n. 6093 del 29/12/2016.

Il Piano Regionale Antincendi Boschivi ha assegnato al comune di Brescia l'appartenenza alla classe di rischio 2, le cui caratteristiche sono:

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 nelle quali occorre dare particolare importanza alla previsione del pericolo e al preallertaggio in corrispondenza di livelli di soglia medio-alti.

In relazione all'andamento meteorologico, all'evoluzione degli indici di pericolo e dello stato vegetazionale, quando si evidenziano particolari e ripetute situazioni favorevoli all'innesco e allo sviluppo di incendi boschivi Regione Lombardia rende noto lo "stato di alto rischio di incendi boschivi", con un'apposita comunicazione indirizzata ai Presidi territoriali interessati (tra questi gli Uffici Territoriali Regionali, Province, Parchi e Riserve Naturali Regionali, comuni esclusi).

La comunicazione di "stato di rischio" identifica:

- le azioni determinanti, anche solo potenzialmente, l'innesco degli incendi e vietate nei territori boscati e nei terreni coltivati o incolti e nei pascoli limitrofi alle aree boscate;
- le sanzioni previste per la violazione dei divieti.

Il "periodo ad alto rischio di incendio boschivo" presenta le seguenti caratteristiche:

- implica la massima comunicazione e diffusione ad Enti, Istituzioni, popolazione e mass media;
- viene aperto e chiuso in base alle condizioni di rischio complessivo dell'intero territorio regionale;
- viene attivato generalmente nel periodo invernale-primaverile, in cui si concentrano la maggior parte degli incendi;



↳ in presenza di situazioni straordinarie potrà essere attivato anche in altri periodi dell'anno.

3.4.4 Rischio di ondate di calore

Il rischio ondate di calore si verifica in concomitanza con periodi di temperature molto elevate per più giorni consecutivi, spesso caratterizzati da tassi di umidità elevati, forte irraggiamento solare e assenza di ventilazione. Brescia è stata inserita nel programma del Ministero della Salute HHWWS che dirama un bollettino delle condizioni meteorologiche.



4. OBIETTIVO DI CONTENIMENTO DELLE EMISSIONI AL 2030

4.1 SCENARIO BUSINESS AS USUAL E OBIETTIVO MINIMO DEL PATTO DEI SINDACI

Il Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia richiede che le azioni di riduzione delle emissioni di CO₂ siano stimate rispetto all'anno di riferimento del BEI. È tuttavia opportuno stimare quelli che fino al 2030 possano essere gli impatti energetico-emissivi legati alle previsioni di 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), si dovrà valutare una riduzione del 40% riferita alle emissioni per abitante e non in termini assoluti. Tale approccio è consentito dalle Linee Guida per la stesura del PAESC del JRC.

Nei paragrafi seguenti si illustrano le elaborazioni specifiche per Brescia.

4.1.1 La valutazione degli incrementi emissivi 2010-2030

Gli incrementi emissivi derivanti dall'incremento della popolazione e dallo sviluppo dell'edificato residenziale e non residenziale sono stati stimati in modi differenti a seconda del settore e del vettore. Di seguito si dettagliano le modalità di stima cautelative adottate:

- per quanto riguarda il settore terziario non comunale, la stima è stata effettuata considerando degli indici medi di consumo specifico, in particolare pari a 45 kWh/mq per i consumi relativi al vettore elettrico e pari a 75.6 kWh/mq per la parte dei consumi termici, moltiplicando poi per i fattori di emissione medi comunali del vettore elettrico e termico;
- per il settore residenziale gli incrementi emissivi sono stati stimati a partire dalle emissioni comunali per il vettore elettrico all'anno di riferimento, moltiplicando per l'incremento del numero di abitanti, e a partire da un consumo specifico pari a 97.3 kWh/mq per tutti gli altri vettori termici;
- per l'illuminazione pubblica è stato considerato un incremento calcolato sulla base delle emissioni procapite comunali al 2010 moltiplicate per l'incremento di popolazione considerato;
- per il settore dei trasporti privati e commerciali è stato infine considerato un incremento emissivo pari al valore procapite registrato per il 2010 moltiplicato per l'incremento nel numero di abitanti.



Si sottolinea che, per quanto riguarda il settore produttivo, si è ritenuto più corretto non effettuare alcuna stima, sia perché tale settore risulta avere già un peso significativo nel contesto energetico comunale in base a quanto osservato nei due anni analizzati (2010 e 2018), sia per il fatto che in base alle previsioni attuali non è possibile effettuare una stima sufficientemente accurata dell'evoluzione delle emissioni del settore. In particolare, i dati considerati sono stati ricavati dalle previsioni del PGT riportate al paragrafo 1.4.2, considerando che avvenga una piena realizzazione delle superfici residenziali previste e che la rimanente superficie prevista sia completamente destinata al settore terziario: in Tabella 4-1 si riportano i dati considerati e i risultati ottenuti in termini di emissioni, da ritenersi come incrementi rispetto alla situazione al 2010. Complessivamente si stima una crescita delle emissioni tra il 2010 e il 2030 pari a circa 25'000 tonnellate di CO₂ (corrispondente al 2% delle emissioni complessive al 2010 e pari al 4% delle emissioni calcolate escludendo il settore produttivo).

Tabella 4-1: dati utilizzati per il calcolo degli incrementi emissivi dovuti allo sviluppo demografico di Brescia e alla realizzazione delle previsioni del PGT (fonte: nostra elaborazione)

STIMA DEGLI INCREMENTI EMISSIVI 2010-2030			
DATO	VALORE	SETTORE	EMISSIONI CO ₂ [t]
Incremento ambito RESIDENZIALE [mq Slp]	618'382	Edifici residenziali - Usi termici	6'312
Esistente ambito PRODUTTIVO [mq ST]	n.d.	Settore produttivo	0
Incremento ambito PRODUTTIVO [mq ST]	n.d.		
Incremento ambito TERZIARIO [mq Slp]	30'660	Edifici, attrezzature/impianti del terziario (non comunali)	734
Incremento POPOLAZIONE [ab]	14'217	Edifici residenziali - Usi elettrici	7'221
		Illuminazione pubblica	562
		Trasporti privati e commerciali	10'243
TOTALE INCREMENTO EMISSIONI			25'072

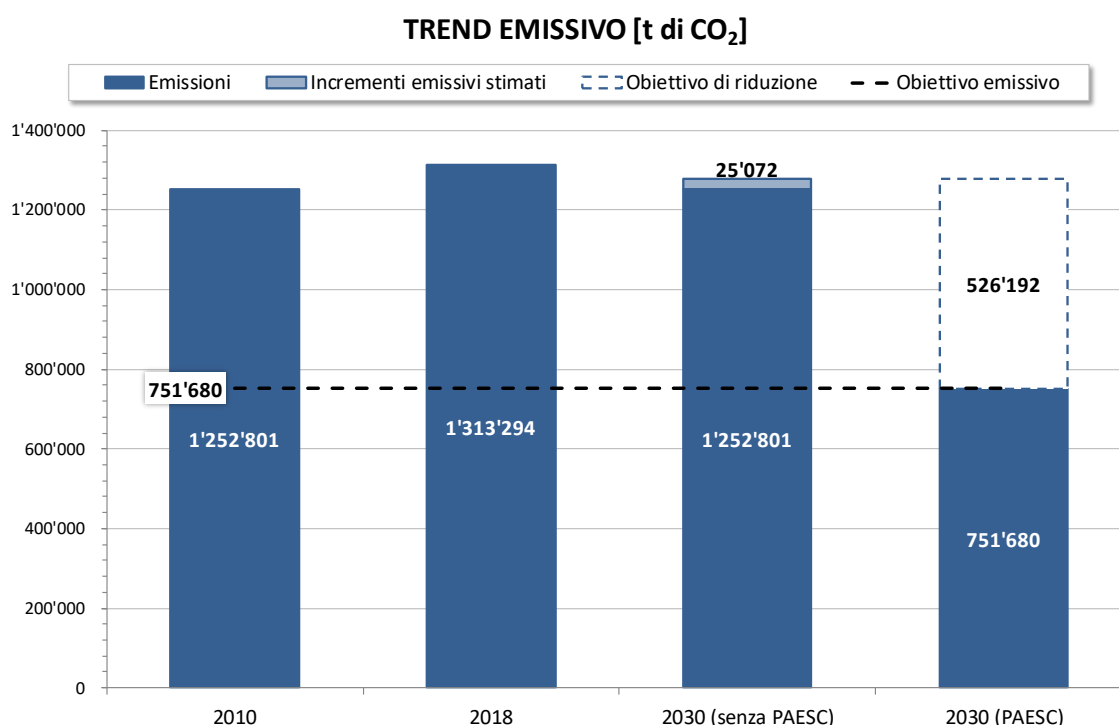
4.1.2 Il calcolo dell'obiettivo di riduzione delle emissioni

In Figura 4-1 sono riportate le emissioni comunali al 2010 (BEI) e al 2018 (MEI) confrontate con le emissioni previste al 2030, stimate a partire dalle emissioni del BEI sommate agli incrementi emissivi valutati nel precedente paragrafo, e con l'obiettivo emissivo minimo del PAESC (riduzione del 40% delle emissioni rispetto al 2010). I dati mostrati comprendono le emissioni legate al settore produttivo.

Rispetto alle emissioni del BEI (1.25 milioni di tonnellate di CO₂), l'obiettivo di riduzione delle emissioni di CO₂ per il 2030 è pari a circa 501'000 tonnellate di CO₂. A questo obiettivo assoluto va tuttavia aggiunta la quota di emissioni prevista in relazione all'aumento della popolazione. L'incremento emissivo associato alle nuove aree di espansione è pari a 25'072 tonnellate al 2030 e l'obiettivo di riduzione, calcolato su questo nuovo assetto emissivo, risulta pari a circa 526'000 tonnellate, mostrato in bianco nella colonna a destra nel grafico riportato di seguito. Effettuando la medesima analisi escludendo il settore produttivo, l'obiettivo di riduzione al 2030, risulta essere pari a circa 274'000 tonnellate.



Figura 4-1: confronto dell'obiettivo di riduzione delle emissioni al 2030, in termini assoluti, con le emissioni del BEI (2010), del MEI (2018) e le emissioni al 2030 determinate considerando il valore addizionale derivante dalle espansioni previste (fonte: nostra elaborazione)

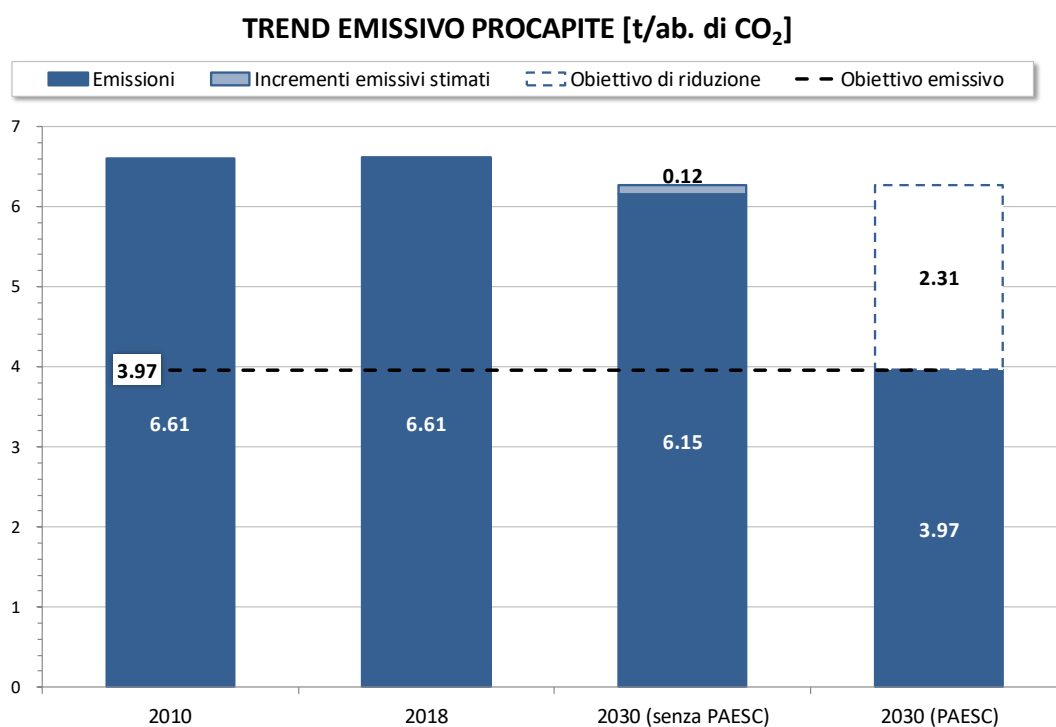


Le Linee Guida per la stesura del PAESC del JRC suggeriscono di adottare un obiettivo procapite che consente di normalizzare l'aumento di emissioni assolute all'aumento demografico atteso in situazioni in cui è prevista un'evoluzione significativa del territorio. Pur non essendo questo il caso del comune di Brescia, rapportando le emissioni alla popolazione registrata (cfr. paragrafo 1.2.1) e prevista e considerando il settore produttivo, si ottiene la situazione rappresentata in Figura 4-2: le emissioni procapite al 2010 sono pari a 6.6 tonnellate per abitante (si veda la Tabella 2-16 della baseline) con un obiettivo di 4.0 tonnellate per abitante da raggiungere al 2030 (40% in meno). Considerando i maggiori consumi previsti dagli incrementi emissivi, le emissioni procapite stimate al 2030 risultano pari a 6.2 tonnellate per abitante, con un obiettivo di riduzione pari a circa 2.3 tonnellate procapite, corrispondente a circa 470'000 tonnellate di CO₂.

Escludendo dall'analisi gli apporti emissivi del settore produttivo, le emissioni procapite al 2010 risultano, invece, pari a 3.3 tonnellate per abitante (obiettivo al 2030 pari a 2.0 t/ab) e la riduzione procapite da ottenere al 2030, tenendo conto delle espansioni emissive, è pari a 1.2 t/ab (ridotta grazie all'incremento previsto di popolazione), corrispondente a 245'635 tonnellate di CO₂.



Figura 4-2: confronto dell'obiettivo di riduzione delle emissioni al 2030, in termini procapite, con le emissioni del BEI (2010), del MEI (2018) e le emissioni al 2030 determinate considerando il valore addizionale derivante dalle espansioni previste (fonte: nostra elaborazione)



Si riporta di seguito una tabella riassuntiva della situazione del comune e delle scelte che è possibile condurre.

Tabella 4-2: riepilogo delle diverse combinazioni che è possibile considerare per la valutazione dell'obiettivo di riduzione delle emissioni del PAESC del comune di Brescia (nostra elaborazione)

CALCOLO DELL'OBIETTIVO DI RIDUZIONE			
Anno	2010	2030 (senza PAES)	2030 (con PAES)
Popolazione [ab]	189'576	203'793	203'793
OBIETTIVO IN TERMINI ASSOLUTI			
Emissioni totali [t]	1'252'801	1'277'873	751'680
Obiettivo di riduzione [t]	501'120	526'192	-
OBIETTIVO IN TERMINI ASSOLUTI - Settore produttivo escluso			
Emissioni totali [t]	621'300	646'371	372'780
Obiettivo di riduzione [t]	248'520	273'592	-
OBIETTIVO PROCAPITE			
Emissioni totali [t/ab]	6.61	6.27	3.97
Obiettivo di riduzione procapite [t/ab]	2.64	2.31	-
Obiettivo di riduzione [t]	501'120	469'821	-
OBIETTIVO PROCAPITE - Settore produttivo escluso			
Emissioni totali [t/ab]	3.28	3.17	1.97
Obiettivo di riduzione procapite [t/ab]	1.31	1.21	-
Obiettivo di riduzione [t]	248'520	245'635	-

4.2 OBIETTIVO DICHIARATO

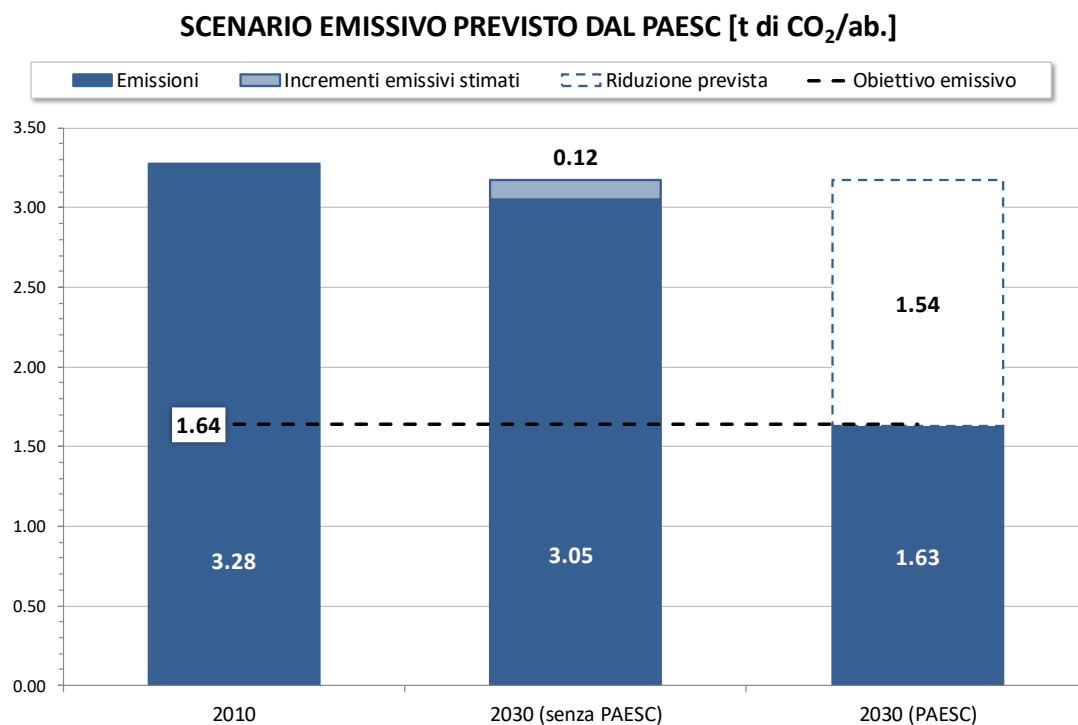
A partire dalla situazione energetica del Comune di Brescia, sono state definite le strategie presentate nel capitolo successivo, declinate poi in termini numerici nella fase di quantificazione dei risultati conseguibili attraverso le azioni previste: a tal proposito si rimanda alla tabella riportata in appendice.

Sulla base di tali risultati è stato quindi possibile definire l'obiettivo effettivo del PAESC di Brescia che è stato determinato **escludendo il settore produttivo** e considerando le emissioni espresse **in termini procapite**. Le analisi svolte permettono quindi di fissare come obiettivo minimo del PAESC del comune di Brescia una **riduzione, rispetto al 2010 delle emissioni procapite pari al 50% entro il 2030**, corrispondente a circa 312'000 tonnellate di CO₂. Si precisa che le azioni previste permettono di raggiungere una riduzione leggermente superiore, pari a quasi 314'000 t; tuttavia, si è ritenuto cautelativamente di fissare un obiettivo inferiore.

In Figura 4-3 si riporta la situazione emissiva prevista al 2030, mostrando gli effetti in termini emissivi delle azioni previste dal PAESC di Brescia, confrontata con le emissioni al 2010 (BEI) e con l'obiettivo emissivo dichiarato.



Figura 4-3: emissioni al 2010 (BEI) confrontate con le emissioni previste e pianificate dal PAESC al 2030 (fonte: nostra elaborazione)



L'Amministrazione Comunale intende prevedere un obiettivo intermedio volontario in cui si verifichi se si sia raggiunto un valore di riduzione pari a circa il 30% delle emissioni procapite di CO₂ al 2025 rispetto alla situazione del 2010, che consenta di traghettare correttamente l'obiettivo del Comune di Brescia per il Patto dei Sindaci di riduzione procapite delle emissioni di CO₂ del 50% nell'anno 2030.

5. VISION E L'OBIETTIVO DEL PATTO DEI SINDACI

5.1 VISION TERRITORIALE

La vision del PAESC è un'idea intenzionale di futuro, un'aspirazione ad una maggiore resilienza rispetto al cambiamento climatico da un lato mirata alla mitigazione attraverso una maggiore sostenibilità energetica e dall'altro all'adattamento, costruita attraverso un confronto aperto con alcuni dei soggetti che a vario titolo agiscono sul territorio del Comune di Brescia: amministratori, associazioni di categoria ed ambientaliste, utilities energetiche, mondo universitario

A partire da quanto tracciato nel BEI e nel MEI e dal quadro dei rischi illustrati nei precedenti capitoli, che costituiscono la base conoscitiva delle scelte di Piano, e dagli obiettivi già definiti dal Comune nei principali documenti di programmazione a livello comunale (PGT, PUMS, etc.), la vision si misura con le risorse a disposizione e con il patrimonio umano e materiale che connotano il territorio comunale.

La definizione della vision della città di Brescia assume come elementi generatori i seguenti principi:

Promuovere modelli di consumo e produzione sostenibili

rendendo Brescia un luogo in cui lo stile di vita, le trasformazioni future e i sistemi commerciali contribuiscono allo sviluppo sostenibile, in modo tale che il consumo e la produzione di energia utilizzino le risorse locali in modo efficiente, riducendo le emissioni di CO₂.

Migliorare la qualità energetica ambientale del patrimonio edilizio esistente

coinvolgendo i settori privati in un processo di efficientamento sia della dotazione impiantistica sia del patrimonio edilizio esistente, favorendo al contempo la diffusione delle fonti energetiche rinnovabili.

Promuovere un modello di mobilità sostenibile

puntando alla massima integrazione fra il sistema di trasporto pubblico e la mobilità non motorizzata, strategia principale del PUMS, disincentivando così l'utilizzo del mezzo motorizzato individuale come "prima scelta" per gli spostamenti all'interno della città.

Accrescere la resilienza e la capacità di adattamento ai cambiamenti climatici del territorio e dei cittadini con la Strategia di Transizione Climatica della città di Brescia

Obiettivo della Strategia di Transizione Climatica è rendere gli spazi urbani più resilienti, vivibili ed attrattivi agendo anche sugli aspetti della socialità e dell'inclusione. La città, trasformata secondo questi principi per far fronte ai cambiamenti climatici, diventa:



- una CITTA' OASI che crei ombreggiamento e frescura per il benessere delle persone al fine di migliorare il microclima urbano, aumentando la biodiversità urbana;
- una CITTA' SPUGNA che sia in grado di restituire spazio-tempo all'acqua e restituisca permeabilità per accogliere la vita;
- una CITTA' PER LE PERSONE che garantisca spazi di qualità e vivibili per garantire il diritto alla salute, alla mobilità lenta, all'incontro e all'inclusione.

Le determinazioni di Piano e il relativo scenario, che vengono presentati successivamente, scaturiscono, in modo diretto o indiretto, dalla vision e dai principi sopra esposti.

I precedenti principi, per quanto riguarda la mitigazione, si traducono nel seguente obiettivo quantitativo previsto in coerenza con i principi del Patto dei Sindaci:

Riduzione di almeno il 50% delle emissioni procapite di CO₂ al 2030

Questo obiettivo per il territorio di Brescia si traduce quantitativamente in una riduzione delle emissioni rispetto all'esistente, **escludendo il settore produttivo, pari a 312'000 tonnellate di CO₂** (vedi paragrafo precedente). Si ricorda che tale obiettivo è valutato non solo rispetto alle caratteristiche dei consumi del patrimonio e delle dinamiche all'anno di riferimento del BEI (2010), ma include anche gli effetti in termini emissivi dell'incremento della popolazione previsto dal PGT. Tale obiettivo è raggiungibile attraverso la riduzione dei consumi energetici, l'attuazione di azioni previste dai Piani già approvati (PUMS, Piano di Decarbonizzazione A2A) e l'aumento della produzione ed uso di energia rinnovabile.

5.2 DEFINIZIONE DELLE STRATEGIE E DELLE AZIONI

5.2.1 Piano di Mitigazione

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

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

- **quadro conoscitivo al 2010** costituito dalle risultanze emerse durante la fase analitico-quantitativa del BEI 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 attuale;
 - 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 2010.
- **meta progetto** elaborato sulla base delle indicazioni che emergono dal percorso di "costruzione condivisa" del Piano, ovvero attraverso il processo di interlocuzione che ha visto il coinvolgimento di alcuni soggetti portatori di interessi, e che si articola secondo le seguenti individuazioni:

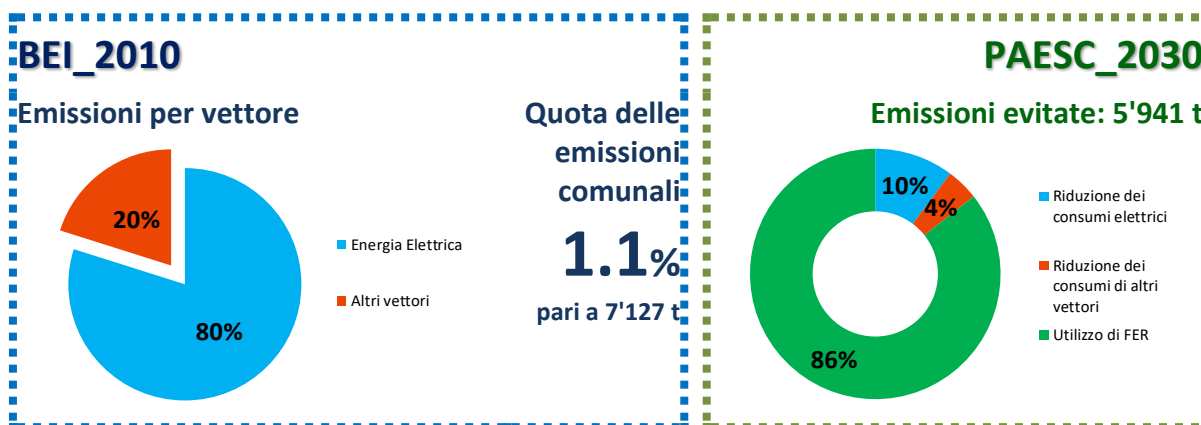


- le strategie necessarie per una sua qualificazione affinché sia possibile il raggiungimento dell'obiettivo e l'individuazione di azioni specifiche per il contesto territoriale;
 - le azioni che devono essere attuate e monitorate ogni quattro anni;
 - il ruolo dell'AC: nell'attuare in prima persona le azioni specifiche.
- **PAESC_2030** in logica di sintesi del Piano di Azione dettagliato nel prossimo capitolo, in questo riquadro si riporta l'impatto in termini di emissioni ridotte di tutte le azioni previste nel comparto.



Edifici, attrezzature/impianti comunali

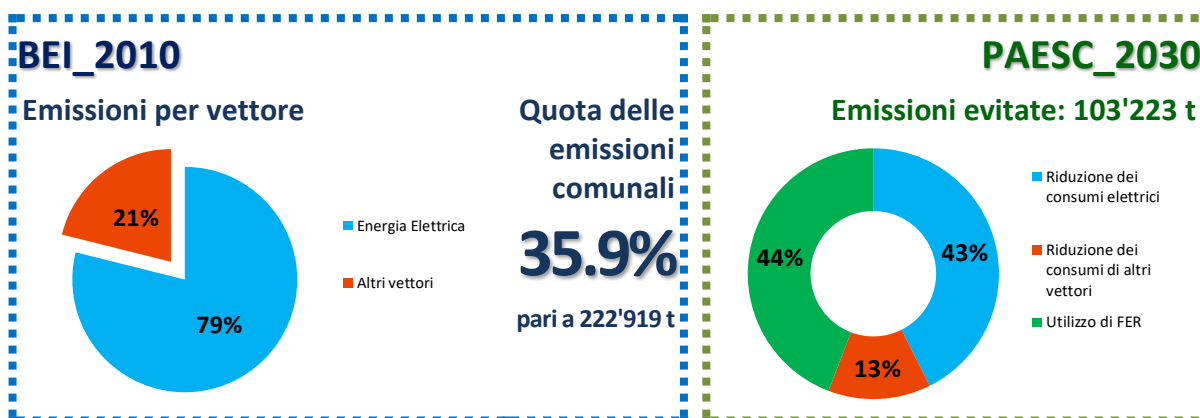
CRITICITÀ	Anagrafica non sempre omogenea e completa del patrimonio immobiliare pubblico comunale	Conoscenza parziale del livello di efficienza energetica attuale del patrimonio immobiliare di proprietà comunale	Interventi ridotti di installazione di impianti FER negli ultimi anni
OPPORTUNITÀ	Presenza di alcuni edifici energivori a cui si riconduce una parte significativa dei consumi elettrici e termici	Presenza di un contratto di Servizio Energia per la fornitura di calore nella maggior parte del patrimonio immobiliare di proprietà comunale Sistemi di incentivazione disponibili: Conto Termico 2.0, Titoli di Efficienza Energetica	Decreto FER (D.M. 4 luglio 2019) Fondo Nazionale Efficienza Energetica Conto Termico 2.0



STRATEGIE	Monitoraggio dei consumi reali degli edifici	Efficientamento energetico	Introduzione dell'utilizzo di FER
AZIONI	Creazione di un'anagrafica organizzata degli edifici e archiviazione metodica delle bollette energetiche Individuazione degli edifici maggiormente energivori	Interventi su impianti termici e involucro degli edifici inclusi nel Servizio Energia Diagnosi energetiche e interventi sull'impianto di illuminazione degli edifici comunali ed in particolare scolastici maggiormente energivori	Installazione di impianti fotovoltaici Acquisto di energia verde per le proprie forniture Accesso al Decreto FER
RUOLO dell' AC	Piattaforma SIT per l'anagrafica e la gestione degli edifici	Monitoraggio delle performance degli edifici ed eventuale integrazione del contratto Servizio Energia Assegnazione attività di diagnosi energetica e interventi di efficientamento	Reperimento di finanziamenti idonei per interventi più complessi sul patrimonio edilizio comunale (FNEE, Decreto FER) Stipula di contratti per la fornitura di energia elettrica con opzione verde

Edifici, attrezzature/impianti del terziario (non comunale)

CRITICITÀ	Escludendo il settore produttivo, il terziario è il primo settore per consumi elettrici nel territorio comunale (62% dei consumi al netto del settore produttivo)	Scarsa diffusione delle fonti rinnovabili
OPPORTUNITÀ	Consumi elettrici già in calo tra il 2010 e il 2018 La maggior parte degli addetti lavora in imprese appartenenti a questo settore Detrazioni fiscali sull'IRES pari al 50%-65% per interventi che aumentano il livello di efficienza energetica degli edifici esistenti	Presenza di alcuni grandi impianti fotovoltaici installati su capannoni a destinazione terziaria Importanti consumi elettrici in media tensione sia della Pubblica Amministrazione sia di terziario privato.

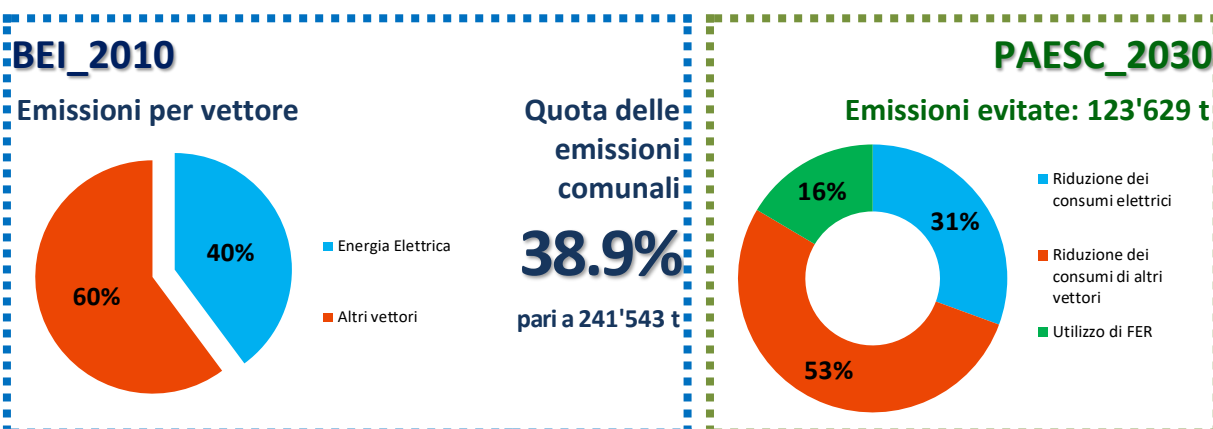


STRATEGIE	Incentivare l'efficientamento energetico del patrimonio edilizio esistente e delle attività commerciali	Promuovere la diffusione dell'energia rinnovabile
AZIONI	Interventi di sostituzione delle apparecchiature elettriche Interventi di efficientamento su involucro e impianti termici	Installazione di impianti fotovoltaici
RUOLO dell' AC	Campagne di informazione sulle possibilità di intervento (interventi per la riduzione dei consumi, figura dell'Energy manager, diffusione di forme di FTT anche nel privato) e sugli incentivi disponibili attraverso: • Sportello Energia • Coinvolgimento diretto degli stakeholder Approvazione dell'allegato Mitigazione e Adattamento del Regolamento Edilizio	



Edifici residenziali

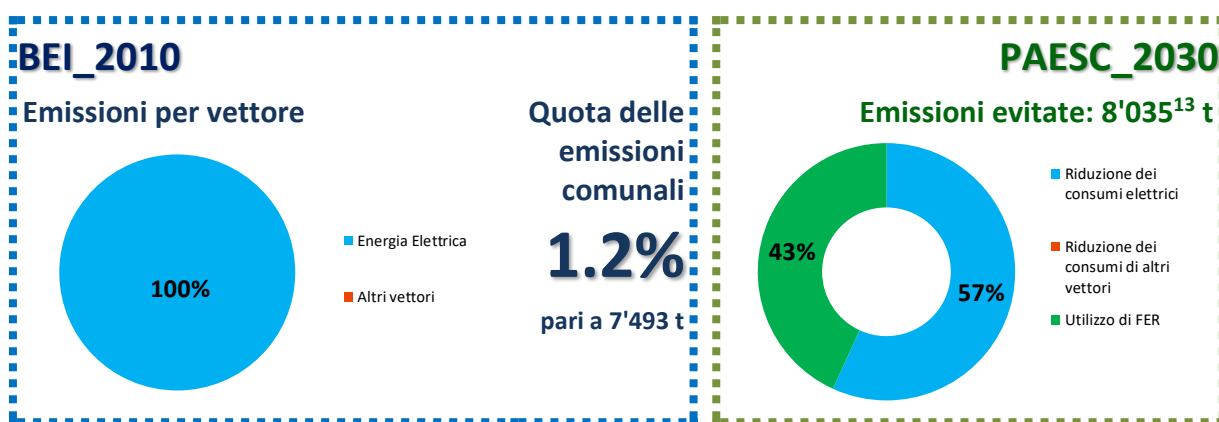
CRITICITÀ	Consumi elettrici procapite superiori alla media nazionale (+9%)	40% degli edifici costruito negli anni '60 e '70	Limitata presenza di impianti fotovoltaici in ambito residenziale
OPPORTUNITÀ	Presenza di una rete di teleriscaldamento diffusa Obbligo di dotazione di sistemi di termoregolazione e contabilizzazione del calore nei condomini (L.R. n°20 del 8/07/2015 e L.R. n°8 del 27/03/2017)	Prevalenza di abitazioni in contesti condominiali (71% delle abitazioni in edifici con numero di piani superiore a 2) Detrazioni fiscali sull'IRPEF pari al 70%-75% (Ecobonus) e pari al 110% (Superbonus) per interventi di coibentazione dell'involucro e sugli impianti termici dei condomini	20% delle abitazioni dotate di impianto autonomo per acqua calda sanitaria Detrazioni fiscali sull'IRPEF pari al 50% per interventi di ristrutturazione edilizia (inclusa installazione di impianti fotovoltaici) e pari al 65% per installazione di pannelli solari termici e scaldacqua a pompa di calore



STRATEGIE	Efficientamento tecnologico, razionalizzazione e contenimento dei consumi energetici	Incentivare la riqualificazione energetica del patrimonio esistente	Promuovere l'energia rinnovabile Piano di decarbonizzazione di A2A per la rete di TLR
AZIONI	Sostituzione di apparecchiature elettriche (lampadine, elettrodomestici, etc.) Sostituzione di caldaie obsolete Installazione di dispositivi per il risparmio energetico (es. valvole termostatiche)	Interventi di riqualificazione dell'involucro (pareti, copertura, serramenti) Requisiti minimi di prestazione energetica per nuovi edifici e edifici ristrutturati	Installazione di impianti fotovoltaici e solare termico su edifici esistenti Riduzione del fattore di emissione del TLR Sostituzione di boiler elettrici con scaldacqua a pompa di calore
RUOLO dell' AC	Campagne di informazione sulle possibilità di intervento (interventi per la riduzione dei consumi, figura dell'Energy manager, diffusione di forme di FTT anche nel privato) e sugli incentivi disponibili quali in primis il Superbonus del 110% attraverso: - Sportello Energia - Coinvolgimento diretto degli stakeholder (ad es.: amministratori di condominio) Allegato Mitigazione e Adattamento del Regolamento Edilizio		

Illuminazione pubblica

CRITICITÀ	Consumi procapite elevati al 2011 (+20% rispetto al valore medio regionale) A inizio 2014 il 63% delle lampade era a vapori di sodio e il 21% ad alogenuri metallici	Assenza di informazioni in merito alla modalità di approvvigionamento attuale dell'energia necessaria agli impianti
OPPORTUNITÀ	Attuazione del "Programma di efficientamento energetico degli impianti di illuminazione pubblica"	



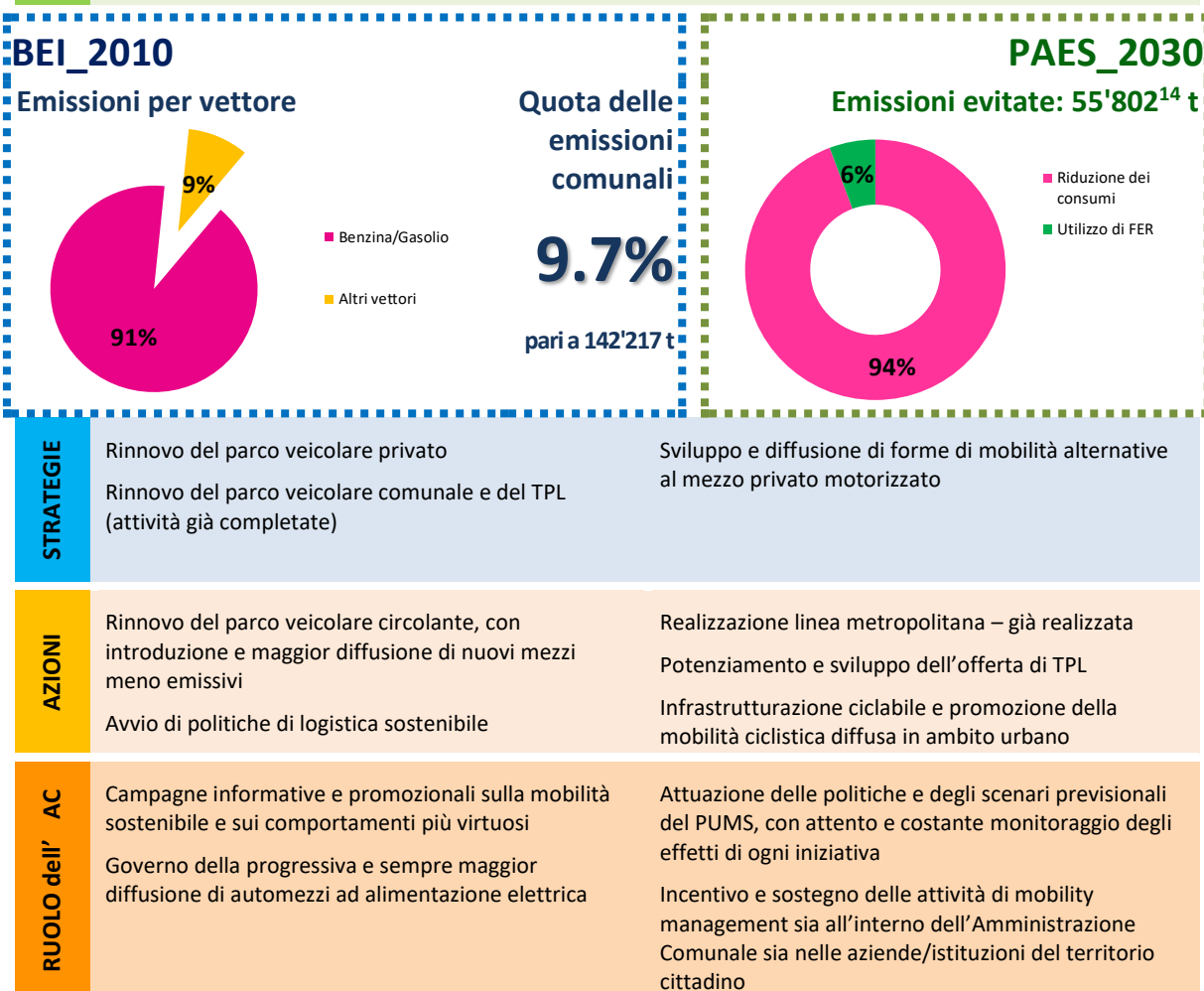
STRATEGIE	Efficientamento tecnologico	Obblighi per i fornitori di energia
AZIONI	Sostituzione di tutte le lampade con lampade a tecnologia LED – già effettuata	Acquisto di energia certificata verde al 100%
RUOLO dell' AC	Affidamento lavori per intervento su parco lampade (attività già completata)	Stipula di contratti per la fornitura di energia elettrica con opzione verde

¹³ La riduzione superiore alle attuali emissioni tiene conto dell'incremento emissivo legato alle nuove aree di urbanizzazione.



Sistema dei Trasporti e della Mobilità

CRITICITÀ	I consumi di gas naturale e GPL ed energia elettrica (veicoli meno emissivi) rappresentano una parte minoritaria rispetto ai consumi totali	Propensione all'uso del mezzo privato per gli spostamenti
OPPORTUNITÀ	A giugno 2017, Regione Lombardia ha firmato l'Accordo di Programma per l'Adozione coordinata e congiunta di misure per il miglioramento della qualità dell'aria nel bacino Padano, che prevede misure temporanee di limitazione del traffico che colpiscono principalmente i veicoli diesel. Tale misura contribuisce indirettamente al rinnovo del parco veicolare privato Tra il 2010 e il 2018 sono avvenute sostituzioni significative nel parco veicoli di proprietà comunale e del TPL	Trend crescente di utilizzo dei servizi di TPL nell'area urbana, in particolare grazie all'entrata in funzione della linea metropolitana (2013) Pianificazione delle prospettive e degli scenari di sviluppo dei sistemi di mobilità come definito nell'ambito del PUMS (approvato nel 2018)



¹⁴ In questa stima è inclusa la quota relativa al rinnovo parco veicolare con la riduzione dei g di CO₂ emessi per km (pari a circa 30mila tonnellate)



5.2.2 Piano di Adattamento

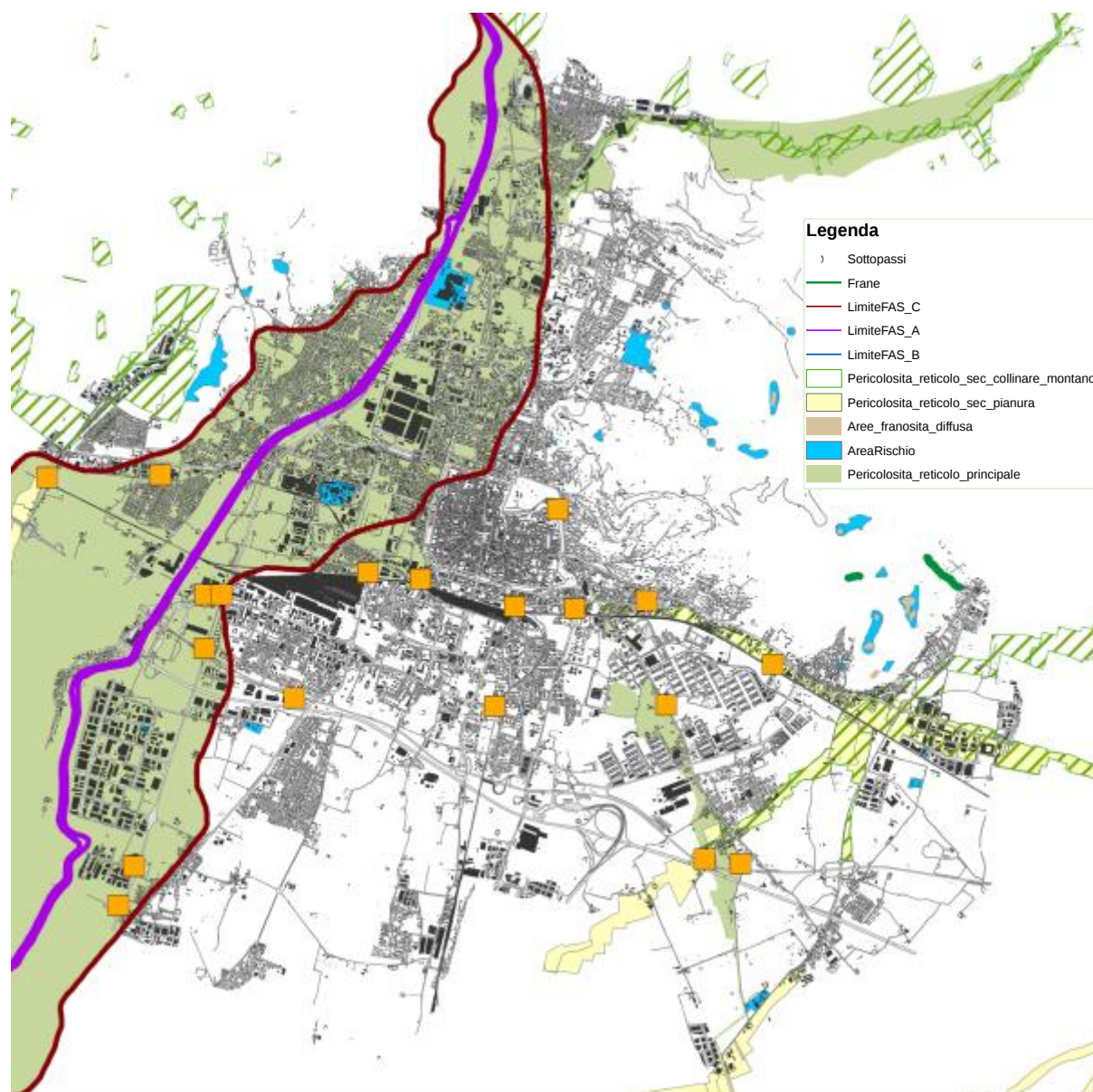
La matrice a seguire intende restituire il percorso logico effettuato per individuare quali azioni prevedere per il raggiungimento dell'obiettivo del PAESC, analizzando singolarmente i diversi settori.

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

- **quadro conoscitivo al 2010** costituito dalle risultanze emerse durante la fase analitica del territorio del Comune di Brescia restituendolo attraverso:
 - le pericolosità vulnerabilità
 - i rischi;
- **mappa dei rischi** presenti nel territorio comunale;
- principali **Azioni** da prevedere nel Piano di Adattamento



PERICOLOSITA' E VULNERABILITA'	Scenari di potenziale incremento delle temperature e degli eventi piovoso estremi. Conformazione del territorio in cui è collocata Brescia: aste fluviali Presenza di recettori sensibili sul territorio	Sul territorio comunale sono stati individuati i seguenti rischi potenziali legati al cambiamento climatico: Rischio Idrogeologico e Idraulico; Rischio derivanti da eventi meteorologici; Rischio incendi boschivi; Rischio di ondate di calore.	RISCHI
--------------------------------	---	--	--------



AZIONI	Attività di sensibilizzazione e di preallerta Approvazione dell'allegato Mitigazione e Adattamento del Regolamento Edilizio
--------	---

5.3 SCENARIO OBIETTIVO DEL PAESC

5.3.1 Principi generali

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 Brescia, valutando numericamente i risparmi energetici conseguibili e le effettive possibilità di incremento della diffusione di fonti energetiche rinnovabili. Tali elaborazioni hanno permesso di definire lo scenario emissivo previsto dal PAESC che permette di raggiungere e **superare l'obiettivo dichiarato, ossia una riduzione del 50% delle emissioni procapite escludendo il settore produttivo**, costruito sulla base delle seguenti ipotesi:

- **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 comunali maggiormente energivori, si è tenuto conto degli interventi effettuati sugli impianti di illuminazione pubblica, i cui effetti sui consumi sono stati desunti dal confronto BEI-MEI, e, infine, sono state considerate le sostituzioni dei mezzi comunali effettuate a partire dal 2010.
- **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 (es. detrazioni fiscali IRPEF, Superbonus), attraverso l'applicazione delle leggi regionali relative agli obblighi di installazione di sistemi di termoregolazione e contabilizzazione dei consumi (L.R. n°20 del 8/07/2015 e n°8 del 27/03/2017) e sfruttando le possibilità date dalla presenza di una rete di teleriscaldamento diffusa; applicazione degli standard energetici previsti dal D.M. "Requisiti minimi" nei nuovi edifici realizzati negli Ambiti di Trasformazione previsti dal PGT;
- **aumento della diffusione delle tecnologie per l'approvvigionamento di energia da FER** nei settori residenziale (con riferimento alle Linee Guida della D.G.R. IX/3298/2012) e terziario mediante attività di promozione per gli edifici esistenti e l'adeguamento rispetto al D.Lgs. 28/2011 che introduce quote obbligatorie di FER incrementali nel tempo per gli interventi di ristrutturazione e di nuova costruzione;
- **coinvolgimento diretto dei soggetti operanti nel settore terziario non comunale**, con particolare attenzione al possibile efficientamento del comparto della Pubblica Amministrazione cui è attribuibile una parte significativa dei consumi elettrici in media tensione, fornendo inoltre assistenza informativa per la ricerca di finanziamenti e agevolazioni di cui è possibile usufruire;
- **promozione della mobilità sostenibile**, attraverso l'attuazione delle misure già previste dal PUMS, prioritariamente volte alla riconversione degli spostamenti abituali della cittadinanza verso soluzioni di mobilità attiva, pubblica e di minor impatto ambientale; oltre a tali misure si



è tenuto conto anche del rinnovo del parco auto veicolare, favorito anche dalla ripartenza di alcuni meccanismi di incentivazione, e la diffusione dell'utilizzo di combustibili rinnovabili;

- **attuazione del Piano di decarbonizzazione di A2A per l'impianto di teleriscaldamento**, avente lo scopo primario di azzerare i consumi di carbone e il maggiore sfruttamento dei recuperi termici da processi industriali e delle fonti rinnovabili.

Nei paragrafi successivi si riassumono attraverso tabelle i risultati principali ottenibili attraverso le azioni previste nel Piano d'Azione di Mitigazione del Comune di Brescia per settore di intervento. Si rimanda, invece, al capitolo 6 per maggiori dettagli in merito alle azioni pianificate per ciascun settore affrontate in specifiche schede.

5.3.2 Consumi energetici attesi

In Tabella 5-1 si riporta la situazione del comune di Brescia in termini di riduzione dei **consumi energetici** pianificata dal PAESC e confrontata rispetto ai consumi considerati nel BEI al 2010 e a quelli stimati al 2030 sulla base delle previsioni di incremento della popolazione desunte dal PGT.

Tabella 5-1: consumi energetici procapite del comune di Brescia al 2010 (BEI), previsti al 2030 e pianificati dal PAESC al 2030 con indicata la quota coperta attraverso FER suddivisi per settore¹⁵ (fonte: nostra elaborazione)

PROIEZIONE DEI CONSUMI ENERGETICI COMUNALI [MWh]						
Settori d'intervento	BEI 2010	Previsti al 2030	Risparmi al 2030	Pianificati al 2030	Riduzione rispetto a previsioni	Quota FER al 2030
Terziario comunale	69'555	69'555	9'760	59'794	14%	26%
Terziario non comunale	1'004'562	1'006'934	252'906	754'028	25%	18%
Edifici residenziali	1'634'409	1'684'371	654'779	1'029'593	39%	9%
Illuminazione pubblica	19'437	20'894	11'846	9'049	57%	100%
Parco veicoli comunale	1'875	1'875	567	1'308	30%	*
Trasporto pubblico	22'554	22'554	11'786	10'768	52%	*
Trasporti privati	554'682	554'682	205'859	348'823	37%	10%
TOTALE	3'307'073	3'360'866	1'147'503	2'213'363	34%	13%

Rispetto ai consumi del BEI si prevede che al 2030 i consumi procapite totali, senza considerare gli effetti del PAESC, siano inferiori del 5% circa nonostante dell'aumento di popolazione. Attraverso le azioni previste dal PAESC si stima invece, che i consumi procapite attesi al 2030 si possano ridurre del 34% circa.

In particolare, per quanto riguarda il comparto pubblico, la strategia migliore per ottenere risultati significativi è quella di concentrare gli sforzi sugli edifici maggiormente energivori. Attraverso

¹⁵ La quota FER riportata in tabella per i Trasporti privati è calcolata sull'intero settore dei trasporti, includendo quindi anche il parco veicoli comunale e il trasporto pubblico, per i quali è stato riportato un asterisco.



l'efficientamento degli impianti di illuminazione interna degli edifici scolastici, la realizzazione di interventi significativi sugli edifici maggiormente energivori che permettano di ridurre significativamente il fabbisogno termico e le riduzioni dei consumi termici previste dal contratto gestione calore in essere si stima che si possa ottenere una riduzione complessiva dei consumi degli edifici comunali pari al 14% circa. Relativamente all'illuminazione pubblica, grazie agli interventi effettuati a partire dal 2014, dai dati analizzati e discussi al paragrafo 2.3.2, è stato possibile conseguire risparmi di energia elettrica pari al 57% circa dei consumi al 2010.

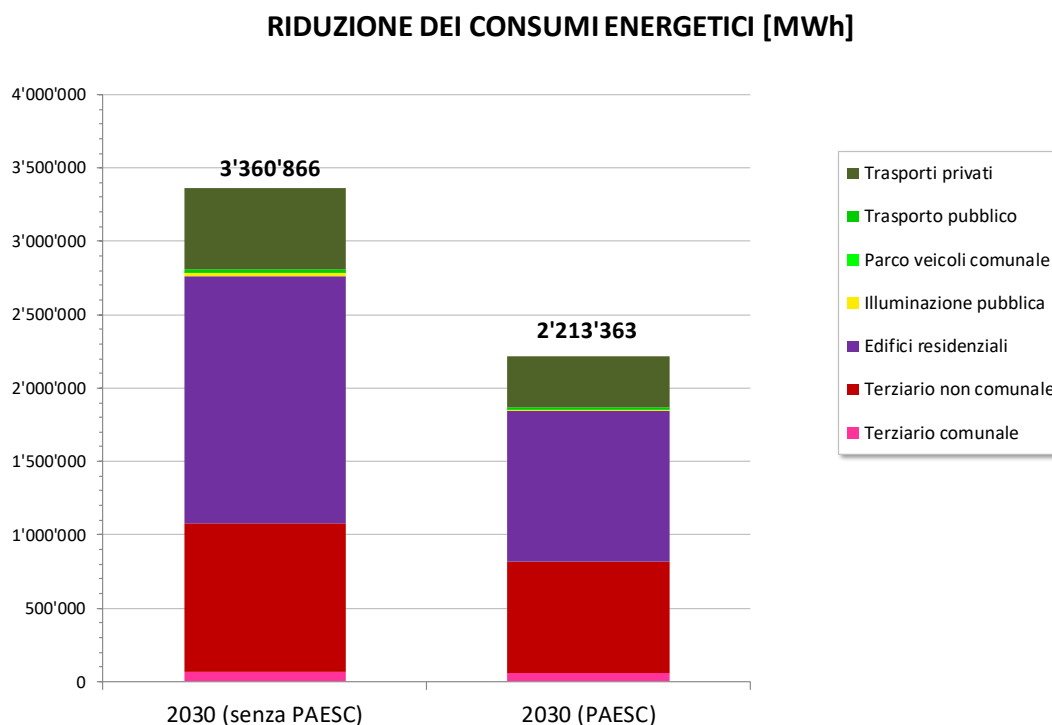
Una riduzione dei consumi consistente, pari al 39% circa, è invece prevista per il residenziale: tale riduzione è raggiungibile in parte attraverso la sostituzione "naturale" di tecnologie obsolete (sia apparecchiature elettriche, come lampade, frigocongelatori e scaldacqua, sia impianti termici) e l'installazione di apparecchi per la riduzione degli sprechi di energia (valvole termostatiche, dispositivi di spegnimento automatico) 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 (Ecobonus, Bonus Casa e Superbonus).

Per quanto riguarda il settore trasporti motorizzati privati, si prevede invece un abbattimento dei consumi pari al 37% circa, grazie sia alla sostituzione naturale del parco veicolare presente al 2010 con mezzi meno emissivi, sia agli effetti indotti dall'attuazione delle misure previste dal PUMS. Per quanto riguarda il primo aspetto, l'andamento dei consumi del parco veicoli comunale, determinato sulla base dei dati forniti dall'AC per il 2010 e per il 2018, è emblematico, in quanto testimonia la possibilità reale di riduzione dei consumi per il settore dei trasporti. Relativamente agli effetti conseguenti al potenziamento dell'offerta di servizi di trasporto pubblico/piste ciclabili, si sottolinea che un maggiore utilizzo di forme di mobilità alternative corrisponde ad una riduzione dei consumi associati ai mezzi privati.

Infine, la possibilità di riduzione dei consumi del settore terziario non comunale è strettamente legata alla capacità dell'AC di coinvolgere gli stakeholder principali (ed in particolari quelli della Pubblica Amministrazione) 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 dei consumi pari al 25%, ma tale risultato appare già in parte raggiunto all'attualità: effettuando un confronto tra i consumi totali del settore considerati per il BEI al 2010 e quelli utilizzati per il MEI al 2018 si osserva infatti una riduzione del 14%: si ritiene dunque plausibile il raggiungimento di risultati ancora più significativi rispetto a quelli previsti entro il 2030.



Figura 5-1: consumi energetici attesi al 2030 rispetto alle previsioni di espansione e pianificati attraverso il PAESC per settore di intervento per il comune di Brescia (fonte: nostra elaborazione)



In termini di **fonti energetiche rinnovabili**, lo scenario obiettivo prevede che i restanti consumi degli edifici comunali siano coperti per il 26% tramite l'integrazione delle FER negli edifici che saranno sottoposti a significativi interventi di efficientamento energetico, l'installazione di impianti fotovoltaici sugli edifici caratterizzati dai maggiori consumi di energia elettrica e l'acquisto di energia elettrica certificata verde al 100%; tale misura, applicata al settore dell'illuminazione pubblica porta di fatto ad una copertura totale dei consumi con fonti rinnovabili.

Per quanto riguarda il settore residenziale, si stima sia possibile raggiungere una quota di consumi coperta da FER pari a circa il 9%, mentre si prevede una quota più significativa per il settore terziario (18%), grazie al maggior peso dei consumi elettrici. Nel caso del settore residenziale il ricorso a fonti rinnovabili sarà possibile prevalentemente attraverso l'installazione di impianti fotovoltaici (ancora scarsamente diffusi nel 2018, secondo quanto si evince confrontando i dati sugli impianti di dimensioni inferiori a 20 kWp con il numero totale di edifici residenziali),¹⁶ ma sono state previste anche installazioni di impianti solari termici e scaldacqua a pompa di calore, interventi inclusi tra quelli incentivabili attraverso il meccanismo delle detrazioni fiscali. Relativamente al settore terziario privato, attraverso il coinvolgimento diretto degli stakeholder si potrebbero individuare soluzioni specifiche per il raggiungimento di quote maggiori di consumi coperti da fonti rinnovabili per tale settore.

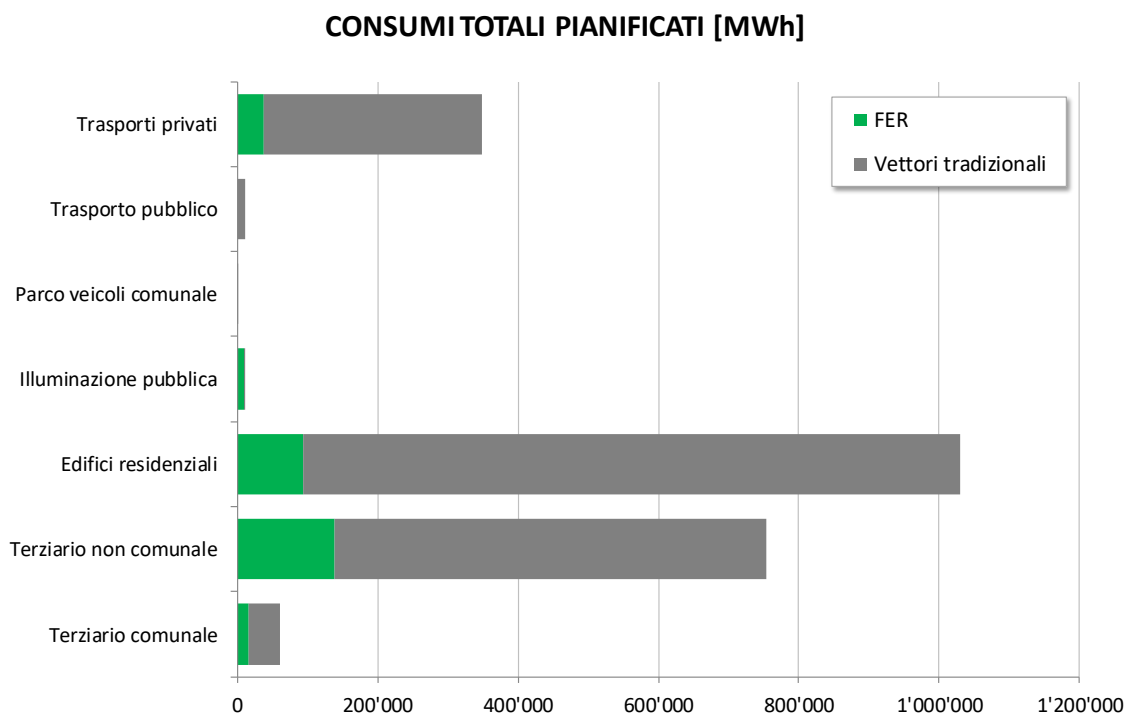
Infine, si è ipotizzata una quota rinnovabile pari al 10% per il settore dei trasporti privati e commerciali in seguito alla presenza di biocombustibili nei carburanti futuri, non si è considerato il tema biometano

¹⁶ Cfr. paragrafo 2.4.1.



attualmente in discussione a Brescia. Nella Figura 5-2 si restituisce la situazione complessiva della quota di consumi pianificati al 2030 coperta da FER per ciascun settore di intervento.

Figura 5-2: consumi totali pianificati per settore e quota di consumi soddisfatta mediante fonti energetiche rinnovabili (FER) nel PAESC del comune di Brescia (fonte: nostra elaborazione)



5.3.3 Emissioni attese

Nella tabella e nelle figure successive si riporta l'analisi dei risultati attesi dal PAESC in termini di **emissioni procapite e assolute** grazie ai risparmi energetici e all'approvvigionamento da FER stimati in Tabella 5-2.

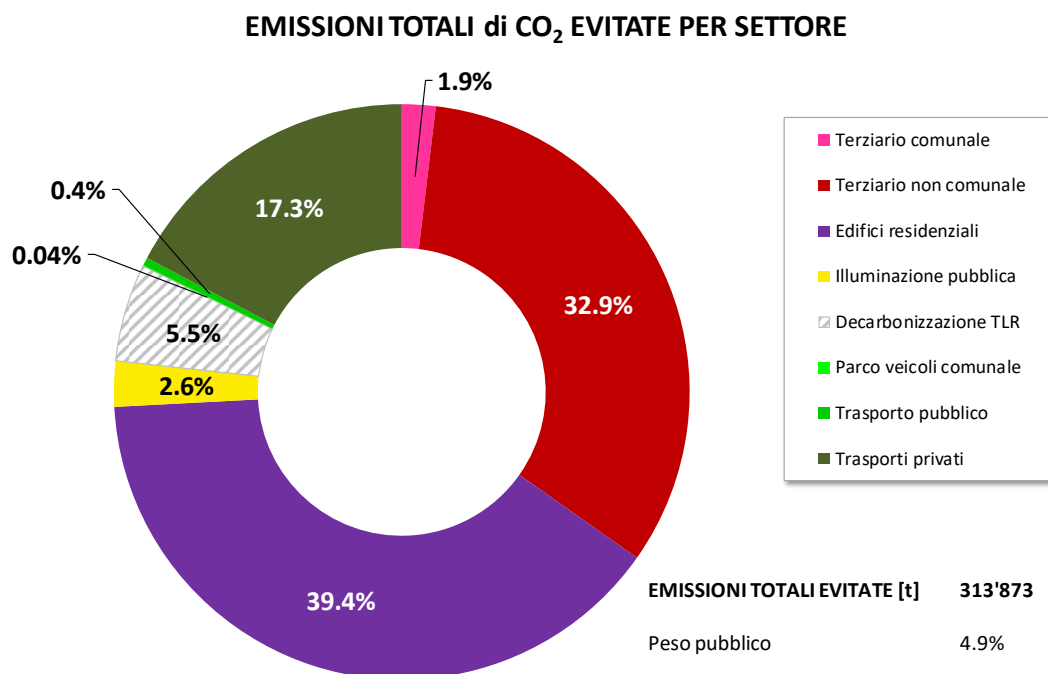
Si ricorda che in base a quanto definito nel paragrafo 4.2, l'obiettivo del PAESC del Comune di Brescia è la riduzione del 50% delle emissioni procapite (settore produttivo escluso). Tale obiettivo viene raggiunto e leggermente superato attraverso le azioni previste per i diversi settori e si traduce in una riduzione in termini assoluti pari a 313'873 tonnellate di CO₂. Tale riduzione tiene già conto degli effetti del Piano di decarbonizzazione progettato da A2A per ridurre l'impatto emissivo legato all'impianto di teleriscaldamento di Brescia, attraverso l'integrazione di fonti rinnovabili, il recupero di calore industriale e la dismissione dei generatori alimentati a carbone. In termini procapite, tale riduzione emissiva è pari al 52% rispetto al 2010. Il risultato è rappresentato in Figura 5-3, ripartito in quote corrispondenti al contributo associato ai diversi settori.



Tabella 5-2: emissioni di CO₂ del comune di Brescia al 2010 (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/ab. di CO ₂]						
Settori d'intervento	BEI 2010	Previste al 2030	Pianificate al 2030	Emissioni evitate	Riduzione rispetto a previsioni	Trend 2010-2030
Terziario comunale	0.038	0.035	0.006	5'941	83%	-85%
Terziario non comunale	1.176	1.097	0.591	103'223	46%	-50%
Edifici residenziali	1.274	1.252	0.645	123'629	48%	-49%
Illuminazione pubblica	0.040	0.040	0.000	8'035	100%	-100%
Parco veicoli comunale	0.0025	0.0023	0.0016	139	30%	-35%
Trasporto pubblico	0.027	0.025	0.019	1'388	27%	-32%
Trasporti privati	0.720	0.670	0.404	54'276	40%	-44%
Totale azioni settoriali	3.277	3.121	1.666	296'631	47%	-49%
Decarbonizzazione TLR	-	-	-0.085	17'242	-	-
TOTALE	3.277	3.121	1.581	313'873	49%	-52%

Figura 5-3: ripartizione per settore delle emissioni totali evitate attraverso le azioni previste dal PAESC del comune di Brescia (fonte: nostra elaborazione)



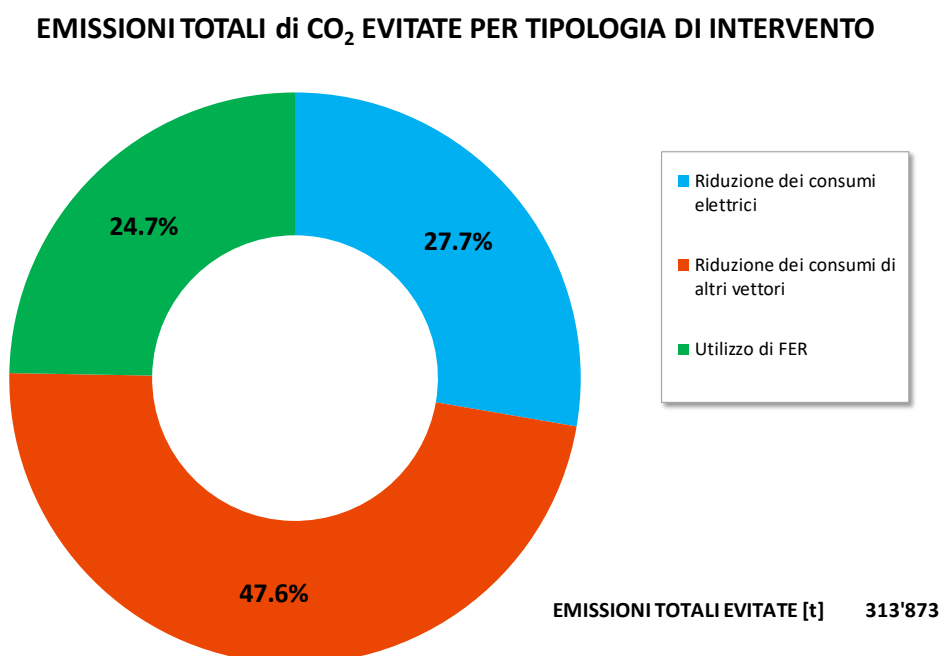
Attraverso la riduzione delle emissioni imputabili al settore pubblico (rispettivamente pari all'83% per gli edifici comunali, al 100% per l'illuminazione pubblica, al 30% per il parco veicoli comunale e al 27%



per quanto riguarda il trasporto pubblico), si può raggiungere circa il 5% dell'obiettivo di riduzione complessivo individuato dallo scenario obiettivo. Il settore chiave per il raggiungimento dell'obiettivo è invece il residenziale, per il quale una riduzione delle emissioni totali pari a circa il 48% di quelle previste al 2030 porta a coprire il 39% della riduzione complessiva prevista dal PAESC. Segue il settore terziario, che si stima possa ridurre le proprie emissioni del 46%, contribuendo al 33% delle emissioni totali evitate con il PAESC. Infine, la riduzione del 40% delle emissioni relative ai trasporti privati e commerciali porta a raggiungere circa il 17% del risparmio totale. Relativamente a quest'ultimo settore, si sottolinea che circa un terzo delle emissioni evitate (pari a oltre 18'000 tonnellate di CO₂) è riconducibile agli effetti delle misure previste dal PUMS mentre la restante parte è principalmente legata al rinnovo del parco autoveicolare.

Gli effetti del Piano di decarbonizzazione previsto da A2A rappresentano invece il 5.5% della riduzione emissiva complessiva prevista dal PAESC.

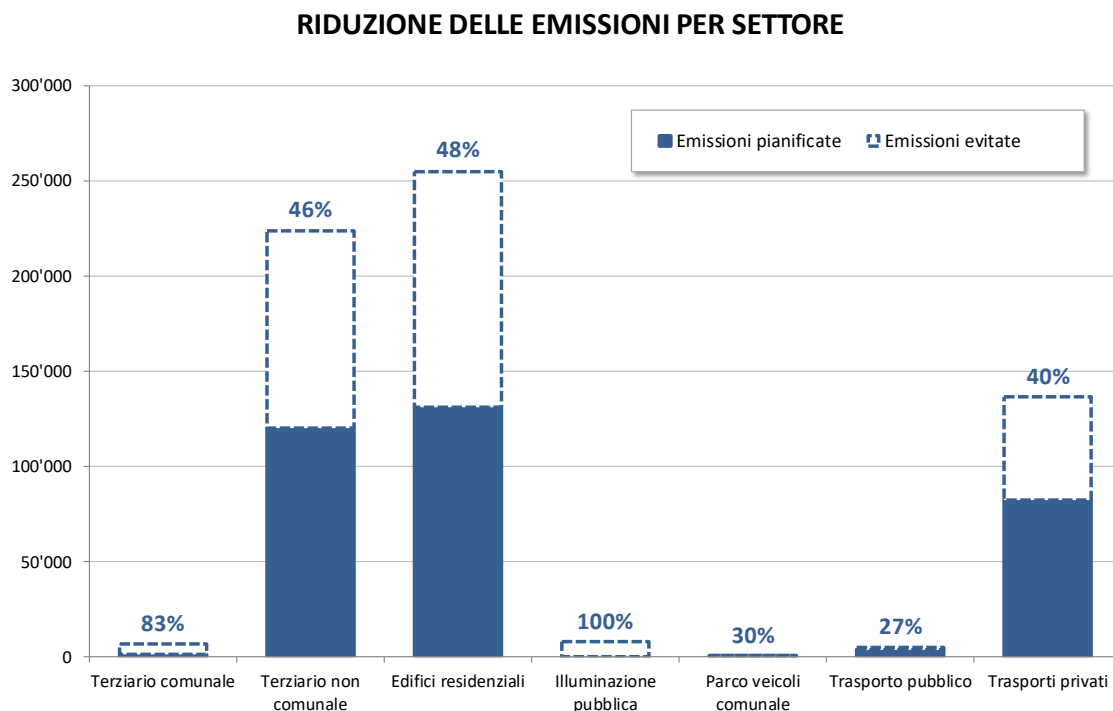
Figura 5-4: ripartizione per tipologia di intervento delle emissioni totali evitate attraverso le azioni previste dal PAESC di Brescia (fonte: nostra elaborazione)



Nella figura precedente si mostra invece come circa il 75% dell'obiettivo sia coperto attraverso le emissioni evitate mediante i risparmi energetici conseguiti, in particolare il 48% circa grazie alle riduzioni dei consumi termici, nonostante dal BEI al 2010 risulti che la maggior parte delle emissioni sia da attribuire al vettore elettrico: tale scelta è giustificata dal fatto che i consumi di energia elettrica sono prevalentemente attribuibili al settore terziario, che risulta essere più difficilmente coinvolgibile nel PAESC senza un dialogo diretto con gli stakeholder del settore. Il 25% dell'obiettivo è invece raggiunto mediante l'introduzione di fonti energetiche rinnovabili in sostituzione dei vettori tradizionali per coprire il fabbisogno energetico comunale.

In conclusione, si riportano in Figura 5-5 le emissioni pianificate per ciascun settore di intervento e le corrispettive riduzioni ottenibili mediante le azioni previste dal PAESC.

Figura 5-5: emissioni pianificate (intero istogramma) e evitate (parte bianca tratteggiata dell'istogramma) attraverso le azioni previste dal PAESC di Brescia per settore (fonte: nostra elaborazione)



5.4 BUONE PRATICHE IN CORSO DELLE SOCIETÀ' PARTECIPATE

Durante il processo di definizione del PAESC, le società partecipate hanno condiviso alcune progettualità in corso che rispondono agli obiettivi del PAESC, che di seguito vengono sintetizzate.

5.4.1 A2A S.p.A.

Le iniziative poste in atto da A2A sui temi trattati dal PAESC sono molteplici e dettagliatamente descritte nel presente documento. Al fine di facilitare la lettura e la consultazione si fa rimando in particolare agli interventi sull'illuminazione pubblica descritti nel paragrafo 6.1.4 e all'azione trasversale "Piano di decarbonizzazione" dettagliata nel paragrafo 6.1.7. Per quanto riguarda gli interventi posti in atto sui temi della mobilità sostenibile con il Comune di Brescia si rimanda al paragrafo successivo.



5.4.2 Gruppo Brescia Mobilità

Le politiche di promozione, diffusione e sviluppo della mobilità sostenibile nella Città di Brescia sono il frutto di un'articolata sinergia tra l'Amministrazione comunale e le proprie società partecipate e controllate.

Accanto, infatti ad azioni messe direttamente in campo dal Comune, un ruolo fondamentale svolgono le società partecipate e controllate in relazione alle attività da esse svolte nell'ambito degli appositi contratti di servizio.

A tale proposito, giova evidenziare che nell'ultimo triennio è stato offerto un importante impulso al sostegno alla mobilità elettrica nell'ambito del progetto E-Moving, grazie a un'azione di potenziamento della rete di ricarica pubblica che ha visto:

- il revamping da parte di A2A delle 18 colonnine che erano state a suo tempo installate;
- l'installazione da parte di A2A di 6 nuove colonnine su suolo pubblico, di cui cinque Quick Charge (nella riqualificata via Sostegno, nelle vie Malta, Tartaglia, Zima e Rocca d'Anfo) e una Fast Charge in via Morelli, a servizio dei transiti lungo la rete autostradale e tangenziale;
- l'attrezzaggio per la ricarica elettrica in sei parcheggi in struttura gestiti dal gruppo Brescia Mobilità (Vittoria, Arnaldo, Stazione, Ospedale Nord, Fossa Bagni e Mercato).

Sul fronte del trasporto pubblico, che grazie all'entrata in funzione della metropolitana e al potenziamento della rete bus aveva registrato, fino all'avvento dell'emergenza Covid-19, un trend di costante crescita in termini di passeggeri trasportati (+ 41% dal 2012 al 2019), è continuato l'investimento nel rinnovo della flotta di Brescia Trasporti.

Completata nel 2018 la metanizzazione, che ha fatto di Brescia la prima città italiana ed europea con un trasporto pubblico urbano senza più mezzi a gasolio in circolazione, nel 2020 sono entrati in servizio ulteriori 18 mezzi a metano e sono stati programmati ulteriori investimenti di nuovi mezzi ecologici a valere sui fondi del Piano Strategico Nazionale per la Mobilità Sostenibile.

Nell'ultimo triennio è inoltre continuato il potenziamento di Bicimia, il servizio di bike sharing gestito da Brescia Mobilità, con l'installazione di due nuove postazioni a Caionvico e a Chiesanuova (completando così la copertura di tutti i quartieri cittadini), l'acquisto di 150 nuove biciclette per rinnovare e ampliare la flotta a disposizione, la programmazione di un'ulteriore espansione della rete (con sei nuove postazioni già finanziate e di prossima installazione).

5.4.3 Centrale del Latte di Brescia S.p.A.

La Centrale del latte di Brescia nel 2020 ha introdotto soluzioni tecnologiche per la gestione di fluidi di processo che ben rappresentano la transizione verso una economica circolare. In particolare, è stato realizzato un nuovo depuratore in larga parte costituito da vasche interrate che prevede un trattamento delle acque di scarico tipo biologico a biomassa sospesa e un sistema di filtrazione su membrane di tipo MBR. E' in fase di installazione un nuovo impianto di Cogenerazione alimentato da gas naturale che sarà in grado di soddisfare la totale richiesta di vapore del processo produttivo energivoro di centrale e fornirà energia elettrica autoprodotta (circa il 30% del fabbisogno



dell'azienda). L'impianto presenterà elevata efficienza energetica totale, basse emissioni e funzionamento completamente automatico.

5.4.4 Fondazione Brescia Musei

Di seguito si dà evidenza delle buone pratiche messe in atto da Brescia Musei con A2A, gestore degli impianti tecnologici, presso le sedi museali gestite dalla fondazione:

- è stato reingegnerizzato il sistema di supervisione e controllo dei siti museali ora collegati sotto un unico sistema che ottimizza accensioni e spegnimenti degli impianti di climatizzazione, elettrici e d'illuminazione;
- nel museo di Santa Giulia ed in Pinacoteca sono stati attivati sistemi ad assorbimento di calore per la produzione del freddo;
- in museo Santa Giulia è stato effettuato un completo "relamping" che ha comportato la sostituzione delle fonti luminose ad incandescenza con nuove fonti a tecnologia led;
- all'interno del Capitolium, in occasione del riallestimento della Vittoria Alata restaurata, è stato sostituito il vecchio impianto di riscaldamento a resistenza con un nuovo impianto allacciato al teleriscaldamento ottenendo, oltre al risparmio energetico, un maggiore comfort per i visitatori;
- il Capitolium è stato oggetto di un totale "relamping" che ha interessato le 3 aule interne, con installazione di proiettori led, e l'illuminazione monumentale esterna che è passata da vecchi proiettori ad incandescenza ad un nuovo sistema led integrato ed informatizzato che consente, fra l'altro, la gestione dell'attenuazione in orario notturno della potenza dei nuovi proiettori led;
- la fornitura elettrica del complesso monumentale di Santa Giulia è stata ottimizzata tramite la centralizzazione di diverse utenze in un punto di fornitura unico.

5.4.5 Centro sportivo S. Filippo S.p.A.

L'attività condotta dal Centro Sportivo San Filippo S.p.A., società interamente partecipata dal Comune di Brescia, nel contesto degli obblighi del Contratto di Servizio, con il quale sono stati affidati dal Comune di Brescia alla Società n. 40 impianti sportivi, è stata improntata negli ultimi dieci anni a programmare investimenti finalizzati a fornire agli impianti sportivi una consistenza funzionale al rispetto della normativa in materia di sicurezza, con la messa a norma degli impianti tecnologici e di accessibilità, oltre alla ricerca continua di soluzioni per l'abbattimento dei consumi energetici e un miglioramento dell'efficienza strutturale degli impianti. Nello specifico gli investimenti per l'efficientamento energetico degli impianti sportivi sono stati condotti con varie modalità, dalla ristrutturazione complessiva degli edifici e l'acquisizione di una certificazione energetica, ad interventi parziali mirati alla realizzazione di cappotti termici o alla sostituzione degli infissi per migliorare i tagli termici, ovvero alla sostituzione degli impianti di illuminazione tradizionali con le nuove tecnologie a led.

Di seguito un elenco di impianti sportivi che sono stati oggetto di investimenti:

- Impianto natatorio di Mompiano, intervento relativo al relamping di tutti i punti luce, sia sul piano vasca che nei locali adibiti a spogliatoi e uffici che ha permesso di ridurre i consumi di



energia elettrica nell'ambito dell'illuminazione, abbinato ad una revisione di criteri e modalità d'uso delle accensioni delle luci, superiore del 40%;

- Impianto natatorio di via Rodi, intervento consistente al padiglione della vasca da 25 mt., con la realizzazione del cappotto termico, la sostituzione degli infissi e l'installazione dei fari a led nel piano vasca;
- Centro sportivo Sant'Agata, palestra di ginnastica artistica ad alta specializzazione, con realizzazione del cappotto termico e l'installazione di caldaia a condensazione per l'edificio destinato a foresteria, che può ospitare fino a 20 atlete.
- Polivalenti "Raffaello", "Nava" e "Molinari", l'intervento si è focalizzato al relamping degli spazi di gioco con la sostituzione dell'impianto di illuminazione tradizionale con la tecnologia a led;
- Bocciodromo del Parco del Pescheto, intervento di relamping dell'intero stabile con la sostituzione dell'impianto di illuminazione tradizionale con la tecnologia a led;
- PalaLeonessa, oltre alla recente ristrutturazione dell'edificio per la quale è stata acquisita la certificazione energetica di classe B, sono state installati nei percorsi esterni, per il transito pedonale degli spettatori, nuovi fari a tecnologia led;
- Polivalente di via Collebeato, di recente ristrutturazione ha acquisito il certificato energetico di classe B;
- Centro Sportivo San Filippo, il maggiore impianto sportivo polivalente della Città di Brescia, l'intervento preponderante è stato finalizzato ad un relamping di numerose aree di gioco, tra cui il palazzetto e i campi da tennis, con la sostituzione dell'impianto di illuminazione tradizionale con la tecnologia a led.

L'attività di investimento per migliorare l'efficientamento energetico dei n. 40 impianti sportivi comunali in affidamento alla Società Centro Sportivo San Filippo prosegue con una programmazione pluriennale e il prossimo intervento, di relativa importanza, è l'installazione su porzione della copertura dell'Impianto natatorio di Mompiano di pannelli fotovoltaici che entreranno in servizio con la fine del prossimo mese di giugno.



5.5 AZIONI STRATEGICHE

Nel presente paragrafo si riportano le azioni raccolte e approfondite durante i tavoli tecnici con gli stakeholder avvenuti negli ultimi mesi dell'anno 2020; alcune di queste azioni possono essere considerate come "Esempi di eccellenza" come specificato dalle Linee Guida per la stesura del PAESC del JRC. Ogni contributo è stato articolato di seguito per tabella di sintesi in cui si riportano le seguenti informazioni:

- Titolo
- Settore di riferimento
- Descrizione
- Stato di attuazione

In corso	Già parzialmente finanziata nella STC	Da finanziare
CRS	GFNZ	FNZ

- Coordinamento con i principali strumenti di pianificazione comunale connessi con azioni di mitigazione e/o adattamento ai cambiamenti climatici

Piano di Governo del Territorio	Strategia di Transizione Climatica – progetto un Filo Naturale	Regolamento edilizio	Piano Urbano della Mobilità sostenibile
PGT	STC	RE	PUMS

- Partecipazione: la presenza del simbolo "Δ" rappresenta la proposizione/condivisione dell'azione nei tavoli con gli stakeholder

5.5.1 Piano di Mitigazione

Progetto relamping illuminazione interna per 70 edifici comunali

Terziario comunale

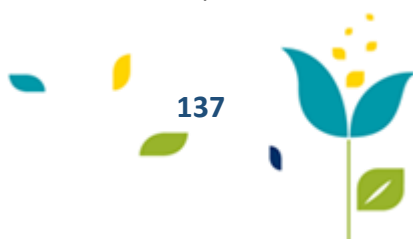
Descrizione: E' in corso la definizione della progettualità di relamping dell'illuminazione interna per 70 edifici comunali principalmente a destinazione d'uso scolastico.

Stato di attuazione	Coordinamento con gli altri strumenti di pianificazione comunale				Partecipazione
CRS FNZ	PGT	STC	RE	PUMS	Δ

Supporto e potenziamento del ruolo della figura di Energy Manager

Terziario comunale

Descrizione: l'Energy Manager, che è già stato nominato dall'amministrazione Comunale, è la figura deputata a gestire l'energia nei Comuni e nelle imprese. La nomina dell'Energy Manager assolta dal



Comune di Brescia è obbligatoria per le Pubbliche Amministrazioni, come il Comune di Brescia, con consumi annui superiori ai 1'000 TEP come prescritto dalla Legge 10/1991 all'art.19.

A supporto delle attività di comunicazione annua di consumi prevista dalla Legge 10/1991, potrebbero essere svolte le seguenti attività aggiuntive propedeutiche ad uso efficiente e razionale dell'energia nel Comune di Brescia:

- Creazione di una banca dati georeferenziata degli edifici partendo da quelli maggiormente energivori con associazione dell'edificio e delle sue principali caratteristiche con i contatori (POD/PDR);
- Raccolta sistematica ed automatizzata dei dati delle bollette energetiche, valutazione dei consumi/costi mensili e annuali;
- Verifica i contratti esistenti collegati ai servizi energetici;
- Monitoraggio degli impianti fotovoltaici di proprietà del Comune esistenti e realizzazione di nuovi impianti dove è possibile su edifici di proprietà comunale;
- Individuazione di un set di indicatori di prestazioni energetiche per confrontare i consumi;
- Proposte di intervento (monitoraggio, riduzione sprechi, programmi di sensibilizzazione, investimenti in efficienza e rinnovabili)
- Monitoraggio della normativa e accesso agli incentivi;
- Verifica dei risultati conseguiti e programmi di comunicazione degli stessi;
- In coordinamento con gli Energy Manager delle altre Istituzioni Pubbliche elaborare e attrezzare finanziariamente un Piano per l'Efficientamento Energetico degli edifici pubblici della città di Brescia.

Stato di attuazione		Coordinamento con gli altri strumenti di pianificazione comunale				Partecipazione
CRS	FNZ	PGT	STC	RE	PUMS	Δ

Iniziativa di efficientamento energetico dell'Edilizia scolastica mediante sostituzione dei serramenti esistenti con serramenti in PVC

Terziario comunale

Tramite la convenzione attiva con A2A Calore & Servizi, a partire dal 2017 è stato avviato un Piano di riqualificazione energetica degli stabili scolastici del Comune di Brescia, in cui il Comune non ha costi e il concessionario trattiene il Conto Termico. Oltre ai vantaggi di risparmio energetico, stimabili in circa il 20% del consumo per riscaldamento, si avranno vantaggi di isolamento acustico, sicurezza antinfortunistica, gestione della luce naturale, sicurezza antintrusione e riduzioni delle manutenzioni. Le scuole interessate da tale intervento sono:



SINTESI INTERVENTO SERRAMENTI SCUOLE BRESCIA							
ANNO LAVORI	DENOMINAZIONE SCUOLA	CARATTERISTICHE PREPONDERANTE SERRAMENTI PRE INTERVENTO	TRASMITTANZA MEDIA SERRAMENTI PRE INTERVENTO [W/m ² K]	CARATTERISTICHE SERRAMENTI POST INTERVENTO	TRASMITTANZA MEDIA SERRAMENTI POST INTERVENTO [W/m ² K]	SUPERFICIE [m ²]	NUMERO SERRAMENTI SOSTITUITI
2017	Scuola elementare Marconi	singolo vetro, profilo in alluminio o legno	da 2,3 a 6,3	doppio vetro, profilo in PVC o alluminio con vetro camera basso emissivo con gas Argon	da 0,9 a 1,3	292,67	121
2017	Scuola media Fermi	singolo vetro, profilo in alluminio o legno	da 3,9 a 4,9	doppio vetro, profilo in PVC con vetro camera basso emissivo con gas Argon	da 1,1 a 1,2	416,43	131
2018	Scuola materna Bettinzoli	singolo vetro, profilo in alluminio o legno	da 4,1 a 5,1	doppio vetro, profilo in PVC con vetro camera basso emissivo con gas Argon	da 1,2 a 1,3	348,58	67
2018	Scuola elementare Rinaldini	singolo vetro, profilo in ferro o legno	da 2,8 a 5,2	doppio vetro, profilo in PVC con vetro camera basso emissivo con gas Argon	da 1,2 a 1,3	745,18	210
2019	Scuola media Virgilio	singolo vetro, profilo in metallo	da 4,3 a 5,3	doppio vetro, profilo in PVC con vetro camera basso emissivo con gas Argon	da 1,2 a 1,3	1025,92	179
2019	Scuola materna Zammarchi	singolo o doppio vetro, profilo in metallo	da 3,0 a 5,5	doppio vetro, profilo in PVC con vetro camera basso emissivo con gas Argon	da 1,2 a 1,3	312,54	70
2020	Scuola media Carducci	singolo vetro, profilo in metallo	da 4,8 a 6,2	doppio vetro, profilo in PVC con vetro camera basso emissivo con gas Argon	da 1,2 a 1,3	852,75	250
2020	Asilo nido Simoni Coccinella	singolo o doppio vetro, profilo in metallo o legno	da 3,1 a 5,3	doppio vetro, profilo in PVC con vetro camera basso emissivo con gas Argon	da 1,2 a 1,3	97,10	26
2020	Scuola materna Lamarmora	singolo vetro, profilo in alluminio	da 3,5 a 6,7	doppio vetro, profilo in PVC con vetro camera basso emissivo con gas Argon	da 1,2 a 1,3	195,36	53
Totale						4.286,53	1.107
Stato di attuazione		Coordinamento con gli altri strumenti di pianificazione comunale				Partecipazione	
CRS FNZ		PGT STC RE PUMS				Δ	

Attivazione dello sportello energia

Residenziale

Descrizione: Lo Sportello Energia è lo strumento individuato per promuovere le azioni del PAESC presso i privati. Nelle occasioni formali ed informali di condivisione degli obiettivi del Piano con imprese e cittadini, è opinione diffusa che una delle principali barriere, se non la principale, sia la scarsa conoscenza di soluzioni e benefici e la confusione tra le alternative proposte. Lo Sportello è lo strumento che il Comune può mettere a disposizione per fornire un primo orientamento non viziato da conflitti d'interesse e quindi più facilmente destinatario di fiducia.

Si prevede l'attivazione dello Sportello Energia che svolga le seguenti attività:

- Attivare bandi e trovare copertura finanziaria attraverso fondi UE, nazionali e regionali per l'attuazione di un piano straordinario per la riqualificazione energetica dei complessi residenziali sociali, privati e convenzionati;
- Verifica del rispetto della normativa vigente sul risparmio energetico per le pratiche edilizie presentate;
- Attività di promozione/informazione dei cittadini sulla convenienza degli interventi di risparmio energetico ed informazioni sugli incentivi economici/fiscali/volumetrici attivi a livello nazionale/regionale/comunale. Supportare inoltre i cittadini per la richiesta dell'incentivo Superbonus 110%.

Tale azione è in forte sinergia e trova compimento nell'azione prevista all'interno della Strategia di Transizione Climatica, il cosiddetto "One Stop Shop" dei lavori di riqualificazione energetica del patrimonio immobiliare privato, modello che risponde all'esigenza dei cittadini di ottenere risposte a quesiti specifici di varia natura (tecnici, economici, fiscali e procedurali) da un unico interlocutore attuando il principio di semplificazione nei rapporti Pubblica Amministrazione/cittadini.

Stato di attuazione	Coordinamento con gli altri strumenti di pianificazione comunale				Partecipazione
CRS GFNZ	PGT	STC	RE	PUMS	Δ



Promuovere la realizzazione di Comunità energetiche nel territorio

Residenziale/Terziario privato e comunale

Descrizione: L'Amministrazione Comunale intende promuovere la formazione di Comunità energetiche al fine di incentivare l'autoconsumo collettivo. Grazie alla conversione in legge del Decreto Milleproroghe sono state introdotte anche nel nostro Paese le comunità energetiche rinnovabili, ovvero associazioni tra cittadini attività commerciali o imprese che decidono di unire le forze per dotarsi di impianti per la produzione e la condivisione di energia da fonti rinnovabili. All'interno di questo quadro normativo associazioni di cittadini, catene di negozi o aziende con uffici nello stesso stabile potranno dotarsi di un impianto condiviso, con una potenza complessiva inferiore a 200 kW, e condividere l'energia prodotta o per il consumo immediato oppure per stoccarla in sistemi di accumulo (e per utilizzarla quando necessario).

Svolgendo attività di coinvolgimento dei cittadini sarà possibile individuare dei casi pilota da supportare nella costituzione della "Comunità energetica". Una realtà proposta nei tavoli con gli stakeholder da analizzare ed eventualmente sperimentale come caso pilota per proprie caratteristiche tipologiche e morfologiche per tale iniziativa è costituita dai villaggi "Padre Marcolini" (Villaggio Sereno, Villaggio Prealpino, Villaggio Violino, Villaggio Badia). Questi ambiti, infatti, si caratterizzano per:

- presenza di poche tipologie di edifici "standard" replicati in varie aggregazioni;
- edifici caratterizzati, all'origine, da pessime performance energetiche e strutturali (isolamento termico inesistente, scarsa inerzia termica, impianti termici ed elettrici ormai obsoleti, fondazioni ridotte al minimo e muri portanti di qualità modesta);
- buona disponibilità di spazi esterni privati spesso utilizzati per la realizzazione nel tempo di superfetazioni.

Stato di attuazione		Coordinamento con gli altri strumenti di pianificazione comunale				Partecipazione
CRS	FNZ	PGT	STC	RE	PUMS	Δ

Riqualificazione energetica di 15 edifici a edilizia convenzionata

Residenziale

Descrizione: E' in corso la valutazione della fattibilità di accesso all'incentivo Superbonus 110% per la riqualificazione di 15 edifici a edilizia convenzionata intervenendo sull'impianto termico installato e prevedendo l'allacciamento alla rete di teleriscaldamento esistente.

Stato di attuazione		Coordinamento con gli altri strumenti di pianificazione comunale				Partecipazione
CRS	FNZ	PGT	STC	RE	PUMS	Δ

Politiche di domanda

Trasporti privati, TPL e mobilità sostenibile

Descrizione: Posto che la funzionalità del sistema di trasporto urbano può essere grandemente influenzata dalla sensibilità e dalle abitudini dei cittadini, in particolare per quanto concerne la scelta



del modo, il PUMS evidenzia l'importanza di politiche ed iniziative capaci di incidere anche e soprattutto sulla domanda di spostamento e sui comportamenti individuali.

Investire sulla cultura della sostenibilità – per una “reale” diffusa conoscenza delle potenzialità di tutti i modi di trasporto e consapevolezza del costo ambientale di ogni comportamento e delle alternative possibili – costituisce un fattore determinante per ridurre la platea degli spostamenti “obbligati” all’uso dell’auto, in forza di soluzioni altre di deciso minore impatto.

A tal fine si prefigura un ricorso massivo a strumenti quali campagne comunicative e promozionali mirate, sistemi di tariffazione integrata e politiche di gestione della mobilità aziendale e scolastica; anche a mezzo di incentivi/disincentivi per la fidelizzazione della cittadinanza e la premialità delle scelte più virtuose.

Stato di attuazione		Coordinamento con gli altri strumenti di pianificazione comunale				Partecipazione
CRS	FNZ	PGT	STC	RE	PUMS	Δ

Motorizzazione elettrica e rete di ricarica

Trasporti privati, TPL e mobilità sostenibile

Descrizione: La progressiva conversione del parco veicolare privato alla trazione ibrida od elettrica rappresenta una tendenza generale, destinata a rafforzarsi notevolmente nell’orizzonte di attuazione del piano, sulla spinta delle politiche di regolazione del settore a livello internazionale, e delle corrispondenti scelte strategiche del settore automotive. Nella città di Brescia sono presenti 24 colonnine su suolo pubblico, ognuna caratterizzata da due allacci per un totale di 48 punti di ricarica. Ulteriori 12 punti di ricarica (6 colonnine) sono dislocati all’interno di parcheggi pubblici in struttura.

In coerenza con gli obiettivi PUMS di contenimento del traffico automobilistico, è dirimente che il virtuoso quanto irreversibile processo di diffusione di autoveicoli elettrici in città scongiuri il rischio di una perdurante preferenza per la modalità automobilistica rispetto a possibili alternative di sicuro e deciso minore impatto (es. mobilità attiva, pubblica, ecc.), soprattutto sulle relazioni urbane di breve e medio raggio.

A tal proposito, una rinnovata specifica strategia comunale identificherà le politiche regolatorie e di governo della circolazione, della sosta e dello sviluppo delle infrastrutture di ricarica dei veicoli; nella salvaguardia e protezione del sistema ambientale cittadino, dei luoghi più pregiati e delicati, oltre che dei contesti di maggior attrattività e vitalità sociale.

Stato di attuazione		Coordinamento con gli altri strumenti di pianificazione comunale				Partecipazione
CRS	FNZ	PGT	STC	RE	PUMS	Δ

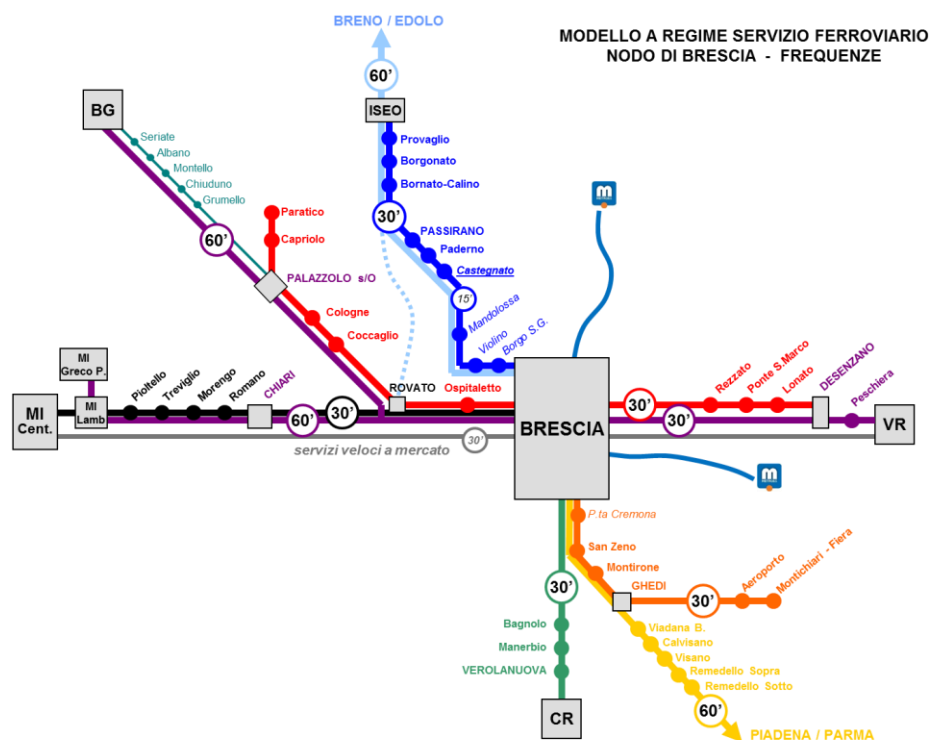
Interventi di potenziamento della rete di trasporto pubblico a scala urbana e metropolitana

Trasporti privati, TPL e mobilità sostenibile

Descrizione: L’obiettivo di fondo è di estendere la copertura del servizio TPL di qualità a tutte le maggiori direttrici di traffico, a cominciare dalle zone non direttamente servite dalla metropolitana.



Per quanto attiene all'ambito comprensoriale e alle relazioni di scambio con l'esterno, il PUMS propone e sostiene l'istituzione di un **Servizio Ferroviario Metropolitano**, da realizzarsi tramite il potenziamento e la valorizzazione di tutte le direttrici storiche convergenti sulla città, prefigurando frequenze elevate e cadenzamenti regolari (30') dei transiti su tutte le linee (*per quanto lo sviluppo dell'infrastruttura e la programmazione dei servizi ferroviari non sia materia di diretta competenza dell'Amministrazione Comunale*).



Per quanto concerne alla sfera dei **servizi d'area urbana**, invece, il PUMS identifica lo sviluppo della rete TPL attraverso l'istituzione delle seguenti linee di forza:

- **M1 S.Eufemia [P+R] – Poliambulanza [P+R] – Stazione FS – Centro – Prealpino [P+R]**, a lungo termine estesa sino a S.Vigilio [P+R], in sostituzione della penetrazione autostradale verso la Tangenziale Nord;
- **T2 Oltremella (Pendolina) – Centro – Stazione FS – Fiera (casello Brescia Ovest) [P+R]**;
- **T3 Oltremella (Vallecamonica) – Centro – Bornata**;
- **B4 Ospedale – Veneto – Stazione FS - Foro Boario – S.Polo**.

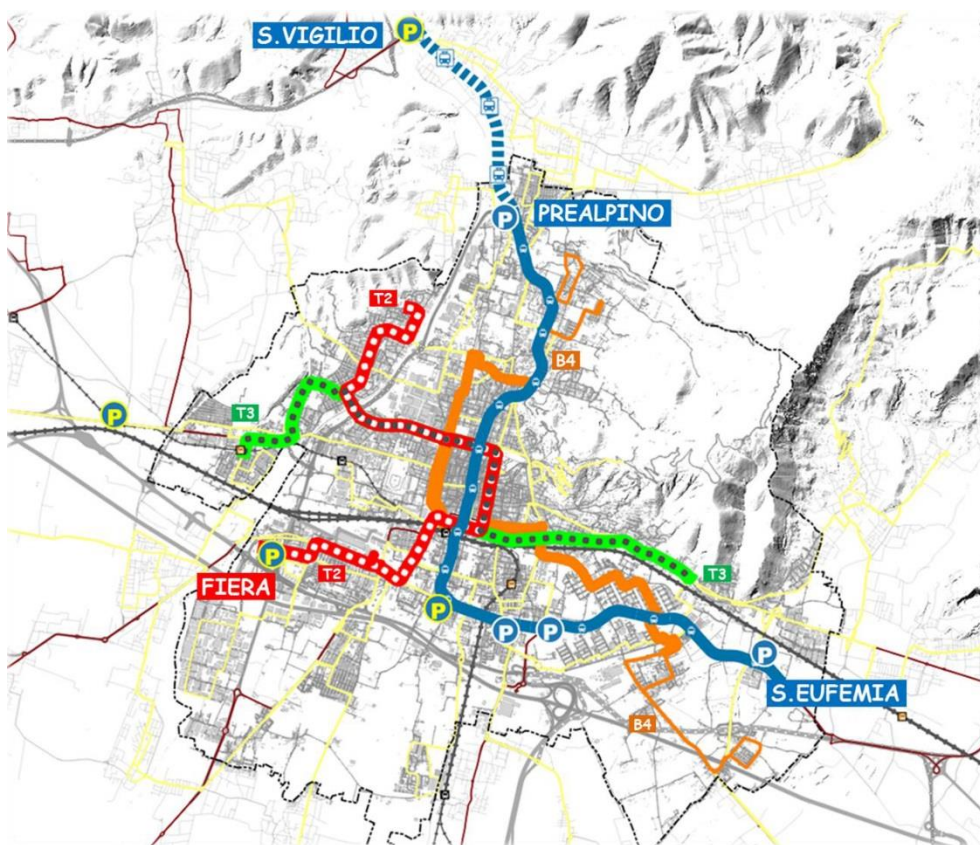


Figura 5.5 – Rete del trasporto pubblico locale d'area urbana – Ipotesi di progetto

Stato di attuazione	Coordinamento con gli altri strumenti di pianificazione comunale					Partecipazione
CRS	FNZ	PGT	STC	RE	PUMS	Δ

Mobilità motorizzata condivisa _ car-sharing, bike-sharing, van-sharing, car-pooling

Trasporti privati, TPL e mobilità sostenibile

Descrizione: ulteriori iniziative considerate strategiche per soddisfare la domanda di trasporto individuale minimizzando l'uso dell'automobile privata, sono le progettualità concernenti il potenziamento dei sistemi di mobilità condivisa, quali car-sharing, bike-sharing, van-sharing, car-pooling, ecc. In tal senso, particolare attenzione è rivolta allo sviluppo delle soluzioni più innovative per la diffusione di tali sistemi, quali per esempio servizi di "noleggio" anche sul lungo periodo e la creazione di piattaforme telematiche integrate e user-friendly per l'accesso ai differenti servizi.

Per il car sharing sono in corso di definizione nuove modalità di erogazione del servizio, che privilegino l'utilizzo di flotte elettriche; per il bike sharing è in corso una espansione della rete di postazioni e una revisione organizzativa del servizio.

Stato di attuazione	Coordinamento con gli altri strumenti di pianificazione comunale					Partecipazione
CRS	FNZ	PGT	STC	RE	PUMS	Δ

Classificazione funzionale della rete e isole ambientali

Trasporti privati, TPL e mobilità sostenibile

Descrizione: Al fine di sostenere e promuovere la mobilità attiva e la ciclabilità diffusa negli spostamenti cittadini, il PUMS identifica un sistema di isole ambientali, comparti urbani da riorganizzare a garanzia di un'elevata accessibilità con il trasporto pubblico, condizioni sicure e gradevoli di fruibilità pedonale e ciclabile protetti dal traffico motorizzato individuale (Zone a Traffico Limitato, di Riqualificazione Urbana, a Pedonalità Privilegiata, Aree pedonali, strade residenziali, Zone 30, ecc.), mediante il disincentivo del traffico di attraversamento e la moderazione dei transiti locali di quartiere.

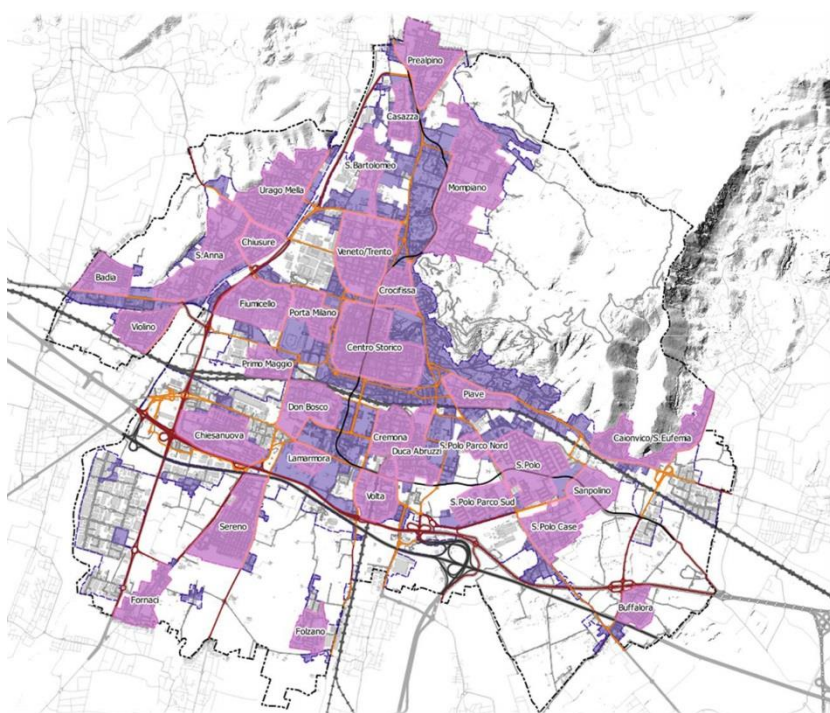


Figura 5.1 – Sistema delle isole ambientali

Stato di attuazione		Coordinamento con gli altri strumenti di pianificazione comunale				Partecipazione
CRS	FNZ	PGT	STC	RE	PUMS	Δ

Estensione e qualificazione della rete ciclabile principale

Trasporti privati, TPL e mobilità sostenibile

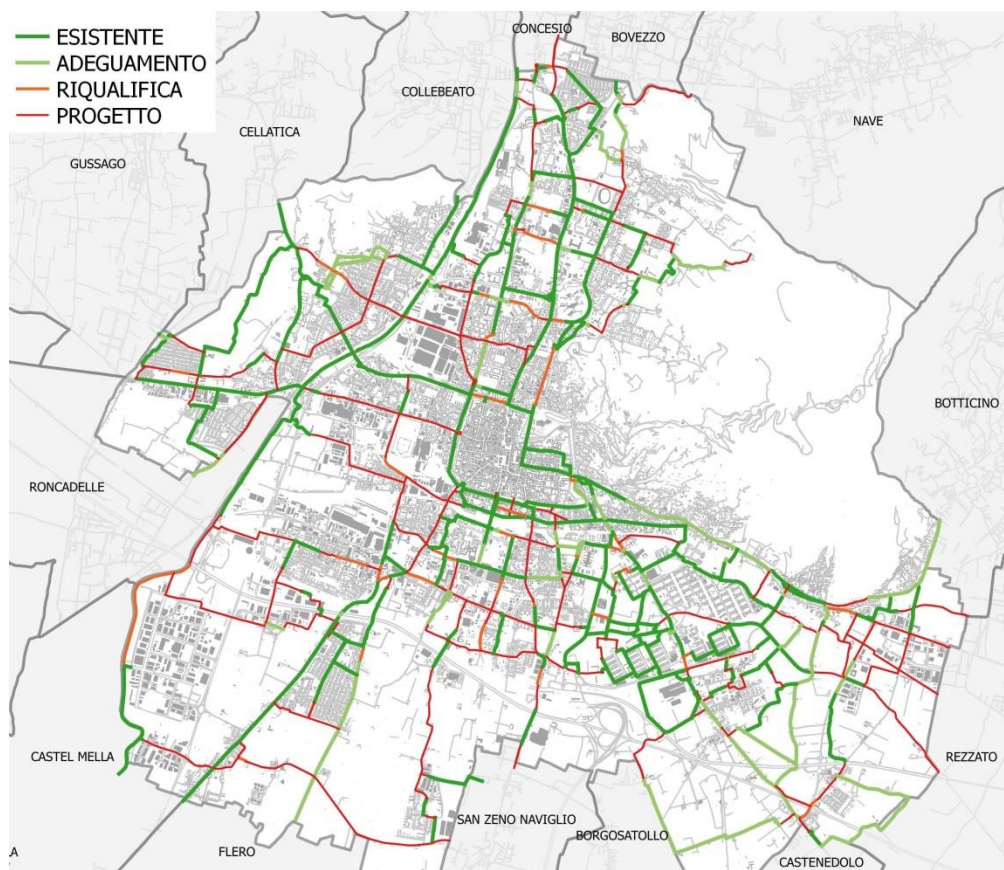
Descrizione: A integrazione del sistema viabilistico e delle isole ambientali, è pianificata la progressiva realizzazione di una rete infrastrutturale ciclabile “principale”, continua, sicura,



prestante e funzionale lungo tutti i maggiori assi di traffico cittadini, per il raggiungimento dei maggiori poli di generazione/attrazione degli spostamenti nonché integrata negli itinerari regionali.

È identificata una rete di oltre 200 km, così strutturata:

- oltre 100 km di percorsi esistenti, da mantenere;
- circa 30 km di percorsi esistenti da adeguare in termini di dimensionamento, segnaletica e sicurezza;
- circa 12 km di percorsi da riqualificare, in ragione di evidenti carenze funzionali;
- altri percorsi di nuova realizzazione per un totale di circa 75 km



Stato di attuazione		Coordinamento con gli altri strumenti di pianificazione comunale				Partecipazione
CRS	FNZ	PGT	STC	RE	PUMS	Δ



5.5.2 Piano di Adattamento

Eventi estremi di pioggia e rischio alluvioni: drenaggio urbano sostenibile

Descrizione: negli ultimi anni si è registrato un aumento delle precipitazioni massime orarie ed è prevista una tendenza all'aumento del fenomeno nei prossimi decenni. L'aumento delle precipitazioni estreme porta alla manifestazione di sempre più frequenti alluvioni e allagamenti.

Il Comune dovrà quindi impegnarsi a ridurre gli effetti dell'impermeabilizzazione e aumentare le aree permeabili, tenendo in considerazione, negli strumenti di pianificazione, le problematiche derivanti dal cambiamento climatico. Con l'adozione dell'allegato al regolamento edilizio il Comune potrà stabilire standard energetici per il nuovo costruito o il restauro, potrà regolamentare gli spazi pubblici e il verde urbano ed incentivare il recupero di aree ed edifici dismessi al fine mantenere o meglio incrementare la percentuale di territorio permeabile, in modo da consentire un drenaggio urbano sostenibile.

Stato di attuazione	Coordinamento con gli altri strumenti di pianificazione comunale					Partecipazione
CRS GFNZ	PGT	STC	RE	PUMS	Δ	

Censimento essenze arboree

Descrizione: negli ultimi anni c'è stato un incremento tendenziale di episodi di vento forte, assimilabili a delle tempeste di vento che hanno portato alla caduta di diversi alberi del patrimonio pubblico comunale situati nei viali e nelle aree verdi cittadine. Per far fronte a questa problematica l'AC ha deciso di procedere ad un censimento delle essenze presenti ed a una valutazione delle condizioni delle stesse per programmare un piano di manutenzione del verde. Il piano di manutenzione ha lo scopo di monitorare le condizioni delle essenze e di valutare casi che possano essere a rischio caduta a seguito di episodi di vento forte.

Nello specifico, si prevedono le seguenti azioni:

- Censimento delle essenze arboree
- Aggiornamento del Piano di Manutenzione del verde

Stato di attuazione	Coordinamento con gli altri strumenti di pianificazione comunale					Partecipazione
CRS GFNZ	PGT	STC	RE	PUMS	Δ	



Sistema di monitoraggio delle acque superficiali e sotterranee

Descrizione: Sviluppo di una piattaforma di monitoraggio in tempo reale (da parte delle autorità competenti e con la collaborazione del Comune di Brescia) dell'evoluzione dei fenomeni meteorologici. Il sistema di monitoraggio dovrà tenere sotto controllo dati relativi a idrometria, pluviometria, termometria ed igrometria, anemometria. La piattaforma, che raccoglie ed elabora in tempo reale le informazioni inviate da dispositivi e sensori posizionati lungo diversi punti, sarà uno strumento di supporto decisionale che permette ai diversi livelli di autorità, attraverso l'accesso ad internet, di fornire indicazioni ed informazioni utili e sintetiche per assumere decisioni strategiche ed operative in caso del verificarsi di eventi meteorici intensi.

Stato di attuazione	Coordinamento con gli altri strumenti di pianificazione comunale				Partecipazione
CRS FNZ	PGT	STC	RE	PUMS	Δ

URBAN GREENING

Descrizione:

Il verde concorre alla formazione di microclimi atti a regolarizzare la temperatura (assorbimento dell'umidità, zone d'ombra, ecc.), a mitigare i venti, a purificare l'atmosfera (depurazione chimica per effetto della fotosintesi e fissazione delle polveri che vengono trattenute dalle foglie). Per tali motivi il Comune di Brescia da molti anni attribuisce grande attenzione, nel quadro delle politiche ambientali, alla diffusione sempre più capillare, alla tutela e alla accorta manutenzione del verde urbano. La superficie totale verde gestita dal Comune è pari 4.902.678 mq (dati aggiornati al dicembre 2019). Si segnala inoltre che:

- Ad oggi per quanto riguarda il numero di piante sul verde pubblico, lo stesso è pari a circa 122'000 di cui 22'000 sulle alberate stradali e 100'000 situate nei parchi, nelle aree di forestazione urbana e nel parco cave.
- A queste si aggiungono circa 36.000 piante stimate sui 60 ettari di bosco misto in proprietà Comunale nel Parco delle Colline.

L'introduzione, infatti, di nuove aree verdi in ambito urbano può essere uno dei metodi più efficaci per fronteggiare il problema dell'effetto isola di calore e allo stesso tempo migliorare la qualità dello spazio urbano. Ciò può essere fatto con interventi di maggiore o minore portata e con diverso grado di efficacia: in ogni caso è bene sapere che anche la sola presenza di filari di alberi è in grado di fornire un grande contributo schermando la luce, offrendo riparo nei giorni più caldi e abbattendo la temperatura alla superficie di qualche grado. La semplice ombreggiatura degli spazi urbani è perciò un'azione tanto semplice quanto efficace, che può essere estesa anche alle superfici in copertura degli edifici. Brescia ha l'obiettivo di realizzare una rete ecologica cittadina fondata sulle foreste urbane e periurbane che si diffondano a partire dalle aree protette.

Stato di attuazione	Coordinamento con gli altri strumenti di pianificazione comunale				Partecipazione
CRS GFNZ	PGT	STC	RE	PUMS	Δ



INTERVENTI IDRAULICI

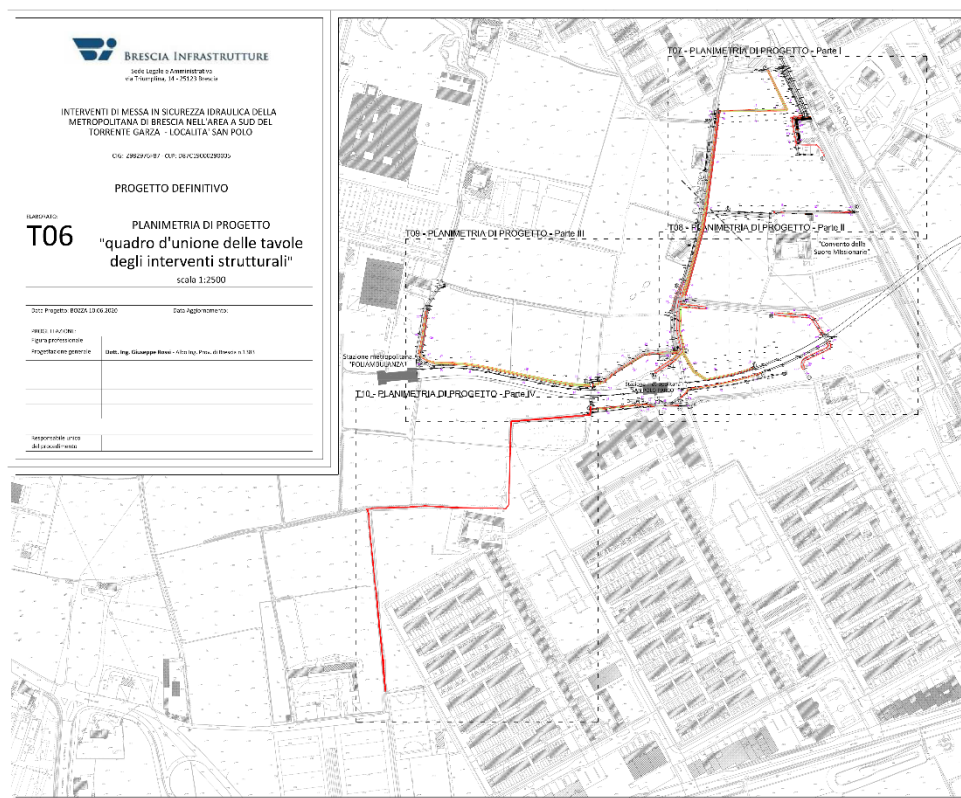
Descrizione: Il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) contiene l'individuazione delle aree potenzialmente interessate da alluvioni, e, all'interno di esse, classifica il grado di pericolosità in funzione della frequenza degli eventi alluvionali ed il grado di rischio al quale sono esposti gli elementi ivi presenti. La mappatura delle aree inondabili, contenuta nel PGRA, integra il quadro conoscitivo del Piano per l'Assetto idrogeologico di bacino (PAI), con lo scopo di applicare all'interno delle predette aree, in funzione dei vari scenari di pericolosità e del rischio, una idonea normativa d'uso del suolo.

Per la messa in sicurezza idraulica della metropolitana di Brescia è prevista la realizzazione di una vasca di laminazione nell'area a nord del torrente Garza località "crocevia di nave". Il tronco del torrente Garza interessato è quello immediatamente a valle del "tombotto" nell'area dello stabilimento industriale dismesso della S.L.M. Siderurgica Lavorazione Metalli S.p.a., fino alla zona di biforcazione tra il torrente Garza e lo scolmatore idraulico che allontana le acque verso il vicino fiume Mella (si veda immagine a seguire:



Tale progetto è finalizzato alla messa in sicurezza del torrente Garza in modo da salvaguardare la stazione "Casazza" della Metropolitana da una possibile inondazione a seguito di un evento di piena. **Per la messa in sicurezza della metropolitana nell'area a sud del torrente Garza località San Polo** è previsto un intervento idraulico. Oltre alla difesa passiva delle strutture della Metropolitana ed il risezionamento del colatore Biocco si prevede il sopralzo degli argini del Garza lungo con lo scopo di porre in sicurezza l'area edificata in destra e sinistra Garza, e di limitare l'espansione dell'allagamento dell'area a nord, in destra Garza, oltre la sede stradale di via Brunelleschi, per aumentare il volume di laminazione in quest'area e di mantenere completamente agibile la via di

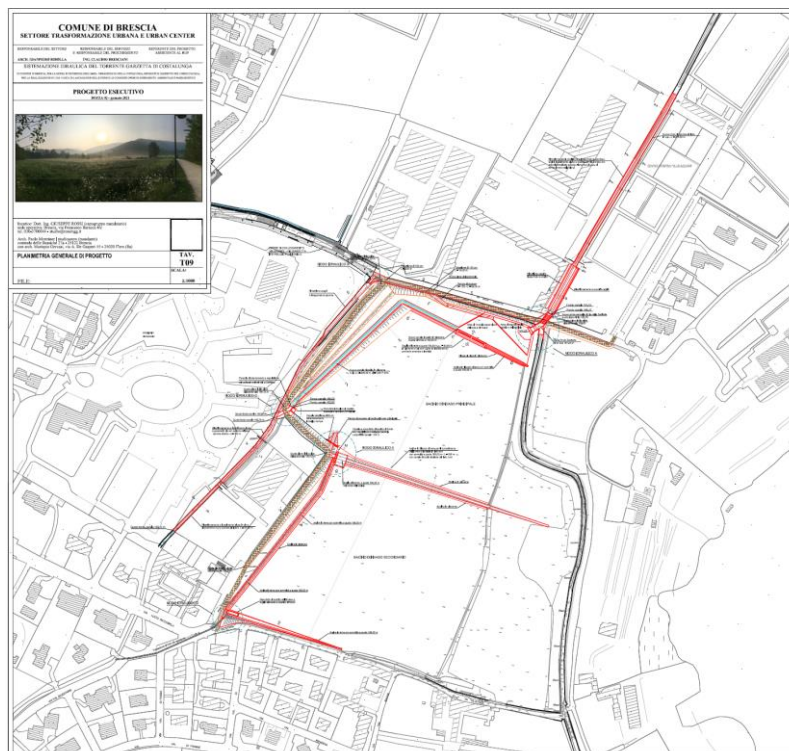
collegamento fra la stazione San Polo Parco e via San Polo, anche in caso di esondazione del Garza.



Infine è programmato un intervento che riguarda il corso **del torrente Garzetta di Costalunga**, all'interno della zona pedecollinare della Costalunga, interessata da possibili fenomeni di esondazione del predetto corso d'acqua.

Il torrente Garzetta raccoglie le acque del bacino imbrifero costituito dalle pendici montuose del Monte Maddalena, rivolte a Nord Ovest. Esso alimenta la portata d'acqua nei propri solchi vallivi solo in periodo di pioggia, rimanendo normalmente asciutta l'intera rete drenante nella maggior parte dell'anno, ad eccezione di alcuni brevi tratti alle quote maggiori, ove il modesto deflusso d'acqua è alimentato da piccole sorgenti naturali, laddove il fondo del torrente è in roccia affiorante.

La morfologia del rilievo montuoso dà origine a due rami distinti del torrente, entrambi denominati Garzetta, confluenti in un unico corso all'inizio della pianura, al ponte di Via della Garzetta, presso il Centro Sportivo Club Azzurri, poco prima dell'area dell'ex Seminario Vescovile. Il ramo a Nord sottende la maggior parte del bacino, attraverso gli impluvi della Valle Persane e della Valle Fredda, mentre il ramo a Sud raccoglie le sole acque della Valle Fontanelle, di minore estensione.



Gli interventi previsti sono

- Opere del nodo idraulico di diversione delle piene;
- Argine dell'area d'invaso principale in lato ovest
- Area sghiaimento e canale di magra
- Opere di sistemazione paesaggistica e di mitigazione ambientale

Stato di attuazione		Coordinamento con gli altri strumenti di pianificazione comunale				Partecipazione
CRS	FNZ	PGT	STC	RE	PUMS	Δ

5.5.3 Azioni trasversali

La Strategia di Transizione Climatica STC sviluppata nel progetto Un Filo Naturale “Una comunità che partecipa per trasformare la sfida del cambiamento climatico in opportunità”

Il Progetto “Un Filo Naturale” presentato a Fondazione Cariplo e finanziato con il Bando Ambiente Call for ideals “Strategia Clima” si prefigge di rispondere a tre bisogni principali:

- Far fronte alle sempre più frequenti ondate di calore, siccità e perdita di habitat realizzando una sorta di “CITTA’ OASI”,
- Far fronte all’aumento significativo dei fenomeni piovosi estremi realizzando una “CITTA’ SPUGNA”;
- Far fronte al bisogno di naturalità dei cittadini creando una “CITTA’ PER LE PERSONE”.

In particolare, le azioni di adattamento e mitigazione proposte sono collegate da un unico filo conduttore: l’intenzione di incrementare il capitale naturale e la biodiversità in un’ottica di resilienza attraverso la creazione di nuovi habitat in ambiente urbano.

Altro tema fondamentale è la partecipazione: affinché la resilienza al Cambiamento Climatico sia realmente efficace è necessario creare delle comunità resilienti, che si facciano portatrici dei bisogni della comunità, che partecipino alla progettazione degli interventi di miglioramento del microclima urbano e che si prendano cura dei nuovi spazi.

Il Progetto nei vari ambiti prevede le seguenti azioni specifiche in corso di approfondimento e revisione nel processo di definizione della Strategia di Transizione Climatica della Città di Brescia:

1. REVISIONE DEGLI STRUMENTI URBANISTICI

2. MITIGAZIONE AL CC:

- Cessione del credito e retrofit patrimonio edilizio: creazione di partnership per la cessione e del credito, individuazione di edifici su cui attuare retrofit (ad es. scuole), individuazione di incentivi per interventi di retrofit;
- Zero Energy District via Milano: progetto pilota di realizzazione di un impianto di teleraffrescamento di quartiere;
- incentivi alla mobilità sostenibile: innovativi sistemi premiali dei comportamenti più virtuosi, in grado di incentivare le modalità di trasporto più sostenibili

3. ADATTAMENTO:

- Implementare azioni di desealing (desigillazione del suolo) in ambiente urbano e realizzazione di zone OASI: "riqualificare quei territori urbani ""coperti"" da insediamenti di vario genere, come per esempio magazzini, piazzali e parcheggi, ricreando zone verdi. Le azioni saranno oggetto di pratiche di progettazione partecipata con i cittadini";
- Realizzazione di tetti e pareti verdi: individuazione di edifici pubblici e/o privati dove realizzare interventi pilota. Le azioni saranno oggetto di pratiche di progettazione partecipata con i cittadini;
- Progettazione di nuove alberate cittadine resilienti: Progettazione e sostituzione di alberate cittadine in condizioni critiche con specie e metodologie resilienti e funzionali alla regolazione del clima e all’effetto filtrante sugli inquinanti;
- Spazi urbani resilienti: creare nuovi spazi di aggregazione, favorire la mobilità dolce, sperimentare interventi di trasformazione urbana (con urbanistica tattica) in chiave di mitigazione climatica;



- Creazione di un modello per una gestione forestale sostenibile: Tagli colturali sostenibili con conversione delle foreste destrutturate verso foreste d'alto fusto;
- Mulching nelle aree agricole del SIN Brescia-Caffaro: Fitocontenimento di composti organici clorurati (PCB e diossine), mitigazione del clima attraverso servizi di regolazione e stoccaggio di biomassa nei suoli in un'area di ca 45 ha;
- Interventi sui canali a rischio esondazione: Realizzazione area umida: progettazione e realizzazione area di circa 10.000 mq con area umida fitodepurazione e fascia boscata; Gestione dei coli montani nei punti critici di accumulo;
- Costituzione di nuovi habitat: Forestazione urbana: Progettazione e realizzazione con manutenzione per circa 10 ha; Realizzazione nuovi prati naturali: realizzazione di nuovi prati anche in aree depavimentate con fiorume locale per incremento della biodiversità per ca 5 ha; nuovi habitat saranno realizzati anche nel parco del Museo di Scienze Naturali.

Stato di attuazione		Coordinamento con gli altri strumenti di pianificazione comunale				Partecipazione
CRS	GFNZ	PGT	STC	RE	PUMS	Δ

Allegato di mitigazione e adattamento al Regolamento edilizio

Descrizione: Poiché il Regolamento Edilizio Comunale rappresenta lo strumento che maggiormente definisce le modalità e le prassi con le quali realizzare le nuove costruzioni e ristrutturazioni degli edifici, è necessario aggiornare l'attuale strumento rispetto alle nuove normative nazionali e regionali. Pertanto si propone di procedere ad un aggiornamento (in particolare per le parti in materia di efficienza energetica) del Regolamento Edilizio, funzionale ad aggiornare e specificare i criteri energetico-ambientali già in essere in relazione alle sopravvenute disposizioni legislative, definendo lo specifico livello di cogenza/premialità progressiva delle diverse disposizioni sul tema in oggetto, mantenendo le necessarie flessibilità di utilizzo.

L'elaborato perseguirà quindi obiettivi coerenti con quelli del PAESC che sono in sintesi:

- utilizzo razionale delle risorse energetiche;
- riduzione dell'emissione di anidride carbonica e di altre sostanze inquinanti;
- una maggiore qualità dell'ambiente interno (termico, luminoso, acustico, qualità dell'aria);
- incrementare l'adattamento del territorio verso i rischi ambientali presenti nel territorio.

L'Allegato Energetico di mitigazione ed adattamento introdurrà pertanto l'innovativo concetto della trasformazione edilizio-urbanistica "carbon zero". Analogamente a quanto fatto dall'Amministrazione con il PAESC, si integrerà il concetto dell'NZEB (nearly zero energy building) con i temi della mitigazione e dell'adattamento andando verso una carbon zero transition.

Stato di attuazione		Coordinamento con gli altri strumenti di pianificazione comunale				Partecipazione
CRS	FNZ	PGT	STC	RE	PUMS	Δ



Studio e pianificazione di azioni finalizzate al miglioramento qualità della vita in città, all'abbattimento delle emissioni inquinanti, al raggiungimento della neutralità carbonica, alla promozione dell'economia circolare, attraverso l'attività degli osservatori

Descrizione: L'Amministrazione Comunale ha costituito 5 osservatori (Alfa Acciai, Acqua bene comune, Aria bene comune, Ori Martin, Termoutilizzatore), con l'obiettivo:

- di divulgare le principali conoscenze acquisite dai vari soggetti istituzionali e dai portatori di interesse che partecipano agli osservatori;
- di informare i cittadini sulle azioni intraprese dai Comuni e dagli altri soggetti a diverso titolo competenti;
- di diffondere le buone pratiche individuali a tutela dell'ambiente e della salute.

Nell'ambito degli osservatori e degli altri momenti di confronto con la cittadinanza, verranno valutate, studiate e pianificate azioni finalizzate al miglioramento qualità della vita in città, all'abbattimento delle emissioni inquinanti, al raggiungimento della neutralità carbonica, al contenimento del surriscaldamento terrestre, alla promozione dell'economia circolare.

Stato di attuazione		Coordinamento con gli altri strumenti di pianificazione comunale				Partecipazione
CRS	FNZ	PGT	STC	RE	PUMS	Δ

Attività di educazione e partecipazione

Descrizione: Nel contesto dello sviluppo sostenibile, i modelli di produzione e consumo giocano un ruolo fondamentale, così come i comportamenti e gli stili di vita individuali. È significativa anche la partecipazione e il coinvolgimento dei cittadini. Quest'ultimi, infatti possono supportare e rendere più efficaci le azioni di mitigazione e di adattamento ai cambiamenti climatici, andando a modificare gli stili di vita che conducono: ogni azione dell'uomo, infatti, ha degli effetti sull'ambiente, e ogni scelta quotidiana ha un impatto che andrebbe considerato con maggiore consapevolezza, anche per non consumare più risorse del dovuto.

L'Amministrazione Comunale procederà, durante la fase di attuazione del PAESC, a definire azioni di comunicazione e partecipazione, nonché attività divulgative, didattiche ed educative sul tema dei cambiamenti climatici, dell'adattamento, degli habitat, della biodiversità e sugli stili di vita responsabili e consapevoli.

Stato di attuazione		Coordinamento con gli altri strumenti di pianificazione comunale				Partecipazione
CRS	FNZ	PGT	STC	RE	PUMS	Δ



6. AZIONI DI MITIGAZIONE

6.1 SCHEDE DELLE AZIONI

In questa sezione sono riportate le schede specifiche in cui si approfondiscono le azioni previste per il territorio di Brescia, contestualizzate rispetto alle scelte dell'AC e alle strategie individuate nel precedente capitolo.

Le schede delle azioni risultano articolate rispetto ai seguenti contenuti:

➤ **tipologia dell'azione:**

- *puntuale*: riferita alle azioni di cui si conosce l'entità dell'intervento oggetto dell'azione stessa
- ▲ *statistica*: riferita alle azioni la cui entità è stimata in base a dati statistici
- *stimata*: valutazione di massima basata sui dati di consumo rilevati nel BEI o su stime effettuate nell'ambito di altri progetti

➤ **strategia**: riporta la strategia in cui ricade l'azione

RED	MC	EFE	EFT	IFER	SUR	MOS
Riqualficazione edilizia	Monitoraggio consumi	Efficienza energetica	Efficientamento tecnologico	Incremento FER	Strumenti urbanistici	Mobilità sostenibile

➤ **responsabile**: nome dell'ufficio del Comune o del soggetto che si occuperà dell'attuazione

➤ **grafici riassuntivi**: permettono di quantificare in modo istantaneo l'azione in termini di risparmio emissivo conseguito (quota percentuale rispetto all'obiettivo e rispetto alle emissioni del relativo settore) e di periodo di tempo in cui l'azione sarà attuata. In particolare sono state definite tre fasce temporali di seguito descritte:

2010-2020: include le azioni che sono già in fase di attuazione nel territorio e in alcuni casi già attuate completamente, andando a contribuire alla riduzione di CO₂ entro il 2030

2010-2030: comprende le azioni che si applicano per tutta la durata del PAESC (es. sostituzione tecnologica)

2020-2030: rientrano in questa fascia le azioni a medio e lungo termine che devono ancora essere attivate

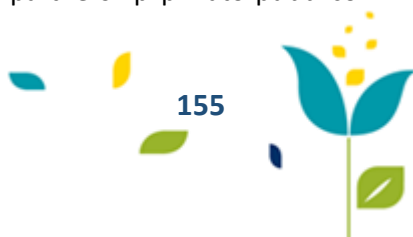


- **sintesi quantitativa:** riporta per l'azione analizzata il costo stimato complessivo degli interventi, il risparmio energetico, la quantità di energia prodotta da fonti rinnovabili e l'efficacia dell'azione in termini di riduzione delle emissioni
- **breve descrizione:** fornisce maggiori dettagli sull'azione, anche in termini di metodologia adottata per effettuare la stima del risparmio energetico o della quantità di energia prodotta da FER, facendo eventualmente riferimento a metodiche standard definite da soggetti terzi (ad esempio dal GSE, Gestore Servizi Energetici)
- **ambito di applicazione e grado di incidenza:** si riportano in questa sezione le eventuali assunzioni fatte per la stima dell'indicatore utilizzato come riferimento per la quantificazione degli effetti dell'azione (ad esempio: il numero di caldaie, il numero di abitazioni, etc.)
- **costi:** vengono diversificati in costi 'pubblici', sostenuti dal Comune stesso, e costi dei privati (dove è possibile una stima). Per le azioni su edifici pubblici e illuminazione pubblica, parco veicoli comunale e trasporto pubblico, il costo del privato risulta essere sempre nullo, in quanto l'intera spesa verrà o è già stata sostenuta dal Comune, anche attraverso finanziamenti o incentivi statali. Per le azioni sui settori privati, implementabili dall'AC attraverso campagne di promozione/sensibilizzazione (volantinaggio, convegni, lettere ai cittadini...) le spese pubbliche risultano essere sempre pari alle spese di promozione mentre quelle dei privati risultano essere pari al costo dell'intervento
- **indicatori per il monitoraggio:** sono individuati alcuni target utili per effettuare un monitoraggio dell'azione durante e al termine della sua attuazione; tale attività è utile e necessaria per confrontare ed integrare i risultati osservabili mediante il software CO₂₀

Questa strutturazione delle schede tiene conto di quanto richiesto nel template che è necessario compilare sul portale del Patto dei Sindaci per la presentazione del proprio Piano.

Per l'attuazione delle azioni, visto il contestuale momento di crisi ed i connessi vincoli alla spesa per gli enti comunali, è necessario attingere a risorse economiche private, attraverso ESCo con il meccanismo del finanziamento tramite terzi (es. concessioni con contratti a prestazione energetica garantita o Project Financing). Ulteriori strumenti a disposizione delle attività produttive sono i bandi di finanziamenti previsti dall'Unione Europea, che attualmente sono:

- **European Local Energy Assistance facility (ELENA):** è un programma di finanziamento europeo di BEI (Banca Europea degli Investimenti) che co-finanzia l'assistenza tecnica-legale ai processi di efficientamento energetico in ambito pubblico. L'ampia gamma di misure che possono beneficiare di tale sostegno finanziario comprendono: studi di fattibilità e di mercato; strutturazione di programmi di investimento, business plan, audit energetici, preparazione delle procedure d'appalto e degli accordi contrattuali e assegnazione della gestione del programma di investimenti per il personale di nuova assunzione. Lo scopo è di unire progetti locali in investimenti sistemici. ELENA è finanziato attraverso il Fondo europeo Energia Intelligente-Europa con un budget annuale di 15 M€.
- **European Energy Efficiency Fund (EEEF):** programma di finanziamento europeo che punta a supportare gli obiettivi dell'Unione Europea, contribuendo con una struttura stratificata rischio/rendimento all'aumento dell'efficienza energetica e alla promozione dell'energia rinnovabile sotto forma di partnership privato-pubblico mirata. Ciò avviene in primo luogo



attraverso la fornitura di finanziamenti dedicati che potranno essere diretti o in collaborazione con gli istituti finanziari. I beneficiari finali dell'EEEF sono gli enti pubblici a livello locale e regionale (tra cui i Comuni) così come le aziende pubbliche e private che operano al servizio degli enti locali quali le aziende del settore energetico dedite al pubblico servizio, fornitori di trasporto pubblico, associazioni di edilizia sociale, società che offrono servizi energetici, etc. Come nel caso di ELENA, viene cofinanziata l'assistenza tecnico-legale ed è possibile accedere in affiancamento a formule di partecipazione al finanziamento degli interventi di efficientamento.

➤ **European City Facility (EUCF):** un'iniziativa finanziata dal programma Horizon 2020 che sostiene a livello finanziario e tecnico le autorità locali europee per sviluppare strategie di investimento sull'energia sostenibile. E' un'iniziativa promossa per affrontare i due principali ostacoli agli investimenti in energia sostenibile:

- la mancanza di capacità finanziaria e giuridica delle autorità locali di trasformare le strategie a lungo termine in materia di energia e clima;
- la mancanza di capacità di aggregazione tra progetti piccoli e conseguente mancanza di attrattività per il settore finanziario.

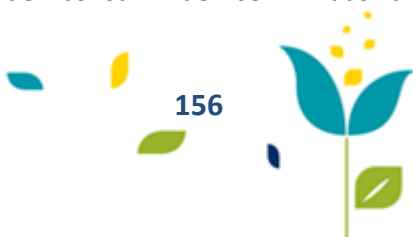
Le autorità selezionate potranno ricevere una sovvenzione di 60.000 euro e tra le attività che possono essere finanziate vi sono studi di fattibilità, analisi ingegneristiche, analisi legali, studi sociali, studi di mercato, analisi finanziarie.

A livello nazionale, invece, sono al momento disponibili le seguenti forme di finanziamento:

➤ **Conto Termico 2.0 (D.M. 16/02/2016):** il decreto stabilisce le modalità di incentivazione per interventi di incremento dell'efficienza energetica e di produzione di energia termica da fonti rinnovabili (FER) e la riqualificazione dell'illuminazione interna degli edifici pubblici. È destinato alle Pubbliche Amministrazioni (PA), alle imprese e ai privati; i fondi a disposizione sono pari a 900 milioni di euro annui, di cui 200 destinati alla PA. Responsabile della gestione del meccanismo e dell'erogazione degli incentivi è il Gestore dei Servizi Energetici.

➤ **Fondo Nazionale Efficienza Energetica:** favorisce gli interventi necessari per il raggiungimento degli obiettivi nazionali di efficienza energetica, promuovendo il coinvolgimento di istituti finanziari, nazionali e comunitari e investitori privati sulla base di un'adeguata condivisione dei rischi. Il Fondo è disciplinato dal Decreto Interministeriale 22 dicembre 2017 e sostiene gli interventi di efficienza energetica realizzati dalle imprese, ivi comprese le ESCO, e dalla Pubblica Amministrazione, su immobili, impianti e processi produttivi finalizzati alla riduzione dei consumi di energia nei processi industriali, alla realizzazione e all'ampliamento di reti per il teleriscaldamento, all'efficientamento di servizi ed infrastrutture pubbliche, inclusa l'illuminazione pubblica, alla riqualificazione energetica degli edifici.

➤ **Incentivi D.M. 04/07/2019 ("Decreto FER"):** ha il fine di promuovere, attraverso un sostegno economico, la diffusione di impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili di piccola, media e grande taglia. Gli impianti che possono beneficiare degli incentivi previsti dal Decreto sono quelli fotovoltaici di nuova costruzione, eolici on shore, idroelettrici e infine quelli a gas di depurazione. Gli incentivi sono riconosciuti all'energia elettrica prodotta netta immessa in rete dall'impianto, calcolata come minor valore tra la produzione netta (a sua volta pari alla produzione lorda ridotta dei consumi dei servizi ausiliari, delle perdite di linea e di



trasformazione) e l'energia elettrica effettivamente immessa in rete, misurata con il contatore di scambio, con tariffe differenti a seconda della tipologia di impianto.

- ▼ **Detrazioni fiscali:** dal 1° Gennaio 2021 è in vigore la Legge di Bilancio 2021 (n°178/2020) che proroga fino al 31 dicembre 2021 (fino al 31 dicembre 2021 nel caso di condomini) le agevolazioni fiscali riservate a chi effettua interventi di riqualificazione energetica su edifici esistenti (detrazioni da Irpef o Ires) o lavori di ristrutturazione edilizia (detrazioni da Irpef). Le detrazioni, da ripartire in dieci rate annuali di pari importo, sono riconosciute nelle seguenti misure:

ECOBONUS (interventi che aumentano il livello di efficienza energetica):

Interventi ammessi	Aliquota detrazione	Massimale
Serramenti e infissi	50%	60'000 €
Schermature solari		60'000 €
Caldaie a biomassa		30'000 €
Caldaia a condensazione classe A		30'000 €
Riqualificazione globale dell'edificio	65%	100'000 €
Caldaie a condensazione classe A + sistema termoregolazione evoluto		30'000 €
Generatori di aria calda a condensazione		30'000 €
Pompe di calore		30'000 €
Scalda-acqua a pompa di calore		30'000 €
Coibentazione involucro		100'000 €
Collettori solari		60'000 €
Generatori ibridi		30'000 €
Sistemi di building automation		15'000 €
Microcogeneratori		100'000 €
INTERVENTI SU PARTI COMUNI DEI CONDOMINI		
Coibentazione involucro (> 25% della superficie disperdente)	70%	40'000 € per unità immobiliare
Coibentazione involucro + qualità media dell'involucro	75%	40'000 € per unità immobiliare
Coibentazione involucro + riduzione di 1 classe di rischio sismico	80%	136'000 € per unità immobiliare
Coibentazione involucro + riduzione di 2 classi di rischio sismico	85%	136'000 € per unità immobiliare

RISTRUTTURAZIONE EDILIZIA:

- 50% delle spese sostenute fino al 31 dicembre 2021 (detrazione massima pari a 96'000 €)
- 36% delle spese sostenute a partire dal 1° gennaio 2022 (detrazione massima pari a 48'000 €)

Nel caso di adozione di misure antisismiche su edifici ricadenti nelle zone sismiche ad alta pericolosità (zone 1, 2 e 3), è riconosciuta una detrazione pari al 50% delle spese sostenute nel periodo compreso tra il 1° gennaio 2021 e il 31 dicembre 2021, fruibile in cinque rate annuali di pari importo, per un importo complessivo massimo pari a 96'000 € per unità immobiliare.



BONUS FACCIATE:

La detrazione d'imposta è pari al 90% delle spese sostenute nel 2021 per interventi, compresi quelli di sola pulitura o tinteggiatura esterna, finalizzati al recupero o restauro della facciata esterna degli edifici esistenti ubicati in nelle zone A e B individuate dall'articolo 2 del decreto n. 1444/1968 del Ministro dei lavori pubblici: la prima include le parti del territorio interessate da agglomerati urbani che rivestono carattere storico, artistico o di particolare pregio ambientale o da porzioni di essi, comprese le aree circostanti che possono considerarsi parte integrante, per tali caratteristiche, degli agglomerati stessi; la seconda, invece, include le altre parti del territorio edificate, anche solo in parte, considerando tali le zone in cui la superficie coperta degli edifici esistenti non è inferiore al 12.5% della superficie fondiaria della zona e nelle quali la densità territoriale è superiore a 1.5 mc/mq. Se i lavori di rifacimento della facciata, quando non sono di sola pulitura o tinteggiatura esterna, riguardano interventi che influiscono dal punto di vista termico o interessano oltre il 10% dell'intonaco della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio, è richiesto che siano soddisfatti i requisiti di cui al decreto Mise 26 giugno 2015 ("Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici") e quelli, relativi ai valori di trasmittanza termica, indicati alla tabella 1 dell'Allegato E del D.M. 26 agosto 2020 per interventi con data di inizio lavori a partire dal 6 ottobre 2020.

SUPERBONUS 110%:

Il Superbonus è un'agevolazione prevista dal Decreto Rilancio che eleva al 110% l'aliquota di detrazione delle spese sostenute dal 1° luglio 2020 al 30 giugno 2022, per specifici interventi in ambito di efficienza energetica, di interventi antisismici, di installazione di impianti fotovoltaici o delle infrastrutture per la ricarica di veicoli elettrici negli edifici. Ulteriori sei mesi di tempo (31 dicembre 2022) per le spese sostenute per lavori condominiali o realizzati sulle parti comuni di edifici composti da due a quattro unità immobiliari distintamente accatastate, posseduti da un unico proprietario o in comproprietà da più persone fisiche se, al 30 giugno 2022, è stato realizzato almeno il 60% dell'intervento complessivo.

Le nuove misure si aggiungono alle detrazioni previste per gli interventi di recupero del patrimonio edilizio, compresi quelli per la riduzione del rischio sismico (c.d. Sismabonus) e di riqualificazione energetica degli edifici (cd. Ecobonus).

Tra le novità introdotte, è prevista la possibilità, al posto della fruizione diretta della detrazione, di optare per un contributo anticipato sotto forma di sconto praticato dai fornitori dei beni o servizi o, in alternativa, per la cessione del credito corrispondente alla detrazione spettante. In questo caso si dovrà inviare una comunicazione per esercitare l'opzione. Il modello da compilare e inviare online è quello approvato con il provvedimento del 12 ottobre 2020.



6.1.1 Le azioni del settore terziario comunale

EFFICIENTAMENTO ILLUMINAZIONE INTERNA EDIFICI SCOLASTICI



RED

MC

EFE

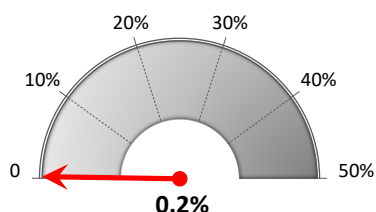
EFT

IFER

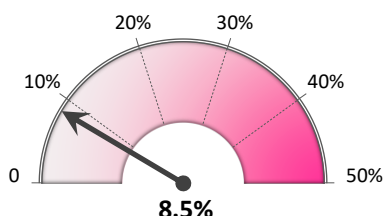
SUR

MOS

quota obiettivo PAESC raggiunta



quota emissioni del settore abbattute



caratterizzazione temporale

2020-2030

costo stimato	n.d.
risparmio energetico	1'574 MWh/a
FER prodotta	0 MWh/a
riduzione CO ₂	607 t/a
Settore/Unità di Staff responsabile	Uffici comunali

breve descrizione

Una parte importante dei consumi elettrici delle scuole è legata all'illuminazione interna. È possibile ridurre tali consumi sostituendo le lampade esistenti, tipicamente di tipologia fluorescente tubolare, con lampade LED, caratterizzate da una maggiore efficienza luminosa e da minori costi di manutenzione. Tale tipologia di intervento ricade tra quelli incentivabili attraverso il Conto Termico 2.0 rispettando determinati requisiti tecnici (cfr. capitolo 5.6.2 delle Regole Applicative del D.M. 16/02/2016).

ambito di applicazione e grado di incidenza

Gli interventi previsti (sostituzioni dell'illuminazione con apparecchi a LED governato da un sistema di sensori di controllo e di monitoraggio), non sono tutti gli edifici scolastici, ma su 65 edifici (che ospitano 70 istituti, sui 115 di competenza del Comune, per un incidenza della Sup. pari a circa il 55% del totale). Il consumo storico degli edifici interessati è di circa 2.000 MWh/a. Il risparmio di energia atteso è di circa il 50%.

La realizzazione dell'intervento sarà articolata in tre annualità durante il periodo estivo di sospensione delle lezioni. La prima si avvierà dall'estate 2021.

costi

I costi sono anticipati dal privato, trattandosi di una iniziativa di PPP, e saranno rimborsati dal Comune in canoni annuali per 22 anni. Il Concessionario si accollerà anche una importante e articolata attività di monitoraggio. Al momento siamo nella fase di aggiudicazione, a seguire l'approvazione del Progetto Definitivo, a cui seguirà la sottoscrizione del Contratto.

Il Conto termico a, fronte dei circa € 5'500'000 di investimento, comporta un contributo dello Stato di circa € 1'2000'000.

indicatori di monitoraggio

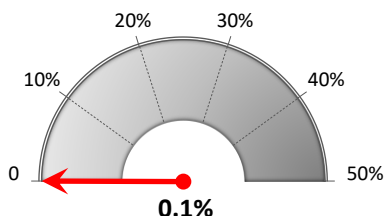
Come anticipato sopra, sarà possibile effettuare un costante monitoraggio dei dati.

EFFICIENTAMENTO ENERGETICO EDIFICI PIÙ ENERGIVORI (ENERGIA TERMICA)

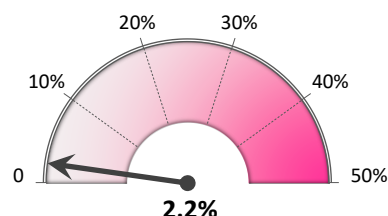


RED MC EFE EFT IFER SUR MOS

quota obiettivo PAESC raggiunta



quota emissioni del settore abbattute



caratterizzazione temporale

2020-2030

costo stimato	n.d.
risparmio energetico	4'475 MWh/a
FER prodotta	2'237 MWh/a
riduzione CO ₂	159 t/a
Settore/Unità di Staff responsabile	Uffici comunali

breve descrizione

L'evoluzione delle tecniche edilizie nell'ultimo ventennio ha portato alla possibilità di realizzare "edifici a energia quasi zero" (nZEB), vale a dire edifici il cui consumo energetico è assimilabile a zero, intervenendo su edifici esistenti. Tale standard risulta già obbligatorio in Lombardia per le nuove costruzioni e, per quanto riguarda gli edifici pubblici, l'intervento di trasformazione di edifici esistenti in edifici nZEB viene incentivato significativamente dal Conto Termico 2.0 (cfr. capitolo 5.5 delle Regole Applicative del D.M. 16/02/2016).

ambito di applicazione e grado di incidenza

Circa un quarto dei consumi termici del settore è riconducibile ai 10 edifici maggiormente energivori (cfr. paragrafo 2.3.1). L'azione è stata quindi stimata ipotizzando un dimezzamento dei consumi attuali di tali edifici e la copertura della metà dei consumi termici residui con fonti rinnovabili.

costi

I costi risultano essere totalmente a carico del Comune ma sono incentivabili per il 65% attraverso il Conto Termico 2.0. Lo strumento di incentivazione prevede costi unitari massimi ammissibili pari a 575 €/m² di superficie calpestabile.

indicatori di monitoraggio

Tale azione porta ad una diminuzione dei consumi termici degli edifici sottoposti ad intervento, pertanto è necessario prevedere un monitoraggio di tali dati.



INSTALLAZIONE IMPIANTI FOTOVOLTAICI



RED

MC

EFE

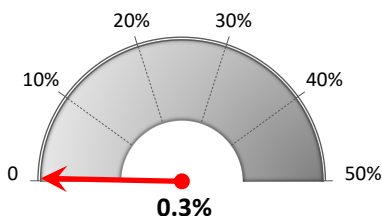
EFT

IFER

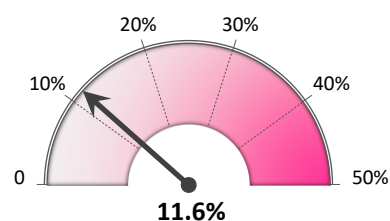
SUR

MOS

quota obiettivo PAESC raggiunta



quota emissioni del settore abbattute



caratterizzazione temporale

2020-2030

breve descrizione

Tale azione non ha effetti in termini di risparmio energetico mentre agisce sul lato della produzione di energia da FER. La produzione di energia elettrica degli impianti previsti è stata valutata considerando valori standard di producibilità in base alla radiazione solare registrata a Brescia.

ambito di applicazione e grado di incidenza

Gli impianti fotovoltaici sono ancora scarsamente presenti negli edifici pubblici. Si ipotizza l'installazione di impianti sui 10 edifici maggiormente energivori, allo scopo di coprire almeno la metà dei consumi elettrici, per un totale di 1'500 kWp installati.

costi

I costi risultano essere totalmente a carico del Comune e si è scelto di stimarli nella misura di 2'000 € per kWp installato.

indicatori di monitoraggio

È possibile controllare l'efficacia di questa azione monitorando la quantità effettiva di energia prodotta da ciascun impianto.

costo stimato	3'000'000	€
risparmio energetico	0	MWh/a
FER prodotta	2'136	MWh/a
riduzione CO ₂	824	t/a
Settore/Unità di Staff responsabile	Uffici comunali	



ACQUISTO ENERGIA VERDE



RED

MC

EFE

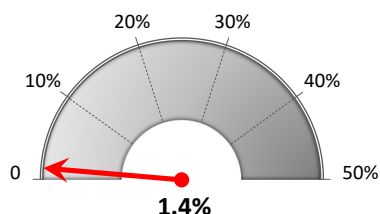
EFT

IFER

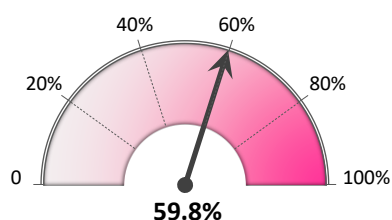
SUR

MOS

quota obiettivo PAESC raggiunta



quota emissioni del settore abbattute



caratterizzazione temporale

2020-2030

costo stimato	11'059	€/a
risparmio energetico	0	MWh/a
FER prodotta	11'059	MWh/a
riduzione CO ₂	4'264	t/a
Settore/ Unità di Staff responsabile	Uffici comunali	

breve descrizione

Secondo quanto previsto dalla convenzione Consip Energia Elettrica 16, il Fornitore, ai sensi della deliberazione ARERA ARG/elt n. 104/11 e s.m.i., tramite Garanzia d'Origine, è tenuto a certificare la produzione di Energia Verde per tutti i Punti di Prelievo per i quali sia stata attivata l'Opzione Verde per un ammontare non inferiore al consumo totale effettivo degli stessi. Secondo le Linee Guida per la stesura del PAESC gli acquisti di energia elettrica verde concorrono alla riduzione del fattore d'emissione locale dell'energia elettrica e vengono pertanto equiparati alla produzione di impianti a fonti rinnovabili.

ambito di applicazione e grado di incidenza

Si è ipotizzato l'acquisto di energia verde per coprire il 100% dei consumi residui di energia elettrica a seguito dell'applicazione delle altre misure che intervengono su questo tipo di consumi (efficientamento illuminazione interna e installazione di impianti fotovoltaici).

costi

La convenzione Consip Energia Elettrica 16 prevede costi unitari legati all'attivazione dell'Opzione Verde pari a circa 1 €/MWh.

indicatori di monitoraggio

Il Fornitore è tenuto a fornire annualmente un certificato relativo al quantitativo di energia verde erogata al Comune.

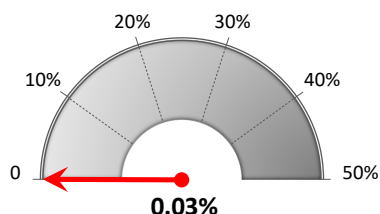


CONTRATTO GESTIONE CALORE: RIDUZIONE DEL 10% CONSUMI TERMICI

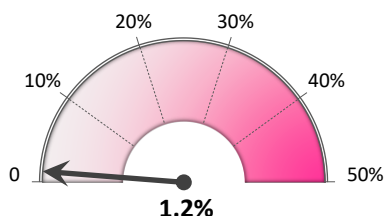


RED MC EFE EFT IFER SUR MOS

quota obiettivo PAESC raggiunta



quota emissioni del settore abbattute



caratterizzazione temporale

2011-2030

costo stimato	n.d.
risparmio energetico	3'712 MWh/a
FER prodotta	0 MWh/a
riduzione CO ₂	88 t/a
Settore/ Unità di Staff responsabile	Uffici comunali

breve descrizione

Il contratto Gestione Calore in essere con A2A prevede la possibilità di realizzare interventi al fine di ridurre i consumi termici degli edifici inclusi nel contratto. In base a tale contratto risultano essere già stati realizzati alcuni interventi negli ultimi anni, di cui non è stato al momento possibile reperire maggiori informazioni.

ambito di applicazione e grado di incidenza

È stato determinato un risparmio corrispondente al 10% dei consumi termici attuali complessivi (cfr. paragrafo 2.3.1).

costi

I costi risultano essere inclusi nel canone previsto dal contratto stesso, salvo diversi accordi presi tra le parti. Si segnala che, per alcune tipologie di interventi è possibile usufruire degli incentivi del Conto Termico 2.0.

indicatori di monitoraggio

Tale azione porta ad una diminuzione dei consumi termici degli edifici sottoposti ad intervento, pertanto è necessario prevedere un monitoraggio di tali informazioni.

6.1.2 Le azioni del settore terziario non comunale

INTERVENTI PER RIDURRE I CONSUMI ELETTRICI



RED

MC

EFE

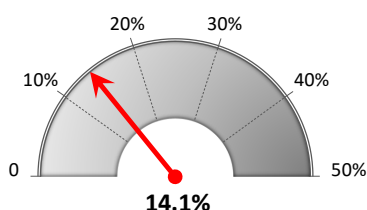
EFT

IFER

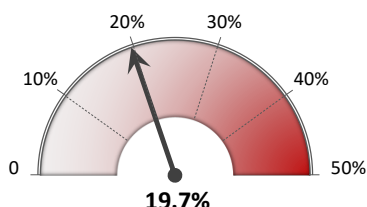
SUR

MOS

quota obiettivo PAESC raggiunta



quota emissioni del settore abbattute



caratterizzazione temporale

2020-2030

costo stimato	n.d.	
risparmio energetico	114'043	MWh/a
FER prodotta	0	MWh/a
riduzione CO ₂	43'967	t/a
Settore/ Unità di Staff responsabile	Uffici Comunali	

breve descrizione

Questa azione comprende in generale gli effetti delle attività di promozione e di coinvolgimento degli stakeholder realizzate nell'ambito del settore terziario non comunale volte ad una razionalizzazione e ad una riduzione dei consumi elettrici, mediante l'efficientamento tecnologico degli apparecchi elettrici (impianto di illuminazione, condizionamento, etc.) e l'adozione di buone norme di comportamento per la riduzione degli sprechi.

ambito di applicazione e grado di incidenza

La stima del risparmio energetico viene condotta in termini percentuali sulla base dei consumi elettrici riportati nel BEI nell'ipotesi di raggiungere una riduzione del 25%. Si evidenzia che già tra il 2010 e il 2018 tali consumi hanno avuto una contrazione confrontabile con l'obiettivo preposto per questo tipo di azione: nei monitoraggi successivi occorrerà verificare se tale calo è confermato.

costi

I costi dei privati e quelli a carico del Comune si potranno quantificare in maniera più dettagliata necessariamente affrontando le diverse casistiche edilizie.

indicatori di monitoraggio

Il monitoraggio può avvenire in generale osservando l'andamento dei consumi elettrici del settore; nel caso di coinvolgimento diretto di stakeholder, è possibile effettuare un controllo puntuale sugli interventi effettuati dalle aziende e sul trend dei relativi consumi elettrici.

INTERVENTI PER RIDURRE I CONSUMI TERMICI



RED

MC

EFE

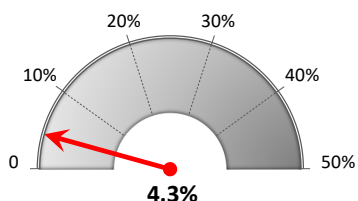
EFT

IFER

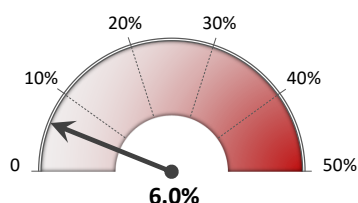
SUR

MOS

quota obiettivo PAESC raggiunta



quota emissioni del settore abbattute



caratterizzazione temporale

2020-2030

breve descrizione

Questa azione comprende gli effetti delle attività di coinvolgimento degli stakeholder realizzate nell'ambito del settore terziario non comunale volte al contenimento dei consumi termici, mediante la sostituzione di tecnologie poco efficienti (impianti termici obsoleti) e la riduzione degli sprechi (installazione di valvole termostatiche, termostati, etc.).

ambito di applicazione e grado di incidenza

La stima del risparmio energetico viene condotta in termini percentuali sulla base dei consumi elettrici riportati nel BEI nell'ipotesi di raggiungere una riduzione del 25%.

costi

I costi dei privati e quelli a carico del Comune si potranno quantificare in maniera più dettagliata necessariamente affrontando le diverse casistiche edilizie.

indicatori di monitoraggio

Il monitoraggio può avvenire in generale osservando l'andamento dei consumi termici del settore; nel caso di coinvolgimento diretto di stakeholder, è possibile effettuare un controllo puntuale sugli interventi effettuati dalle aziende e sul trend dei relativi consumi termici.

costo stimato	n.d.	
risparmio energetico	137'097	MWh/a
FER prodotta	0	MWh/a
riduzione CO ₂	13'469	t/a
Settore/ Unità di Staff responsabile	Uffici comunali	



INSTALLAZIONE DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI



RED

MC

EFE

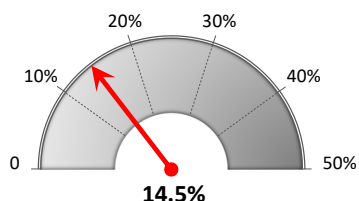
EFT

IFER

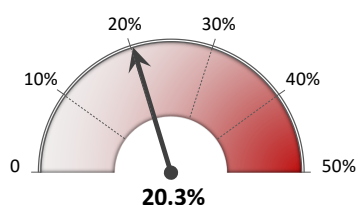
SUR

MOS

quota obiettivo PAESC raggiunta



quota emissioni del settore abbattute



caratterizzazione temporale

2011-2030

costo stimato	n.d.	M€
risparmio energetico	0	MWh/a
FER prodotta	117'372	MWh/a
riduzione CO ₂	45'250	t/a
Settore/ Unità di Staff responsabile	Uffici comunali	

breve descrizione

Questa azione comprende in generale gli effetti delle attività di promozione e di coinvolgimento degli stakeholder realizzate nell'ambito del settore terziario non comunale volte ad una maggiore diffusione degli impianti fotovoltaici. La produzione di energia elettrica degli impianti previsti è stata valutata considerando valori standard di producibilità in base alla radiazione solare registrata a Brescia.

ambito di applicazione e grado di incidenza

Dall'analisi degli impianti attualmente presenti presso il comune di Brescia risultano presenti ancora poche installazioni in questo ambito, per un totale di circa 3'000 kWp installati. Complessivamente, in base alle superfici disponibili si ipotizza che sia possibile installare impianti fotovoltaici fino a coprire il 25% dei consumi elettrici del BEI.

costi

Sia il costi dei privati che quelli a carico del Comune si potranno quantificare in maniera più dettagliata necessariamente affrontando le diverse casistiche edilizie. per questo tipo di azione risultano di difficile stima., considerando anche il fatto che il costo degli impianti fotovoltaici può variare molto in base alla dimensione dello stesso.

indicatori di monitoraggio

Il monitoraggio può avvenire in generale osservando l'andamento dei consumi elettrici del settore e monitorando i dati diffusi dal GSE attraverso il geoportale Atlaimpianti, relativi agli impianti incentivati; nel caso di coinvolgimento diretto di stakeholder, è possibile effettuare un controllo puntuale sugli interventi effettuati dalle aziende e sulla produzione degli impianti installati.

SVILUPPI FUTURI – MAGGIORE EFFICIENZA NELLE NUOVE AREE DI ESPANSIONE



RED

MC

EFE

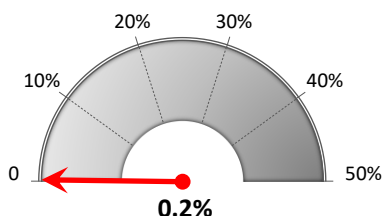
EFT

IFER

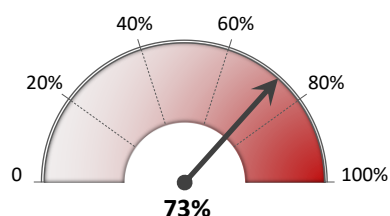
SUR

MOS

quota obiettivo PAESC raggiunta



quota emissioni del settore abbattute



caratterizzazione temporale

2020-2030

costo stimato	n.d.	
risparmio energetico	1'766	MWh/a
FER prodotta	1'149	MWh/a
riduzione CO ₂	537	t/a
Settore/ Unità di Staff responsabile	Uffici comunali	

breve descrizione

Questa azione comprende gli effetti derivanti dall'applicazione di una serie di requisiti minimi sulle nuove costruzioni realizzate negli ambiti di espansione previsti dal PGT, applicati alle stime effettuate al paragrafo 4.1.1. Difatti, tali incrementi emissivi sono stati stimati ipotizzando nuove costruzioni caratterizzate dal livello di efficienza energetica medio all'anno BEI. Tuttavia, grazie al progresso tecnologico e all'introduzione di una serie di prescrizioni in ambito nazionale (D.lgs. 28/2011, D.M. "Requisiti minimi" del 2015) e regionale (D.D.U.O. n°2456/2017 e s.m.i.) si ritiene ragionevole che le nuove edificazioni raggiungano livelli di efficienza energetica nettamente superiori.

ambito di applicazione e grado di incidenza

Sono stati stimati gli effetti derivanti dalla realizzazione di edifici classificati in classe A1 o superiore e caratterizzati da una quota di consumi termici coperti da FER mediamente pari al 35% e l'installazione di impianti fotovoltaici per una potenza pari a 1.5 kWp ogni 100 metri quadrati di superficie calpestabile realizzati. Si precisa che la quota di emissioni del settore abbattute è calcolata rispetto al totale delle emissioni previste per le nuove espansioni.

costi

Sia i costi dei privati che quelli a carico del Comune si potranno quantificare in maniera più dettagliata necessariamente affrontando le diverse casistiche edilizie. per questo tipo di azione risultano di difficile stima.

indicatori di monitoraggio

Il monitoraggio può avvenire attraverso un'attenta analisi della documentazione progettuale relativa alle nuove edificazioni e, eventualmente, attraverso il coinvolgimento diretto dei proprietari.

6.1.3 Le azioni del settore residenziale

SOSTITUZIONE LAMPADE A INCANDESCENZA



RED

MC

EFE

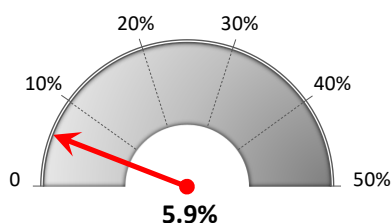
EFT

IFER

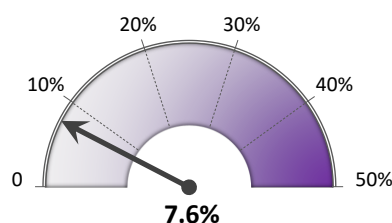
SUR

MOS

quota obiettivo PAESC raggiunta



quota emissioni del settore abbattute



caratterizzazione temporale

2010-2020

costo stimato	7'120'000	€
risparmio energetico	47'429	MWh/a
FER prodotta	0	MWh/a
riduzione CO ₂	18'285	t/a
Settore/ Unità di Staff responsabile	Uffici comunali	

breve descrizione

La sostituzione di lampade a incandescenza con lampade fluorescenti o con lampade LED (che consumano mediamente il 75% in meno e sono caratterizzate da una maggiore durata) permette di ottenere un risparmio energetico non indifferente, data l'enorme diffusione di tale tecnologia. Con questa azione si vuole tenere conto della sostituzione 'naturale' che è avvenuta grazie al progressivo ritiro dal mercato delle tipologie di lampade meno efficienti.

ambito di applicazione e grado di incidenza

Dal 2013 non è più possibile la vendita di lampade a incandescenza e, più in generale, le lampadine LED sono sempre più utilizzate in ambito domestico anche in sostituzione di lampadine fluorescenti; di fatto, si ritiene che già attualmente non siano quasi più presenti lampadine a incandescenza nelle abitazioni. La stima è stata condotta considerando 8 lampade per abitazione e la sostituzione di circa la metà di esse, con una potenza media delle lampade fluorescenti sostituite pari a 15 W.

costi

Si considera un prezzo medio per lampada pari a 9 € a carico dei privati.

indicatori di monitoraggio

L'azione può essere monitorata attraverso questionari e controllando l'andamento dei consumi elettrici del settore.

SOSTITUZIONE SCALDA ACQUA ELETTRICI CON POMPE DI CALORE



RED

MC

EFE

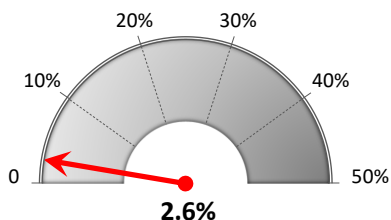
EFT

IFER

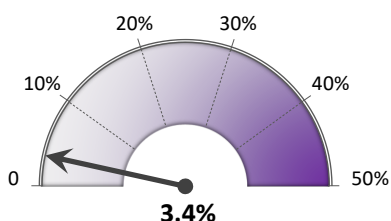
SUR

MOS

quota obiettivo PAESC raggiunta



quota emissioni del settore abbattute



caratterizzazione temporale

2020-2030

costo stimato	7'000'000	€
risparmio energetico	18'900	MWh/a
FER prodotta	2'556	MWh/a
riduzione CO ₂	8'272	t/a
Settore/ Unità di Staff responsabile	Uffici comunali	

breve descrizione

La sostituzione di scaldacqua elettrici con scaldacqua a pompa di calore è un intervento sempre più diffuso che permette di ridurre l'impatto ambientale legato alla produzione di acqua calda sanitaria agendo sia sul fronte dell'efficienza energetica (il rendimento di una pompa di calore è pari anche a 3 volte quello di un boiler tradizionale), sia sull'utilizzo di fonti rinnovabili (viene infatti sfruttata l'energia termica presente nell'aria esterna, considerata una fonte rinnovabile). Numerose sono le soluzioni disponibili in base alle caratteristiche dell'impianto esistente e alle necessità dell'utenza: per la stima del risparmio energetico sono state considerate sostituzioni con pompe di calore aria-acqua.

ambito di applicazione e grado di incidenza

Secondo quanto ricavato dai dati ISTAT, al 2011 risultano presenti oltre 20'000 abitazioni dove l'impianto di produzione di acqua calda sanitaria è separato dall'impianto di riscaldamento (cfr. paragrafo 1.2.2). L'efficacia dell'azione è stata stimata ipotizzando la sostituzione di 10'000 boiler elettrici con pompe di calore alimentate ad energia elettrica caratterizzate da un COP pari a 2.5.

costi

È stato ipotizzato un prezzo medio per scaldacqua pari a 700€ a cui si aggiungono le spese per le attività di promozione del Comune.

indicatori di monitoraggio

Il monitoraggio diretto può avvenire tramite la distribuzione di questionari. Indirettamente potrebbe essere possibile rilevare una diminuzione dei consumi elettrici del settore.

SOSTITUZIONE FRIGOCONGELATORI



RED

MC

EFE

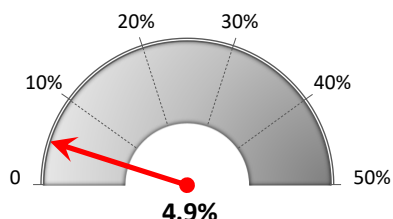
EFT

IFER

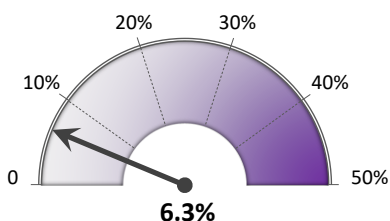
SUR

MOS

quota obiettivo PAESC raggiunta



quota emissioni del settore abbattute



caratterizzazione temporale

2011-2030

costo stimato	48.2	M€
risparmio energetico	39'364	MWh/a
FER prodotta	0	MWh/a
riduzione CO ₂	15'176	t/a
Settore/ Unità di Staff responsabile	Uffici comunali	

breve descrizione

All'anno di riferimento del BEI la maggioranza dei frigocongelatori presenti nelle abitazioni risulta essere di classe B o inferiore: è dunque possibile ottenere un risparmio energetico sostituendo gli apparecchi più vetusti con frigocongelatori di classe di efficienza superiore (A+ o A++). Con questa azione si vuole tenere conto anche della sostituzione 'naturale' che è avvenuta fino all'attualità senza alcuna attività di promozione diretta da parte del Comune. Per il calcolo del risparmio energetico si fa riferimento alle indicazioni riportati nell'etichetta energetica dei frigocongelatori (Regolamento UE/1060/2010).

ambito di applicazione e grado di incidenza

Dal 2010 è possibile comprare solo frigocongelatori di classe non inferiore alla A; inoltre la vita media di un frigocongelatore è pari a 15 anni: dunque si suppone che entro il 2030 tutti i frigocongelatori esistenti al 2010 possano essere sostituiti. L'attività di sensibilizzazione del Comune può essere mirata ad indirizzare i nuovi acquisti verso i modelli più efficienti disponibili in commercio.

costi

Si considera un prezzo medio per frigocongelatore pari a 300 €. Non si ritiene necessaria alcuna attività di promozione da parte del Comune in quanto questo tipo di azione risulta già sufficientemente avviata grazie all'andamento del mercato.

indicatori di monitoraggio

Il monitoraggio diretto può avvenire tramite la distribuzione di questionari. Indirettamente potrebbe essere possibile rilevare una diminuzione dei consumi elettrici del settore.



INSTALLAZIONE DISPOSITIVI DI SPEGNIMENTO AUTOMATICO



RED

MC

EFE

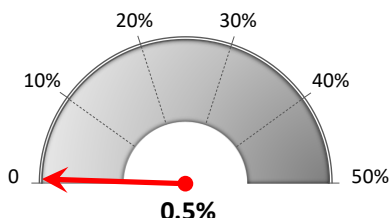
EFT

IFER

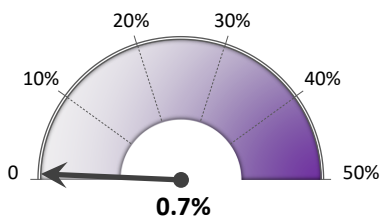
SUR

MOS

quota obiettivo PAESC raggiunta



quota emissioni del settore abbattute



caratterizzazione temporale

2020-2030

costo stimato	5.92	M€
risparmio energetico	4'226	MWh/a
FER prodotta	0	MWh/a
riduzione CO ₂	1'629	t/a
Settore/ Unità di Staff responsabile	Uffici comunali	

breve descrizione

È possibile conseguire un risparmio energetico mediante l'installazione di dispositivi di spegnimento automatico di apparecchiature in modalità stand-by. In particolare è consigliata l'installazione di tali dispositivi su televisori, decoder, impianti hi-fi e computer. Per il calcolo del risparmio energetico si fa riferimento alla Scheda Tecnica n°25a predisposta dal GSE per il riconoscimento dei Certificati Bianchi.

ambito di applicazione e grado di incidenza

Si considera l'applicazione di tali dispositivi ad almeno il 40% degli apparecchi presenti nelle abitazioni, supponendo un numero medio di apparecchi per abitazione pari a 3.

costi

Si stima un prezzo medio per dispositivo pari a 50 €. Nel caso di semplice azione di promozione da parte del Comune, al costo dell'intervento va aggiunto il costo dell'attività di promozione stessa (volantinaggio, organizzazioni incontri ...); in alternativa, vista la relativa economicità della tecnologia, l'AC potrebbe prendere in considerazione la possibilità di organizzare gruppi di acquisto e favorire così un maggiore grado di penetrazione dell'azione. A tali costi vanno aggiunti quelli delle spese per le attività di promozione.

indicatori di monitoraggio

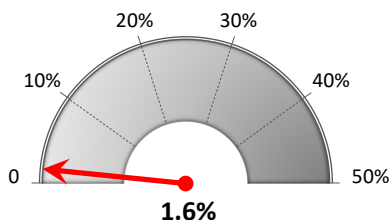
Nel caso di vendita diretta l'AC può tenere direttamente conto del numero di dispositivi venduti; si consiglia poi la distribuzione di questionari e il monitoraggio dell'andamento dei consumi elettrici del settore residenziale.

INSTALLAZIONE DI VALVOLE TERMOSTATICHE

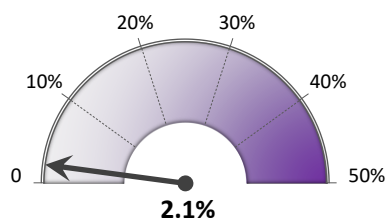


RED MC **EFE** EFT IFER SUR MOS

quota obiettivo PAESC raggiunta



quota emissioni del settore abbattute



caratterizzazione temporale

2011-2030

costo stimato	7.43	M€
risparmio energetico	51'732	MWh/a
FER prodotta	0	MWh/a
riduzione CO ₂	5'082	t/a
Settore/ Unità di Staff responsabile	Uffici comunali	

breve descrizione

L'installazione di valvole termostatiche sui radiatori consente di regolare in ogni stanza la temperatura ideale, risparmiando almeno il 5% delle spese di riscaldamento. Il risparmio energetico è stato quindi valutato in tali termini, sulla base del consumo medio annuo degli impianti termici considerati, valutato a partire dalla potenza degli stessi, sulla base di un numero di ore di funzionamento standard (DPR 412/93).

ambito di applicazione e grado di incidenza

Tutti gli impianti termici a servizio di più unità immobiliari, anche se alimentati da reti di teleriscaldamento, devono essere dotati di sistemi di termoregolazione e contabilizzazione del calore. Tale obbligo è altresì previsto in caso di sostituzione dei generatori di calore. In Regione Lombardia, le disposizioni normative approvate dalla Giunta Regionale (delibera n°3965 del 31/07/2015, la L.R. n°20 del 8/07/2015 e la L.R. n°8 del 27/03/2017) hanno fissato il termine ultimo per l'installazione di tali sistemi su tutti gli impianti a giugno 2017, pertanto la stima è stata condotta considerando che tutti gli impianti centralizzati siano stati dotati di tali dispositivi entro il 2020; inoltre, si prevede che tra il 2020 e il 2030 vengano dotati di tali dispositivi anche tutti gli impianti autonomi non oggetto delle misure previste nelle schede successive.

costi

È stato ipotizzato un prezzo medio pari a 250 € nel caso di impianti autonomi e pari a 1'000 € nel caso di impianti centralizzati. L'attività di promozione da parte del Comune deve essere rivolta ai proprietari di impianti autonomi non oggetto di altro tipo di intervento, in quanto negli altri casi l'attuazione dell'azione è garantita dagli obblighi normativi.

indicatori di monitoraggio

Il monitoraggio diretto dell'azione può avvenire tramite la distribuzione di questionari, eventualmente individuando i condomini in cui sono presenti impianti centralizzati. Indirettamente potrebbe essere possibile rilevare una diminuzione dei consumi termici del settore.



SOSTITUZIONE DI CALDAIE A SERVIZIO DI IMPIANTI AUTONOMI



RED

MC

EFE

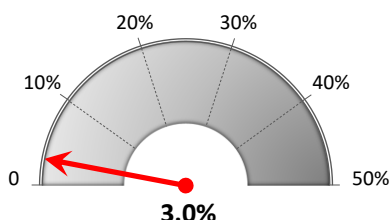
EFT

IFER

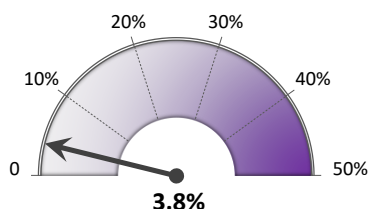
SUR

MOS

quota obiettivo PAESC raggiunta



quota emissioni del settore abbattute



caratterizzazione temporale

2011-2030

costo stimato	99.5	M€
risparmio energetico	94'321	MWh/a
FER prodotta	0	MWh/a
riduzione CO ₂	9'267	t/a
Settore/ Unità di Staff responsabile	Uffici comunali	

breve descrizione

È un intervento diffuso su tutto il territorio comunale e agisce sulla sostituzione di caldaie a basso rendimento con caldaie ad alto rendimento o modelli a condensazione. Il risparmio energetico è stato valutato in termini percentuali sulla base del consumo medio annuo degli impianti termici considerati, valutato a partire dalla potenza degli stessi e dal numero di ore di funzionamento standard (DPR 412/93).

ambito di applicazione e grado di incidenza

L'efficacia dell'azione è stata valutata considerando sia le sostituzioni avvenute tra il 2010 e l'attualità, sulla base dei dati desunti dal CURIT relativi agli impianti sotto ai 35 kW, sia le sostituzioni previste fino al 2030, tenendo conto delle agevolazioni fiscali legate all'Ecobonus. Si stima che entro il 2030 una quota pari a circa il 60% degli impianti autonomi presenti al 2010 venga sostituito con generatori più efficienti considerando che la vita media di una caldaia è pari a circa 15-20 anni.

costi

È stato assunto un prezzo medio per caldaia pari a circa 3'500 €, a cui vanno aggiunte le spese per le attività di promozione realizzate dal Comune.

indicatori di monitoraggio

In questo caso il monitoraggio può avvenire sia verificando una flessione dei consumi termici del settore residenziale, sia attraverso il database CURIT, che permette di quantificare i nuovi impianti installati.



SOSTITUZIONE CALDAIE A SERVIZIO DI IMPIANTI CENTRALIZZATI



RED

MC

EFE

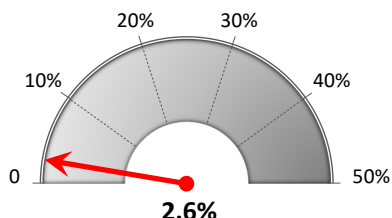
EFT

IFER

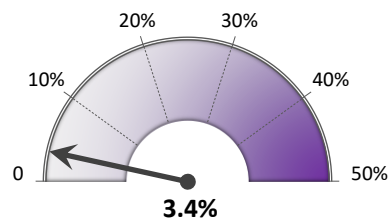
SUR

MOS

quota obiettivo PAESC raggiunta



quota emissioni del settore abbattute



caratterizzazione temporale

2011-2030

breve descrizione

Tale azione considera gli effetti derivanti dalle sostituzioni di impianti centralizzati, caratterizzati da una scarsa efficienza, visto il maggiore grado di obsolescenza, con caldaie ad alto rendimento o modelli a condensazione. Il risparmio energetico è stato valutato in termini percentuali sulla base del consumo medio annuo degli impianti termici considerati, valutato a partire dalla potenza degli stessi e dal numero di ore di funzionamento standard (DPR 412/93).

ambito di applicazione e grado di incidenza

L'efficacia dell'azione è stata valutata considerando sia le sostituzioni avvenute tra il 2010 e l'attualità, sulla base dei dati desunti dal CURIT relativi agli impianti sopra ai 35 kW (circa 300 impianti), sia le sostituzioni previste fino al 2030 (la restante parte degli impianti non allacciati alla rete di teleriscaldamento).

costi

È stato assunto un prezzo medio per impianto centralizzato pari a 26'000 €, a cui è stata aggiunta una spesa minima di 1'000 € per attività di promozione da parte del Comune.

indicatori di monitoraggio

Il monitoraggio può avvenire attraverso il coinvolgimento diretto dei proprietari, verificando una flessione dei consumi termici del settore residenziale o attraverso il database CURIT, che permette di quantificare i nuovi impianti installati.

costo stimato	19.62	M€
risparmio energetico	29'729	MWh/a
FER prodotta	0	MWh/a
riduzione CO ₂	8'261	t/a
Settore/ Unità di Staff responsabile	Uffici comunali	



INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA SULL'INVOLUCRO 2011-2018



RED

MC

EFE

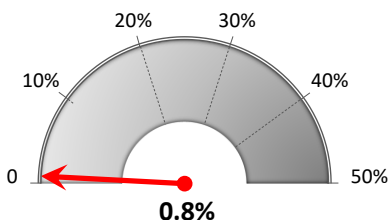
EFT

IFER

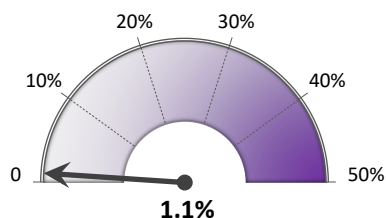
SUR

MOS

quota obiettivo PAESC raggiunta



quota emissioni del settore abbattute



caratterizzazione temporale

2011-2018

breve descrizione

Tale azione tiene conto dei risparmi energetici conseguiti grazie ad interventi di riqualificazione energetica avvenuti dopo l'anno BEI e individuabili attraverso i dati del CEER (cfr. paragrafo 1.3.2), selezionando le certificazioni energetiche riportanti come motivazione "Ristrutturazione importante" o "Riqualificazione energetica", confrontando l'indice di energia primaria per riscaldamento o globale di tali edifici con quello di edifici certificati per altre motivazioni (esclusi i nuovi edifici).

ambito di applicazione e grado di incidenza

Complessivamente, per quanto riguarda gli edifici certificati con CENED 1.2 (fino al 2015, circa) sono stati riqualificati/ristrutturati 247'000 mq di superficie utile riscaldata, con un risparmio medio del 50%. Dal 2015 ad oggi sono invece stati riqualificati/ristrutturati 85'000 mq di superficie utile riscaldata, con un risparmio medio del 40%. Il consumo termico medio del settore residenziale desunto dal BEI è pari a 164 kWh/mq."

costi

I costi di tali interventi (già sostenuti) non sono stimabili.

indicatori di monitoraggio

L'azione risulta già monitorata attraverso l'analisi dei dati del CEER.

costo stimato	n.d..	
risparmio energetico	25'862	MWh/a
FER prodotta	0	MWh/a
riduzione CO ₂	2'541	t/a
Settore/ Unità di Staff responsabile	Uffici comunali	



RIQUALIFICAZIONE INVOLUCRO – INTERVENTO SU FINESTRE



RED

MC

EFE

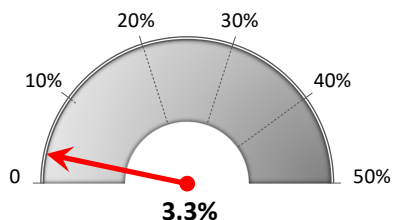
EFT

IFER

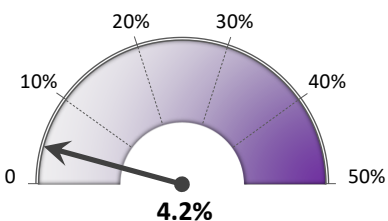
SUR

MOS

quota obiettivo PAESC raggiunta



quota emissioni del settore abbattute



caratterizzazione temporale

2020-2030

costo stimato	179	M€
risparmio energetico	103'765	MWh/a
FER prodotta	0	MWh/a
riduzione CO ₂	10'194	t/a
Settore/ Unità di Staff responsabile	Uffici comunali	

breve descrizione

Questa azione tiene conto dei risparmi energetici derivanti dalla sostituzione di serramenti a vetro singolo con serramenti dotati di vetri doppi o tripli e telaio isolato. Come tutti gli interventi di riqualificazione dell'involucro, agisce sui consumi termici degli edifici. È stata utilizzata la procedura di calcolo definita nella Scheda Tecnica n°5T predisposta dal GSE per il riconoscimento dei Certificati Bianchi.

ambito di applicazione e grado di incidenza

Si considera che il 75% degli edifici costruiti prima del 1992 sia ancora dotato di serramenti a vetro singolo. Si ipotizza che anche grazie all'azione di sensibilizzazione del Comune si riesca a sostituire almeno il 50% dei serramenti a vetro singolo presenti al 2010. La superficie totale sostituibile è stimata attraverso i dati di superficie media per abitazione, considerando un rapporto aero-illuminante pari a 1/8.

costi

Si ipotizza un costo al mq di infisso sostituito pari a 300 €, interamente a carico dei privati, a cui aggiungere eventuali costi per attività di promozione da parte dell'AC. Si evidenzia che tale tipologia di intervento rientra tra quelle incentivate attraverso le detrazioni fiscali previste da Ecobonus e Bonus Casa.

Indicatori di monitoraggio

Il metodo più semplice per il monitoraggio di tale azione è effettuare un controllo sull'effettiva diminuzione dei consumi termici del settore residenziale. È tuttavia possibile monitorare gli interventi effettuati attraverso l'analisi delle pratiche edilizie presentate.

RIQUALIFICAZIONE INVOLUCRO – INTERVENTO SU PARETI



RED

MC

EFE

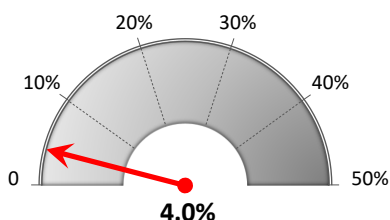
EFT

IFER

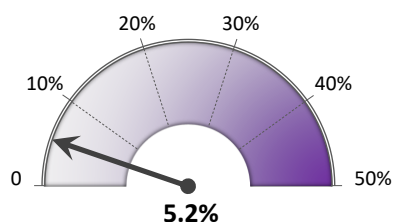
SUR

MOS

quota obiettivo PAESC raggiunta



quota emissioni del settore abbattute



caratterizzazione temporale

2020-2030

costo stimato	146.6	M€
risparmio energetico	128'043	MWh/a
FER prodotta	0	MWh/a
riduzione CO ₂	12'580	t/a
Settore/ Unità di Staff responsabile	Uffici comunali	

breve descrizione

La realizzazione di un cappotto esterno in un edificio permette di ottenere un risparmio nei consumi legati al soddisfacimento del fabbisogno termico dell'edificio stesso. Questo intervento risulta avere impatti differenti in termini di risparmio energetico a seconda della trasmittanza termica delle pareti, prima che venga realizzato il cappotto. Per maggiori dettagli consultare la Scheda Tecnica n°6T predisposta dal GSE per il riconoscimento dei Certificati Bianchi.

ambito di applicazione e grado di incidenza

Si considera che entro il 2030 si possa riqualificare il 50% della superficie delle pareti di edifici a 1-2 piani e il 25% della superficie delle pareti di edifici con numero di piani maggiore, considerando i dati relativi al 2010 discussi al paragrafo 1.2.2: tramite i dati ISTAT è stata stimata la superficie di facciata degli edifici e la prestazione energetica media di tale parte dell'involucro.

costi

Si considera un costo al mq di cappotto realizzato pari a 75€ a carico dei privati, a cui aggiungere eventuali costi per attività di promozione da parte dell'AC. Si evidenzia che tale tipologia di intervento rientra tra quelle incentivate attraverso le detrazioni fiscali previste da Ecobonus, Superbonus e Bonus Casa.

indicatori di monitoraggio

Il monitoraggio di tale azione può avvenire direttamente tenendo conto degli interventi realizzati dai privati o indirettamente valutando l'effettiva diminuzione dei consumi termici del settore residenziale.

RIQUALIFICAZIONE INVOLUCRO – INTERVENTO SU COPERTURA



RED

MC

EFE

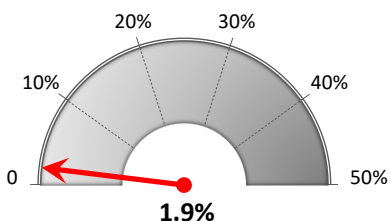
EFT

IFER

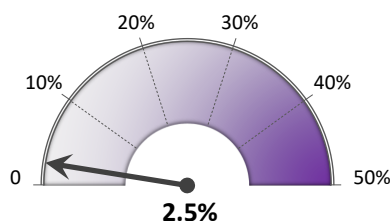
SUR

MOS

quota obiettivo PAESC raggiunta



quota emissioni del settore abbattute



caratterizzazione temporale

2020-2030

costo stimato	50.5	M€
risparmio energetico	61'450	MWh/a
FER prodotta	0	MWh/a
riduzione CO ₂	6'037	t/a
Settore/ Unità di Staff responsabile	Uffici comunali	

breve descrizione

In questa azione si tiene conto della riduzione di consumi termici che è possibile ottenere aumentando la resistenza termica delle coperture, anche attraverso interventi radicali come il rifacimento completo della copertura stessa o comunque interventi che prevedano l'aggiunta di uno strato isolante. Il risparmio energetico risulta essere variabile a seconda del tipo di copertura che viene sostituita/riqualificata. Per maggiori dettagli consultare la Scheda Tecnica n°6T predisposta dal GSE per il riconoscimento dei Certificati Bianchi.

ambito di applicazione e grado di incidenza

Si considera che entro il 2030 si possa riqualificare il 50% della superficie di copertura di edifici a 1-2 piani e il 25% della superficie di copertura di edifici con numero di piani maggiore, considerando i dati relativi al 2010 discussi al paragrafo 1.2.2: tramite i dati ISTAT è stata stimata la superficie di copertura degli edifici e la prestazione energetica media di tale parte dell'involucro.

costi

Si considera un costo al mq di copertura riqualificata/sostituita a carico dei privati pari a 40 €, a cui aggiungere eventuali costi per attività di promozione da parte dell'AC. Si evidenzia che tale tipologia di intervento rientra tra quelle incentivate attraverso le detrazioni fiscali previste da Ecobonus, Superbonus e Bonus Casa.

indicatori di monitoraggio

Il monitoraggio di tale azione può avvenire direttamente tenendo conto degli interventi realizzati dai privati o indirettamente valutando l'effettiva diminuzione dei consumi termici del settore residenziale.

INSTALLAZIONE DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI



RED

MC

EFE

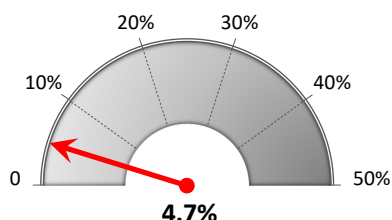
EFT

IFER

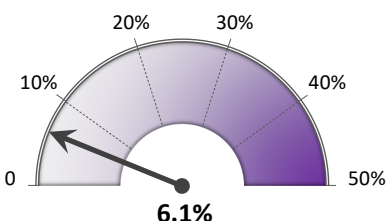
SUR

MOS

quota obiettivo PAESC raggiunta



quota emissioni del settore abbattute



caratterizzazione temporale

2011-2030

costo stimato	38.2	M€
risparmio energetico	0	MWh/a
FER prodotta	38'341	MWh/a
riduzione CO ₂	14'782	t/a
Settore/ Unità di Staff responsabile	Uffici comunali	

breve descrizione

L'installazione di impianti fotovoltaici porta ad avere un risparmio emissivo dato dalla produzione locale di energia elettrica. Si considera l'installazione di impianti da 3 kW sugli edifici monobifamigliari (1-2 piani) e da 4.5 kW sui condomini (numero di piani maggiore di 2), avendo questi ultimi consumi elettrici maggiori. La produzione di energia elettrica degli impianti previsti è stata valutata considerando valori standard di producibilità in base alla radiazione solare registrata a Brescia.

ambito di applicazione e grado di incidenza

Per quanto riguarda le installazioni già avvenute sono stati considerati in modo puntuale i dati di Atlaimpianti (GSE) relativi agli impianti con potenza inferiore a 20 kWp, a meno degli impianti installati su edifici comunali. Per quanto riguarda le nuove installazioni, si è ritenuto ragionevole considerare che la metà degli edifici a 1-2 piani e un quarto degli edifici con numero di piani maggiore di 2 si doti entro il 2030 di un impianto fotovoltaico.

costi

Si considera un prezzo medio pari a 1'000 €/kW installato, a cui aggiungere eventuali costi per attività di promozione da parte dell'AC. Si evidenzia che tale tipologia di intervento rientra tra quelle incentivate attraverso le detrazioni fiscali previste dai Bonus Casa. Inoltre sono disponibili servizi di valorizzazione dell'energia prodotta quali ad esempio lo Scambio Sul Posto e il Ritiro dedicato.

indicatori di monitoraggio

Il monitoraggio è effettuabile tenendo sotto controllo il numero e la potenza degli impianti installati nel territorio comunale attraverso il database Atlaimpianti e verificando l'effettiva diminuzione dei consumi elettrici.

INSTALLAZIONE DI PANNELLI SOLARI TERMICI



RED

MC

EFE

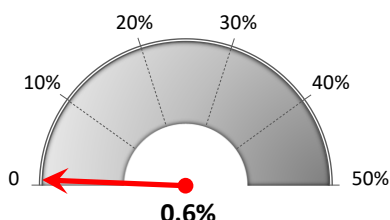
EFT

IFER

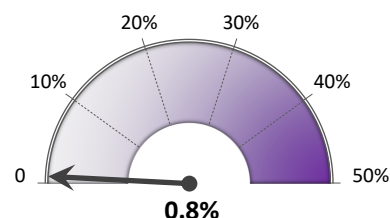
SUR

MOS

quota obiettivo PAESC raggiunta



quota emissioni del settore abbattute



caratterizzazione temporale

2011-2030

costo stimato	24.1	M€
risparmio energetico	0	MWh/a
FER prodotta	20'072	MWh/a
riduzione CO ₂	1'972	t/a
Settore/ Unità di Staff responsabile	Uffici comunali	

breve descrizione

Prevede l'installazione di pannelli solari termici, utilizzati per soddisfare il fabbisogno di acqua calda sanitaria e/o di riscaldamento, a integrazione dei sistemi di generazione esistenti: il risparmio energetico è quindi dato dai mancati consumi di tali impianti. Si considera una dimensione media dell'impianto pari a 4.6 mq. Per la procedura di calcolo si fa riferimento alla Scheda Tecnica n°8T predisposta dal GSE per il riconoscimento dei Certificati Bianchi.

ambito di applicazione e grado di incidenza

Per quanto riguarda le installazioni già avvenute sono stati confrontati i consumi di energia proveniente da solare termico riportati nel BEI e nel MEI. Le nuove installazioni sono invece stimate considerando l'installazione di impianti caratterizzati da una superficie pari a 5 metri quadrati per edificio sul 60% degli edifici aventi un numero di piani pari o inferiore a 2.

costi

È stato ipotizzato un costo al mq a carico dei privati pari a 1'000, a cui aggiungere eventuali costi per attività di promozione da parte dell'AC.

indicatori di monitoraggio

Gli effetti di tale azione sono misurabili direttamente analizzando l'andamento dei consumi di energia proveniente da solare termico riportati negli inventari dei consumi per settore e vettore, la cui periodica redazione è prevista dalle Linee Guida per il monitoraggio del PAESC.

SVILUPPI FUTURI – MAGGIORE EFFICIENZA NELLE NUOVE AREE DI ESPANSIONE



RED

MC

EFE

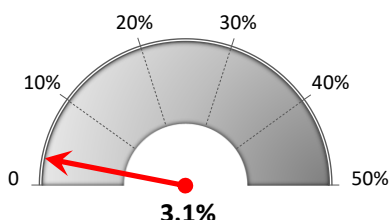
EFT

IFER

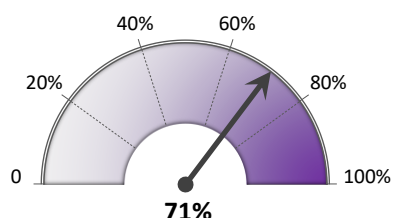
SUR

MOS

quota obiettivo PAESC raggiunta



quota emissioni del settore abbattute



caratterizzazione temporale

2020-2030

costo stimato	n.d.	
risparmio energetico	49'958	MWh/a
FER prodotta	13'200	MWh/a
riduzione CO ₂	9'551	t/a
Settore/ Unità di Staff responsabile	Uffici comunali	

breve descrizione

Questa azione comprende gli effetti derivanti dall'applicazione di una serie di requisiti minimi sulle nuove costruzioni realizzate negli ambiti di espansione previsti dal PGT, applicati alle stime effettuate al paragrafo 4.1.1. Difatti, tali incrementi emissivi sono stati stimati ipotizzando nuove costruzioni caratterizzate dal livello di efficienza energetica medio all'anno BEI. Tuttavia, grazie al progresso tecnologico e all'introduzione di una serie di prescrizioni in ambito nazionale (D.lgs. 28/2011, D.M. "Requisiti minimi" del 2015) e regionale (D.D.U.O. n°2456/2017 e s.m.i.) si ritiene ragionevole che le nuove edificazioni raggiungano livelli di efficienza energetica nettamente superiori.

ambito di applicazione e grado di incidenza

Sono stati stimati gli effetti derivanti dalla realizzazione di edifici classificati in classe A1 o superiore e caratterizzati da una quota di consumi termici coperti da FER mediamente pari al 35% e l'installazione di impianti fotovoltaici per una potenza pari a 1.5 kWp ogni 100 metri quadrati di superficie calpestabile realizzati. Si prevede inoltre che i consumi elettrici dei nuovi edifici siano inferiori del 15% rispetto al consumo medio stimato in base ai dati del BEI. Si precisa che la quota di emissioni del settore abbattute è calcolata rispetto al totale delle emissioni previste per le nuove espansioni.

costi

Sia i costi dei privati che quelli a carico del Comune per questo tipo di azione risultano di difficile stima.

indicatori di monitoraggio

Il monitoraggio può avvenire attraverso un'attenta analisi della documentazione progettuale relativa alle nuove edificazioni e, eventualmente, attraverso il coinvolgimento diretto dei proprietari.

6.1.4 Le azioni del settore illuminazione pubblica

SOSTITUZIONE DI CORPI LAMPADE CON LAMPADE A LED



RED

MC

EFE

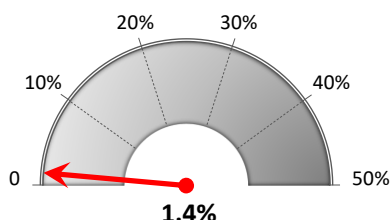
EFT

IFER

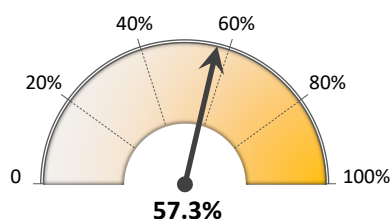
SUR

MOS

quota obiettivo PAESC raggiunta



quota emissioni del settore abbattute



caratterizzazione temporale

2014-2020

breve descrizione

Le lampade a vapori di mercurio e a vapori di sodio sono caratterizzate da alti consumi a fronte di una scarsa efficienza in termini di intensità luminosa. La loro sostituzione con LED non solo permette di risparmiare dal 40% al 50% circa dell'energia utilizzata ma garantisce anche un servizio migliore in termini di visibilità, aumentando ad esempio la sicurezza stradale.

ambito di applicazione e grado di incidenza

Tra il 2010 e il 2018 l'AC ha provveduto alla sostituzione della totalità delle lampade con lampade LED, ottenendo una riduzione dei consumi stimabile confrontando il consumo attuale con quello considerato nel BEI. Per maggiori dettagli si rimanda al paragrafo 2.3.2.

costi

I costi già sostenuti dall'AC ammontano complessivamente a 10,5 milioni di euro.

indicatori di monitoraggio

Tali interventi portano ad una diminuzione dei consumi elettrici dei punti luce, pertanto è necessario effettuare un costante monitoraggio di tali dati.

costo	10,5	M€
risparmio energetico	11'143	MWh/a
FER prodotta	0	MWh/a
riduzione CO ₂	4'296	t/a
Settore/ Unità di Staff responsabile	Uffici comunali	

ACQUISTO ENERGIA VERDE



RED

MC

EFE

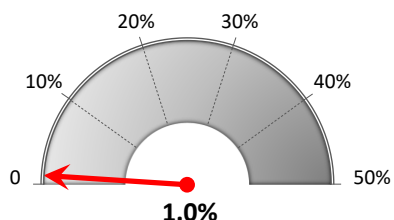
EFT

IFER

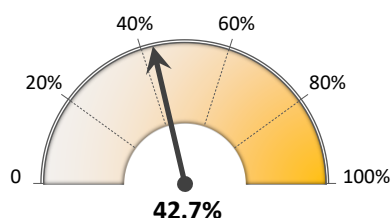
SUR

MOS

quota obiettivo PAESC raggiunta



quota emissioni del settore abbattute



caratterizzazione temporale

2020-2030

breve descrizione

Secondo quanto previsto dalla convenzione Consip Energia Elettrica 16, il Fornitore, ai sensi della deliberazione ARERA ARG/elt n. 104/11 e s.m.i., tramite Garanzia d'Origine, è tenuto a certificare la produzione di Energia Verde per tutti i Punti di Prelievo per i quali sia stata attivata l'Opzione Verde per un ammontare non inferiore al consumo totale effettivo degli stessi. Secondo le Linee Guida per la stesura del PAESC gli acquisti di energia elettrica verde concorrono alla riduzione del fattore d'emissione locale dell'energia elettrica e vengono pertanto equiparati alla produzione di impianti a fonti rinnovabili.

ambito di applicazione e grado di incidenza

Si è ipotizzato l'acquisto di energia verde per coprire il 100% dei consumi residui di energia elettrica a seguito dell'intervento di efficientamento di cui alla precedente scheda.

costi

La convenzione Consip Energia Elettrica 16 prevede costi unitari legati all'attivazione dell'Opzione Verde pari a circa 1 €/MWh.

indicatori di monitoraggio

Il Fornitore è tenuto a fornire annualmente un certificato relativo al quantitativo di energia verde erogata al Comune.

costo stimato	8'294	€/a
risparmio energetico	0	MWh/a
FER prodotta	8'294	MWh/a
riduzione CO ₂	3'198	t/a
Settore/ Unità di Staff responsabile	Uffici comunali	



SVILUPPI FUTURI – MAGGIORE EFFICIENZA DEI NUOVI IMPIANTI



RED

MC

EFE

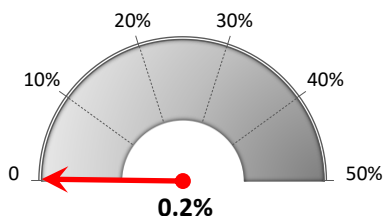
EFT

IFER

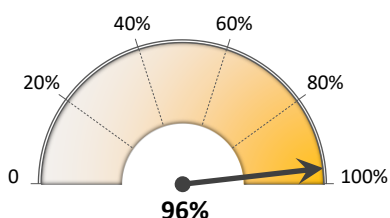
SUR

MOS

quota obiettivo PAESC raggiunta



quota emissioni del settore abbattute



caratterizzazione temporale

2020-2030

costo stimato	n.d.
risparmio energetico	703 MWh/a
FER prodotta	703 MWh/a
riduzione CO ₂	271 t/a
Settore/ Unità di Staff responsabile	Uffici comunali

breve descrizione

Si suppone che i nuovi impianti di illuminazione nelle aree di espansione vengano realizzati con corpi illuminanti efficienti e dotati di sistemi automatici di regolazione e che i loro consumi siano soddisfatti con energia verde.

ambito di applicazione e grado di incidenza

Con questa azione si riassume il risparmio energetico da detrarre ai consumi aggiuntivi stimati a causa dell'incremento demografico previsto entro il 2030 (vedi paragrafo 4.1.1).

costi

Il costo di tale azione (interamente a carico del Comune) risulta di difficile stima e in ogni caso dovrebbe essere interamente coperto dagli importi ricavati dagli oneri di urbanizzazione.

indicatori di monitoraggio

I progetti esecutivi dei nuovi impianti di illuminazione pubblica contengono tutti i dettagli necessari per verificare la realizzazione di questa azione (tipologia lampade/regolatori installati) mentre l'efficacia può essere valutata monitorando l'andamento dei consumi del settore rapportato al numero di lampade installate.



6.1.5 Le azioni del settore del parco veicoli comunali e del TPL

SOSTITUZIONE DI MEZZI COMUNALI



RED

MC

EFE

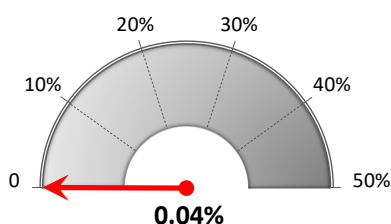
EFT

IFER

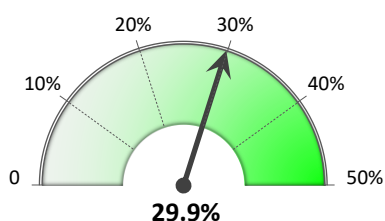
SUR

MOS

quota obiettivo PAESC raggiunta



quota emissioni del settore abbattute



caratterizzazione temporale

2011-2020

costo	396.000 €
risparmio energetico	567 MWh/a
FER prodotta	0 MWh/a
riduzione CO ₂	139 t/a
Settore/ Unità di Staff responsabile	Uffici comunali

breve descrizione

Come meglio dettagliato al paragrafo 2.3.3, tra il 2010 e l'attualità è avvenuto un graduale svecchiamento del parco veicoli di proprietà comunale: tale azione tiene conto degli effetti in termini di risparmio energetico generati dalle sostituzioni avvenute.

ambito di applicazione e grado di incidenza

La stima è stata effettuata confrontando i consumi del parco veicoli comunale del BEI e del MEI. Dal 2019 si sta perseguendo una politica volta al noleggio a lungo termine in luogo che acquisto, al fine di avere un parco auto più aggiornato ed in ragione di contratti convenienti a canone, comprensivi di assicurazione e manutenzione.

Nel caso di ulteriori sostituzioni effettuate in futuro sarà possibile includere gli effetti di tale azione effettuando un'opportuna attività di monitoraggio.

Costi

Il costo complessivamente sostenuto per la sostituzione dei veicoli comunali dal 2011 al 2020 è pari a 395.655,00€, di cui 302.780€ per l'acquisto di veicoli di proprietà e 92.875€ per il noleggio di veicoli a lungo termine (con contratti fino al 2024).

indicatori di monitoraggio

Tale azione risulta già conclusa e monitorata. Tuttavia, nel caso di nuove sostituzioni, è possibile tenerne conto all'interno di questa scheda confrontando i consumi annuali dei mezzi sostituiti con i consumi annuali dei nuovi mezzi o, in generale, verificando l'andamento dei consumi del settore.

REALIZZAZIONE LINEA METROPOLITANA



RED

MC

EFE

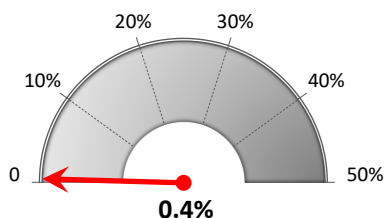
EFT

IFER

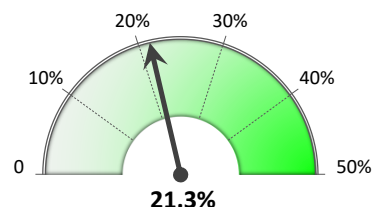
SUR

MOS

quota obiettivo PAESC raggiunta



quota emissioni del settore abbattute



caratterizzazione temporale

2011-2018

breve descrizione

L'intensificazione del servizio di trasporto pubblico locale è una misura che indirettamente può portare ad un risparmio energetico legato al minor uso del mezzo privato.

ambito di applicazione e grado di incidenza

Come già discusso al paragrafo 2.3.4, tra il 2010 e il 2018 è entrata in funzione la metropolitana di Brescia. Tale misura ha avuto come effetto indiretto una riduzione del consumo procapite del settore dei trasporti, pertanto la stima del risparmio energetico-emissivo è stata condotta confrontando i consumi della linea metropolitana con i mancati consumi del settore dei trasporti privati

costi

I costi complessivamente sostenuti sono pari a 777,1 milioni di euro.

indicatori di monitoraggio

Il monitoraggio viene condotto valutando sia l'andamento dei consumi del settore sia l'andamento dei consumi del settore dei trasporti privati.

costo stimato	777.1	M€
risparmio energetico	12'375	MWh/a
FER prodotta	0	MWh/a
riduzione CO ₂	1'102	t/a
Settore/ Unità di Staff responsabile	Uffici comunali	



SOSTITUZIONE AUTOBUS A GASOLIO CON NUOVI MEZZI A GASOLIO E METANO



RED

MC

EFE

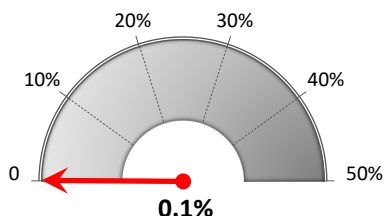
EFT

IFER

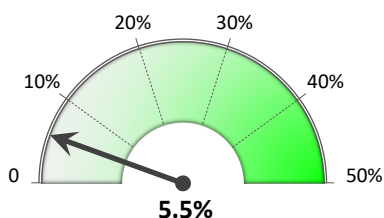
SUR

MOS

quota obiettivo PAESC raggiunta



quota emissioni del settore abbattute



caratterizzazione temporale

2011-2020

costo stimato	20.5	M€
risparmio energetico	-589	MWh/a
FER prodotta	0	MWh/a
riduzione CO ₂	286	t/a
Settore/ Unità di Staff responsabile	Uffici comunali	

breve descrizione

Come meglio dettagliato al paragrafo 2.3.4, tra il 2010 e l'attualità è avvenuto un graduale svecchiamento del parco autobus che svolge il servizio di trasporto pubblico locale: tale azione tiene conto degli effetti in termini di risparmio energetico generati dalle sostituzioni avvenute.

ambito di applicazione e grado di incidenza

La stima è stata effettuata confrontando i consumi del parco veicoli comunale del BEI e del MEI. Si evidenzia un aumento dei consumi a fronte di una riduzione delle emissioni dovuta all'utilizzo di vettori più "puliti" (gas naturale in sostituzione del gasolio). Non si ritiene rilevante pianificare la sostituzione di altri mezzi in quanto il settore risulta avere un peso poco significativo nel contesto comunale e la maggior parte della percorrenza complessiva viene coperta da mezzi che hanno meno di 10 anni o alimentati a gas naturale; tuttavia, nel caso di sostituzioni effettuate in futuro per esigenze diverse dal risparmio energetico, è possibile includerne gli effetti in tale azione effettuando un'opportuna attività di monitoraggio.

costi

I costi complessivamente sostenuti sono pari a 20,5 mln €, di cui 7,8 mln € quali cofinanziamenti statali/regionali e 12,7 mln € quali risorse proprie di Brescia Trasporti.

indicatori di monitoraggio

Tale azione risulta già conclusa e monitorata. Tuttavia, nel caso di nuove sostituzioni, è possibile tenerne conto all'interno di questa scheda confrontando i consumi annuali dei mezzi sostituiti con i consumi annuali dei nuovi mezzi o, in generale, verificando l'andamento dei consumi del settore.

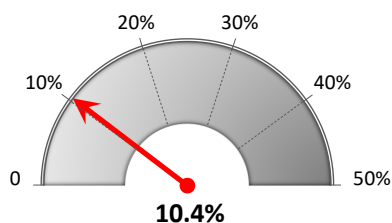
6.1.6 Le azioni del settore del trasporto e mobilità sostenibile

RINNOVO PARCO AUTOVEICOLARE

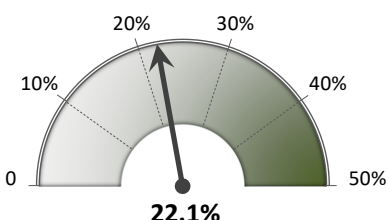


RED MC EFE EFT IFER SUR MOS

quota obiettivo PAESC raggiunta



quota emissioni del settore abbattute



caratterizzazione temporale

2011-2030

costo stimato	954	M€
risparmio energetico	129'344	MWh/a
FER prodotta	0	MWh/a
riduzione CO ₂	32'450	t/a
Settore/ Unità di Staff responsabile	Uffici comunali	

breve descrizione

Il rinnovo del parco autoveicolare è un processo graduale che avviene naturalmente a causa del ciclo di vita degli autoveicoli stessi, che mediamente è pari a circa 15 anni. Questa scheda vuole tenere conto degli effetti in termini di risparmio energetico derivanti dallo svecchiamento del parco autoveicoli, che nell'arco temporale considerato (2011-2030) potrebbe venire quasi interamente sostituito.

ambito di applicazione e grado di incidenza

La stima è stata effettuata prendendo come riferimento le emissioni medie al kilometro del parco autoveicoli attuale, considerando anche gli effetti legati alle limitazioni sui veicoli diesel previste dall'Accordo di Programma sottoscritto da Regione Lombardia, che ha conseguenze dirette sulla circolazione dei mezzi privati nel comune di Brescia.

costi

La stima dei costi di tale azione è puramente indicativa, vista la varietà del mercato. L'attività di promozione da parte dell'AC risulta essere superflua in quanto la sostituzione degli autoveicoli risulta essere un processo "naturale"; tuttavia, è possibile orientare i cittadini verso scelte più efficaci dal punto di vista energetico-emissivo (mezzi ibridi, alimentati a gas naturale, GPL, elettrica), effettuando campagne informative sugli incentivi statali disponibili.

indicatori di monitoraggio

Tale azione può essere costantemente monitorata grazie alle relazioni annuali diffuse dall'ACI, relative ai mezzi in circolazione a livello comunale.

PIANO URBANO DELLA MOBILITÀ – EFFETTI SUI CONSUMI IN AMBITO URBANO



RED

MC

EFE

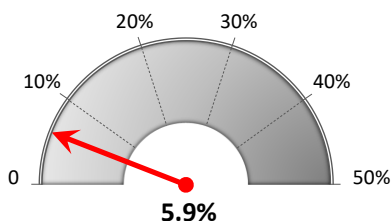
EFT

IFER

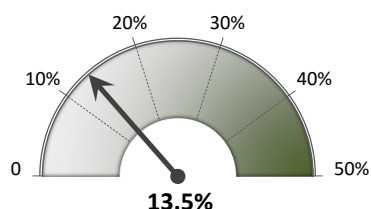
SUR

MOS

quota obiettivo PAESC raggiunta



quota emissioni del settore abbattute



caratterizzazione temporale

2019-2026

breve descrizione

Il Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS) della città di Brescia prevede una rete di trasporto pubblico formata da quattro linee di forza, il potenziamento della rete ciclabile, l'estensione del perimetro della sosta tariffata e l'implementazione di politiche volte a fidelizzare l'utenza del trasporto pubblico.

ambito di applicazione e grado di incidenza

Secondo lo Scenario di Piano al 2026 la somma dei consumi del trasporto privato in ambito urbano e del trasporto pubblico locale sarà ridotta del 13% circa (vedi paragrafo 1.4.2 per maggiori informazioni): tale riduzione è stata applicata ai consumi stimati per l'anno BEI.

costi

Nella relazione generale del PUMS, sono riportati i costi di investimento necessari per la realizzazione dello Scenario di Piano (complessivamente circa 785 milioni di €).

indicatori di monitoraggio

Il monitoraggio avviene semplicemente verificando l'attuazione delle diverse misure previste dal PUMS e, al contempo, verificandone gli effetti in termini di consumi desumibili dall'aggiornamento del MEI.

costo stimato	780	M€
risparmio energetico	75'285	MWh/a
FER prodotta	0	MWh/a
riduzione CO ₂	18'488	t/a
Settore/ Unità di Staff responsabile	Uffici comunali	



RETE DI RICARICA DEI VEICOLI ELETTRICI



RED

MC

EFE

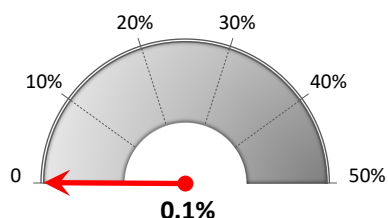
EFT

IFER

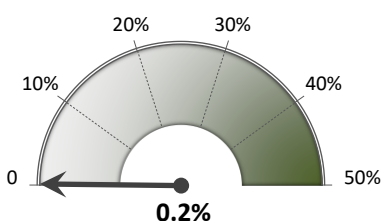
SUR

MOS

quota obiettivo PAESC raggiunta



quota emissioni del settore abbattute



caratterizzazione temporale

2011-2030

costo stimato	1 mln €
risparmio energetico	1'231 MWh/a
FER prodotta	0 MWh/a
riduzione CO ₂	258 t/a
Settore/ Unità di Staff responsabile	Uffici comunali

breve descrizione

Dal 2011 A2A si è occupata della creazione di una rete di ricarica destinata ai veicoli elettrici che nel 2018 (anno del MEI) consta di 18 unità. Attraverso il progetto 'Ricarichiamo Brescia' si prevede il rinnovo delle colonnine esistenti e l'installazione di nuovi punti di ricarica, fino a raggiungere il totale di 46. Questa azione vuole tenere conto della conseguente maggiore diffusione dei veicoli elettrici in ambito cittadino.

ambito di applicazione e grado di incidenza

La stima dell'efficacia dell'azione è stata condotta considerando un incremento dei consumi elettrici del trasporto privato a fronte di una diminuzione dei consumi di vettori "tradizionali" (benzina e gasolio) proporzionale alla maggiore diffusione delle colonnine di ricarica, considerando un fattore di consumo medio per km percorso.

costi

Il costo dell'investimento sostenuto da A2A per l'installazione della rete di ricarica pubblica per la mobilità elettrica nella Città di Brescia è pari a 1 mln €.

indicatori di monitoraggio

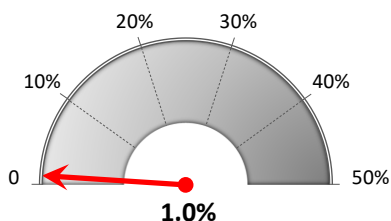
Il monitoraggio avviene verificando l'andamento dei consumi del settore attraverso l'elaborazione di nuovi MEI.

UTILIZZO DI BIOCOMBUSTIBILI

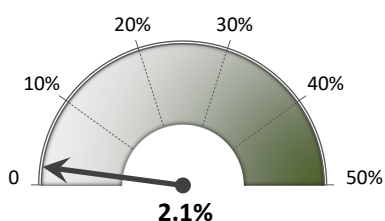


RED MC EFE EFT **IFER** SUR MOS

quota obiettivo PAESC raggiunta



quota emissioni del settore abbattute



caratterizzazione temporale

2011-2030

breve descrizione

Nella SEN 2017 (Strategia Energetica Nazionale) è previsto per il settore dei trasporti la copertura dei consumi al 2030 con fonti energetiche rinnovabili almeno per il 21%.

ambito di applicazione e grado di incidenza

Si considera che al 2030 il 10% dei consumi di benzina e gasolio del settore dei trasporti sia coperto mediante l'utilizzo di biocombustibili. Tali consumi sono stati determinati sulla base dei consumi riportati nel BEI a meno dei risparmi energetici ottenuti dalle altre azioni previste per il settore dei trasporti e della quota di biocombustibili già presente al 2010.

costi

L'efficacia di tale azione non dipende direttamente dall'attività del Comune e il costo per i privati risulta di difficile stima.

indicatori di monitoraggio

Il monitoraggio viene condotto valutando l'andamento dei consumi del settore.

costo stimato	n.d.
risparmio energetico	0 MWh/a
FER prodotta	12'539 MWh/a
riduzione CO ₂	3'079 t/a
Settore/ Unità di Staff responsabile	Uffici comunali



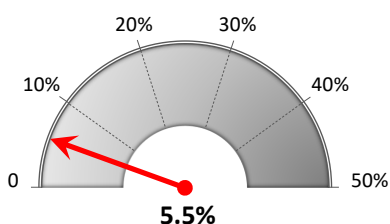
6.1.7 Le azioni trasversali

PIANO DI DECARBONIZZAZIONE

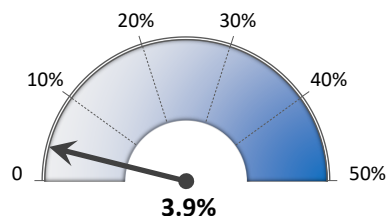


RED MC EFE EFT IFER SUR MOS

quota obiettivo PAESC raggiunta



quota emissioni del settore abbattute



caratterizzazione temporale

2018-2022

costo stimato	70	M€
risparmio energetico	0	MWh/a
FER prodotta	0	MWh/a
riduzione CO ₂	17'242	t/a
Settore/ Unità di Staff responsabile	Uffici comunali	

breve descrizione

A2A S.r.l. ha avviato di un piano di investimenti sul sistema energetico della città di Brescia riassunto nel titolo "Brescia verso la decarbonizzazione", avente lo scopo primario di azzerare i consumi di carbone degli impianti a cui si allaccia la rete di teleriscaldamento locale. Queste le principali azioni del Piano:

- *Accumuli termici per il teleriscaldamento*: realizzazione di tre nuovi serbatoi per l'accumulo dell'acqua calda per una capacità complessivi di 10mila metri cubi presso la Centrale Lamarmora (entro il 2019) e la Centrale Nord (entro il 2020);
- *Campo solare presso la Centrale Lamarmora*: installazione di un impianto fotovoltaico da 250 kW per alimentare le pompe del teleriscaldamento (estate 2020);
- *Potenziamento DeNOx della Centrale Lamarmora*: nuovo sistema ad altissima efficienza per l'abbattimento degli ossidi di azoto (entro il 2020);
- *Recupero calore industriale*: realizzazione di impianti per il recupero di calore da processi industriali, che altrimenti andrebbe disperso; attualmente è in corso la progettazione per il recupero di 10 MW di calore da Alfacciai;
- *Recupero calore dai fumi del termoutilizzatore*: realizzazione della cosiddetta "flue gas cleaning condensation" al termoutilizzatore, che permetterà di recuperare circa 150 GWh/anno di calore aggiuntivo ad impatto ambientale nullo.

ambito di applicazione e grado di incidenza

La parte di emissioni degli impianti oggetto di intervento considerata nella creazione del BEI e del MEI è quella legata alla sola produzione di calore (cfr. paragrafo 2.4.2). Per tenere conto degli effetti di questa misura, sono state dunque determinate le emissioni residue legate ai consumi di calore da teleriscaldamento, a seguito delle azioni di risparmio energetico previste per i diversi settori e discusse ai paragrafi precedenti, ed è stato assunto che tali emissioni diminuiranno sensibilmente, fino a quasi poterle considerare trascurabili. L'effetto dell'azione si ripercuoterà però anche sulla produzione di energia elettrica, che tuttavia non viene considerata nel PAESC in quanto inclusa nel sistema ETS (cfr. paragrafo 2.7.1).

costi

I costi sono stimati in 70 milioni di Euro.

indicatori di monitoraggio

Il monitoraggio è possibile attraverso i dati pubblicati annualmente da AIRU.

7. SENSIBILIZZAZIONE E FORMAZIONE

La Commissione Europea pone particolare attenzione al coinvolgimento degli stakeholder lungo tutto il processo di definizione del PAESC. Il percorso di partecipazione permette di stabilire un'adeguata partecipazione di tutti i soggetti che hanno un ruolo chiave, con l'obiettivo di aumentare le possibilità di successo e di fattibilità del Piano. È innegabile, infatti, che un ampio consenso legittima il PAESC e offre maggiori garanzie di efficacia delle indicazioni contenute nel Piano stesso. Sulla base di queste considerazioni si è definito un calendario di incontri per iniziative mirate a garantire un percorso partecipativo che coinvolga i principali stakeholder, con l'obiettivo di costruire una visione condivisa di sviluppo energeticamente sostenibile del territorio.

La sensibilizzazione si attua tramite gli strumenti della partecipazione al fine di promuovere, valorizzare e incentivare il perseguimento di obiettivi comuni. In questo caso specifico sono state individuate tre tipologie di percorsi per la sensibilizzazione e la promozione di una cultura dell'uso razionale dell'energia e di stili di vita e di produzione sostenibili:

- Tavoli di lavoro con l'AC: decisionali per individuare le indicazioni dei soggetti politici
- Incontri con gli stakeholders (altre istituzioni pubbliche presenti sul territorio, mondo produttivo, mondo della ricerca, associazioni ambientaliste ...)
- Materiale divulgativo

L'estensore del Piano ha avuto il ruolo di predisporre tutti i materiali ritenuti necessari per ogni incontro e lavorando insieme alla Pubblica Amministrazione ha esplicitato le esigenze di tutti facilitando il dialogo tra le parti a favore di una maggiore efficacia dei progetti e delle politiche energetiche-ambientali proposte. Si parte dalla produzione di ricerche e indagini conoscitive, consultazioni pubbliche, organizzazione di spazi e momenti di interazione che facilitino il dialogo e la cooperazione fra i soggetti interessati per l'individuazione di soluzioni condivise ed attuabili – fino al controllo delle fasi di attuazione. Il tutto, in accordo con i bisogni e le richieste degli stakeholder e della comunità locale. Non a caso, è la stessa Commissione Europea, che sottolineando la trasversalità delle competenze sul tema energetico, auspica l'adozione di metodologie innovative e di soluzioni/azioni condivise, efficaci e misurabili.

7.1 TAVOLI DI LAVORO CON L'AMMINISTRAZIONE COMUNALE E GLI UFFICI TECNICI

Gli incontri tecnici con l'AC hanno avuto inizio fin dalle prime fasi affinché ci fosse un coinvolgimento attivo della stessa e dei suoi tecnici. In un primo periodo, infatti ci si è concentrati nella raccolta dei dati necessari alla definizione del BEI. Successivamente sono state condivise le strategie e azioni da prevedere nel PAESC andando a verificare la loro efficacia con i tecnici comunali, i quali negli anni hanno acquisito conoscenza unica e preziosa delle dinamiche territoriali locali.



Il lavoro svolto nei tavoli tecnici è stato periodicamente sottoposto all'attenzione della Commissione Consiliare Ecologia, Ambiente e Protezione Civile, nei seguenti incontri:

- 1) Primo incontro di presentazione del BEI in data 16/7/2020;
- 2) Incontro conclusivo di presentazione del BEI in data 15/10/2020;
- 3) Primo incontro di presentazione della bozza di PAESC in data 27/4/2021;
- 4) Secondo incontro di confronto sulla bozza di PAESC in data 6/5/2021;
- 5) Terzo incontro conclusivo sul PAESC in data 20/5/2021.

7.2 INCONTRI CON GLI STAKEHOLDERS

Di seguito si propone un elenco dei principali **portatori di interesse** che sono stati coinvolti nel processo di partecipazione alla redazione del PAESC:

- 1) Università degli Studi di Brescia;
- 2) Università Cattolica del Sacro Cuore di Brescia;
- 3) Centro Sviluppo Sostenibilità CSS è il centro di coordinamento per lo sviluppo sostenibile del territorio bresciano, al quale partecipano in qualità di partner: l'Università degli Studi di Brescia, Confindustria Brescia, Camera di Commercio, Comune di Brescia, Provincia di Brescia, UBI Fondazione CAB, A2A;
- 4) Consulta per L'Ambiente, Consulta per la pace e la cooperazione, la solidarietà internazionale e la promozione dei diritti umani istituite dallo Statuto del Comune di Brescia per favorire la più ampia partecipazione dei cittadini singoli od associati alla vita civica, riconoscendo l'utilità sociale delle associazioni e dei singoli rispetto all'azione amministrativa;
- 5) Confindustria Brescia, fondata nel 1892, rappresenta le imprese industriali della provincia di Brescia. Aderente al Sistema Confindustria è una delle più antiche associazioni industriali italiane e tra le maggiori del paese, con circa 1.300 aziende iscritte;
- 6) RAMET Società Consortile per le Ricerche Ambientali per la Metallurgia, nata su iniziativa di Confindustria Brescia nel 2005, riunisce le più importanti aziende siderurgiche e metallurgiche del territorio bresciano in un progetto comune per lo studio e il monitoraggio dell'impatto delle loro attività produttive sul territorio, finalizzati al miglioramento continuo delle performance ambientali;
- 7) Brescia Mobilità società del Comune di Brescia che gestisce la mobilità cittadina e coordina i diversi servizi di mobilità attraverso le sue controllate, Brescia Trasporti SpA e Metro Brescia Srl.;
- 8) Brescia Infrastrutture è una società pubblica in house di gestione patrimoniale che si occupa di progettazione e realizzazione delle infrastrutture di proprietà della città di Brescia. È una società a responsabilità limitata con socio unico il Comune di Brescia, che le ha conferito un patrimonio immobiliare e infrastrutturale, fra cui la Metropolitana Leggera Automatica di Brescia ed i Parcheggi in struttura;
- 9) Osservatori del Comune di Brescia (Alfa Acciai, Acqua bene comune, Aria bene comune, Ori Martin, Termoutilizzatore): organismi istituiti dall'Amministrazione Comunale al fine di agevolare il confronto e l'informazione tra il Comune e i diversi portatori di interesse



favorendo l'individuazione di soluzioni per ridurre l'impatto delle diverse attività sull'ambiente circostante e tutelare le matrici aria ed acqua.

L' A.C. ha organizzato i seguenti **incontri** con gli stakeholders sopra elencati:

- 1) Primo incontro di presentazione BEI (Inventario delle emissioni di base) alla Consulta per l'Ambiente con partecipazione estesa ad altri portatori di interesse non aderenti alla Consulta, in data 4/8/2020.
- 2) Incontro conclusivo di condivisione dei risultati del BEI con la Consulta per l'Ambiente, con partecipazione estesa ad altri portatori di interesse non aderenti alla Consulta, in data 22/10/2020;
- 3) Primo incontro di presentazione del PAESC, con focus sul BEI, a Confindustria Brescia e RAMET, in data 10/12/2020;
- 4) Incontro di presentazione del PAESC a Brescia Mobilità e Brescia Infrastrutture, in data 18/12/2020.
- 5) Primo incontro di presentazione del PAESC, con focus sul BEI, al Centro Sviluppo Sostenibilità CSS, in data 12/3/2021;
- 6) Secondo incontro di presentazione del PAESC, con focus sul Piano d'Azione e sul Piano di Mitigazione, al Centro Sviluppo Sostenibilità CSS, in data 16/4/2021;
- 7) Secondo incontro di presentazione del PAESC, con focus sul Piano d'Azione e di Mitigazione, a Confindustria Brescia e RAMET, in data 21/4/2021;
- 8) Incontro di presentazione PAESC, in particolare del Piano d'Azione di Mitigazione e del Piano di Adattamento, alle Consulte del Comune di Brescia (Consulta per l'Ambiente, Consulta per la pace e la cooperazione, la solidarietà internazionale e la promozione dei diritti umani) con partecipazione estesa ad altri portatori di interesse non aderenti alla Consulte stesse, in data 27/4/2021;
- 9) Incontro di presentazione del PAESC agli Osservatori del Comune di Brescia in seduta congiunta (Osservatorio: Alfa Acciai, Acqua bene comune, Aria bene comune, Ori Martin, Termoutilizzatore), in data 29/4/2021;
- 10) Incontro di presentazione del PAESC all'Alta Scuola per l'Ambiente ASA dell'Università Cattolica del Sacro Cuore, in data 30/4/2021;
- 11) Incontro di presentazione del PAESC ai Consigli di Quartiere, in data 6/5/2021;
- 12) Percorso di condivisione dei contenuti del PAESC con l'Università degli Studi di Brescia: avviato in gennaio 2021 e con ultimo incontro tenutosi in data 7/5/2021.

A seguito degli incontri sopra considerati l'A.C. ha ricevuto i seguenti contributi scritti:

- "Affrontare l'emergenza climatica: PAESC e oltre - le proposte della Consulta per l'Ambiente del Comune di Brescia" elaborato dalla Consulta per l'Ambiente - 21 dicembre 2021;
- "Proposta di azioni concrete di attuazione del PAESC" documento elaborato da Legambiente e condiviso dalla Consulta per l'Ambiente - 4 febbraio 2021;
- "Note alla Bozza di PAESC del Comune di Brescia - Follow-up della presentazione ad ASA, 30 aprile 2021" documento elaborato da ASA - 5 maggio 2021;



- Contributi elaborati dall'Università degli Studi di Brescia - il 7 maggio 2021 e 9 maggio 2021.

7.3 PROPOSTE EMERSE DAL PROCESSO DI PARTECIPAZIONE.

Nella redazione del PAESC sono state considerate diverse indicazioni emerse nell'ambito dei processi di partecipazione, in particolare nel Piano di Mitigazione e nel Piano di Adattamento. Di seguito si riportano ulteriori aspetti che sono emersi dal confronto con i portatori di interesse, che non sono stati ricompresi nel PAESC, ma che si ritiene possano rappresentare un elemento di interesse per le fasi successive delle attività:

- La possibilità di includere tra le azioni per la mitigazione l'utilizzo di biometano per alimentare la flotta del Comune e dei trasporti pubblici ora a metano fossile;
- L'opportunità di implementare azioni finalizzate sia a generare un forte coinvolgimento della cittadinanza che a favorire la condivisione degli obiettivi del PAESC con la popolazione, le associazioni e gli operatori privati coinvolti dalle azioni del piano. In particolare, potranno essere individuate modalità specifiche per valorizzare i benefici economici, ottenibili anche dai privati, legati al risparmio e all'efficienza energetica;
- La possibilità di approfondire il tema del contrasto alla povertà energetica;
- L'opportunità di implementare un percorso finalizzato a favorire la partecipazione attiva della cittadinanza nella fase attuativa del PAESC, accrescendo la responsabilizzazione della popolazione con il fine di raggiungere gli obiettivi del piano con maggior efficacia;
- L'opportunità di pianificare attività educative sul tema dei cambiamenti climatici e dei rischi connessi, anche secondo modalità e metodi innovativi, eventualmente coinvolgendo i portatori di interesse.



8. SISTEMA DI MONITORAGGIO

Il monitoraggio costituisce l'attività di controllo degli effetti del PAESC ottenuti in fase di attuazione delle scelte dallo stesso definite, attività finalizzata a verificare tempestivamente l'esito della messa in atto delle misure, con la segnalazione di eventuali problemi, e ad adottare le opportune misure di ri-orientamento. Tale processo non si riduce quindi al semplice aggiornamento di dati ed informazioni, ma comprende anche un'attività di carattere interpretativo volta a supportare le decisioni durante l'attuazione del piano.

8.1 MONITORAGGIO DEL PAESC

Con l'adesione al Patto dei Sindaci l'Amministrazione comunale si è impegnata a redigere entro due anni il PAESC e di proseguire la sua attuazione elaborando i Report di Monitoraggio che si articolano come di seguito:

- ogni due anni dalla data di approvazione del piano d'azione deve essere presentato il Report di monitoraggio. Per non appesantire il percorso è consentito compilare i relativi Inventari delle Emissioni ogni quattro anni anziché ogni due. Pertanto, ogni due anni si potrebbe adottare **“Il Report di monitoraggio dell'attuazione”**, ossia la presentazione di un modulo di monitoraggio che non include un Inventario delle Emissioni e si concentra solo sulla comunicazione dello stato di attuazione delle azioni.
- ogni quattro anni è comunque necessario realizzare un resoconto completo, ossia presentare un **Report di monitoraggio** che includa almeno un **Inventario di Monitoraggio sulle Emissioni (IME)**.

L'Amministrazione Comunale, inoltre come iniziativa volontaria, si attiverà al fine di effettuare un resoconto dell'andamento del PAESC alla Commissione competente, preferibilmente annualmente. Si ricorda inoltre, già specificato sopra, che all'anno 2025 durante la stesura del relativo Report di monitoraggio con IME si valuterà il raggiungimento della riduzione pari a circa il 30% della CO₂ procapite rispetto al 2010.



Figura 8-1: Fasi di elaborazione degli elaborati (fonte: Linee guida per la stesura del PAESC)

	Fase di registrazione	PAESC	Resoconto di monitoraggio sulle azioni	Resoconto complete di monitoraggio
	Anno 0	Entro 2 anni	Entro 4 anni	Entro 6 anni
Strategia	✗	✓	✓	✓
Inventari delle emissioni	✗	✓ (IBE)	✗	✓ (IME)
Azioni per la mitigazione	✗	✓	✓ (min. 3 esempi)	✓
Quadro di valutazione per l'adattamento	✓	✓	✓	✓
Rischio e vulnerabilità	✗	✓	✓	✓
Azioni per l'adattamento	✗	✗	✓ (min. 3 esempi)	✓

Legenda: ✓ Obbligatorio | ✗ Opzionale

8.2 MONITORAGGIO DEL PIANO DI MITIGAZIONE

8.2.1 Ruolo dell'Amministrazione Comunale

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.

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, calore e di energia elettrica dell'intero territorio comunale;

L'AC dovrà quindi continuare a registrare i consumi diretti di cui è responsabile e richiedere annualmente i dati dei distributori locali di energia, 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, effettuabile manualmente o attraverso appositi tool quali l'applicativo CO₂₀



(www.co20.it) di cui l'AC si è dotata per la stesura del PAESC. CO₂₀ è uno strumento innovativo e avanzato, ideato e realizzato da TerrAria e reso disponibile a partire dal 2011, nato come strumento di supporto per i firmatari del Patto dei Sindaci, chiamati a costruire i bilanci energetico-emissivi del proprio territorio di competenza e a definire un piano di azione concreto per il raggiungimento degli obiettivi fissati dall'Unione Europea.

Da subito, il software è stato pensato per consentire di effettuare periodicamente un monitoraggio dell'efficacia complessiva del Piano di intervento, permettendo inoltre di divulgare attraverso il web gli impegni presi dall'Ente. Si valuterà se nelle fasi di monitoraggio successivo del PAESC di farsi supportare nella stima e nella quantificazione del raggiungimento dell'obiettivo dichiarato attraverso l'uso di software specifici.

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, parco veicoli comunale e trasporto 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 stakeholders 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.

8.3 MONITORAGGIO DEL PIANO DI ADATTAMENTO

8.3.1 Ruolo dell'Amministrazione Comunale

Il monitoraggio avviene su più fronti: da un lato è necessario monitorare l'evoluzione del contesto climatico dell'ambito territoriale in cui è inserita Brescia, tramite una costante raccolta di dati reperibili dalla banche dati di Arpa Lombardia e dalla consultazione di approfondimenti di settore compiuti dagli enti come Regione Lombardia o Autorità di Bacino, in quest'ottica è centrale anche l'aggiornamento dei documenti comunali di protezione civile e dell'allegato geologico al PGT; 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.



Gli indicatori di monitoraggio

Gli indicatori proposti per il monitoraggio del piano di Adattamento sono di tre tipi:

- indicatori di vulnerabilità;
- indicatori sugli impatti;
- indicatori sui risultati.

Monitorando le azioni proposte rispetto al set di indicatori proposti sarà possibile avere un quadro completo di quella che è l'evoluzione del territorio e sull'efficacia delle azioni individuate.

Il monitoraggio dei consumi non direttamente ascrivibili al Comune è garantito dall'accesso alle banche dati regionali effettuabile manualmente o attraverso appositi *tool* quali l'applicativo CO₂₀ (www.co20.it) di cui l'AC si è dotata per la stesura del PAESC.

Il monitoraggio delle azioni, indicatori di vulnerabilità

Gli indicatori di vulnerabilità sono funzionali al monitoraggio dei potenziali effetti dei cambiamenti climatici sugli elementi di fragilità individuati sul territorio comunale.

Il monitoraggio delle azioni, indicatori sugli impatti

Questa tipologia di indicatore monitora i potenziali impatti sul territorio derivanti dal mutamento climatico.

Il monitoraggio delle azioni, indicatori su risultati

Quest'ultima famiglia di indicatori è quella che monitora l'efficacia della risposta delle azioni pianificate al fine di far fronte ai mutamenti climatici.



Appendice_Piano di mitigazione

Per quanto riguarda il SECAP_Template foglio "BEI" si rimanda per i consumi alla Tabella 2-13 mentre per le emissioni alla Tabella 2-15. Di seguito si riporta la tabella di sintesi del SECAP_Template foglio "Mitigation Actions".

AZIONI SUL PATRIMONIO ESISTENTE													
SETTORE	AZIONE	BEI 2010 [t]	%	Energia risparmiata [MWh]	FER [MWh]	CO ₂ evitata [t]	% emissioni del settore		% obiettivo PAESC		Costi pubblici	Costi privati	Caratt. temporale
TERZIARIO COMUNALE	Efficientamento illuminazione interna edifici scolastici	7'127	1.1%	1'574	0	606.8	8.5%	83.4%	0.2%	1.9%	n.d.	€ -	2020-2030
	Efficientamento energetico 10 edifici più energivori (energia termica)			4'475	2'237	159.3	2.2%		0.1%		n.d.	€ -	2020-2030
	Installazione impianti fotovoltaici sui 10 edifici più energivori (energia elettrica)			0	2'136	823.5	11.6%		0.3%		€ 3'000'000	€ -	2020-2030
	Acquisto energia verde			0	11'059	4'264	59.8%		1.4%		€ 11'059	€ -	2020-2030
	Contratto Gestione Calore - Riduzione dei consumi termici di tutti gli edifici inclusi nel contratto del 10%			3'712	0	88	1.2%		0.03%		€ -	€ -	2011-2030
TERZIARIO NON COMUNALE	Riduzione dei consumi elettrici	222'919	35.9%	114'043	0	43'967	19.7%	46.1%	14.1%	32.9%	n.d.	n.d.	2020-2030
	Riduzione dei consumi termici			137'097	0	13'469	6.0%		4.3%		n.d.	n.d.	2020-2030
	Installazione impianti fotovoltaici			0	117'372	45'250	20.3%		14.5%		n.d.	n.d.	2011-2030
RESIDENZIALE	Sostituzione lampade a incandescenza	241'543	38.9%	47'429	0	18'285	7.6%	47.2%	5.9%	36.5%	€ -	€ 7'120'000	2011-2019
	Sostituzione scaldacqua elettrici con pompa di calore			18'900	2'556	8'272	3.4%		2.6%		€ -	€ 7'000'000	2020-2030
	Sostituzione frigocongelatori			39'364	0	15'176	6.3%		4.9%		€ -	€ 48'200'000	2011-2030
	Installazione dispositivi di spegnimento automatico			4'226	0	1'629	0.7%		0.5%		€ -	€ 5'920'000	2020-2030



	Installazione valvole termostatiche			51'732	0	5'082	2.1%		1.6%		€ -	€ 7'430'000	2020-2020
	Sostituzione caldaie autonome			94'321	0	9'267	3.8%		3.0%		€ -	€ 99'500'000	2011-2030
	Sostituzione caldaie centralizzate			29'729	0	8'261	3.4%		2.6%		€ -	€ 19'620'000	2011-2030
	Interventi di riqualificazione energetica sull'involucro 2011-2018			25'862	0	2'541	1.1%		0.8%		€ -	€ -	2011-2018
	Riqualificazione involucro - Intervento su finestre			103'765	0	10'194	4.2%		3.3%		€ -	€ 179'000'000	2020-2030
	Riqualificazione involucro - Intervento su pareti			128'043	0	12'580	5.2%		4.0%		€ -	€ 146'600'000	2020-2030
	Riqualificazione involucro - Intervento su copertura			61'450	0	6'037	2.5%		1.9%		€ -	€ 50'500'000	2020-2030
	Installazione di impianti fotovoltaici			0	38'341	14'782	6.1%		4.7%		€ -	€ 38'200'000	2011-2030
	Solare termico su residenziale			0	20'072	1'972	0.8%		0.6%		€ -	€ 24'100'000	2011-2030
ILLUMINAZIONE PUBBLICA	Sostituzioni corpi lampade con lampade a LED	7'493	1.2%	11'143	0	4'296	57.3%	100.0%	1.4%	2.4%	n.d.	€ -	2014-2018
	Acquisto energia verde			0	8'294	3'198	42.7%		1.0%		€ 8'294	€ -	2020-2030
PARCO VEICOLI COMUNALE	Sostituzione mezzi comunali	466	0.08%	567	0	139	29.9%	29.9%	0.04%	0.0%	n.d.	€ -	2011-2018
TRASPORTI PUBBLICI	Realizzazione linea metropolitana	5'167	0.8%	12'375	0	1'102	21.3%	26.9%	0.4%	0.4%	n.d.	€ -	2010-2014
	Sostituzione autobus a gasolio con nuovi mezzi a gasolio o a metano			-589	0	286	5.5%		0.1%		n.d.	€ -	2011-2018
TRASPORTI PRIVATI	Rinnovo parco autoveicolare	136'584	22.0%	116'056	0	29'187	21.4%	37.0%	9.3%	16.2%	€ -	€ 954'000'000	2011-2030
	Piano Urbano della Mobilità - Effetti sui consumi in ambito urbano			75'285	0	18'488	13.5%		5.9%		€ 780'000'000	€ -	2019-2030
	Rete di ricarica per mezzi elettrici			1'231	0	258	0.2%		0.1%		n.d.	€ -	2011-2030
	Biocombustibili			0	10'546	2'590	1.9%		0.8%		€ -	€ -	2020-2030
TUTTI I SETTORI	Piano di decarbonizzazione A2A	-	-	0	0	17'242	3.8%		5.5%	5.5%	n.d.	€ 70'000'000	2018-2022
TOTALE		621'300	100%	1'081'789	212'614	299'491	48.2%		95.9%		€ 783'019'353	€ 1'657'190'000	



AZIONI SU NUOVE AREE DI ESPANSIONE										
SETTORE	AZIONE	Incrementi PGT [t]	%	Energia risparmiata [MWh]	FER [MWh]	Totale CO ₂ risparmiata [t]	% emissioni settore		% obiettivo PAESC	
TERZIARIO NON COMUNALE	Miglioramento classe energetica edifici	734	3%	1'766	0	174	23.6%	73%	0.1%	0.2%
	FER su nuovi edifici (D.lgs. 28/2011)			0	276	27	3.7%		0.0%	
	Fotovoltaico su nuove industrie (D.lgs. 28/2011)			0	873	337	45.9%		0.1%	
RESIDENZIALE	Riduzione dei consumi elettrici degli edifici futuri	13'533	54%	7'104	0	2'739	20.2%	71%	0.9%	3.1%
	Miglioramento classe energetica edifici			42'854	0	4'210	31.1%		1.3%	
	FER per consumi termici (D.lgs. 28/2011)			0	8'657	851	6.3%		0.3%	
	Installazione di impianti fotovoltaici			0	4'543	1'751	12.9%		0.6%	
IP	Sostituzione lampade/sistemi di regolazione e riduzione flusso luminoso	562	2%	703	0	270.8	48.2%	96%	0.1%	0.2%
	Acquisto energia verde			0	703	270.8	48.2%		0.1%	
TRASPORTI	Sostituzione veicoli	10'243	41%	13'288	0	3'263	31.9%	37%	1.0%	1.2%
	Biocombustibili			0	1'993	489	4.8%		0.2%	
TOTALE		25'072	100%	65'714	17'045	14'382	57.4%		4.6%	



Appendice_Piano di adattamento

Utilizzando il SECAP_Template messo a disposizione dal JRC, i rischi climatici individuati e i settori impattati sono messi a sistema e rappresentati in automatico, così come alcune informazioni legate all'avanzamento dei processi di adattamento e alle tipologie delle azioni.

Figura 0-1: matrice di valutazione del rischio (fonte: SECAP_Template)

Climate Hazard Type	Risk Level	Expected change in intensity	Expected change in frequency	Timeframe
Extreme Heat	!!	↑	↑	▶
Extreme Cold	!	↔	↔	
Extreme Precipitation	!!	↑	↑	▶▶
Floods	!!	↑	↑	▶▶▶
Sea Level Rise				
Droughts	!	↑	↑	▶▶▶
Storms				
Landslides	!	↔	↔	▶▶▶
Forest Fires	!	↔	↔	
Other [please specify]				

! : Low
!! : Moderate
!!! : High
[?]: Not known

↑ : Increase
↓ : Decrease
↔ : No change
[?]: Not known

| : Current
▶ : Short-term
▶▶ : Medium-term
▶▶▶ : Long-term
[?]: Not known

Figura 0-2: matrice di valutazione dell'impatto (fonte: SECAP_Template)

Impacted Policy Sector	Likelihood of Occurrence	Expected Impact Level	Timeframe
Buildings	Likely	!!!	▶▶
Transport	Unlikely	!	▶▶▶
Energy			
Water	Possible	!!	▶▶▶
Waste			
Land Use Planning	Likely	!!!	▶▶▶
Agriculture & Forestry	Possible	!!	▶▶▶
Environment & Biodiversity			
Health	Possible	!!	▶▶▶
Civil Protection & Emergency			
Tourism			
Other [please specify]			

! : Low
!! : Moderate
!!! : High
[?]: Not known

↑ : Increase
↓ : Decrease
↔ : No change
[?]: Not known

| : Current
▶ : Short-term
▶▶ : Medium-term
▶▶▶ : Long-term
[?]: Not known

Figura 0-3: azioni di adattamento per settore (fonte: SECAP_Template e nostra elaborazioni)

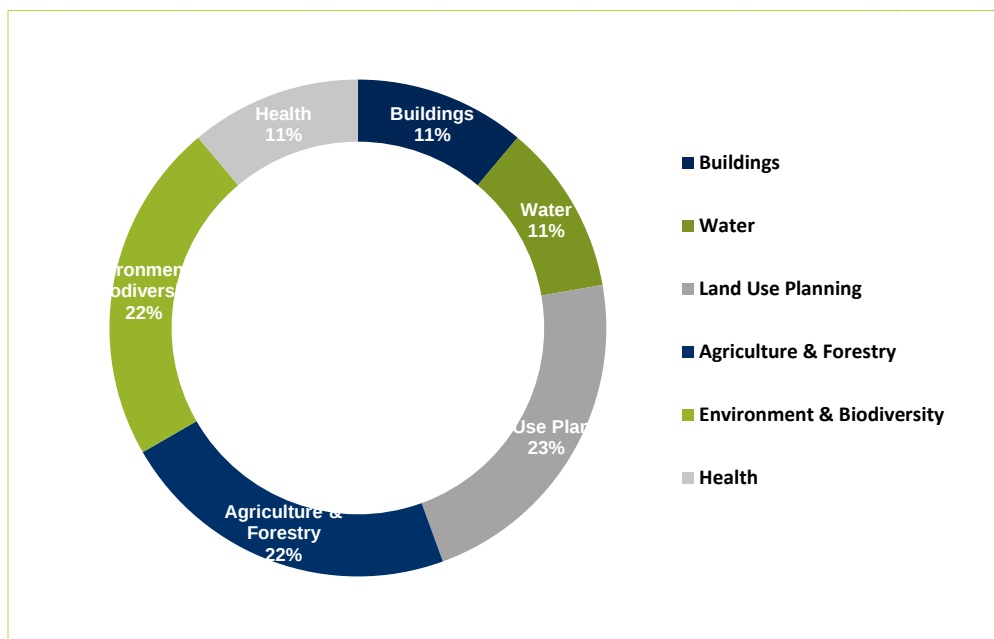


Figura 0-4: stato delle azioni di adattamento per settore (fonte: SECAP_Template e nostra elaborazioni)

