

Agenda21



COMUNE DI BERGAMO

COMUNE DI BERGAMO

Area Politiche del Territorio

Direzione Verde Pubblico e Ambiente

Servizio Ecologia e Ambiente

RELAZIONE SULLO STATO DELL'AMBIENTE

Aggiornamento Dati Dicembre 2015



**TERRITORIO | ARIA | ACQUA | SUOLO | RIFIUTI | ENERGIA |
RUMORE | ELETTROSMOG | MOBILITA' | TRASPORTI**

Redazione a cura di:

Direzione Edilizia Privata, SUEAP e Ambiente

Arch. Massimo Casanova

Servizio Ecologia e Ambiente

Arch. Alessandra Salvi

Ing. Serena Trussardi

Geom. Chiara Bertocchi

Dott.ssa Simona Turetta

Tel. 035.399 795

E-Mail: tutelaambiente@comune.bg.it

Con la collaborazione di:

Dott.ssa Tiziana Brozzoni

Dott.ssa Maria Donata Distefano

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

INTRODUZIONE

Con l'adesione alla *Carta di Aalborg (1994)*, anche il Comune di Bergamo ha avviato nel 2005 *Agenda 21 Locale*: si tratta di un processo, condiviso da tutti gli attori sociali, economici ed istituzionali (stakeholder) presenti sul territorio, per definire ed attuare un *Piano di Azione Locale (Azione 21)* concreto e realistico, che possa garantire politiche e strategie di Sostenibilità, specialmente Urbana, dato che oltre il 45% della popolazione mondiale vive in contesti urbani.

Tra le principali fasi che costituiscono il processo di *Agenda 21 Locale* rientra la redazione di una *Relazione sullo Stato dell'Ambiente (RSA)*, documento che, attraverso la scelta di indicatori di sostenibilità, raccoglie i principali dati di base sull'ambiente fisico, sociale ed economico del luogo in oggetto.

La *Relazione sullo Stato dell'Ambiente (RSA)* è redatta seguendo un modello concettuale accreditato a livello internazionale ed è basata sull'utilizzo di indicatori che consentono di scambiare informazioni a livello tecnico standardizzato, con un linguaggio semplice ed accessibile ad un pubblico ampio. Nel tempo, le informazioni acquisite permettono un continuo confronto tra dati diversi dal punto di vista sia storico/temporale che spaziale.

Negli ultimi anni, il Comune di Bergamo ha redatto tre *Relazione sullo Stato dell'Ambiente (RSA)*:

- la prima edizione, pubblicata nel 2006, ha considerato un trend di dati relativi principalmente al periodo 2004/2005;
- la seconda edizione del 2009 è stata realizzata sull'aggiornamento dei dati, presenti nel precedente rapporto, per il periodo 2006-2009;
- la terza edizione, infine, comprende i dati relativi al quinquennio 2010-2015.

Attraverso i vari aggiornamenti è possibile avere un'idea precisa di come l'ambiente nella Città di Bergamo abbia subito dei cambiamenti in questo ultimo decennio.

Proponendo una dettagliata descrizione della situazione nella Città di Bergamo di diverse matrici ambientali (aria, acqua, suolo, rifiuti, natura, energia, rumore, elettrosmog e mobilità), la *Relazione sullo Stato dell'Ambiente (RSA)* vuole dunque essere un punto di partenza nell'iter di formazione della sensibilità ambientale negli Amministratori ed in generale nella Cittadinanza.

INDICE

CAPITOLO 1 - CONTESTO DI RIFERIMENTO	7
Aspetti ambientali e territoriali	7
Aspetti socio-economici	16
 CAPITOLO 2 - ARIA	 23
Normativa	23
Qualità dell'aria	27
Contesto geografico e meteorologico	30
Inquinanti monitorati	32
Biossido di Zolfo (SO ₂)	32
Biossido di Azoto (NO ₂)	32
Monossido di Carbonio (CO)	34
Ozono Troposferico (O ₃)	35
Benzene (C ₆ H ₆)	37
Particolato Atmosferico (PM ₁₀ e PM _{2,5})	37
Campagne mobili	40
 CAPITOLO 3 - ACQUA	 45
Normativa	45
Reticolo idrografico	47
Naturale	47
- Torrente Morla	47
- Torrente Quisa	48
Artificiale	48
- Roggia Morlana	48
- Roggia Serio	48
- Roggia Guidana	49
- Roggia Ponte Perduto	49
Corpi idrici superficiali	51
Acque sotterranee	60
Acquedotto	63
Fognatura e Depurazione	67
 CAPITOLO 4 - SUOLO	 70
Uso del suolo	70
Natura, Biodiversità e Paesaggio	83
Parco Regionale dei Colli di Bergamo	83
SIC - Sito di Importanza Comunitaria "Boschi dell'Astino e dell'Allegrezza" .	84

PLIS – Parco Locale di Interesse Sovracomunale “Parco Agricolo Ecologico (PAE) Madonna dei Campi”	84
Nuova Sezione “Astino” (Via Allegrezza) dell’Orto Botanico di Bergamo “L.Rota”	88
Bonifiche	91
Amianto	92
Rischi naturali	96
Rischio di Incidente Rilevante – RIR	99
Sottosuolo	100
CAPITOLO 5 - RIFIUTI	102
CAPITOLO 6 - ENERGIA	123
Piano d’Azione per l’Energia Sostenibile (SEAP – Sustainable Energy Action Plans)	123
Consumi energetici ed emissioni di CO _{2eq}	126
Teleriscaldamento	132
Fonti Energetiche Rinnovabili – FER	134
Impianti fotovoltaici	134
Impianti geotermici	135
Impianto mini-idroelettrico	136
CAPITOLO 7 - RUMORE	137
Piano di Zonizzazione Acustica	137
Monitoraggio dell’inquinamento acustico aeroportuale	142
CAPITOLO 8 - CAMPI ELETTROMAGNETICI E RADIAZIONI IONIZZANTI	148
Sorgenti di radiofrequenze e microonde – RF/MW	148
Radon	149
CAPITOLO 9 - MOBILITA' E TRASPORTI	155
Analisi del traffico veicolare	155
Mobilità dolce	160
Zone 30	160
Zone a Traffico Limitato - ZTL	161
Mobilità ciclabile	163
- Bici-Plan	163
- Bike-Sharing	167
Aree pedonali	168
Piedibus	170
Trasporto Pubblico Locale - TPL	171
Tramvie Elettriche Bergamasche - TEB	172
Indice di Motorizzazione	173

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	175
Aria	175
Acqua	176
Suolo	176
Rifiuti	177
Energia	177
Rumore	178
Campi elettromagnetici e radiazioni ionizzanti	179
Mobilità e trasporti	179
 BIBLIOGRAFIA	 181
 SCHEDE DI APPROFONDIMENTO DEGLI INDICATORI	 183
Capitolo 1 - CONTESTO DI RIFERIMENTO	184
Capitolo 2 - ARIA	187
Capitolo 3 - ACQUA	190
Capitolo 4 - SUOLO	193
Capitolo 5 - RIFIUTI	201
Capitolo 6 – ENERGIA	202
Capitolo 7 – RUMORE	205
Capitolo 8 - CAMPI ELETTRROMAGNETICI E RADIAZIONI IONIZZANTI	206
Capitolo 9 - MOBILITA' E TRASPORTI	208

CAPITOLO 1 - CONTESTO DI RIFERIMENTO

Aspetti ambientali e territoriali

La Città di Bergamo è situata al centro della Provincia, di cui è capoluogo, e confina con i Comuni di Ponteranica, Torre Boldone, Gorle, Seriate, Orio al Serio, Azzano San Paolo, Stezzano, Lallio, Treviolo, Curno, Mozzo, Valbrembo, Paladina e Sorisole. Il territorio comunale si estende per 40,9 km² nella zona di raccordo tra i rilievi più meridionali della Catena Alpina e l'ampio bacino alluvionale della Pianura Padana.

Figura 1.1 – La Città di Bergamo nella Provincia di Bergamo



Fonte: Comune di Bergamo, 2015.

Si tratta di un territorio morfologicamente vario, caratterizzato a Nord da un paesaggio collinare tipico delle aree prealpine ed a Sud da morfologie pianeggianti dell'ambiente padano.

Infatti, per quanto riguarda l'aspetto geologico e morfologico, il territorio di Bergamo è suddivisibile in due settori distinti: la zona dei colli appartiene alla porzione più meridionale delle Prealpi Lombarde ed è formata da rocce di età cretacea, fagliate e piegate. La fascia pedecollinare e la pianura sono costituite da ampie falde di depositi quaternari originati dallo smantellamento sin-orogenetico e post-orogenetico delle rocce del substrato roccioso.

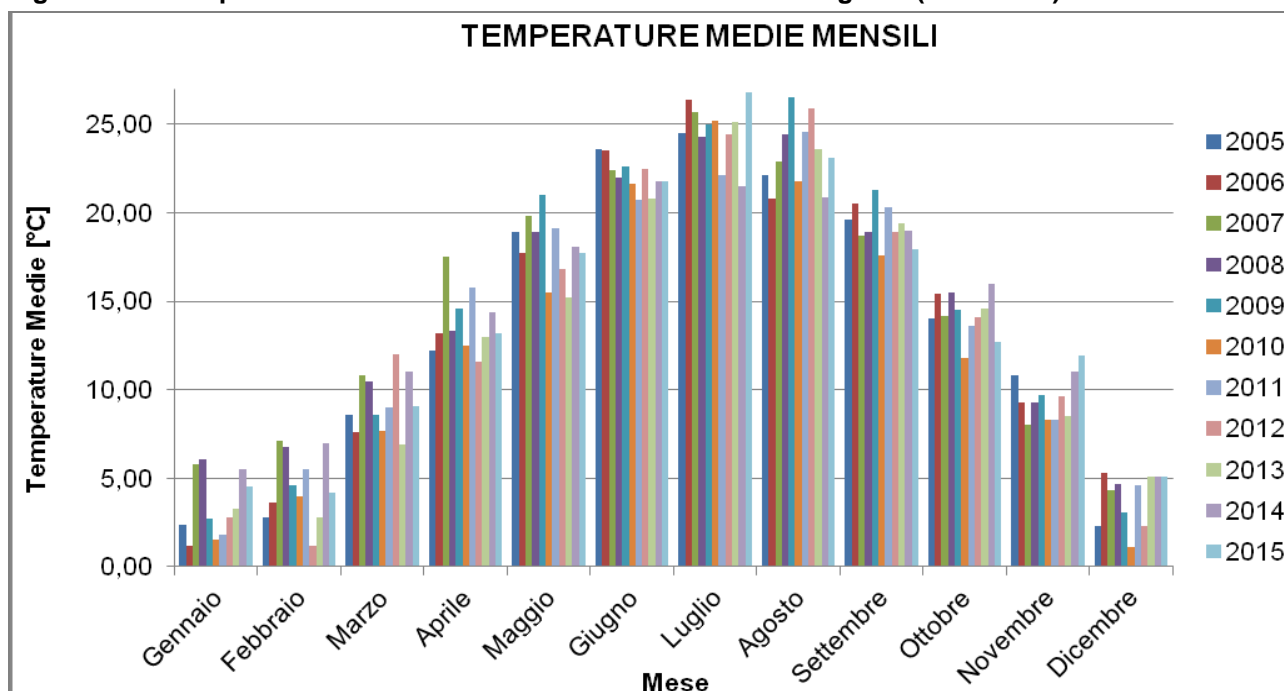
In merito ai rischi naturali, nel territorio di Bergamo, sono presenti aree esposte ad esondazione ed aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti. Tale aspetto verrà approfondito nel Capitolo 4 "Suolo e Sottosuolo".

Per quanto concerne invece il rischio sismico, secondo la definizione fornita dall'O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003, il territorio comunale rientra nella classe di pericolosità

sismica 3: nelle zone così classificate possono verificarsi nell'arco di 50 anni forti terremoti, seppur raramente.

Dal punto di vista dell'inquadramento meteorologico, il periodo più caldo dell'anno coincide con i mesi di Luglio ed Agosto, con temperature medie annue che oscillano tra 20°C e 26°C, mentre il periodo più freddo è quello compreso tra i mesi di Dicembre e Febbraio, con temperature medie annue che oscillano tra 1°C e 7°C. Il grafico in figura 1.2 riporta le temperature medie mensili relative al decennio 2005-2014, le quali sono visibili anche nella tabella 1.1. Il grafico in figura 1.3 evidenzia invece il trend di temperature medie annuali per il periodo 2005-2015.

Figura 1.2 – Temperature medie mensili relative al Comune di Bergamo (2005-2015)



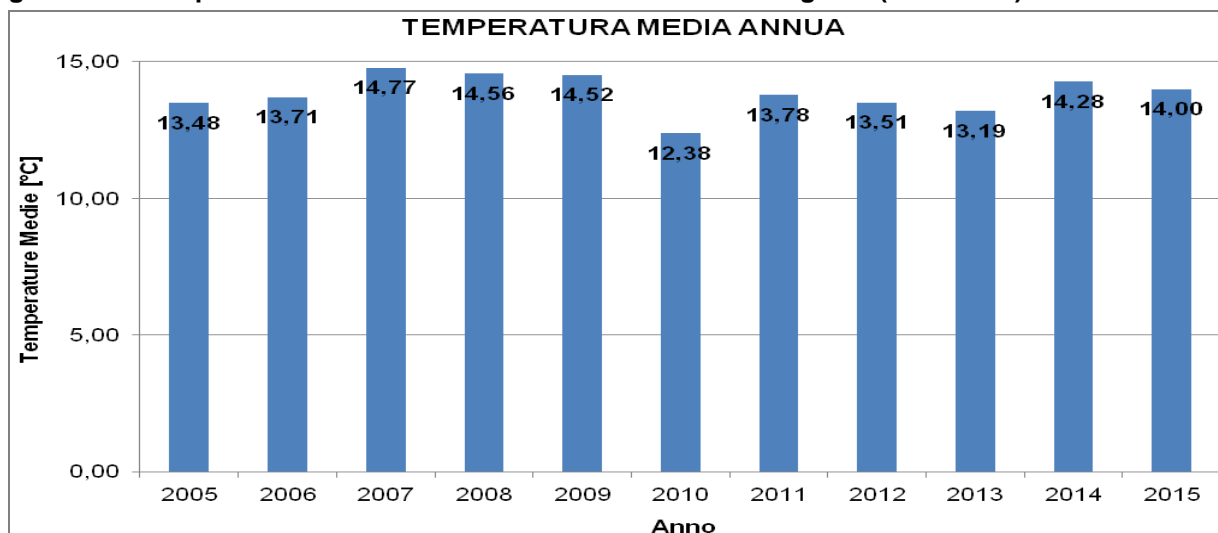
Fonte: Elaborazione dati ARPA Lombardia - Dipartimento di Bergamo.

Tabella 1.1- Temperature medie mensili ed annue relative al Comune di Bergamo (2005-2015)

Anno	Mese												Media Annuale
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
2005	2,40	2,80	8,60	12,20	18,90	23,60	24,50	22,10	19,60	14,00	10,80	2,30	13,48
2006	1,20	3,60	7,60	13,20	17,70	23,50	26,40	20,80	20,50	15,40	9,30	5,30	13,71
2007	5,80	7,10	10,80	17,50	19,80	22,40	25,70	22,90	18,70	14,20	8,00	4,30	14,77
2008	6,10	6,80	10,50	13,30	18,90	22,00	24,30	24,40	18,90	15,50	9,30	4,70	14,56
2009	2,70	4,60	8,60	14,60	21,00	22,60	25,00	26,50	21,30	14,50	9,70	3,10	14,52
2010	1,50	4,00	7,70	12,50	15,50	21,60	25,20	21,80	17,60	11,80	8,30	1,10	12,38
2011	1,80	5,50	9,00	15,80	19,10	20,70	22,10	24,60	20,30	13,60	8,30	4,60	13,78
2012	2,80	1,20	12,00	11,60	16,80	22,50	24,40	25,90	18,90	14,10	9,60	2,30	13,51
2013	3,30	2,80	6,90	13,00	15,20	20,80	25,10	23,60	19,40	14,60	8,50	5,10	13,19
2014	5,50	7,00	11,00	14,40	18,10	21,80	21,50	20,90	19,00	16,00	11,00	5,10	14,28
2015	4,50	4,20	9,10	13,22	17,70	21,80	26,80	23,10	17,90	12,70	11,90	5,10	14,00
Media	3,31	4,54	9,25	13,75	18,06	21,12	24,64	23,33	19,28	14,22	9,52	3,91	13,83

Fonte: Elaborazione dati ARPA Lombardia - Dipartimento di Bergamo.

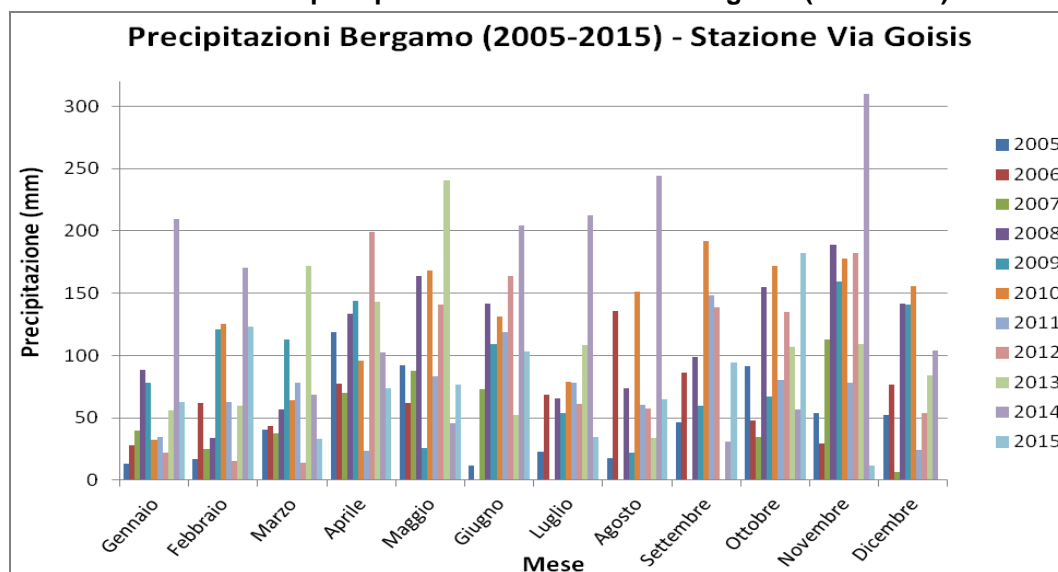
Figura 1.3 – Temperature medie annue relative al Comune di Bergamo (2005-2015)



Fonte: Elaborazione dati ARPA Lombardia - Dipartimento di Bergamo.

Le precipitazioni hanno una distribuzione approssimativamente sinusoidale, con i massimi concentrati principalmente nei periodi primaverili ed autunnali, mentre i minimi nel periodo invernale. In Figura 1.4 sono state riportate le medie mensili per il periodo 2005-2015, mentre in Figura 1.5 si riportano le medie annuali registrate nel Comune di Bergamo presso la stazione meteo presente in Via Goisis. Ad eccezione degli anni 2005 e 2006, nel decennio 2005-2015 si è verificato un aumento delle precipitazioni: l'anno più piovoso è stato il 2014 (1759,3 mm) con una maggiore attività di pioggia nei mesi di Gennaio, Giugno, Luglio, Agosto e Novembre. Il 2015 è stato un anno poco piovoso rispetto al precedente: infatti, la quantità di acqua registrata (860,8 mm) risulta essere di circa la metà rispetto a quella del 2014 ed il mese meno piovoso in assoluto è stato Dicembre, con una quasi assenza di precipitazione (0,6 mm).

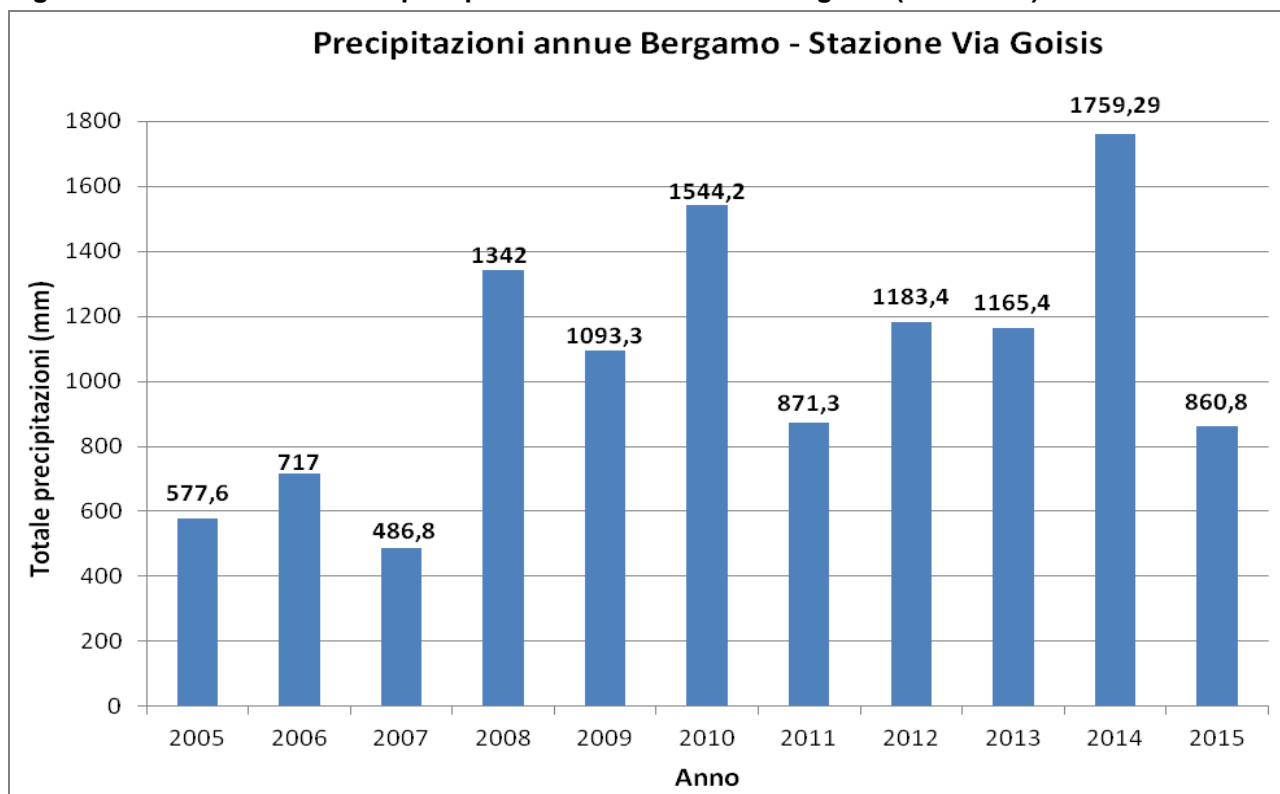
Figura 1.4 – Medie mensili delle precipitazioni nel Comune di Bergamo (2005-2015)



*Note: Il dato relativo all'anno 2007 non è completo a causa di una indisponibilità dei dati nei mesi di luglio-agosto-settembre.

Fonte: Elaborazione dati ARPA Lombardia - Dipartimento di Bergamo.

Figura 1.5 – Medie annue delle precipitazioni nel Comune di Bergamo (2005-2015)



*Nota: dato parziale per l'anno 2007.

Fonte: Elaborazione dati ARPA Lombardia - Dipartimento di Bergamo.

Un tema, diventato di grande importanza negli ultimi anni, è quello relativo al cambiamento climatico, a causa della sempre più frequente ricorrenza di fenomeni come siccità, ondate di calore, alluvioni, inverni con scarsità di neve e temperature elevate, marcata variabilità ed aumento della frequenza dei fenomeni “fuori stagione”. Tutti eventi che hanno determinato significativi effetti sia sul territorio e sull’ambiente, influenzando interi settori dell’economia locale, sia sulla percezione collettiva del clima e del cambiamento, che assume sempre di più un ruolo di nuovo elemento di pressione ambientale, economica e sociale.

Il clima può variare per fattori naturali o di origine antropica. Negli ultimi decenni, il rapido aumento della temperatura globale, come riconosciuto anche dal gruppo di scienziati dell’IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), che su mandato delle Nazioni Unite, studia i cambiamenti climatici, è legato alla grande concentrazione di gas ad effetto serra presenti in atmosfera e prodotti dalle attività dell’uomo. Fra le più impattanti ci sono l’utilizzo di combustibili fossili (carbone, metano, gas e petrolio), il disboscamento delle foreste (tra i principali serbatoi di assorbimento di CO₂ e con una funzione molto importante nell’azione di mitigazione del clima), il depauperamento delle risorse naturali, lo sfruttamento dei terreni attraverso pratiche agricole non sostenibili e gli allevamenti intensi. Il fattore tempo gioca un ruolo fondamentale nella lotta ai cambiamenti climatici ed è per questo che guardare alle esperienze positive già realizzate in questo settore può rappresentare una mossa vincente.

Dall'inizio dell'era pre-industriale, la temperatura media globale è aumentata di circa 1°C. Gli effetti del surriscaldamento si manifestano con eventi naturali estremi sempre più frequenti (alluvioni, uragani, tempeste) e processi naturali più lenti (desertificazione, innalzamento del livello dei mari, scioglimento dei ghiacciai, perdita della biodiversità), con gravi conseguenze sull'ambiente e sulla vita delle persone.

In occasione del "Summit della Terra" tenutosi a Rio nel 1992, è stata adottata la "Convenzione Quadro delle Nazioni Unite sui Cambiamenti Climatici (UNFCCC)", che rappresenta il primo Accordo Internazionale in materia. Il testo, pur non prevedendo per gli Stati soglie vincolanti alle emissioni climalteranti, includeva la possibilità per i Firmatari di adottare, in sede di successive Conferenze (COP), dei Protocolli nei quali definire dei limiti obbligatori di emissioni. Il più importante di questi atti, adottato nel 1997 in occasione della COP3, è stato il Protocollo di Kyoto, entrato in vigore dopo 8 anni dalla sua stesura. Una tappa storica nei processi di negoziato è rappresentata dalla COP21, che si è tenuta a Parigi nel Dicembre 2015. Al termine della conferenza 195 Paesi hanno firmato un Accordo Globale sul Clima con l'impegno a ridurre le emissioni di gas serra e l'ambizioso obiettivo di contenere, rispetto ai livelli pre-industriali, l'aumento della temperatura al di sotto dei 2°C, nonché limitarne l'aumento a 1,5°C.

La lotta al cambiamento climatico costituisce uno dei cinque obiettivi della Strategia Europa 2020, che in corso d'opera è stata resa ancora più ambiziosa con la proposta della Commissione UE di diminuire maggiormente le emissioni entro questa data, portando la riduzione dal 20% al 30%. Gli obiettivi di riduzione delle emissioni crescono progressivamente in proporzione all'orizzonte temporale più ampio. Difatti, nell'ottobre 2014 i leader dell'UE hanno concordato nuovi obiettivi in materia di clima ed energia per il 2030 tra cui una riduzione del 40% delle emissioni di gas serra rispetto ai livelli del 1990 e, in una prospettiva di lungo termine, dell'80-95% entro il 2050. Tale sfida si accompagna da un lato alla necessità di mettere in campo meccanismi di riduzione dei gas serra (mitigazione), andando ad agire sulle cause del riscaldamento globale, e dall'altro di adottare misure di adattamento che intervengano sulla riduzione degli impatti dell'aumento delle temperature nonché finalizzate alla creazione di una maggiore flessibilità al cambiamento ed alla possibilità di trarne vantaggio sia in termini di sostenibilità ambientale che in termini socio-economici. L'adattamento e la mitigazione sono azioni complementari e fra gli strumenti più importanti che possiede l'Europa per affrontare la questione del cambiamento climatico. La Commissione Europea, in tale ottica, ha elaborato "Una Strategia Europea di Adattamento al Cambiamento Climatico" (2013), che mira a rafforzare la resilienza dei Paesi Europei a fronte della minaccia del surriscaldamento del Pianeta e li incoraggia ad adottare strategie nazionali.

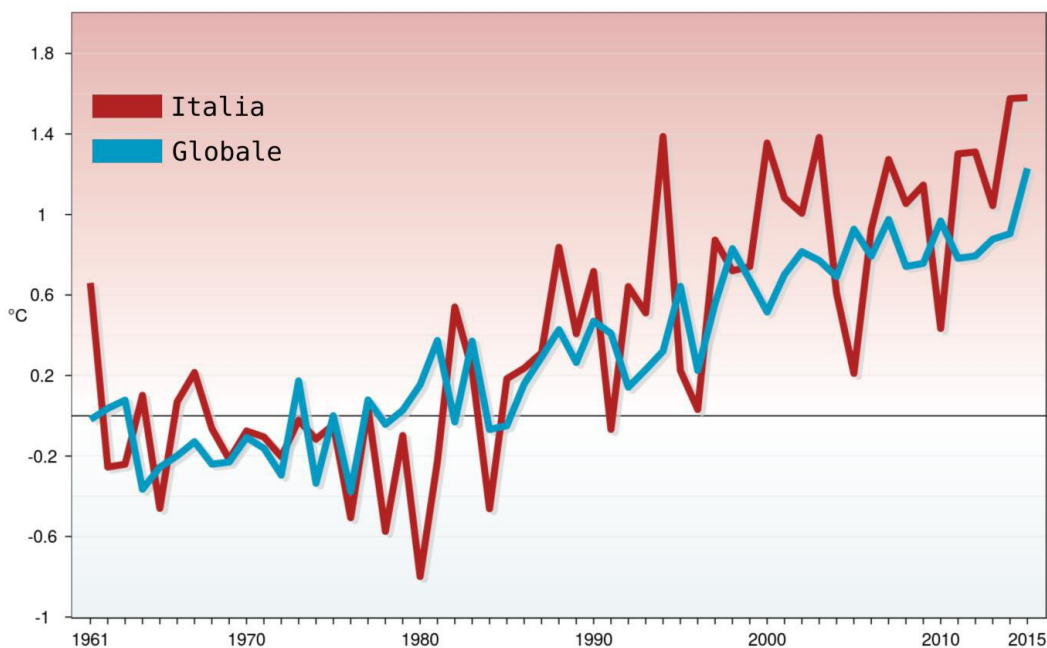
In linea con le indicazioni europee, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, con il coordinamento scientifico del Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC), ha elaborato una "Strategia Nazionale di Adattamento per l'Italia". Il documento contiene le indicazioni per contrastare gli impatti dei

cambiamenti climatici sull'ambiente ed in ambito socio-economico e rappresenta un quadro di riferimento per l'elaborazione dei piani di adattamento delle Regioni e delle Municipalità. L'adattamento alle minacce del riscaldamento globale e le azioni di mitigazione sono una sfida che coinvolge oltre i Governi Centrali anche le Amministrazioni Locali, i Cittadini, le Associazioni, il Settore Privato ed i diversi Stakeholders. E' pertanto necessario cooperare a tutti i livelli e promuovere anche iniziative "dal basso". Un ruolo importante in tale contesto è giocato dal Nuovo Patto dei Sindaci per il Clima e l'Energia, presentato nel 2015 dalla Commissione Europea. L'iniziativa coinvolge migliaia di Autorità Locali e Regionali impegnate su base volontaria a raggiungere sul proprio territorio gli obiettivi fissati dall'Unione Europea in materia di energia e clima. La maggior parte delle Autorità condivide gli obiettivi di riduzione del 40% delle emissioni di gas climalteranti entro il 2030 ed è a favore dell'integrazione di azioni di mitigazione ed adattamento ai cambiamenti climatici sotto un "ombrello" comune.

Nel Rapporto "Gli indicatori del clima in Italia nel 2015", l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) illustra l'andamento del clima nel corso del 2015 ed aggiorna la stima delle variazioni climatiche negli ultimi decenni in Italia. Il Rapporto si basa in gran parte su dati, indici ed indicatori climatici derivati dal Sistema Nazionale per la Raccolta, l'Elaborazione e la Diffusione dei Dati Climatologici di Interesse Ambientale (SCIA, www.scia.isprambiente.it), realizzato dall'ISPRA in collaborazione e con i dati degli organismi titolari delle principali reti osservative presenti sul territorio nazionale. Complessivamente, nel 2015 gli indicatori di temperatura e precipitazione sono stati derivati da circa 1.100 stazioni distribuite sull'intero territorio nazionale.

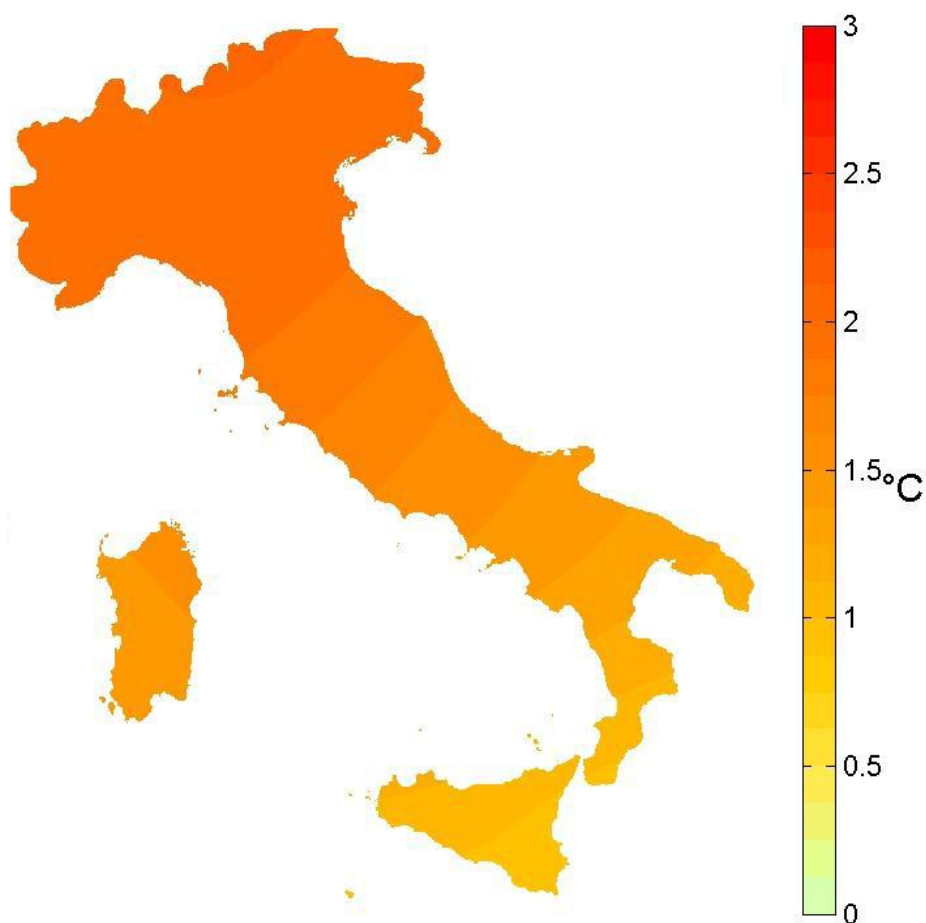
Dopo il 2014, anche il 2015 ha segnato nuovi record della temperatura media, sia a scala globale che in Italia. A livello globale (terraferma ed oceani) il 2015 è stato l'anno più caldo dal 1880 ad oggi. Sulla terraferma, l'anomalia della temperatura media globale rispetto al trentennio climatologico di riferimento 1961-1990 è stata di +1,23°C ed è la più alta della serie a partire dal 1961. Dal 1986 l'anomalia termica media globale sulla terraferma è stata sempre positiva. Tutti gli anni successivi al 2000 ed il 1998 sono i più caldi dell'intera serie storica. In Italia, il valore della temperatura media nel 2015 è stato il più elevato dell'intera serie dal 1961, appena superiore a quello del 2014. L'anomalia media annuale è stata di +1,58°C e va attribuita a tutte e quattro le stagioni, con l'anomalia più marcata in estate (+2,53°C). L'anomalia della temperatura media annuale del 2015 va attribuita leggermente di più alle temperature massime rispetto alle temperature minime. Distinguendo tra macro-aree geografiche, l'anomalia della temperatura media annuale è stata in media di +2,07°C al Nord, +1,70 al Centro e +1,28°C al Sud e sulle Isole. Tutti i mesi del 2015 sono stati più caldi della norma, ad eccezione di Settembre al Nord e Febbraio al Sud e sulle Isole. Ovunque il mese più caldo rispetto alla norma è stato Luglio, mentre il mese meno caldo rispetto alla norma è stato Settembre al Nord e Febbraio sia al Centro che al Sud e sulle Isole.

Figura 1.6 – Serie delle anomalie di temperatura media globale sulla terraferma ed in Italia, rispetto ai valori climatologici normali 1961-1990



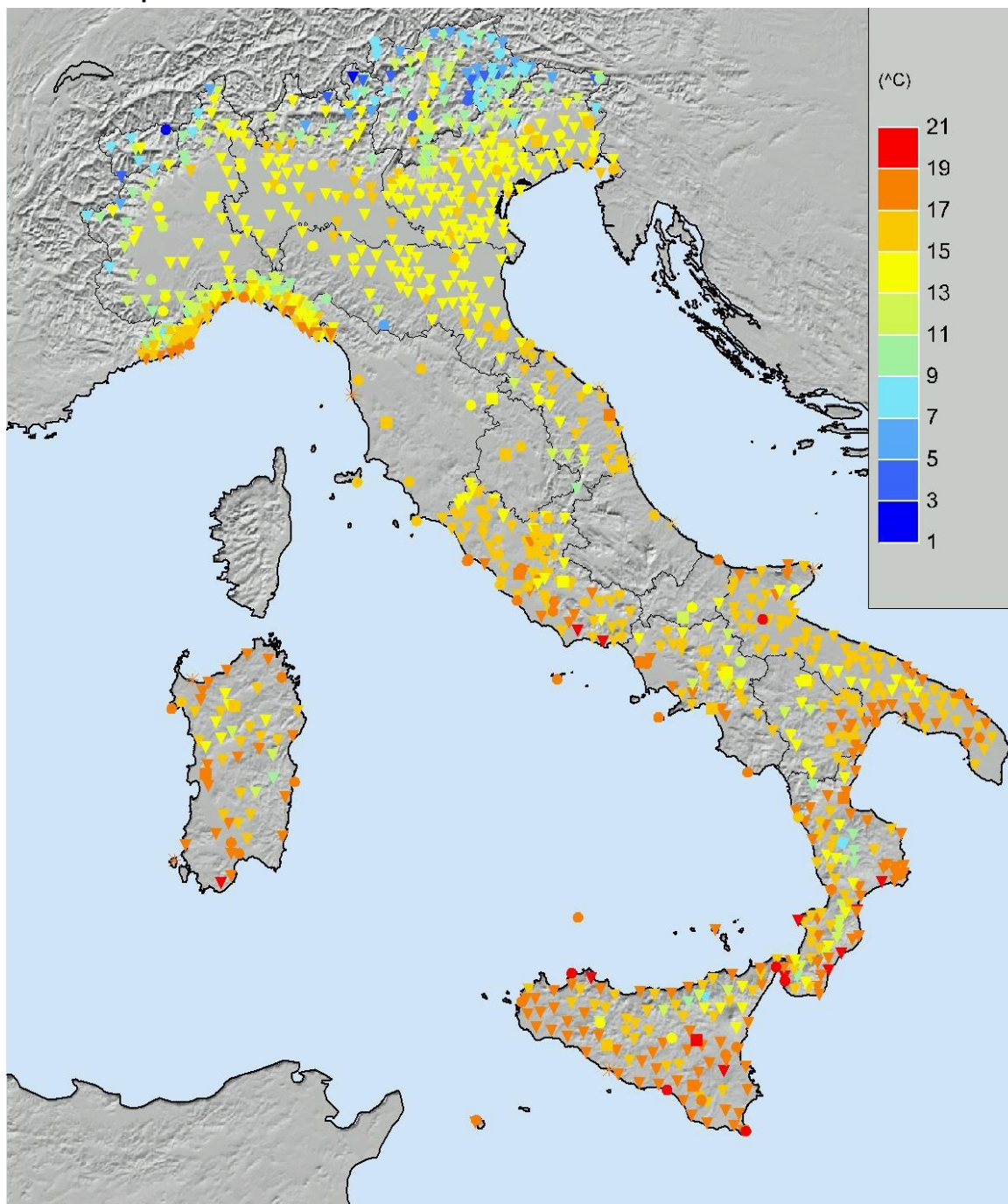
Fonte: Rapporto “Gli indicatori del clima in Italia nel 2015”, ISPRA.

Figura 1.7 – Anomalia della temperatura media annuale 2015 rispetto al valore normale 1961-1990



Fonte: Rapporto “Gli indicatori del clima in Italia nel 2015”, ISPRA.

Figura 1.8 – Temperatura media nel 2015

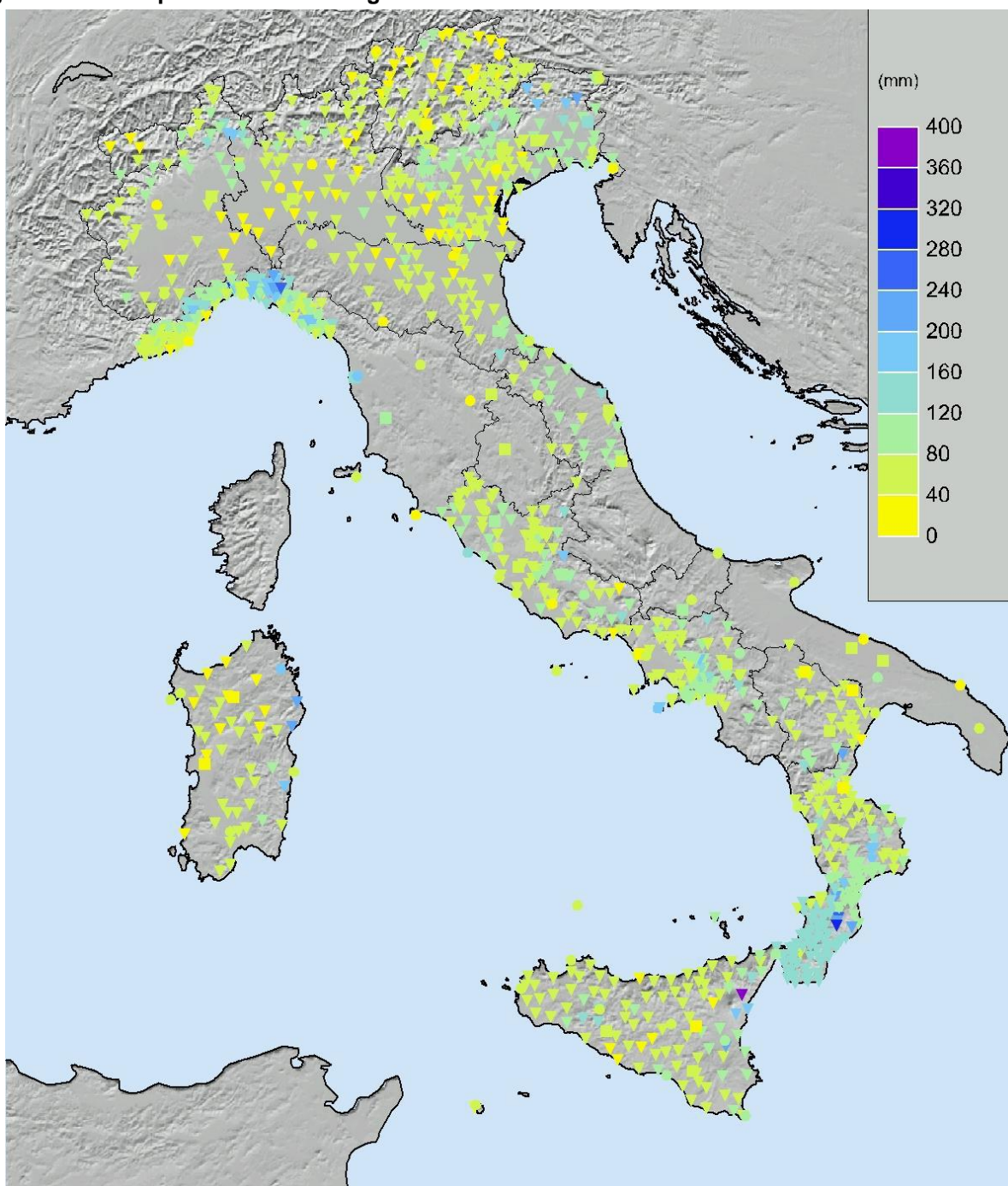


Fonte: Rapporto “Gli indicatori del clima in Italia nel 2015”, ISPRA.

Le precipitazioni cumulate annuali del 2015 in Italia sono state complessivamente inferiori alla media climatologica del 13% circa. Il valore medio di anomalia annuale presenta sensibili differenze tra diverse aree del territorio italiano. Al Nord ed al Centro il 2015 è stato nettamente meno piovoso della norma (rispettivamente -21% e -17%), al Sud e sulle Isole pressoché nella norma. Il carattere mediamente “secco” dell’anno è confermato dal dato dell’umidità relativa media annuale nazionale, che colloca il 2015 al terzo posto nella classifica degli anni più secchi a partire dal 1961. Al Nord ed al Centro le precipitazioni sono state inferiori alla norma soprattutto nei mesi di Luglio, Novembre e Dicembre. Nel mese di Dicembre, in particolare, è stata registrata una quasi totale

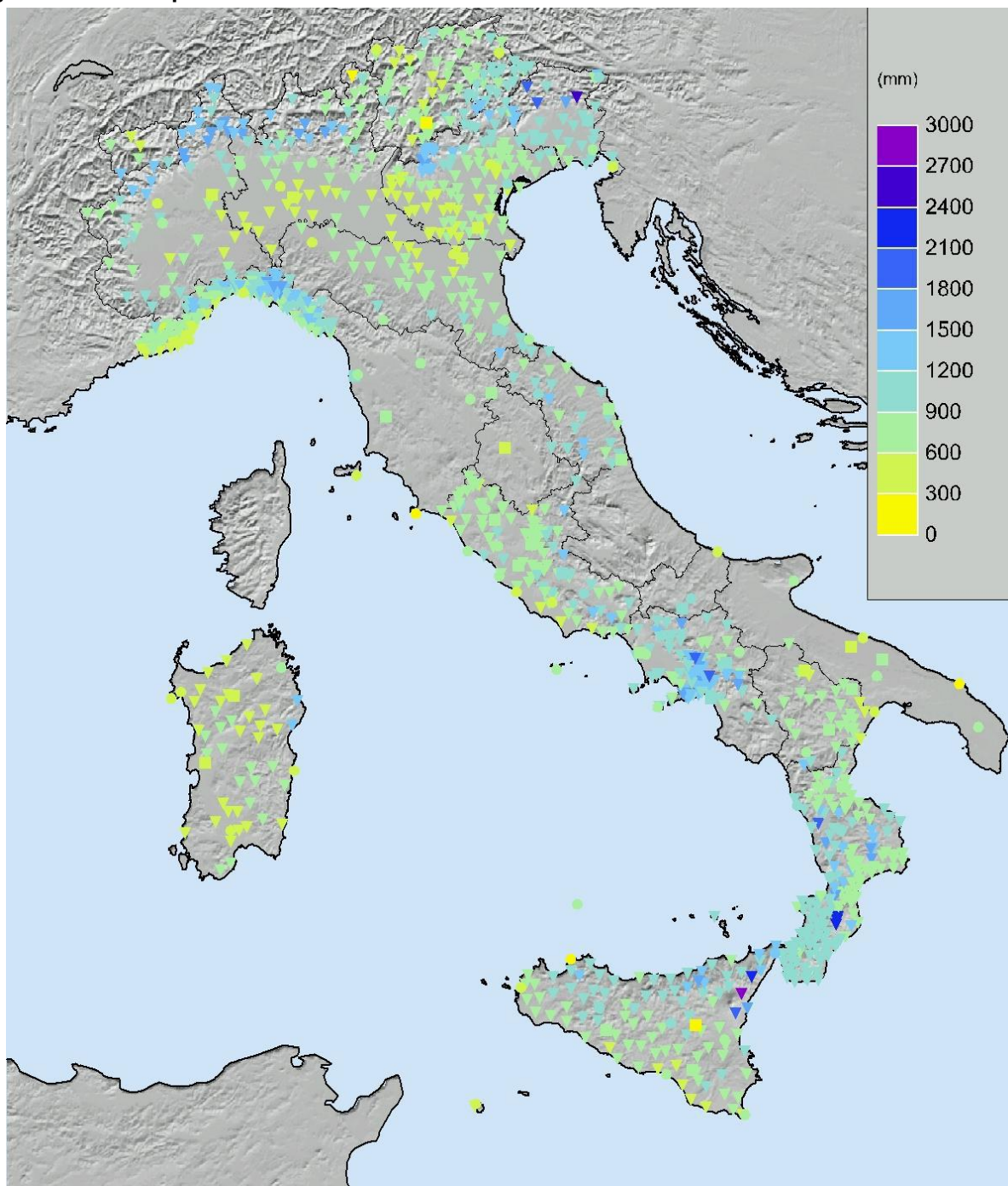
assenza di precipitazioni praticamente su tutto il territorio nazionale. Nell'intervallo 1951-2015 i valori medi delle precipitazioni cumulate annuali risultano in leggera diminuzione, ma non risultano tendenze statisticamente significative. Gli indici rappresentativi della frequenza, dell'intensità e dei valori estremi di precipitazione, sono stati aggiornati utilizzando un numero di serie temporali sensibilmente più alto rispetto agli anni precedenti. Tuttavia, le principali conclusioni che si possono trarre dall'analisi delle serie rimangono sostanzialmente invariate. Complessivamente, dall'analisi degli indici non emergono segnali netti di variazioni significative della frequenza e della intensità delle precipitazioni nel medio-lungo periodo.

Figura 1.9 – Precipitazione massima giornaliera nel 2015



Fonte: Rapporto “Gli indicatori del clima in Italia nel 2015”, ISPRA.

Figura 1.10 – Precipitazione cumulata nel 2015



Fonte: Rapporto “Gli indicatori del clima in Italia nel 2015”, ISPRA.

Aspetti socio-economici

Alla fine del 2016, la Città di Bergamo ha registrato 120.518 residenti con un incremento di 964 abitanti (pari a circa 0,81%) rispetto all’anno precedente.

A partire dagli anni ‘60, la popolazione del Comune di Bergamo ha subito rilevanti variazioni: dopo un periodo di sostenuta crescita, culminato nel 1974 con una

popolazione che ha sfiorato le 130.000 unità, si è assistito ad una pari diminuzione dei residenti che, nel 1992, ha riportato i valori della popolazione a quelli dell'inizio degli anni '60 (circa 115.000 unità).

Durante gli anni '90 la popolazione comunale si è mantenuta tendenzialmente stabile, intorno a circa 116.000 unità, mentre a partire dal 2000 si è assistito ad una nuova fase di variabilità: infatti, dal 2007 il trend demografico è cresciuto fino al 2012, per poi nuovamente diminuire fino al 2014.

Per quanto riguarda la composizione per fasce di età, si evidenzia come nel 2016 la fascia demograficamente più numerosa sia quella compresa tra 50-54 anni (9.829 abitanti) e tra 55-59 anni (9.604 abitanti), mentre la fascia meno numerosa, oltre agli over 100 (61 abitanti) e quella tra 95-99 anni (353 abitanti), rimane quella degli 0 anni (874 neonati).

In un'analisi demografica, è possibile definire la struttura di una popolazione anche tramite l'utilizzo dei seguenti indici:

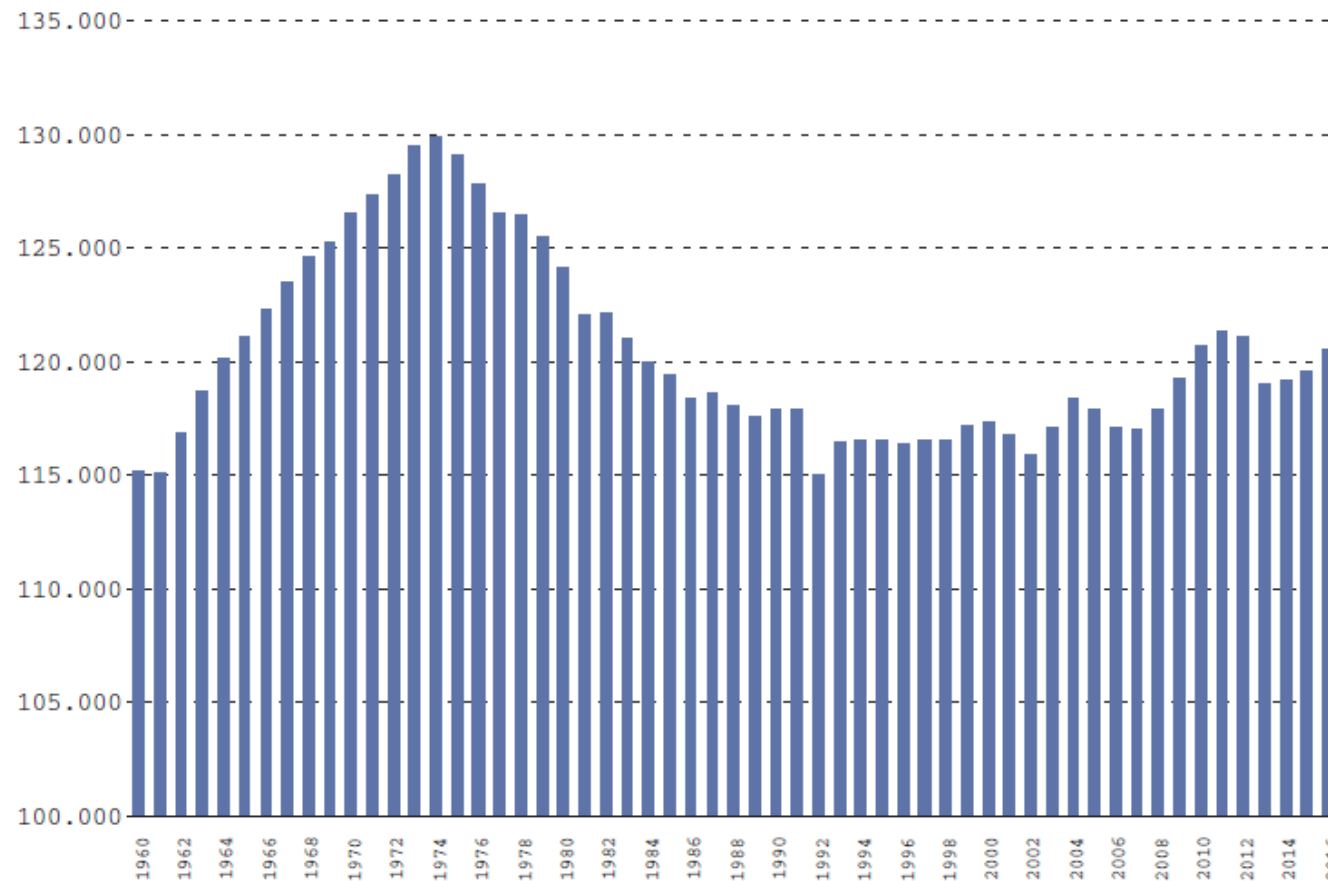
- Indice di vecchiaia: rapporto percentuale tra la popolazione in età da 65 anni in poi e quella della classe 0-14 anni;
- Indice di dipendenza totale: rapporto percentuale avente al numeratore la somma tra la popolazione in età 0-14 anni e quella in età da 65 anni in poi ed al denominatore la popolazione in età 15-64 anni;
- Indice di dipendenza giovanile: rapporto percentuale tra la popolazione in età 0-14 anni e quella in età 15-64 anni;
- Indice di dipendenza degli anziani: rapporto percentuale tra la popolazione in età da 65 anni in poi e quella in età 15-64 anni;
- Indice di ricambio della popolazione in età lavorativa: rapporto percentuale tra la popolazione della classe 60-64 anni e quella della classe 15-19 anni.

In Tabella 1.2 sono riportati i valori di questi indici relativi alla popolazione residente nel Comune di Bergamo, per il periodo 2001-2016. Considerando i dati degli anni tra il 2009 e il 2016, si osserva che:

- Dal 2009 l'indice di vecchiaia è aumentato: ciò significa che il numero degli anziani over 65 è cresciuto rispetto al numero di giovani (0-14 anni);
- L'indice di dipendenza totale è aumentato progressivamente negli anni: gli individui adulti (15 - 64 anni) sono quantitativamente minori rispetto ai giovani e agli anziani;
- L'indice di dipendenza giovanile è cresciuto progressivamente negli anni: gli individui giovani (0 - 14 anni) sono dunque in aumento rispetto agli adulti (15 - 64 anni);
- L'indice di dipendenza degli anziani è progressivamente aumentato negli anni, soprattutto nel triennio 2014 - 2016: infatti, come già descritto in precedenza, gli individui anziani sono quantitativamente più numerosi rispetto agli individui adulti;
- L'indice di ricambio della popolazione in età lavorativa è tendenzialmente diminuito: ciò significa che sono in aumento i giovani lavoratori (15-19 anni) rispetto agli individui più adulti (60-64 anni).

Figura 1.11 - Serie storica della popolazione dal 1960 al 2016 nel Comune di Bergamo

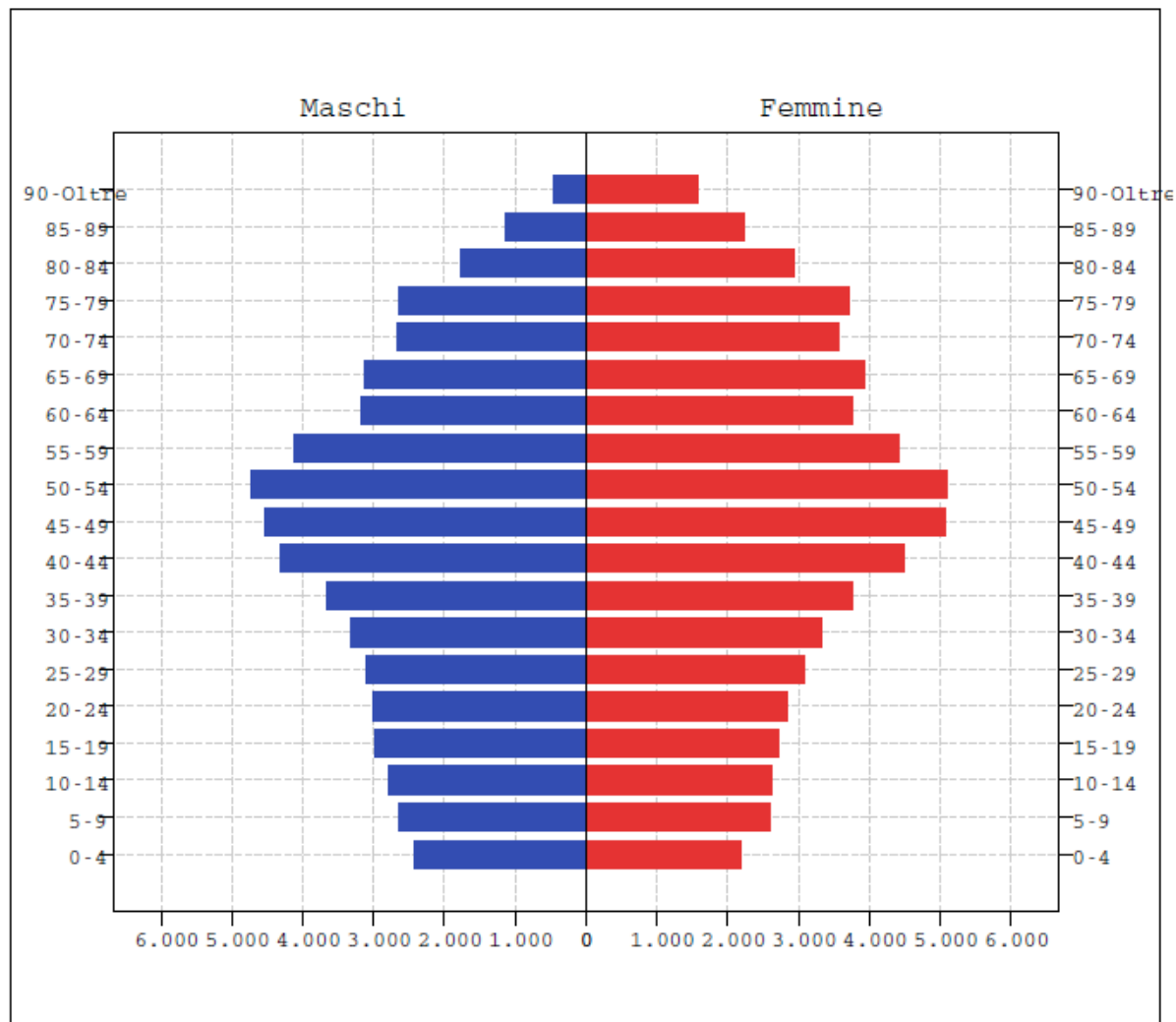
Anno	Residenti	Incremento annuo per 1.000 ab.
1970	126.504	8,7
1975	129.117	4,1
1980	124.150	-7,8
1985	119.427	-7,7
1990	117.886	-2,6
1991	117.860	-0,2
1992	115.053	-23,8
1993	116.447	12,1
1994	116.520	0,6
1995	116.518	0,0
1996	116.366	-1,3
1997	116.569	1,7
1998	116.549	-0,2
1999	117.208	5,7
2000	117.325	1,0
2001	116.801	-4,5
2002	115.883	-7,9
2003	117.122	10,7
2004	118.426	11,1
2005	117.887	-4,6
2006	117.072	-6,9
2007	117.032	-0,3
2008	117.890	7,3
2009	119.234	11,4
2010	120.694	12,2
2011	121.316	5,2
2012	121.137	-1,5
2013	119.049	-17,2
2014	119.144	0,8
2015	119.554	3,4
2016	120.518	8,1



Fonte: Comune di Bergamo, Annuario Demografico 2016 – Agenzia Sistemi Informativi Comune di Bergamo.

Figura 1.12 - Piramide dell'età della popolazione al 01 gennaio 2017 nel Comune di Bergamo

Fascia	Maschi	Femmine	Maschi + Femmine	Rapporto di mascolinità (%)
0	456	418	874	52,2%
01_04	1.979	1.760	3.739	52,9%
05_09	2.638	2.598	5.236	50,4%
10_14	2.792	2.630	5.422	51,5%
15_19	2.990	2.712	5.702	52,4%
20_24	2.994	2.831	5.825	51,4%
25_29	3.090	3.085	6.175	50,0%
30_34	3.316	3.321	6.637	50,0%
35_39	3.662	3.764	7.426	49,3%
40_44	4.318	4.488	8.806	49,0%
45_49	4.526	5.078	9.604	47,1%
50_54	4.732	5.097	9.829	48,1%
55_59	4.134	4.407	8.541	48,4%
60_64	3.182	3.758	6.940	45,9%
65_69	3.137	3.934	7.071	44,4%
70_74	2.662	3.580	6.242	42,6%
75_79	2.643	3.703	6.346	41,6%
80_84	1.757	2.944	4.701	37,4%
85_89	1.132	2.227	3.359	33,7%
90_94	396	1.233	1.629	24,3%
95_99	59	294	353	16,7%
100+	8	53	61	13,1%
Totale	56.603	63.915	120.518	47,0%



Fonte: Comune di Bergamo, Annuario Demografico 2016 – Agenzia Sistemi Informativi Comune di Bergamo.

Tabella 1.2 – Indici di struttura della popolazione residente nel Comune di Bergamo

Anno	Vecchiaia [%]	Dipendenza			Ricambio della popolazione in età lavorativa [%]	Ricambio della popolazione Over 65 [%]
		Totale [%]	Giovanile [%]	Degli Anziani [%]		
2001	179,4	54,5	19,5	35,0	172,2	22,7
2002	179,6	55,1	19,7	35,4	166,3	22,8
2003	178,9	55,4	19,9	35,6	157,2	22,9
2004	181,1	56,9	20,2	36,6	142,2	23,4
2005	182,1	57,9	20,5	37,4	143,1	23,7
2006	182,2	58,4	20,7	37,7	141,7	23,8
2007	181,3	58,4	20,8	37,7	142,7	23,9
2008	179,6	58,2	20,8	37,4	141,9	23,6
2009	168,8	59,5	22,2	37,4	141,9	23,6
2010	178,1	57,5	20,7	36,9	142,8	23,4
2011	179,8	57,8	20,7	37,2	135,1	23,6
2012	182,0	58,1	20,6	37,5	130,3	23,7
2013	186,8	59,8	20,8	38,9	126,2	24,4
2014	190,6	72,0	24,8	47,2	120,9	24,6
2015	193,8	72,0	24,5	47,5	120,6	24,7
2016	194,9	71,7	24,3	47,4	121,7	24,7

Fonte: Elaborazione basata sui dati delle Statistiche Demografiche del Comune di Bergamo.

Nel 2015, le imprese attive registrate nella Provincia di Bergamo risultano essere pari a 85.545 e rispetto al 2014 quelle non più attive sono solo 7.

Contrariamente al periodo 2009-2011 in cui si è verificato un aumento del numero di imprese attive, dal 2012 si è riscontrato una diminuzione (circa dello 0,6% nel 2012 e dello 0,7% nel 2013) che si è lievemente arrestata al 2015 (circa lo 0,008%).

Tabella 1.3 – Numero di imprese attive nella Provincia di Bergamo (2005-2015)

Anno	Imprese attive in Provincia di Bergamo
2005	82.681
2006	83.789
2007	84.598
2008	85.869
2009	85.863
2010	86.408
2011	87.074
2012	86.547
2013	85.930
2014	85.552
2015	85.545

Fonte: Camera di Commercio, Provincia di Bergamo.

Al di là della consistenza numerica complessiva, è interessante analizzare la composizione settoriale delle imprese presenti sul territorio provinciale ¹: il settore con un

¹ Il dato riportato è riferito alle imprese attive così come rilevate dal registro delle imprese e non permette di valutare la consistenza degli addetti nelle singole attività, portando una evidente sovrastima nella valutazione dell'importanza relativa di alcuni settori, tipicamente con un basso numero di addetti per

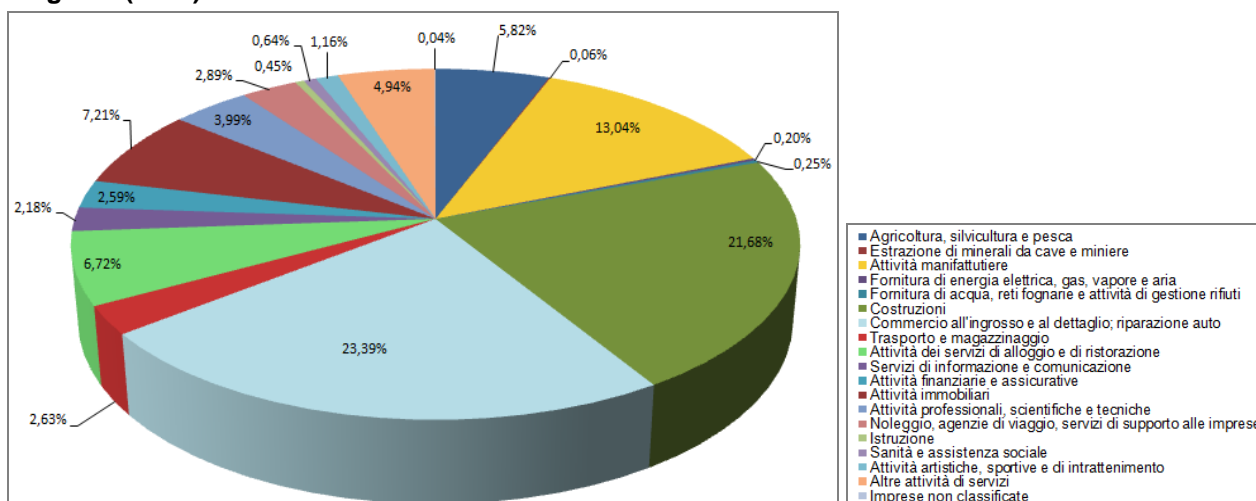
numero maggiore di imprese attive è quello del commercio all'ingrosso - dettaglio e il settore relativo alla riparazione delle auto (20.013 attività). Seguono il settore delle costruzioni (18.549 attività) e il settore delle imprese manifatturiere (11.156 attività).

Tabella 1.4 – Imprese attive nella Provincia di Bergamo (2009-2015)

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	var % 09/15
Agricoltura, silvicoltura e pesca	5.267	5.271	5.242	5.236	5.082	5.027	4.978	-5,49%
Estrazione di minerali da cave e miniere	61	63	61	59	57	57	54	-11,48%
Attività manifatturiere	11.964	11.820	11.750	11.526	11.289	11.225	11.156	-6,75%
Fornitura di energia elettrica, gas, vapore e aria	74	97	143	171	179	172	172	132,43%
Fornitura di acqua, reti fognarie e attività di gestione rifiuti	193	205	203	207	211	206	211	9,33%
Costruzioni	20.721	20.613	20.628	20.006	19.421	18.997	18.549	-10,48%
Commercio all'ingrosso e al dettaglio; riparazione auto	19.233	19.465	19.562	19.681	19.837	19.867	20.013	4,06%
Trasporto e magazzinaggio	2.369	2.347	2.337	2.364	2.329	2.280	2.250	-5,02%
Attività dei servizi di alloggio e di ristorazione	5.110	5.259	5.392	5.523	5.614	5.703	5.746	12,45%
Servizi di informazione e comunicazione	1.762	1.788	1.838	1.830	1.797	1.838	1.869	6,07%
Attività finanziarie e assicurative	1.950	1.990	2.010	2.025	2.098	2.154	2.216	13,64%
Attività immobiliari	6.138	6.212	6.337	6.305	6.362	6.204	6.167	0,47%
Attività professionali, scientifiche e tecniche	3.178	3.298	3.330	3.338	3.360	3.381	3.414	7,43%
Noleggio, agenzie di viaggio, servizi di supporto alle imprese	1.892	2.001	2.081	2.120	2.190	2.300	2.472	30,66%
Istruzione	278	292	364	371	380	384	388	39,57%
Sanità e assistenza sociale	421	422	522	519	536	545	551	30,88%
Attività artistiche, sportive e di intrattenimento	826	904	932	947	960	970	989	19,73%
Altre attività di servizi	3.976	4.066	4.189	4.212	4.199	4.194	4.227	6,31%
Imprese non classificate	450	295	153	107	29	48	33	-92,67%
TOTALE	85.863	86.408	87.074	86.547	85.930	85.552	85.545	-0,37%

Fonte: Elaborazione basata sui dati forniti dalla Camera di Commercio di Bergamo.

Figura 1.13 – Grafico a torta della composizione settoriale delle imprese attive nella Provincia di Bergamo (2015)



Fonte: Elaborazione basata sui dati forniti dalla Camera di Commercio di Bergamo.

impresa, rispetto ad altri, come il manifatturiero o le costruzioni, in cui il numero di addetti per impresa potrebbe essere anche molto consistente.

Tra le imprese attive riportate in Tabella 1.4, il settore dell'agricoltura, silvicoltura e pesca relativo alla Provincia di Bergamo ha subito, dal 2009 al 2015, una diminuzione di circa il 5,5%.

CAPITOLO 2 - ARIA

Gli elementi da considerare per valutare l'inquinamento atmosferico a livello comunale sono sostanzialmente:

- le fonti di emissione degli inquinanti;
- la concentrazione degli inquinanti nell'aria;
- il contesto geografico e meteorologico del luogo.

Normativa

Sul territorio regionale, la valutazione e la gestione della qualità dell'aria esterna (outdoor) presente nella troposfera, ad esclusione di quella presente nei luoghi di lavoro (indoor), viene effettuata sulla base di quanto previsto dal D.Lgs. 155/2010, che ha recepito la Direttiva Quadro sulla qualità dell'aria 2008/50/CE. Il decreto stabilisce come e dove misurare la qualità dell'aria, i valori limite e obiettivo dei diversi inquinanti (allegato XI e XII) e disciplina le attività che necessariamente devono essere sviluppate per consentire il raggiungimento dei valori limite e il perseguimento dei valori obiettivo di qualità dell'aria.

I dati disponibili per stimare le emissioni atmosferiche a livello comunale per l'anno 2010 sono raccolti nel database IN.EM.AR. (INventario EMISSIONI ARia) della Regione Lombardia, che, nell'ambito di una convenzione con la suddetta, viene gestito e sviluppato da ARPA Lombardia, nello specifico dalla U.O. Modellistica del Settore Aria ed Agenti Fisici. L'inventario delle emissioni in atmosfera fornisce stime di emissioni suddivise per Comune e Provincia, inquinante, attività, macrosettori e tipologia di combustibile.

Alcuni dei principali macroinquinanti e gas climalteranti, che solitamente vengono quantificati, sono stati riportati e descritti brevemente in Tabella 2.1.

Tabella 2.1 – Descrizione ed effetti dei principali inquinanti atmosferici

	BREVE DESCRIZIONE	EFFETTI SULL'AMBIENTE E LA SALUTE DELL'UOMO
SO ₂	<p>Biossido di Zolfo</p> <p>È un gas incolore, dall'odore acre e pungente e molto solubile in acqua. È un inquinante primario che, una volta immesso in atmosfera, permane inalterato per alcuni giorni e può essere trasportato a grandi distanze. Inoltre, una volta in atmosfera reagisce violentemente con numerosi composti (ad es. ammoniaca e ammine, acetilene, metalli alcalini, cloro, etc...) oltre a contribuire ad aumentare l'azione acidificante delle superfici metalliche. Le principali sorgenti emissive di origine antropica sono costituite dagli impianti di riscaldamento e di produzione di energia alimentati a gasolio, carbone e oli combustibili. Per quanto riguarda il traffico veicolare, la principale sorgente di biossido di zolfo è costituita dai veicoli con motore diesel. In natura è prodotto prevalentemente dall'attività vulcanica.</p>	<p>È un composto fortemente irritante e gli effetti sulla salute umana variano a seconda della concentrazione e del tempo di esposizione: a basse concentrazioni può determinare irritazioni a occhi e gola, mentre in caso di esposizione prolungata a concentrazioni maggiori possono sorgere patologie dell'apparato respiratorio come bronchiti, tracheiti e malattie polmonari. L'elevata solubilità in acqua di questo composto contribuisce al fenomeno delle piogge acide, presente come acido solforico (H₂SO₄). Durante le eruzioni vulcaniche di forte intensità può raggiungere la stratosfera: trasformandosi in particelle di acido solforico aumenta la capacità di riflettere i raggi solari, contribuendo ad impedire che parte delle radiazioni raggiungano il suolo terrestre.</p>
NO ₂ NO _x	<p>Ossidi di Azoto</p> <p>Il Biossido di Azoto è un gas di colore rosso bruno, di odore intenso e pungente. Essendo più denso rispetto all'aria tende a rimanere concentrato a livello del suolo. È un forte agente ossidante, reagisce violentemente con materiali combustibili e riducenti e in presenza di acqua è in grado di ossidare diversi metalli. Gli ossidi di azoto in generale (NO_x), vengono prodotti durante i processi di combustione a causa della reazione che, a elevate temperature, si produce tra l'azoto, contenuto nell'aria o nel combustibile, e l'ossigeno presente nell'aria. La fonte principale rimane il traffico veicolare, sebbene non siano trascurabili i contributi dalle combustioni di origine industriale, quelle derivanti dalla produzione di energia elettrica e le emissioni originate dal riscaldamento domestico. Il Biossido di Azoto (NO₂) è un inquinante per lo più secondario e si forma in gran parte per l'ossidazione del monossido di azoto (NO) prodotto durante i processi di combustione.</p>	<p>Sono gas nocivi per la salute: in particolare l'NO₂ può esercitare un'azione irritante sulla mucosa degli occhi, del naso, della gola ed è responsabile di specifiche patologie a carico dell'apparato respiratorio (bronchiti, irritazioni). Per quanto riguarda l'ambiente, l'NO₂ svolge un ruolo fondamentale nella formazione di un insieme di inquinanti atmosferici, complessivamente indicati con il termine di "smog fotochimico", tra i quali l'ozono e i nitrati che si ritrovano nel particolato. Una volta formati, possono depositarsi al suolo per via umida (ad esempio le piogge acide) o secca, provocando danni alla vegetazione e agli edifici.</p>
COVNM	<p>Composti Organici Volatili Non Metanici</p> <p>Sono importanti precursori dell'ozono troposferico. Vengono emessi da un gran numero di sorgenti di tipo antropogenico, come l'utilizzo di vernici, il trasporto su strada, il lavaggio a secco ed i vari utilizzi dei solventi, ma anche di tipo biogenico: vengono emessi soprattutto dalla vegetazione le cui quantità dipendono dal tipo di specie, dalla temperatura e dalla radiazione solare.</p>	
CO	<p>Monossido di Carbonio</p> <p>E' un gas tossico ed infiammabile, risultante dalla combustione incompleta di idrocarburi, carbone e legna. La principale fonte di emissione antropica è costituita dal traffico veicolare, in particolare dall'utilizzo dei combustibili fossili in autoveicoli con motore a benzina, non dotati di marmitta catalitica.</p>	<p>Assunto prevalentemente per via inalatoria, ha la capacità di legarsi saldamente allo ione del ferro nell'emoglobina, contribuendo alla formazione di carbossiemoglobina che ostacola il rilascio di ossigeno ai tessuti. Gli effetti nocivi per l'uomo sono quindi riconducibili ai danni causati dall'ipossia a carico del sistema nervoso, cardiovascolare e muscolare, comportando una diminuzione delle funzionalità di tali apparati, e generando affaticamento, sonnolenza, emicrania e difficoltà respiratorie.</p>
GHGs	<p>GreenHouse Gases o Gas Climalteranti</p> <p>Gas naturalmente presenti nell'atmosfera (CO₂, CH₄ e N₂O) o di origine sintetica che contribuiscono alla stabilizzazione delle temperature della superficie terrestre, in quanto possiedono la capacità di assorbire la radiazione solare (onde lunghe) riflessa dalla superficie terrestre. Il rilascio sempre più smoderato di queste sostanze, da sorgenti prevalentemente antropiche, ha contribuito negli ultimi decenni all'aumento del riscaldamento terrestre, noto come effetto serra, ovvero al riscaldamento dello strato inferiore dell'atmosfera. Ad oggi si monitorano prevalentemente le emissioni di anidride carbonica (CO₂), di metano (CH₄), di protossido di azoto (N₂O) e di circa 30 gas fluorurati (codificati come HFCs, PFCs, SF₆). Il potenziale di riscaldamento globale può essere stimato in modo aggregato attraverso le emissioni di CO₂ equivalente, ottenute moltiplicando le emissioni di ogni gas per il Global Warming Potential (GWP).</p>	<p>Causano alterazioni delle temperature atmosferiche superficiali, il riscaldamento superficiale degli oceani, lo scioglimento della Criosfera (calotte glaciali e ghiacciai), l'innalzamento del livello del mare, oltre all'alterazione dei cicli biogeochimici, come quello del Carbonio. Tutti questi cambiamenti determinano fenomeni più svariati sull'ambiente, come ad esempio i fenomeni di erosione, di siccità (variazioni tra l'evaporazione e la precipitazione), la perdita di habitat (ad esempio dovuta ad una variazione termoclinale), fenomeni meteorologici violenti. I cambiamenti si ripercuotono su tutti gli ecosistemi, soprattutto sui più sensibili, ponendoli fortemente a rischio.</p>
NH ₃	<p>Ammoniaca</p> <p>Gas incolore dall'odore pungente e molto forte, irritante e tossico. È presente in traccia nell'atmosfera, ed è prodotta in particolare da attività legate all'agricoltura ed all'allevamento. Reagisce in atmosfera con inquinanti gassosi acidificanti (ossidi di zolfo e di azoto) per formare Sali di ammonio che contribuiscono all'aumento del materiale particolato sospeso.</p>	<p>Per quanto riguarda la salute dell'uomo, l'ammoniaca svolge un effetto altamente tossico se disciolta nel sangue: infatti, innalzando il pH ematico, aumenta l'affinità dell'emoglobina per l'ossigeno tanto da renderla incapace di rilasciarlo ai tessuti. Inoltre, può formare emboli gassosi. A livello ambientale gioca un ruolo importante nei processi di acidificazione ed eutrofizzazione. Inoltre, reagendo in aria con l'ossigeno contribuisce ad intaccare metalli (alluminio, nichel e rame) e leghe.</p>
O ₃	<p>Ozono Troposferico</p> <p>Nella fascia più bassa dell'atmosfera, la formazione di questo gas avviene in seguito a reazioni chimiche tra gli ossidi di azoto e i composti organici volatili (precursori). Non essendo emesso direttamente, l'ozono costituisce un tipico inquinante secondario. I suoi precursori vengono prodotti in particolare da processi di combustione civile ed industriale, da processi che utilizzano o producono sostanze chimiche volatili, come solventi e carburanti, oltre che dal traffico veicolare. La formazione di ozono è inoltre favorita dalle alte temperature e dal forte irraggiamento solare, condizioni tipiche soprattutto dei mesi estivi: infatti, da maggio a settembre, le concentrazioni di ozono sono tendenzialmente più elevate nelle ore pomeridiane, in funzione delle condizioni meteorologiche.</p>	<p>L'alto potenziale ossidante dell'ozono lo rende fortemente irritante per occhi, mucose e per i tessuti dell'intero apparato respiratorio. La maggior parte degli effetti cessa una volta terminata l'esposizione, anche se ripetute esposizioni di breve durata possono accelerare il naturale processo di invecchiamento della funzione polmonare. L'ozono (e gli ossidanti fotochimici in generale) può provocare una riduzione della crescita delle piante e, per elevate concentrazioni, può portare a clorosi (ingiallimento delle parti verdi di una pianta) e necrosi delle foglie.</p>

Tabella 2.1 – Descrizione ed effetti dei principali inquinanti atmosferici

	BREVE DESCRIZIONE	EFFETTI SULL'AMBIENTE E LA SALUTE DELL'UOMO
PM ₁₀	Particulate Matter (10) o Materiale Particolato aerodisperso (10) Insieme dinamico e complesso di particelle (esclusa l'acqua) che sono caratterizzate da lunghi tempi di permanenza in atmosfera e che possono, essere trasportate anche a grande distanza dal punto di emissione. Il PM ₁₀ è la frazione di particelle raccolte con un sistema di selezione avente efficienza stabilita dalla norma (UNI EN12341/2001) e pari al 50% per il diametro aerodinamico di 10 µm. La composizione chimica del PM ₁₀ è particolarmente complessa e variabile, e dipende ad esempio dal tipo di fonte, dal luogo geografico di emissione, dalle condizioni meteorologiche. Il PM ₁₀ può essere emesso direttamente in atmosfera (PM ₁₀ primario) oppure formarsi a seguito di reazioni chimiche (PM ₁₀ secondario) tra i composti gassosi (ossidi di zolfo e azoto, COV e ammoniaca). Il PM ₁₀ può avere un'origine sia naturale (erosione di rocce e del suolo, eruzioni vulcaniche, spray marino, incendi boschivi, dispersione di pollini, etc.), sia antropica (industrie, riscaldamento, traffico veicolare e processi di combustione in generale). I maggiori componenti del particolato atmosferico sono il solfato, il nitrato, l'ammoniaca, il cloruro di sodio, il carbonio e le polveri minerali.	Particolarmente pericoloso per la salute umana in quanto in grado di penetrare attraverso le vie aeree e di depositarsi nell'apparato respiratorio. La capacità delle polveri di provocare effetti dannosi alla salute dipende non solo dalla dimensioni delle particelle, e quindi dalla profondità di penetrazione nell'apparato respiratorio, ma anche dalla loro composizione, in particolare dalla presenza di metalli pesanti e idrocarburi policiclici aromatici (IPA), alcuni dei quali sono potenti agenti cancerogeni. Ha un rilevante impatto ambientale: sul clima, sulla visibilità, sulla contaminazione di acqua e suolo, sugli edifici e sulla salute di tutti gli esseri viventi.
PM _{2,5}	Particulate Matter (2,5) o Materiale particolato aerodisperso (2,5) Definito come la frazione di particelle raccolte con un sistema di selezione avente efficienza stabilita dalla norma (UNI EN14907/2005) e pari al 50% per il diametro aerodinamico di 2,5 µm. Come per il PM ₁₀ , queste particelle sono caratterizzate da lunghi tempi di permanenza in atmosfera e trasporto su lunga distanza. Può essere emesso da tutti i tipi di combustione (traffico auto veicolare, impianti per la produzione di energia, riscaldamento domestico, incendi boschivi, processi industriali) ed avere origine primaria, ossia emesso direttamente dalla sorgenti di emissione, e secondaria, ovvero formarsi in seguito a reazioni chimiche tra altre specie inquinanti.	Rispetto alle particelle più grossolane, rappresenta per l'uomo un forte elemento di rischio: sono in grado di penetrare in profondità l'albero respiratorio umano, fino a raggiungere gli alveoli polmonari. Dal punto di vista ambientale determina alterazioni sul clima, sulla visibilità, sulla contaminazione di acqua e suolo, sugli edifici e sulla salute di tutti gli esseri viventi.
PTS	Particelle Totali Sospese Si intende l'insieme delle particelle atmosferiche solide e liquide aventi diametro aerodinamico variabile fino a circa 100 µm, tali cioè da permanere in sospensione in atmosfera per periodi di tempo significativi, prima di depositarsi per effetto gravimetrico. Tale parametro è stato sostituito nella normativa da quelli rappresentativi di particelle di diametro inferiore (vedi PM ₁₀ , PM _{2,5}), quindi più significative dal punto di vista degli effetti sulla salute dell'uomo, ma permane un utile indicatore delle emissioni totali di sostanze solide.	
C ₆ H ₆	Benzene E' un idrocarburo aromatico, presente naturalmente nel petrolio o formato nei processi di <i>reforming</i> in raffineria e comunemente adoperato poiché migliora le caratteristiche antidetonanti delle benzine. La maggior parte del benzene presente nell'aria deriva dall'evaporazione delle benzine o dalla combustione incompleta delle stesse: infatti, la principale fonte di emissione antropogenica è il traffico veicolare (soprattutto dai motori a benzina) e gli svariati processi di combustione industriale. In natura è prodotto in seguito ad eruzioni vulcaniche oppure nel corso di incendi boschivi.	Gli effetti tossici provocati da questo inquinante variano a seconda della concentrazione e della durata dell'esposizione. In aria è difficile trovare alte concentrazioni: tuttavia, anche l'esposizione prolungata a basse concentrazioni, può rappresentare un pericolo. Il benzene, insieme ad altri composti organici volatili, è stato inserito dallo IARC (Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro) tra le sostanze per le quali vi è una sufficiente evidenza di cancerogenicità per l'uomo.
IPA	Idrocarburi Policiclici Aromatici Sono composti inquinanti presenti nell'atmosfera in quanto prodotti da numerose fonti tra cui, principalmente, il traffico autoveicolare (scarichi dei mezzi diesel) e i processi di combustione incompleta e di pirolisi di materiali organici contenenti carbonio (legno, carbone, prodotti petroliferi e rifiuti). Questi composti possono degradarsi per fotodecomposizione, ossia in presenza di aria e luce. Gli IPA sono solubili nella maggioranza dei solventi organici ed altamente lipofili. Inoltre, la pressione di vapore tende a diminuire con l'aumentare del peso molecolare: ciò influenza le differenti percentuali con cui gli IPA vengono assorbiti sul particolato atmosferico. Tra gli IPA, l'unico per cui la normativa fissa un valore obiettivo è il benzo(a)pirene (BaP): è un composto ad alto peso molecolare, presente in elevate quantità in catrami, bitumi, pece, carboni e prodotti correlati, come gli asfalti. Inoltre può derivare da nerofumo e fuliggine di legna o comunque da fonti pirogeniche. Le sorgenti naturali sono riconducibili ai vulcani e agli incendi boschivi.	Rispetto ad altre sostanze, questi microinquinanti determinano effetti tossici già a basse concentrazioni. La loro presenza comporta prevalentemente un potenziale rischio per la salute umana poiché molti di essi risultano essere cancerogeni (ad es. il BaP). Essendo composti molto lipofili, tendono a bioaccumularsi nei tessuti adiposi.

In Tabella 2.2, per i vari inquinanti, sono stati riportati i valori limite, le soglie di allarme e di informazione, espressi principalmente in µg/m³, assieme al periodo di mediazione, rispetto ai quali effettuare la valutazione dello stato della qualità dell'aria.

Inoltre, il Decreto 155/2010 ha previsto l'adozione di una nuova zonizzazione del territorio in base alla densità emissiva, alle caratteristiche orografiche e meteo-climatiche, ed al grado di urbanizzazione: il Comune di Bergamo rientra nella zonizzazione di agglomerato urbano (Agglomerato di Bergamo).

Tabella 2.2 – Valori limite dei principali inquinanti atmosferici monitorati

Inquinante	Definizione Limite	Valore Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di Mediazione
Biossido di Zolfo (SO₂)	Limite orario per la protezione della salute umana (Da non superare più di 24 volte per anno civile)	350	1 ora
	Limite giornaliero per la protezione della salute umana (Da non superare per più di 3 giorni per anno civile)	125	24 ore
	Livello critico per la protezione della vegetazione	20	Anno civile
	Soglia di allarme	500	1 ora Misurata su 3 ore consecutive
Biossido di Azoto (NO₂)	Limite orario per la protezione della salute umana (media oraria) (Da non superare per più di 18 volte per anno civile)	200	1 ora
	Limite annuale per la protezione della salute umana (media annua)	40	Anno civile
	Soglia di allarme	400	1 ora Misurata su 3 ore consecutive
Inquinante	Definizione Limite	Valore Limite (mg/m^3)	Periodo di Mediazione
Monossido di Carbonio (CO)	Limite giornaliero per la protezione della salute umana	10	MM8 – media mobile di 8 ore
Inquinante	Definizione Limite	Valore Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di Mediazione
Ozono (O₃)	Valore obiettivo per la protezione della salute umana (Da non superare più di 25 giorni per anno civile)	120	MM8 – media mobile di 8 ore
	Soglia di informazione (media oraria)	180	1 ora
	Soglia di allarme (media oraria)	240	1 ora
	Definizione Limite	Valore Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)*h	Periodo di Mediazione
	Limite per la protezione della vegetazione (media su 5 anni)	AOT40 18000	Dal 1 maggio al 31 luglio
	Limite per la protezione delle foreste (media su 5 anni)	AOT40 18000	Dal 1 aprile al 30 settembre
Inquinante	Definizione Limite	Valore Limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Periodo di Mediazione
Benzene (C₆H₆)	Limite annuale per la protezione della salute umana	5	Anno civile
PM10	Limite giornaliero per la protezione della salute umana (Da non superare più di 35 giorni per anno civile)	50	24 ore
	Limite annuale per la protezione della salute umana (media annua)	40	Anno civile
PM2.5	Limite annuale per la protezione della salute umana (media annua) – dal 2015	25	Anno civile

Fonte: ARPA Lombardia, Rapporto sulla qualità dell'Aria della Provincia di Bergamo – Anno 2013.

Qualità dell'aria

La qualità dell'aria nella Città di Bergamo viene rilevata tramite una rete pubblica dell'ARPA, gestita, dal 2002, dal Dipartimento di Bergamo. Attualmente, questa rete è costituita da 3 stazioni fisse, che, per mezzo di analizzatori automatici, forniscono dati in continuo ad intervalli regolari, generalmente con cadenza oraria. Nella Tabella 2.3 è fornita una descrizione delle postazioni della rete in termini di localizzazione e tipologia di destinazione urbana, considerando la proposta più recente di classificazione descritta nel D.Lgs. n. 155/2010 ², in base alla quale si definiscono:

- zona urbana: area edificata in continuo od almeno in modo predominante;
- zona suburbana: area largamente edificata in cui sono presenti sia zone edificate sia zone non urbanizzate;
- stazione di traffico: stazione ubicata in posizione tale che il livello di inquinamento sia influenzato prevalentemente da emissioni da traffico, provenienti da strade limitrofe con intensità di traffico medio-alta.
- stazione di fondo: stazione ubicata in posizione tale che il livello di inquinamento non sia influenzato prevalentemente da emissioni da specifiche fonti (industrie, traffico, riscaldamento residenziale, etc.), ma dal contributo integrato di tutte le fonti poste sopravento alla stazione rispetto alle direzioni predominanti dei venti nel sito.

Tabella 2.3 – Centraline di rilevamento della qualità dell'aria nel Comune di Bergamo

Nome Stazione	Tipo Zona (*)	Tipo Stazione (*)	Altitudine (m.s.l.m)
Via Meucci	Urbana	Fondo	249
Via Garibaldi	Urbana	Traffico	249
Via Goisis	Suburbana	Fondo	290

(*) Decisione 2001/752/CE.

Fonte: ARPA Lombardia – Dipartimento di Bergamo, Rapporto annuale della Qualità dell'Aria 2013.

Nella Tabella 2.4 sono indicati i principali macroinquinanti monitorati nelle diverse stazioni di rilevamento presenti nel Comune di Bergamo: a seconda del contesto ambientale nel quale è attivo il monitoraggio, diversa è la tipologia di inquinanti che è necessario rilevare e, di conseguenza, non tutte le stazioni sono dotate della medesima strumentazione analitica.

Tabella 2.4 – Inquinanti monitorati nelle stazioni di rilevamento della qualità dell'aria nel Comune di Bergamo

Stazione	CO	NO ₂	O ₃	SO ₂	Benzene	PM10	PM2,5
Via Meucci	X	X	X(****)	X (*)		X	X (**)
Via Garibaldi	X	X		X	X	X (**)	
Via Goisis	X(***)	X	X	X (*)			

(*) Fino al 2003.

(**) Dal 2009.

(***) Fino al 2013.

(****) Dal 2013.

Fonte: ARPA Lombardia – Dipartimento di Bergamo, Rapporto annuale della Qualità dell'Aria 2013.

² La fonte dei dati e delle valutazioni sono i rapporti annuali sulla qualità dell'aria a cura di ARPA - Dipartimento di Bergamo.

Nel 2013 l'efficienza del monitoraggio, espressa in termini di percentuale di dati validi sul totale delle rilevazioni effettuate, è stata molto elevata in tutte le centraline e per tutti gli inquinanti, come viene mostrato nella Tabella 2.5.

Tabella 2.5 – Efficienza del monitoraggio (Percentuale di dati validi) - Anno 2013

Stazione	CO	NO ₂	O ₃	SO ₂	Benzene	PM10	PM2,5
Via Meucci	96 %	93 %	95 %	-	-	92 %	92 %
Via Garibaldi	99 %	98 %	-	96 %	55 %	94 %	-
Via Goisis	-	99 %	98 %	-	-	-	-

Fonte: ARPA Lombardia – Dipartimento di Bergamo, Rapporto annuale della Qualità dell'Aria 2013.

In Tabella 2.6 sono state riportate le concentrazioni dei principali inquinanti suddivise per macrosettore, relative al Comune di Bergamo, considerando:

- Combustione non industriale;
- Combustione nell'industria;
- Processi produttivi;
- Estrazione e distribuzione di combustibili;
- Uso di solventi;
- Trasporto su strada;
- Altre sorgenti mobili e macchinari;
- Trattamento e smaltimento rifiuti;
- Agricoltura;
- Altre sorgenti ed assorbimenti;
- Produzione di energia e trasformazioni dei combustibili.

In Tabella 2.6 sono anche presenti alcune misure di sintesi ottenute dalla combinazione dei dati di emissione di singoli inquinanti:

- CO₂ Equivalente: rappresenta la quantità di emissioni di tutti i gas serra equiparati, in relazione agli effetti sul cambiamento climatico, all'anidride carbonica CO₂. Generalmente a ciascun composto chimico viene associato un valore del Potenziale di Riscaldamento Globale (Global Warming Potential - GWP). Pertanto, più è basso il valore di CO_{2_eq} minore è l'impatto ambientale. Per il futuro è importante che questo parametro diminuisca progressivamente.
- Precursori di O₃: rappresentano le emissioni totali di sostanze inquinanti in grado di favorire la formazione dell'ozono a livello del suolo.
- Totale Emissioni Sostanze Acidificanti (H⁺): rappresentano le emissioni totali di sostanze in grado di contribuire all'acidificazione delle precipitazioni.

I dati presentati nella Tabella 2.6 mostrano come il contributo percentuale della Città di Bergamo sia sempre significativamente inferiore rispetto alle emissioni provinciali: questo aspetto è dettato soprattutto dal fatto che Bergamo ha una economia prevalentemente incentrata sul settore terziario e sulla fornitura di servizi, come già evidenziato durante l'analisi della composizione delle imprese attive.

Focalizzando l'attenzione sulle misure di sintesi per il Comune di Bergamo, si evidenzia come:

- per PM_{2,5}, PM₁₀ e Polveri Sottili Totali (PTS) i macrosettori più emissivi sono quelli del trasporto su strada e della combustione non industriale;
- per gli Ossidi di Zolfo (SO₂ e SO₃) i macrosettori più incidenti sono quelli della combustione non industriale e dell'industria;
- per gli Ossidi di Azoto (NO_x) il macrosettore che apporta un contributo maggiore è quello del trasporto su strada;
- per il Protossido di Azoto (N₂O) i macrosettori più emissivi sono quelli del trasporto su strada, trattamento e smaltimento rifiuti e della combustione non industriale;
- per l'Ammoniaca (NH₃) il macrosettore più incidente è quello dell'agricoltura, seguito poi da quello del trasporto su strada;
- per il Metano (CH₄) il macrosettore che apporta il contributo maggiore è quello dell'estrazione e distribuzione dei combustibili;
- per il Monossido di Carbonio (CO), l'Anidride Carbonica (CO₂) ed i Gas Serra (CO₂_eq). I macrosettori più emissivi sono quelli del trasporto su strada e della combustione non industriale;
- per i Composti Organici Volatili (COV) il macrosettore più incidente è quello dell'uso di solventi;
- per i Precursori dell'Ozono (O₃) e delle Sostanze Acidificanti il macrosettore più emissivo è quello del trasporto su strada.

Di conseguenza, si può constatare che il macrosettore che apporta un contributo maggiore nelle emissioni è quello del trasporto su strada, seguito da quello dell'estrazione e distribuzione combustibili e della combustione non industriale, oltre a quello dell'uso di solventi.

Non è stato possibile confrontare i dati relativi alle emissioni atmosferiche per macrosettore dell'anno 2010 con quelli relativi all'anno 2007, utilizzati nell'ultimo aggiornamento della Relazione sullo Stato dell'Ambiente del 2009, in quanto sono state modificate le modalità di calcolo degli inquinanti ed i parametri di riferimento.

Contesto geografico e meteorologico

I fenomeni di dispersione degli inquinanti in atmosfera sono regolati dalle condizioni meteorologiche tipiche del luogo di interesse. La Regione Lombardia si trova nella parte

centrale della Pianura Padana e presenta peculiarità meteorologiche (sia fisiche che dinamiche) uniche in tutta l'Italia. Tali caratteristiche sono determinate in gran parte dalla conformazione orografica dell'area: infatti, si tratta di una vasta pianura circondata su tre lati (Nord, Ovest e Sud) da catene montuose (Alpi e Appennino) che si estendono fino a quote elevate.

Come per gran parte dei Comuni Lombardi collocati nella Pianura Padana, Bergamo risente della presenza alpina che influenza in maniera determinante l'evoluzione delle perturbazioni di origine atlantica, portando a prevalenti situazioni di occlusione e ad un generale disaccoppiamento tra le circolazioni sia negli strati più bassi sia in quelli superiori dell'atmosfera. Questa tipicità orografica del bacino padano favorisce la stagnazione dell'aria al suo interno e ostacola la dispersione degli inquinanti in essa presente: ciò comporta a episodi acuti di accumulo degli inquinanti, soprattutto in inverno, e a fenomeni fotochimici nel periodo estivo.

Anche le condizioni meteorologiche giocano un ruolo fondamentale nel trasporto e nell'accumulo degli inquinanti in atmosfera, e di conseguenza sui livelli di concentrazione. I principali fattori che influenzano la presenza degli inquinanti sono, ad esempio, la direzione e la velocità del vento, oltre ai flussi turbolenti (termici o meccanici), poiché regolano il trasporto e la dispersione nell'aria. Anche l'umidità relativa e le precipitazioni (intensità e durata degli episodi di pioggia o neve) sono fondamentali poiché capaci di rimuovere e portare al suolo gli inquinanti.

Altro fattore determinante è l'altezza dello strato di rimescolamento, che indica l'altezza dal suolo fino alla quale lo strato inferiore dell'atmosfera si rimescola, ossia il volume di aria entro cui gli inquinanti vengono diluiti. Maggiore è lo strato di rimescolamento, minore sarà l'inquinamento e viceversa: questo volume può diminuire notevolmente, soprattutto in inverno, quando si instaurano situazioni di bel tempo (alta pressione) e prolungata stabilità atmosferica.

L'inquinamento atmosferico dipende anche dalla presenza di fenomeni di inversione termica, ossia di situazioni in cui la temperatura aumenta anziché diminuire con l'altezza, bloccando quindi le correnti convettive che mescolano l'atmosfera e quindi la dispersione degli inquinanti. Altre variabili, come l'irraggiamento, condizionano la velocità, oppure solo la presenza, di alcune reazioni chimiche che portano alla formazione di inquinanti secondari, come l'ozono.

Dunque, le condizioni atmosferiche avverse, quali la stabilità atmosferica, l'assenza di vento, la mancanza di precipitazioni e l'inversione termica a bassa quota, facilitano la formazione di inquinanti secondari, il loro accumulo in atmosfera e ne ostacolano la rimozione.

Inquinanti monitorati

Biossido di Zolfo (SO₂)

In Tabella 2.7 sono stati riportati i valori delle concentrazioni relative all'inquinante Biossido di Zolfo, o nota come Anidride Solforosa, per il periodo 2003-2013: è visibile come nell'arco di tempo considerato non si rilevano mai superamenti dei valori limite.

Negli anni, il minor rilascio di Biossido di Zolfo nell'area urbana è dovuto principalmente al passaggio verso fonti di energia a gas naturale e all'utilizzo di combustibili a basso tenore di Zolfo.

Dal 2004 la centralina che rileva questo inquinante è esclusivamente quella presente in Via Garibaldi. Nella Tabella 2.7 si confrontano i livelli misurati con i valori di riferimento, definiti dal D.Lgs. n. 155/2010.

Tabella 2.7 - Biossido di Zolfo (SO₂) – Informazioni di sintesi relative al Comune di Bergamo (2003-2013)

Anno	Centralina	Rendimento (%)	Media Annuale (µg/m ³)	Numero Superamenti Media 1h > 350 µg/m ³ (*)	Numero Superamenti Media 24h > 125 µg/m ³ (**)
2003	Via Meucci	82,0	14	0	0
	Via Garibaldi	86,0	9	0	0
	Via Goisis	82,0	8	0	0
2004	Via Garibaldi	99,0	12	0	0
2005	Via Garibaldi	98,9	13	0	0
2006	Via Garibaldi	96,9	10	0	0
2007	Via Garibaldi	98,0	8	0	0
2008	Via Garibaldi	97,5	8	0	0
2009	Via Garibaldi	98,9	8	0	0
2010	Via Garibaldi	96,4	7	0	0
2011	Via Garibaldi	95,9	6	0	0
2012	Via Garibaldi	99,0	6	0	0
2013	Via Garibaldi	96,0	4	0	0

(*) Limite: Non più di 24 volte/anno.

(**) Limite: Non più di 3 volte/anno.

Fonte: ARPA Lombardia - Dipartimento di Bergamo, Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria.

Biossido di Azoto (NO₂)

Il Biossido di Azoto (NO₂) è il principale inquinante appartenente agli ossidi di azoto. In ambito urbano, la fonte principale rimane il traffico auto veicolare (soprattutto i motori diesel), con contributi rilevanti legati anche al riscaldamento domestico degli edifici.

In Tabella 2.8 sono stati riportati i valori rilevati nel Comune di Bergamo con livelli di riferimento definiti dal D.Lgs. n. 155/2010: per il periodo considerato (2003-2014) si osserva come questo inquinante sia stato particolarmente critico nell'anno 2005 e 2009, in cui si sono registrati dei superamenti sia del limite orario sia annuale per la protezione della salute umana.

Complessivamente, il Biossido di Azoto nel Comune di Bergamo ha superato sempre, almeno in una centralina, il limite annuale per la protezione della salute umana.

Infatti, la presenza di principali arterie di traffico e di un'area altamente antropizzata, tipiche del Comune di Bergamo, contribuiscono alla formazione, primaria e secondaria, di questo inquinante. Inoltre, le particolari condizioni meteorologiche e la capacità del Biossido di Azoto di rimanere a livello del suolo rendono difficoltosa la dispersione in atmosfera di questo composto, soprattutto nel periodo invernale.

Tabella 2.8 - Biossido di Azoto (NO₂) – Informazioni di sintesi relative al Comune di Bergamo (2003-2016)

Anno	Centralina	Rendimento (%)	Media Annuale (*) (µg/m ³)	Superamenti Media 1h > 200 µg/m ³ (**) (N.)
2003	Via Meucci	92,0	39	0
	Via Gari baldi	86,0	66	8
	Via Goisis	92,0	25	0
2004	Via Meucci	92,0	48	3
	Via Gari baldi	92,0	54	2
	Via Goisis	94,0	29	0
2005	Via Meucci	92,4	49	0
	Via Gari baldi	89,8	64	19
	Via Goisis	95,7	30	N.D.
2006	Via Meucci	94,5	43	0
	Via Gari baldi	98,1	49	0
	Via Goisis	92,3	19	0
2007	Via Meucci	96,6	45	2
	Via Gari baldi	92,7	47	1
	Via Goisis	94,0	24	0
2008	Via Meucci	93,9	38	0
	Via Gari baldi	90,6	54	0
	Via Goisis	97,8	34	0
2009	Via Meucci	92,8	42	4
	Via Gari baldi	98,1	57	26
	Via Goisis	95,0	27	0
2010	Via Meucci	91,7	35	3
	Via Gari baldi	96,5	59	1
	Via Goisis	95,1	21	0
2011	Via Meucci	94,3	35	0
	Via Gari baldi	95,6	60	6
	Via Goisis	93,7	28	0
2012	Via Meucci	94,0	34	0
	Via Gari	98,0	41	0

	baldi			
	Via Goisis	98,0	29	1
	Via Meucci	93,0	37	0
2013	Via Gari baldi	98,0	48	0
	Via Goisis	99,0	25	0
2014	Via Meucci	96,0	36	0
	Via Gari baldi	96,0	43	0
	Via Goisis	99,0	23	0
2015	Via Meucci	N.D.	N.D.	N.D.
	Via Gari baldi	N.D.	N.D.	N.D.
	Via Goisis	N.D.	N.D.	N.D.
2016	Via Meucci	N.D.	52	N.D.
	Via Gari baldi	N.D.	72	N.D.
	Via Goisis	N.D.	43	N.D.

(*) Limite: 40 µg/m³.

(**) Limite: Non più di 18 volte/anno.

Fonte: ARPA Lombardia - Dipartimento di Bergamo, Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria.

³ Il valore comprende il margine di tolleranza decrescente che per il 2003 è stato di 40+14 µg/m³, per il 2004 di 40+12 µg/m³, per il 2005 di 40+10 µg/m³, per il 2006 di 40+8 µg/m³, per il 2007 di 40+6 µg/m³, per il 2008 di 40+4 µg/m³, per il 2009 di 40+2 µg/m³ e dal 2010 di 40 µg/m³.

Monossido di Carbonio (CO)

In seguito alle prime misure regionali di contenimento dell'inquinamento industriale e veicolare attuate a partire dagli anni '90, le riduzioni dei livelli di Monossido di Carbonio (CO) sono state molto consistenti e gli attuali limiti normativi sono ormai ampiamente rispettati.

Nella Tabella 2.9 si confrontano i livelli misurati nel Comune di Bergamo con i valori di riferimento definiti dal D.Lgs. n. 155/2010: è possibile osservare come nel periodo 2003-2013 le concentrazioni di Monossido di Carbonio (CO) non hanno presentato elementi di criticità.

Tabella 2.9 - Monossido di carbonio (CO) – Informazioni di sintesi relative al Comune di Bergamo (2003-2013)

Anno	Centralina	Rendimento (%)	Media Annua (mg/m ³) (*)	Media Mobile 8h (mg/m ³)	Max Media 8h (mg/m ³) (*) ⁴
2003	Via Meucci	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Via Garibaldi	89,0	1,4	0	4,4
	Via Goisis	83,0	1,2	0	4,8
2004	Via Meucci	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Via Garibaldi	97,0	1,6	0	4,1
	Via Goisis	93,0	1,3	0	4,1
2005	Via Meucci	78,2	1,4	0	4,3
	Via Garibaldi	98,2	1,8	0	5,1
	Via Goisis	97,7	1,0	0	2,6
2006	Via Meucci	95,5	0,9	0	4,7*
	Via Garibaldi	97,9	1,3	0	4,0*
	Via Goisis	94,5	1,1	0	3,5*
2007	Via Meucci	96,1	1,1	0	4,3
	Via Garibaldi	98,9	1,1	0	4,5
	Via Goisis	97,0	0,8	0	3,8
2008	Via Meucci	95,4	1,1	0	3,5
	Via Garibaldi	95,4	1,1	0	3,3
	Via Goisis	93,1	0,4	0	2,4
2009	Via Meucci	94,8	0,8	0	2,8
	Via Garibaldi	98,3	1,6	0	4,2
	Via Goisis	89,8	0,6	0	2,8
2010	Via Meucci	89,4	0,9	0	0,9
	Via Garibaldi	95,3	1,3	0	1,3
	Via Goisis	98,0	0,6	0	0,6
2011	Via Meucci	95,2	0,8	0	3,2
	Via Garibaldi	95,7	1,1	0	5,1
	Via Goisis	99,2	0,6	0	2,5
2012	Via Meucci	92,0	0,7	0	3,0
	Via Garibaldi	98,0	1,2	0	4,6
	Via Goisis	100	0,7	0	3,2
2013	Via Meucci	96,0	0,6	0	3,2
	Via Garibaldi	99,0	1,1	0	3,8
	Via Goisis	-	-	-	-

(*) Limite: 10 mg/m³.

Fonte: ARPA Lombardia - Dipartimento di Bergamo, Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria.

⁴ Il valore comprende il margine di tolleranza che per il 2003 è stato di 10+04 mg/m³ e per il 2004 di 10+2 mg/m³, dal 2005 è di 10 mg/m³.

Ozono Troposferico (O₃)

L'Ozono Troposferico (O₃) è un inquinante di tipo secondario la cui formazione in atmosfera è favorita dall'intenso irraggiamento solare e dalle elevate temperature, tipiche del periodo estivo. Per questo motivo, da Maggio a Settembre, le concentrazioni di ozono sono più elevate, soprattutto nelle ore centrali e pomeridiane della giornata, presentando un fattore di criticità per la qualità dell'aria.

In Tabella 2.10 sono stati riportati e confrontati i valori di ozono, misurati nelle centraline di Bergamo, con i valori di riferimento definiti dal D.Lgs. n. 155/2010: è possibile osservare come nel periodo considerato (2003-2015) si siano verificati regolarmente dei superamenti della soglia di informazione, mentre risultano essere sporadici i superamenti della soglia di allarme ⁵.

È importante sottolineare che le maggiori concentrazioni di ozono si registrino soprattutto in aree sotto vento rispetto alle sorgenti di emissione delle sostanze precursori (NO_x e COV), sempre in funzione di condizioni meteo favorevoli alla formazione e all'accumulo di questa sostanza. Per questo motivo, il Comune di Bergamo, così come tutte le zone prealpine, è soggetto a maggiori livelli di ozono troposferico rispetto alle aree urbane di Pianura, proprio a causa delle brezze che trasportano i composti precursori dalle aree, più o meno vicine, di pianura.

Per via della natura fortemente ossidante, l'ozono costituisce un elemento di rischio sia per la salute umana sia per la vegetazione: è dunque importante cercare di provvedere al raggiungimento ed al rispetto degli obiettivi di legge.

⁵ La situazione appare ancor più critica se si considerano i valori bersaglio e gli obiettivi a lungo termine definiti dal D.Lgs. n. 183/2004.

Tabella 2.10 – Ozono Troposferico (O3) – Informazioni di sintesi relative al Comune di Bergamo (2003-2016)

Anno	Centralina	Rendimento (%)	Media Annua ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Giorni di Supero della Soglia di Informazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (giorni)	Giorni di Supero della Soglia di Allarme ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁶ (giorni)	
2003	Via Goisis	97,0	67	57	0	
2004		93,0	40	2	0	
2005		93,3	N.D.	N.D.	N.D.	
2006		92,9	46	1	1	
2007		96,3	55	17	1	
2008		96,9	55	14	0	
2009		95,9	59	13	1	
2010		96,1	55	17	0	
2011		97,4	57	26	0	
2012		99,0	54	15	0	
2013		Via Goisis	98,0	55	23	2
		Via Meucci	95,0	57	21	2
2014	Via Goisis	99,0	N.D.	10*	1*	
	Via Meucci	99,0	N.D.	11*	1*	
2015	Via Goisis	N.D.	N.D.	40*	4*	
	Via Meucci	N.D.	N.D.	31*	4*	
2016	Via Goisis	N.D.	88	11	1	
	Via Meucci	N.D.	87.	18	1	

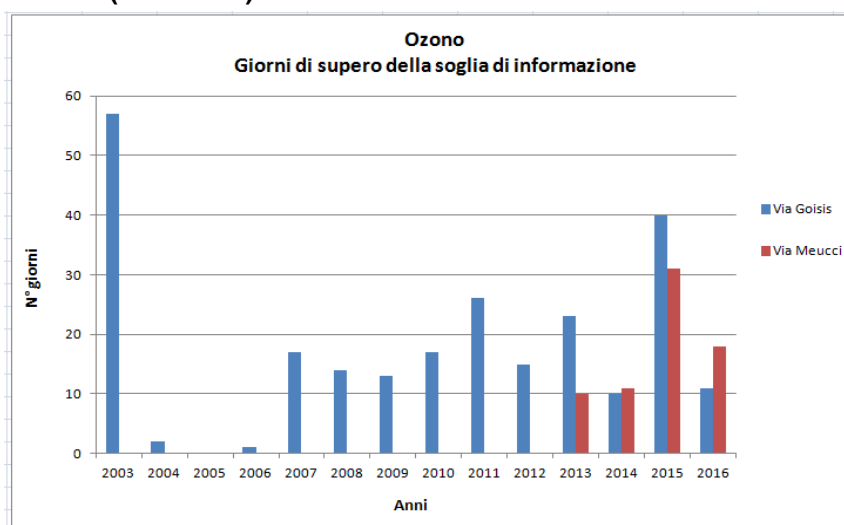
* Dato riferito solamente al periodo estivo (Giugno-Ottobre).

N.D.: Dato Non Disponibile.

Fonte: ARPA Lombardia - Dipartimento di Bergamo, Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria.

In Figura 2.1 si riporta il grafico relativo al numero di giorni di superamento della soglia di informazione, relativa all'Ozono, registrati nel Comune di Bergamo nel periodo Giugno-Ottobre.

Figura 2.1 – Giorni di supero della soglia di informazione ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) per l'inquinante Ozono nel periodo Giugno-Ottobre (2003-2016)



Fonte: Elaborazione basata sui dati ARPA Lombardia - Dipartimento di Bergamo, Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria.

⁶ Per gli anni 2003 e 2004 il limite della soglia di allarme era di $360 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Benzene (C₆H₆)

Il Benzene (C₆H₆) è l'idrocarburo aromatico più comunemente utilizzato in ambito industriale.

Gli effetti tossici provocati da questo inquinante variano a seconda della concentrazione e della durata dell'esposizione: tuttavia, è stato recentemente inserito dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) tra le sostanze cancerogene per l'uomo.

In Tabella 2.11 sono stati riportati i livelli misurati nel Comune di Bergamo, confrontandoli con i valori di riferimento definiti dal D.Lgs. n. 155/2010: è possibile osservare come sul territorio comunale il Benzene (C₆H₆), monitorato unicamente dalla centralina di Via Garibaldi, non abbia mai rilevato superamenti del valore limite durante il periodo 2003 - 2013.

Inoltre, si osserva come la media annua sia progressivamente diminuita fino ad oggi.

Tabella 2.11 – Benzene – Informazioni di sintesi relative al Comune di Bergamo (2003-2013)

Anno	Rendimento (%)	Media Annua (µg/m ³) (*) ⁷
2003	N.D.	N.D.
2004	N.D.	N.D.
2005	N.D.	N.D.
2006 ⁸	95,1	2,4
2007	90,4	1,4
2008	90,7	1,4
2009	98,6	1,6
2010	94,5	1,3
2011	96,2	1,3
2012	98,0	1,0
2013	55,0	1,1

(*) Limite per la Protezione della Salute Umana: 5 µg/m³.

Fonte: ARPA Lombardia - Dipartimento di Bergamo, Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria.

Particolato Atmosferico (PM₁₀ e PM_{2,5})

Il Particolato Atmosferico (PM₁₀ e PM_{2,5}) è un inquinante particolarmente critico per l'atmosfera, in quanto ancora ad oggi eccede i limiti di legge, soprattutto in Lombardia. Di origine sia primaria sia secondaria, è principalmente presente nell'ambito urbano.

In Tabella 2.12 sono stati riportati i valori di PM₁₀ rilevati nel Comune di Bergamo, tenendo conto dei valori di riferimento definiti dal D.Lgs. n. 155/2010: nel periodo considerato (2003-2015) è possibile osservare come siano stati frequentemente superati i limiti annuali e giornalieri per la protezione della salute umana.

Per quanto riguarda il limite annuale, si osserva che vi è stato però un lieve miglioramento a partire dal 2009 fino ad oggi. Contrariamente, negli anni, il superamento del limite giornaliero risulta essere altalenante.

⁷ Il valore comprende il margine di tolleranza decrescente che per il 2006 è stato di 5+4 µg/m³, per il 2007 di 5+3 µg/m³, per il 2008 di 5+2 µg/m³, per il 2009 di 5+1 µg/m³ e dal 2010 di 5 µg/m³.

⁸ Il rilevatore è stato installato in data 1/9/2006.

La costante presenza di particolato atmosferico nel Comune di Bergamo è dettata sia dalla presenza di fonti di emissioni rilevanti, come il traffico veicolare e i processi di combustione, sia dalle particolari condizioni meteo climatiche della Pianura Padana, che limitano la dispersione e la rimozione di questi inquinanti. Infatti, l'accumulo di particolato atmosferico si verifica prevalentemente quando persistono condizioni di forte stabilità atmosferica ed assenza di piogge, vento ed episodi nevosi.

Poiché il particolato atmosferico è in grado di penetrare e depositarsi nelle vie respiratorie, può provocare notevoli effetti avversi sulla salute dell'uomo. Inoltre, la capacità delle polveri di provocare tali effetti alla salute dipende non solo dalla dimensione delle particelle, ma anche dalla loro composizione chimica. È dunque importante cercare di provvedere al raggiungimento ed al rispetto degli obiettivi di Legge.

Tabella 2.12 - PM10 – Informazioni di sintesi al Comune di Bergamo (2003-2016)

Anno	Centralina	Rendimento (%)	Media Annua ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (***) ⁹	Giorni di supero limite giornaliero (max 35 gg/anno) (****) ¹⁰
2003	Via S.Giorgio	96,0	45	69
2004	Via Meucci	87,0	36	21
2005		94,0	43	111
2006		87,8	43	90
2007		94,5	44	109
2008		91,5	40	75
2009		Via Meucci	91,5	36
	Via Garibaldi	99,5	37	72
2010	Via Meucci	88,2	34	58
	Via Garibaldi	95,3	37	72
2011	Via Meucci	93,4	39	86
	Via Garibaldi	97,3	41	99
2012	Via Meucci	90,0	35	65
	Via Garibaldi	93,0	44	98
2013	Via Meucci	92,0	29	50
	Via Garibaldi	94,0	35	69
2014	Via Meucci	99,0	25	34
	Via Garibaldi	97,0	32	56
2015	Via Meucci	N.D.	32	61
	Via Garibaldi	N.D.	37	80
2016	Via Meucci	N.D.	30	52
	Via Garibaldi	N.D.	33	53

Nota: Stazione di Via Meucci, con analizzatore a Microbilancia Oscillante (TEOM).

Stazione di Via Garibaldi con analizzatori a Raggi Beta.

(***) Limite per la Protezione della Salute Umana: $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

(****) Limite per la Protezione della Salute Umana: $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

N.D.: Dato Non Disponibile.

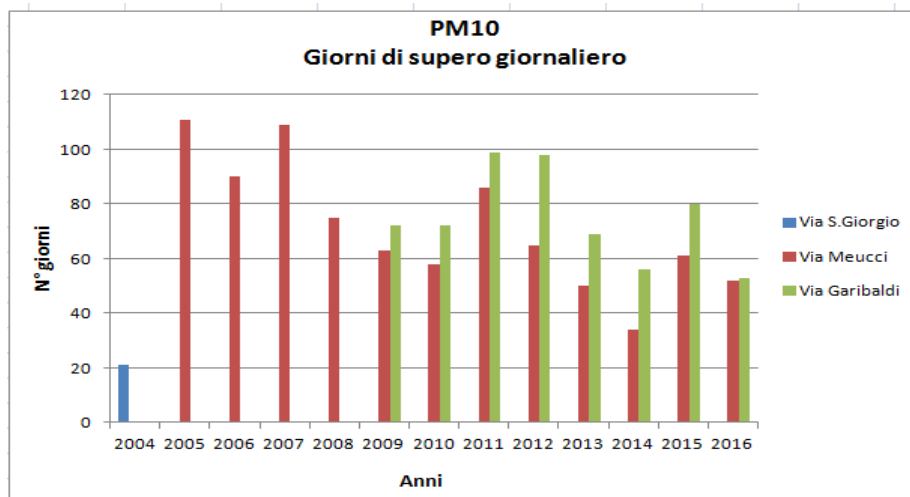
Fonte: ARPA Lombardia - Dipartimento di Bergamo, Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria.

⁹ Il valore comprende il margine di tolleranza decrescente che per il 2003 è stato di $40+3,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, per il 2004 di $40+1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e dal 2005 di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

¹⁰ Il valore comprende il margine di tolleranza decrescente che per il 2003 è stato di $50+10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, per il 2004 di $50+5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e dal 2005 di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

In Figura 2.2 si riporta il grafico relativo al numero di giorni in cui, nel Comune di Bergamo, è stata superata la soglia giornaliera di questo inquinante.

Figura 2.2 – Numero di giorni di supero della soglia giornaliera per l'inquinante PM10 (>50 µg/m³) per gli anni 2004-2016



Fonte: Elaborazione basata sui dati ARPA Lombardia - Dipartimento di Bergamo, Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria.

Per quanto riguarda il PM2.5, il D.Lgs. n. 155/2010 ha introdotto il valore limite sulla media annuale, pari a 25 µg/m³, da raggiungere entro il 01/01/2015. Ai fini del conseguimento del valore obiettivo, la Normativa vigente stabilisce dei valori di avvicinamento a partire dal 2008. Infatti, viene permesso, dal 2008, un superamento del valore obiettivo del 20% (5 µg/m³): tale valore deve essere uniformemente ridotto anno per anno fino a conseguire il valore obiettivo nel 2015.

In Tabella 2.13 sono stati riportati i valori di PM2,5 rilevati nel Comune di Bergamo e confrontati con i valori obiettivo descritti dal D.Lgs. n. 155/2010. Dal 2009 la sola centralina che rileva il PM2,5 è quella posta in Via Meucci. Dalla Tabella 2.13 si osserva che a livello comunale la media annua è stata inferiore o pari al valore obiettivo, ad eccezione dell'anno 2011.

Tabella 2.13 – PM_{2.5} (Stazione di Meucci) – Informazioni di sintesi relativi al Comune di Bergamo (2003-2016)

Anno	Rendimento (%)	Media Annua (µg/m ³) (*)	Valore Obiettivo (µg/m ³)
2008	-	-	30
2009	91,8	28	29
2010	87,9	27	29
2011	93,4	31	28
2012	90,0	27	27
2013	92,0	23	26
2014	99,0	20	26
2015	N.D.	N.D.	25
2016	N.D.	22	25

(*) Limite per la Protezione della Salute Umana: 25 µg/m³.

N.D.: Dato Non Disponibile.

Fonte: ARPA Lombardia - Dipartimento di Bergamo, Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria.

Campagne mobili

Nel corso degli anni il monitoraggio degli inquinanti rilevato dalle stazioni fisse della Rete di Rilevamento della Qualità dell'Aria (RRQA) è stato integrato con una serie di campagne mobili temporanee. Le indagini sono state condotte a cura del Dipartimento Provinciale di Bergamo dell'Arpa Lombardia a nome della Società per l'Aeroporto Civile di Bergamo (SACBO). Lo scopo di tutte le campagne mobili è stato rivolto al monitoraggio della qualità dell'aria in diversi periodi dell'anno (in estate ed in inverno), per quelle aree di Bergamo interessate dal sorvolo degli aeromobili, come Borgo Palazzo, Campagnola e Colognola.

Dal 2007 al 2013 sono state condotte le seguenti campagne mobili:

- 1) gennaio 2007 (dal 09 al 31 gennaio 2007) in Via Borgo Palazzo;
- 2) gennaio – febbraio 2009 (dal 27 gennaio all'08 febbraio 2009) in Via Quasimodo;
- 3) giugno 2009 (dal 04 al 21 giugno 2009) in Via Quasimodo;
- 4) luglio – agosto 2010 (dal 22 luglio all'08 agosto 2010) in Zona Bergamo Aeroporto;
- 5) marzo 2011 (dal 02 al 20 marzo 2011) in Zona Bergamo–Colognola;
- 6) giugno 2012 (dal 06 al 24 giugno 2012) in Zona Bergamo–Colognola;
- 7) dicembre 2012 – gennaio 2013 (dal 19 dicembre 2012 all'06 gennaio 2013) in Zona Bergamo–Colognola.

Il laboratorio mobile è attrezzato di una strumentazione del tutto simile a quella presente nelle stazioni fisse del Comune di Bergamo. In maniera analoga gli inquinanti monitorati sono stati:

- Biossido di Zolfo (SO₂)
- Monossido di Carbonio (CO)
- Ossidi di Azoto (NO_x, NO e NO₂)
- Particolato Fine (PM10)
- Particolato Ultrafine (PM2,5), per le rilevazioni eseguite da luglio 2009
- Ozono (O₃)
- Benzene, Toluene e Xilene (BTX), in particolare lo Xilene dal 2010

Di seguito, sono state riportate in sintesi le conclusioni relative ad ogni singola campagna mobile eseguita nel Comune di Bergamo dal 2007 al 2013:

1) Durante la campagna di rilevazione del gennaio 2007, svolta in Via Borgo Palazzo, si è osservato che:

- i valori di NO₂ hanno presentato andamenti e livelli medi di concentrazione simili a quelli misurati presso le postazioni urbane di Via Meucci e Via Garibaldi;
- i valori medi di CO sono paragonabili a quelli misurati nelle postazioni della rete e risultano inferiori ai limiti di Legge;
- anche i valori e gli andamenti di SO₂ sono comparabili alle altre centraline della rete fissa;
- i valori e gli andamenti di O₃ sono inferiori a quelli rilevati presso le centraline della

rete fissa;

- i valori di PM10 mostrano un andamento del tutto sovrapponibile a quanto rilevato nella Zona Critica A1 Bergamasca con valori medi giornalieri superiori.

Per SO₂, NO₂, CO e O₃ non si registrano superamenti dei limiti di Legge, mentre il PM10 ha superato il valore limite di Legge per 17 giorni sui 23 giorni del monitoraggio.¹¹

2) Nel gennaio 2009 è stata condotta una prima campagna di rilevazione in Via Quasimodo (Zona Aeroporto). Si è osservato che:

- i valori di NO₂ hanno presentato andamenti e livelli medi di concentrazione rispetto alle centraline presenti nel Comune di Bergamo, più basse rispetto a quella sita in Via Garibaldi e più elevate rispetto a quella in Via Meucci e Via Gioisis, comunque con valori inferiori ai limiti di Legge;
- i valori medi di CO sono confrontabili a quelli misurati nelle postazioni della Zona Critica A1 Bergamasca e comunque risultano inferiori ai limiti di Legge;
- i valori e gli andamenti di SO₂ sono inferiori alle altre centraline della rete fissa, con valori che rispettano i limiti di Legge;
- i valori e gli andamenti dell'O₃ sono più bassi rispetto a quelli rilevati presso le altre centraline della rete fissa;
- il PM10 mostra un andamento del tutto sovrapponibile a quanto rilevato nella Zona Critica A1 Bergamasca, con valori medi giornalieri simili alla centralina di Via Meucci, inferiori alla centralina di Via Garibaldi e superiori alla centralina sita nel Comune di Lallio;
- i valori medi di Benzene sono superiori a quelli misurati nelle postazioni della rete fissa, ma risultano comunque inferiori ai limiti di Legge.

Durante il periodo di misura, la maggior parte degli inquinanti monitorati (SO₂, NO₂, CO e O₃) non hanno fatto registrare superamenti dei limiti normativi, mentre il PM10 ha superato il valore limite di Legge per 2 giorni sui 13 giorni del monitoraggio.

3) Nel giugno 2009 è stata effettuata una seconda campagna di rilevazione in Via Quasimodo (Zona Aeroporto) con i seguenti risultati:

- i valori di NO₂ hanno presentato andamenti e livelli medi di concentrazione rispetto alle centraline presenti nel Comune di Bergamo, più basse rispetto a quella in Via Garibaldi e più elevate rispetto a quelle in Via Meucci e Via Goisis, comunque con valori inferiori ai limiti di Legge;
- i valori medi di CO sono confrontabili a quelli misurati nelle postazioni della Zona Critica A1 Bergamasca, essendo più basse rispetto a quella in Via Garibaldi e simili a quelle in Via Meucci e Via Goisis, comunque inferiori rispetto ai limiti di Legge;

¹¹ Durante questa campagna del Laboratorio Mobile nel Comune di Bergamo si è colta l'occasione per effettuare un'indagine sulla radioattività presente. L'indagine, con un carattere di primo "screening", è stata svolta attraverso l'esecuzione di due analisi di spettrometria gamma ad alta risoluzione eseguite con un rivelatore al germanio su un insieme di due serie di filtri delle polveri aerodisperse, rappresentativi del mese di gennaio 2007. I risultati dell'analisi radiometrica non evidenziano nessun fenomeno di radiocontaminazione in atto.

- i valori e gli andamenti di SO₂ sono inferiori alle altre centraline della rete fissa con valori che rispettano i limiti di Legge;
- i valori e gli andamenti dell'O₃ sono più bassi rispetto a quelli rilevati presso le altre centraline della rete fissa;
- il PM10 mostra un andamento del tutto sovrapponibile a quanto rilevato nella Zona Critica A1 Bergamasca, con valori medi giornalieri leggermente inferiori alle centraline fisse di Via Meucci, Via Garibaldi e quella sita nel Comune di Lallio;
- il PM2,5 mostra un andamento del tutto sovrapponibile a quanto rilevato nella Zona Critica A1 Bergamasca, con valori medi giornalieri inferiori alle centraline fisse di Via Meucci e del Comune di Seriate.
- valori medi di Benzene sono superiori a quelli misurati nelle postazioni della rete fissa, ma risultano comunque inferiori ai limiti di Legge.

Durante il periodo di misura, la maggior parte degli inquinanti monitorati (SO₂, NO₂, CO e PM10) non hanno fatto registrare superamenti dei limiti normativi. Solo l' O₃ ha superato il valore limite di Legge, con superi del valore bersaglio della salute umana (media di 8 ore) per 2 giorni sui 18 giorni del monitoraggio, mentre la soglia di informazione (media oraria) è stata superata per 1 volta durante il periodo di monitoraggio.

4) Nel luglio-agosto 2010 è stata effettuata una rilevazione presso il Quartiere Colognola, nell'area interna dell'Asilo Nido di Via Linneo. Si è osservato che:

- i valori di NO₂ hanno presentato andamenti di concentrazione simili a quelli misurati presso le postazioni urbane, ma con valori assoluti più bassi rispetto alla stazione di Via Garibaldi e superiori alle stazioni sia di Via Meucci sia di Via Goisis;
- i valori medi di CO sono inferiori a quelli misurati nelle postazioni della rete fissa, anche se simili a quelli di Via Goisis, risultano comunque inferiori ai limiti di Legge;
- i valori e gli andamenti di SO₂ sono comparabili alle altre centraline della rete fissa e con valori simili a quelli delle centraline della rete;
- i valori e gli andamenti dell'O₃ sono inferiori a quelli rilevati presso le centraline della rete fissa;
- le polveri sottili, cioè il PM10, mostrano un andamento del tutto simile a quanto rilevato nella Provincia di Bergamo con valori medi paragonabili;
- il PM2,5 mostra un andamento del tutto sovrapponibile a quanto rilevato nella Provincia di Bergamo, con valori medi giornalieri superiori alle centraline di Via Meucci, del Comune di Seriate e di Calusco;
- i valori medi di Benzene sono in linea a quelli misurati nelle centraline della rete, risultando comunque più bassi dei limiti di Legge.

Durante il periodo di misura a Bergamo-Colognola la maggior parte degli inquinanti monitorati (SO₂, NO₂, CO e PM10) non ha fatto registrare superamenti dei limiti normativi. Solo l'O₃ ha superato il valore limite di Legge, come superi del valore bersaglio della salute umana (media di 8 ore) per 3 giorni sui 18 giorni del periodo di monitoraggio.

5) Nel marzo 2011 è stata effettuata una rilevazione presso il Quartiere Colognola, nell'area interna dell'Asilo Nido di Via Linneo. Si è osservato che:

- i valori di NO₂ hanno presentato andamenti di concentrazione simili a quelli misurati presso le postazioni urbane, ma con valori assoluti più bassi rispetto alla stazione di Via Garibaldi e superiori alle stazioni sia di Via Meucci sia di Via Goisis;
- i valori medi di CO sono simili a quelli misurati nelle postazioni della rete fissa e risultano comunque inferiori ai limiti di Legge;
- i valori e gli andamenti di SO₂ sono comparabili alle altre centraline della rete fissa e con valori simili a quelli delle centraline della rete;
- i valori e gli andamenti dell'O₃ sono inferiori a quelli rilevati presso le centraline della rete fissa;
- le polveri sottili, cioè il PM10, mostrano un andamento del tutto simile a quanto rilevato nella Provincia di Bergamo con valori medi superiori a quelli misurati nelle centraline della rete.

Durante il periodo di misura a Bergamo-Colognola la maggior parte degli inquinanti monitorati (SO₂, NO₂, CO e O₃) non ha fatto registrare superamenti dei limiti normativi.

Solo il PM10 ha superato il valore limite di Legge per 8 giorni sui 19 giorni di monitoraggio.

6) Nel giugno 2012 è stata effettuata una prima campagna di misurazione presso il Quartiere Colognola, nell'aera interna all'Asilo Nido di Via Linneo. Si è osservato che:

- i valori di NO₂ hanno presentato andamenti di concentrazione simili a quelli misurati presso le postazioni urbane, ma con valori assoluti più bassi rispetto alla centralina di Via Garibaldi e superiori alle centraline di Via Meucci e Via Goisis;
- i valori medi di CO sono simili alla centralina di Via Garibaldi, ma superiori alle centraline di Via Goisis e Via Meucci;
- i valori e gli andamenti di SO₂ sono comparabili alle altre centraline della rete fissa e con valori simili a quelli delle centraline della rete;
- i valori e gli andamenti di O₃ sono superiori alla centralina del Comune di Calusco, ma inferiori alle centraline di Via Goisis e del Comune di Osio Sotto;
- le polveri sottili, cioè il PM10, mostrano un andamento del tutto simile a quanto rilevato nella Provincia di Bergamo con valori medi simili alla centralina del Comune di Dalmine, ma inferiori alle centraline di Via Garibaldi e Via Meucci;
- i valori medi di Benzene sono in linea a quelli misurati nelle centraline della rete, risultando comunque più bassi rispetto ai limiti di Legge.

Durante il periodo di misura a Bergamo-Colognola (prima campagna) la maggior parte degli inquinanti monitorati (SO₂, NO₂, CO e Benzene) non ha fatto registrare superamenti dei limiti normativi. L'O₃ ha superato il valore limite di Legge, come superi della soglia di osservazione (media oraria) per 8 ore del periodo di monitoraggio e del valore bersaglio della salute umana (media di 8 ore) per 5 giorni sui 19 giorni del periodo di monitoraggio.

Il PM10 ha superato il valore limite di Legge (media giornaliera) per un giorno sui 19 giorni del monitoraggio dell'analizzatore di PM10.

7) Nel dicembre 2012 e nel gennaio 2013 è stata effettuata una seconda campagna mobile nel quartiere di Colognola, nell'area interna dell'Asilo Nido di Via Linneo. Si è osservato che:

- i valori di NO₂ hanno presentato andamenti di concentrazione simili a quelli misurati presso le postazioni urbane ma con valori assoluti superiori alle centraline della Rete di Qualità dell'Aria;
- i valori medi di CO sono simili alle centraline di Via Goisis e Via Meucci, ma inferiore alla centralina di Via Garibaldi;
- i valori e gli andamenti dell'SO₂ sono comparabili alle altre centraline della rete con valori più bassi rispetto a quelli delle centraline della Rete di Qualità dell'Aria;
- le polveri sottili (PM10) mostrano un andamento del tutto simile a quanto rilevato nella provincia di Bergamo con valori medi simili alle centraline della Rete di Qualità dell'Aria;
- i valori medi di Benzene sono più alti rispetto a quelli misurati nella Rete di Qualità dell'Aria, ma risultano comunque più bassi dei limiti di legge.

Durante il periodo di misura della seconda campagna, la maggior parte degli inquinanti monitorati (SO₂, NO₂, CO e Benzene) non ha fatto registrare superamenti dei limiti normativi.

Il PM10 ha superato il valore limite di legge (media giornaliera) per 7 giorni sui 19 giorni del monitoraggio dell'analizzatore di PM10.

L'NO₂ ha superato il valore limite di legge (media oraria massima) per due ore sui 19 giorni del monitoraggio dell'analizzatore di NO₂.

Per tutte le campagne mobili effettuate nel Comune di Bergamo, è importante ribadire che, nel periodo invernale, gli episodi di criticità per il PM10 e il NO₂ non sono propri del sito di monitoraggio, ma interessano una vasta area della Pianura Padana. In particolare, l'accumulo delle polveri fini nei bassi strati atmosferici durante la stagione fredda, e il conseguente superamento del valore limite normativo, è modulato principalmente dalle condizioni climatiche che si instaurano sulla pianura lombarda in inverno, oltre alle caratteristiche geografiche della regione.

Infatti, durante le fasi di stabilità atmosferica, le calme di vento ed il raffreddamento radiativo del suolo determinano una diminuzione delle capacità dispersive dell'atmosfera, favorendo l'accumulo degli inquinanti al suolo.

Nel periodo estivo, le alte concentrazioni di ozono sono invece da ricondursi alle tipiche condizioni di forte insolazione ed elevate temperature, che favoriscono la formazione di questo inquinante. Spesso, dunque, in questa stagione si hanno dei superamenti dei limiti di Legge.

CAPITOLO 3 - ACQUA

Normativa

A causa dell'ampia industrializzazione ed utilizzo agricolo, ma anche per la sua conformazione idrogeologica, la risorsa idrica risulta essere potenzialmente a rischio. I corpi idrici superficiali sono spesso esposti a recapiti finali di scarichi civili ed industriali e frequentemente oggetto di eventi accidentali o dolosi. I corpi idrici sotterranei sono invece soggetti ad impoverimento quantitativo, legato ad uno sovrasfruttamento e/o ai fenomeni climatici, o ad un degrado qualitativo derivante da siti contaminati o sorgenti di contaminazione, legati essenzialmente ad una scorretta gestione delle pratiche industriali.

Per tutelare e prevenire questa importante risorsa, il cui utilizzo spazia dall'uso idroelettrico a quello industriale, dall'agricolo al turistico, sino a quello potabile, ARPA Lombardia svolge da anni un'intensa attività di monitoraggio, di controllo e di supporto tecnico-scientifico della risorsa idrica.

La normativa sulla tutela delle acque superficiali e sotterranee trova il suo principale riferimento nella Direttiva 2000/60/CE, la quale è stata recepita a livello nazionale dal D.Lgs. 03 aprile 2006, n. 152. In generale, la normativa prevede il conseguimento di obiettivi minimi di qualità ambientale per i corpi idrici significativi e di obiettivi di qualità per specifica destinazione. L'obiettivo di qualità ambientale è definito in funzione della capacità dei corpi idrici di mantenere i processi naturali di autodepurazione e di supportare comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate. L'obiettivo di qualità per specifica destinazione individua lo stato dei corpi idrici idoneo ad una particolare utilizzazione da parte dell'uomo (produzione di acqua potabile e balneazione) ed alla vita dei pesci e dei molluschi.

La Regione Lombardia, con l'approvazione della Legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26, ha indicato il Piano di gestione del bacino idrografico come strumento per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici, attraverso un approccio che integra gli aspetti qualitativi e quantitativi, ambientali e socio-economici.

Il Piano di gestione è costituito da un:

- Atto di indirizzi per la politica di uso e tutela delle acque della Regione Lombardia, approvato dal Consiglio regionale il 28 luglio 2004;
- Programma di tutela e uso delle acque (PTUA), approvato con DGR del 29 marzo 2006, n. 8/2244. Recentemente, in attuazione della Direttiva 2000/60/CE, L'Autorità di Bacino del fiume Po ha adottato il Piano di Gestione per il Distretto idrografico del fiume Po – PdGPo (Deliberazione n. 1 del 24 febbraio 2010): è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono programmate le misure finalizzate a garantire la corretta utilizzazione delle acque e il perseguimento degli scopi e degli obiettivi ambientali stabiliti dalla Direttiva 2000/60/CE.

Infine, il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 febbraio 2013 è l'atto formale che completa l'iter di adozione del Piano di Gestione del Distretto idrografico Padano.

Entro il 22 dicembre 2015 devono essere conseguiti i seguenti obiettivi:

- mantenimento o raggiungimento per i corpi idrici superficiali e sotterranei dell'obiettivo di qualità ambientale corrispondente allo stato "buono";
- mantenimento, ove già esistente, dello stato di qualità "elevato";
- mantenimento o raggiungimento degli obiettivi di qualità per specifica destinazione per i corpi idrici ove siano previsti.

Come già espresso in precedenza, la normativa di riferimento per la tutela delle acque superficiali e sotterranee è la Direttiva 2000/60/CE, recepita in Italia dal D.Lgs. n.152 del 2006. La Direttiva Quadro rafforza la consapevolezza che le acque sotterranee sono una riserva strategica difficilmente rinnovabile e risanabile, una volta alterato l'equilibrio qualitativo. La Direttiva 2006/118/CE "Protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento", recepita a livello nazionale con il D.Lgs. n.30 del 2009, esplica e definisce gli elementi per la definizione del buono stato chimico.

La normativa di settore preposta alla tutela del suolo e delle acque dall'inquinamento di nitrati provenienti da fonti agricole prende il nome di "Direttiva Nitrati" (Direttiva 91/676/CEE): è finalizzata a ridurre e prevenire l'inquinamento delle acque causato dai nitrati di origine agricola attraverso l'introduzione di corrette pratiche di fertilizzazione, riservando particolare attenzione al bilancio dell'azoto nel terreno e individuando, per il settore agricolo, le norme tecniche relative alla fertilizzazione e alla gestione degli effluenti degli allevamenti, allo scopo di limitare il fenomeno della lisciviazione/infiltrazione dell'azoto nitrico.

La normativa vigente prevede che lo stato di un corpo idrico sotterraneo sia determinato dal valore più basso del suo Stato Chimico e del suo Stato Quantitativo.

Un "buono" Stato Chimico è determinato quando:

- le concentrazioni di inquinanti sono tali da non presentare effetti di intrusione salina o di altro tipo, da non superare gli standard di qualità applicabili e da permettere il raggiungimento degli obiettivi ambientali per le acque superficiali connesse;
- sono rispettati per ciascuna sostanza controllata, gli standard di qualità ed i valori soglia in ognuno dei siti individuati per il monitoraggio del corpo idrico sotterraneo o dei gruppi di corpi idrici sotterranei;
- lo standard di qualità delle acque sotterranee o il valore soglia è superato in uno o più siti di monitoraggio, che comunque rappresentino non oltre il 20% dell'area totale o del volume del corpo idrico per una o più sostanze ed un'appropriata indagine conferma che non siano messi a rischio gli obiettivi prefissati per il corpo idrico, gli ambienti superficiali connessi, gli utilizzi e la salute umani.

La classificazione dello Stato Chimico delle acque sotterranee viene attualmente effettuata attraverso l'applicazione dell'indice SCAS (Stato Chimico delle Acque Sotterranee), calcolato mediante l'attribuzione di classi di qualità. L'indice presenta cinque classi:

- classe 1: impatto antropico nullo o trascurabile e pregiate caratteristiche idrochimiche;
- classe 2: impatto antropico ridotto e sostenibile sul lungo periodo e buone caratteristiche idrochimiche;
- classe 3: impatto antropico significativo e caratteristiche idrochimiche generalmente buone, ma con alcuni segnali di compromissione;
- classe 4: impatto antropico rilevante e caratteristiche idrochimiche scadenti;
- classe 0: impatto antropico nullo o trascurabile, ma presenza di particolari facies idrochimiche che portano ad un abbassamento della qualità.

Un corpo idrico è considerato in "buono" Stato Quantitativo quando il livello delle acque sotterranee nel corpo idrico sotterraneo è tale che la media annua dell'estrazione a lungo termine non esaurisca le risorse idriche sotterranee disponibili e di conseguenza il livello piezometrico non subisca alterazioni antropiche. Inoltre, quando possono verificarsi alterazioni della direzione di flusso risultanti dalla variazione del livello, su base temporanea o permanente, in un'area delimitata nello spazio. Tuttavia, tali inversioni non causano un'intrusione di acqua salata o di altro tipo, né imprimono alla direzione di flusso alcuna tendenza antropica che possa determinare intrusioni.

Reticolo idrografico

Naturale

Nel Comune di Bergamo il reticolo idrografico superficiale naturale è formato da numerosi torrenti, a volte poco più di ruscelli, che scendono dai rilievi collinari, dal Torrente Quisa e, per un breve tratto, dal Torrente Morla.

- Torrente Morla

Il corso d'acqua di maggiore estensione è il Torrente Morla che attraversa da Nord a Sud l'intero territorio comunale. Il Morla nasce sulle pendici del Monte Solino, nel Comune di Ponteranica, ed il suo bacino imbrifero (circa 22 km²) comprende i territori comunali di Ponteranica, Sorisole, Bergamo ed Orio al Serio. Lungo il suo corso riceve il contributo del Torrente Tremana, in prossimità di Viale Giulio Cesare a Bergamo, e del Torrente Gardellone, che drena un piccolo bacino a monte dell'abitato di Torre Boldone. Nel tratto iniziale il torrente ha un andamento prevalentemente meandriforme ed un buon grado di naturalità, che perde entrando nell'abitato, dove assume il carattere di un canale scolmatore.

- Torrente Quisa

Il Torrente Quisa invece, nasce dai rilievi montuosi del Monte Canto Alto, individua approssimativamente il confine fra il Comune di Bergamo e quello di Sorisole. Raccoglie le acque di numerosi sottobacini dell'area pedecollinare ed allo sbocco nell'alta pianura assume un andamento irregolare, alternando tratti meandriformi a tratti più regolari (rettilinei). A valle del Colle di Sombreno il Quisa si dispone parallelamente al Fiume Brembo, nel quale confluisce a Sud di Ponte San Pietro.

Artificiale

Il reticolo idrografico artificiale comprende le rogge principali derivate dal Fiume Serio: Roggia Morlana, Roggia Serio, Roggia Guidana e Roggia Ponte Perduto. Lo sviluppo della città ha a volte ricalcato il percorso dei canali, valorizzandone o mantenendone l'originalità, mentre in altri casi ha nascosto e/o modificato l'originario tracciato, rendendo difficile la loro individuazione. Sono rogge antiche che hanno visto lo sviluppo della città: sviluppo che a volte ha ricalcato il percorso dei canali, mantenendone l'originalità o valorizzandola, ma che il più delle volte le ha nascoste e/o modificato l'originario tracciato, rendendone, in alcuni casi, difficile l'individuazione.

- Roggia Morlana

La Roggia Morlana è derivata dalla sponda destra dal Fiume Serio nel Comune di Nembro, oltre 1 km a valle del Ponte di Albino, ed attraversa i Comuni di Nembro, Alzano, Ranica, Gorle e Bergamo con un percorso di circa 10 km. La larghezza dell'alveo è variabile tra 4 m e 10 m e da essa si ramificano numerosi canali di presa secondari. Una volta giunta a Bergamo, la Roggia Morlana si suddivide in tre rami: la Roggia Curna, la Roggia Colleonesca e la Coda Morlana. La Roggia Curna si deriva presso il Convento dei Cappuccini in Località Borgo Palazzo ed attraversa il Comune di Bergamo con direzione circa Est-Ovest, attraversando i Quartieri di Boccaleone, Astino ed i Comuni di Mozzo, Curno, Treviolo e Ponte San Pietro. Gli altri due rami, la Coda Morlana e la Roggia Colleonesca, sono derivati nei pressi della località denominata "Il Casalino". La Coda Morlana ha un percorso di circa 12 km ed attraversa il Comune di Bergamo (località Colognola) ed i Comuni di Stezzano e Levate, dove si suddivide in due rami meno importanti. La Roggia Colleonesca si sviluppa per circa 5 km nei territori comunali di Bergamo, Grumello del Piano e Lallio, dove si divide ulteriormente in due rogge di rango inferiore.

- Roggia Serio

La Roggia Serio, già documentata nel 1202 con il nome di "*Fossatum Communis Pergami*", è il principale corso d'acqua artificiale, lungo circa 20 km e derivato dal Fiume Serio, che rappresenta uno straordinario esempio delle opere di regimentazione idraulica. Costituisce da secoli non solo il filo conduttore del legame fisico e soprattutto antropico fra la città e la valle, ma lo strumento più potente di integrazione del sistema delle acque con il territorio cittadino che nel tempo ha svolto un ruolo fondamentale per il progresso e lo sviluppo della Città di Bergamo. La Roggia Serio nasce dalla Valle del Ponte di Albino

congiungendosi poi con le acque delle Rogge Comenduna e Spini, percorre i territori comunali di Nembro, Alzano e Nese, Ranica, Torre Boldone ed entra in città dopo il Quartiere Redona per attraversarla completamente in direzione Est-Ovest; infine passando per il Quartiere Loreto, si dirige verso Treviolo dove si divide nelle Rogge Coda di Serio e Serio Piccolo.

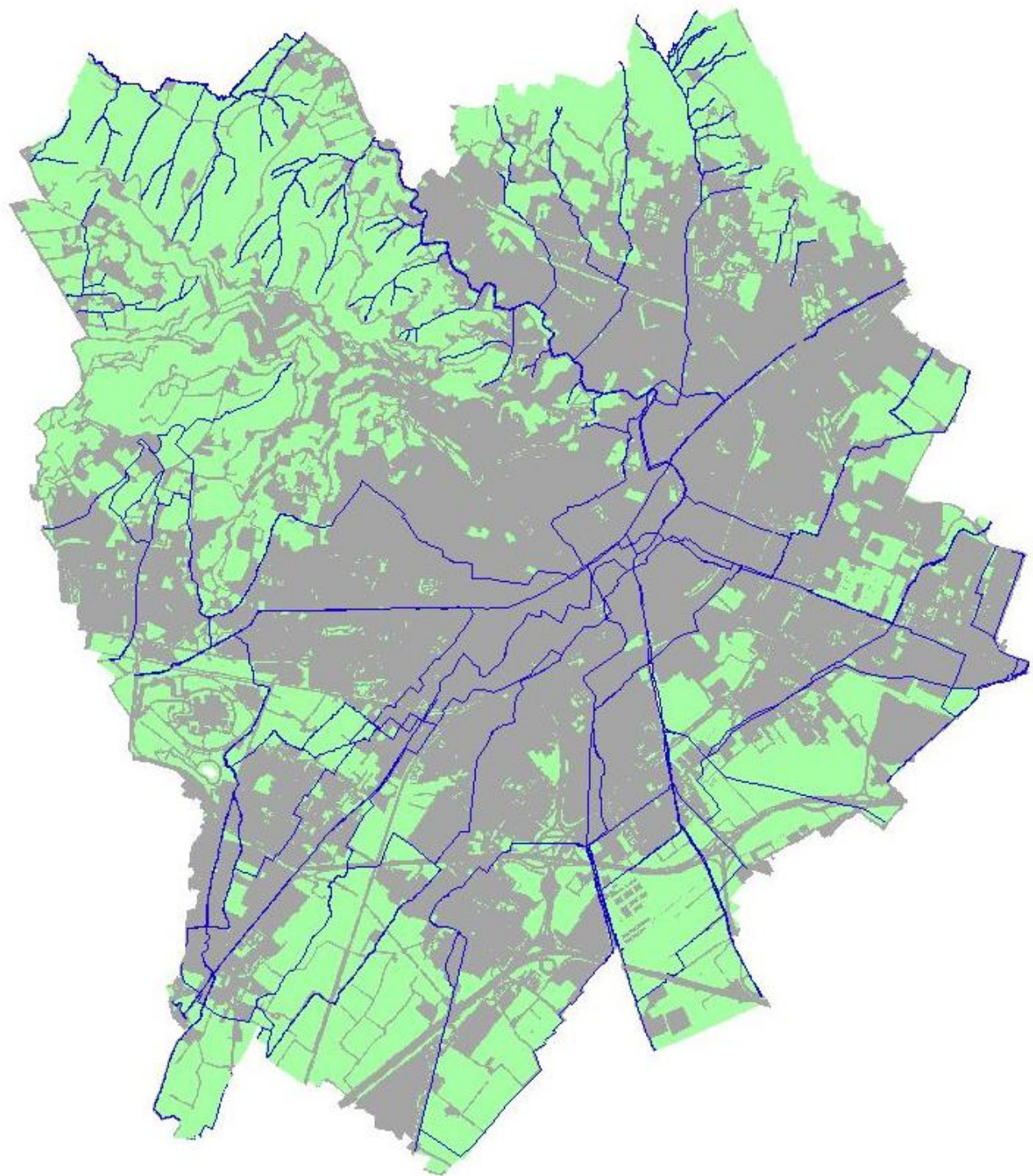
- Roggia Guidana

La Roggia Guidana è derivata dalla sponda destra del Serio nel territorio comunale di Alzano. Costeggiando il Serio e dopo aver ricevuto le acque di numerosi affluenti, raggiunge il Comune di Bergamo ed attraversa i Quartieri di Redona e Boccaleone per poi dirigersi a Sud, verso Colognola, dove si divide in due rami che attraversano uno il Comune di Stezzano e l'altro sia il Comune di Azzano sia ancora quello di Stezzano. La Roggia Guidana si sviluppa per circa 6,2 km sino alla sua biforcazione in due rami di lunghezza di circa 5,6 km l'uno.

- Roggia Ponte Perduto

La Roggia Ponte Perduto viene derivata dalla sponda destra del Fiume Serio, nel territorio comunale di Gorle, prosegue verso Seriate, dove si divide in tre rami. Di questi tre rami soltanto uno entra nella Città di Bergamo, attraversando i Quartieri di Boccaleone e Campagnola, dove si articola in sei adacquamenti di minori dimensioni.

Figura 3.1 - Reticolo Idrico del Comune di Bergamo



 Aree Verdi

 Aree Antropizzate

 Corpi Idrici

Fonte: Comune di Bergamo, 2015.

Corpi idrici superficiali

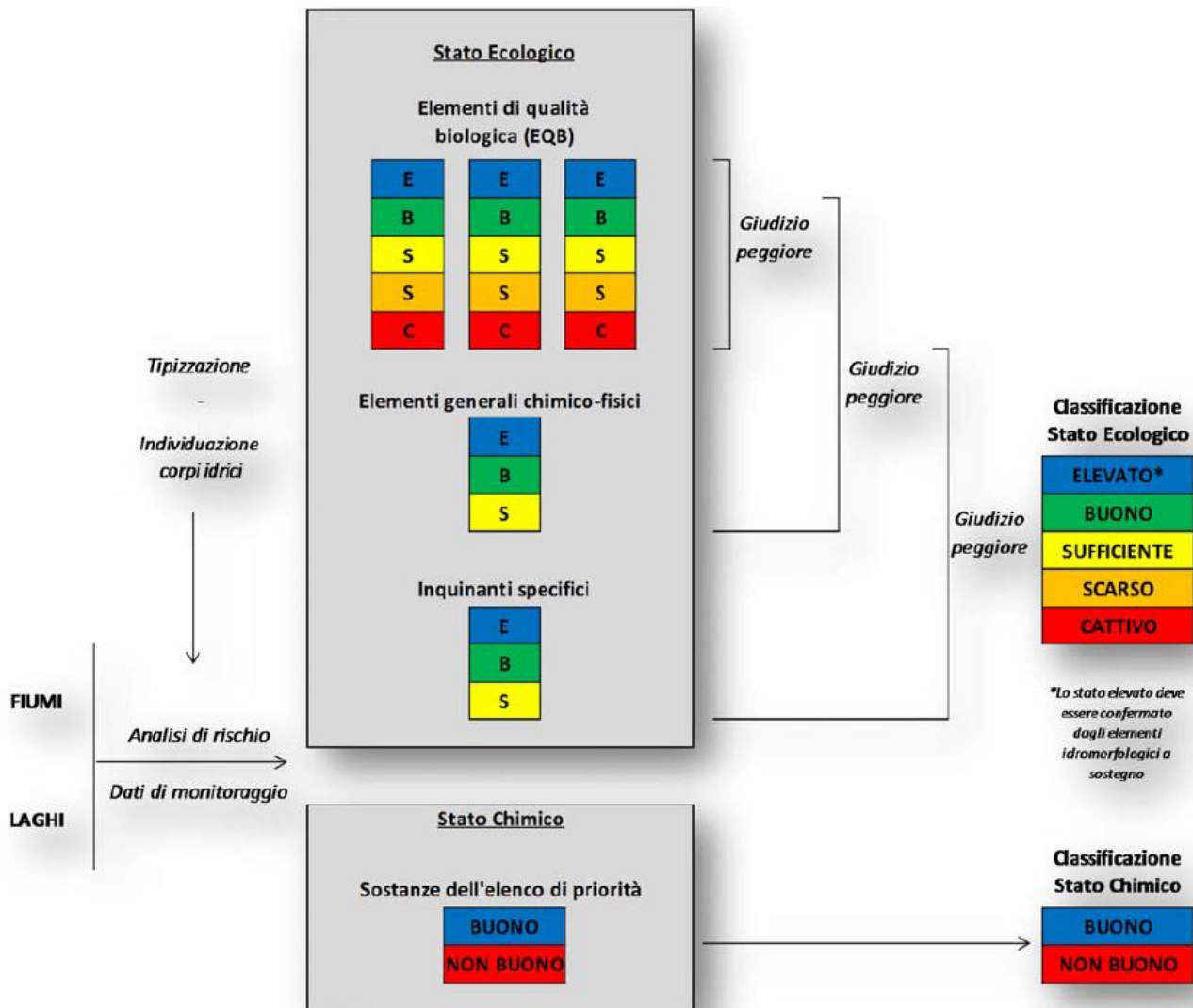
Nel 2009 ARPA Lombardia ha avviato il monitoraggio delle acque superficiali e sotterranee, secondo i criteri stabiliti dalla Direttiva Acque (2000/60/CE). Il monitoraggio, che si basa su cicli sessennali, si è concluso nel 2014 e ha portato, nel 2015, alla revisione del Piano di Gestione del Distretto Idrografico Padano. Anche i dati relativi al monitoraggio effettuato nel 2014, ora validati e disponibili, sono utilizzati per la classificazione di stato di ciascun corpo idrico superficiale e sotterraneo presente in Regione Lombardia.

Lo stato di qualità di un corpo idrico superficiale è determinato dal valore più basso tra il suo Stato Ecologico ed il suo Stato Chimico, come mostrato in Figura 3.2.

Lo Stato Ecologico è definito dalla qualità della struttura e del funzionamento degli ecosistemi acquatici, stabilita attraverso il monitoraggio degli elementi biologici, degli elementi chimici e fisico-chimici a sostegno, e degli elementi idromorfologici a sostegno. Le classi di Stato Ecologico sono cinque: elevato, buono, sufficiente, scarso e cattivo e sono stabilite in base al giudizio peggiore tra gli elementi che costituiscono lo stato ecologico. Per i fiumi gli elementi biologici sono le macrofite, le diatomee, i macroinvertebrati bentonici e la fauna ittica; gli elementi generali chimico-fisici sono l'ossigeno disciolto e i nutrienti (LIM_{eco}); infine, gli elementi chimici a sostegno degli elementi biologici sono gli inquinanti specifici non appartenenti all'elenco di priorità.

Lo Stato Chimico dei corpi idrici è definito dalla presenza di sostanze appartenenti all'elenco di priorità, per le quali la normativa prevede l'eliminazione e/o la riduzione graduale negli scarichi, nei rilasci da fonte diffusa e nelle perdite, entro il 20 novembre 2021. Le classi che caratterizzano lo Stato Chimico sono due: buono, se si soddisfano tutti gli standard di qualità, e non buono in caso contrario.

Figura 3.2 - Schema generale per la classificazione dello stato delle acque superficiali

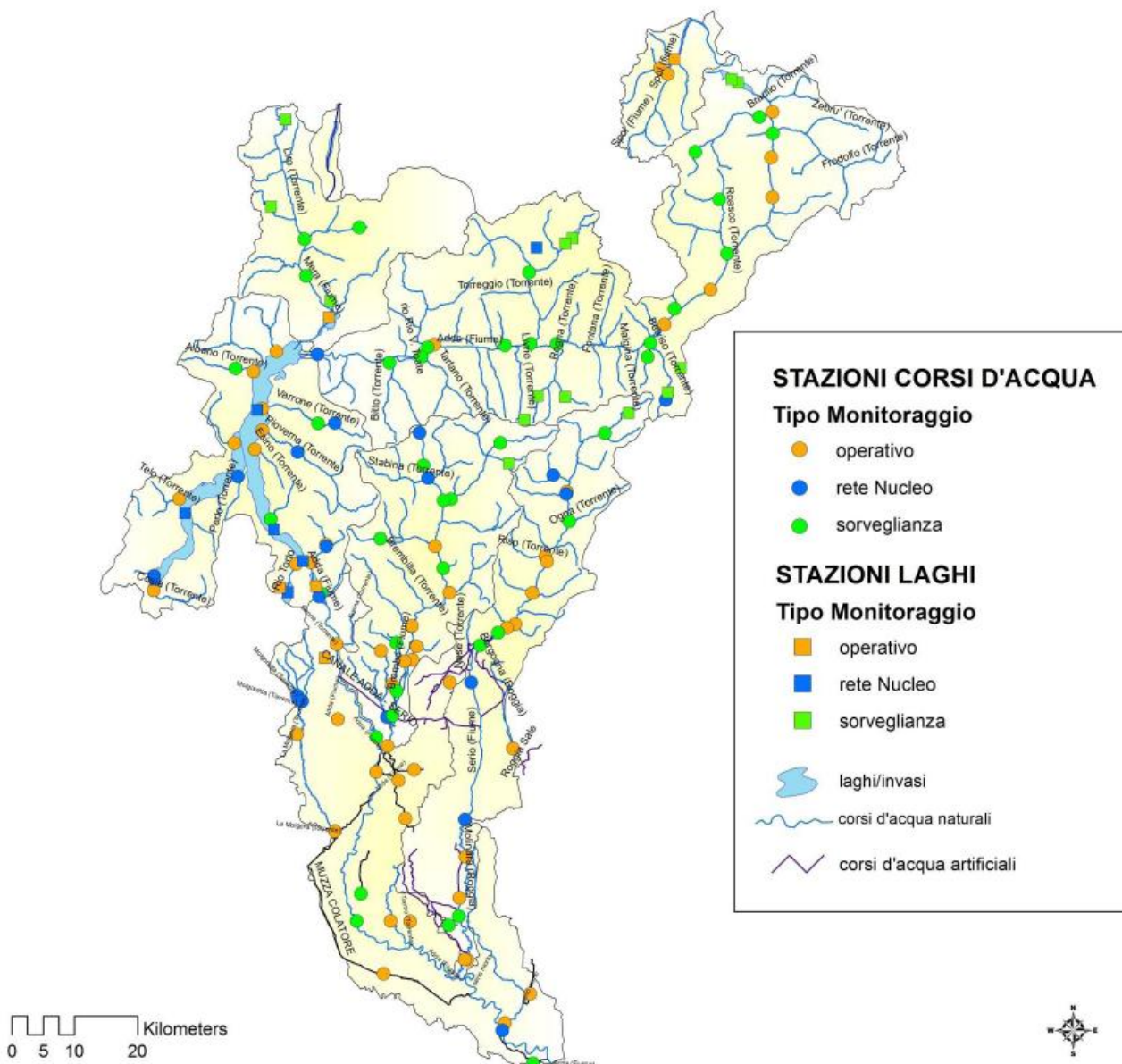


Fonte: ARPA Lombardia - Dipartimento di Bergamo, Stato delle Acque Superficiali 2014.

Il primo ciclo triennale di monitoraggio operativo è stato avviato da ARPA Lombardia nel 2009 e si è concluso nel 2011. Il secondo ciclo triennale è iniziato nel 2012 e si è concluso nel 2014, anno coincidente anche con la fine del primo ciclo sessennale del monitoraggio di sorveglianza.

La rete di monitoraggio dei corsi d'acqua del bacino del Fiume Adda e del Lago di Como è costituita complessivamente da 117 punti di campionamento posti su altrettanti corpi idrici appartenenti a 78 corsi d'acqua.

Figura 3.3 - Rete di monitoraggio dei corsi d'acqua del bacino del Fiume Adda e del Lago di Como



Fonte: ARPA Lombardia - Dipartimento di Bergamo, Stato delle Acque Superficiali 2014.

Nel Comune di Bergamo è presente un unico punto di campionamento fluviale per un monitoraggio operativo del corso d'acqua La Morla.

Le indagini effettuate presso il Torrente Morla nel triennio 2012/2014 evidenziano uno Stato Ecologico scarso ed uno Stato Chimico buono, come rilavati anche nelle precedenti analisi del triennio 2009/2011.

Figura 3.4 - Stato del corso d'acqua La Morla relativo ai trienni 2009/2011 e 2012/2014.

Corso d'acqua	Località	Prov.	STATO ECOLOGICO 2009-2011	STATO CHIMICO 2009-2011	STATO ECOLOGICO 2012-2014	STATO CHIMICO 2012-2014
La Morla	Bergamo	BG	SCARSO	BUONO	SCARSO	BUONO

Fonte: ARPA Lombardia - Dipartimento di Bergamo, Stato delle Acque Superficiali 2014.

Dato lo stato qualitativo del Torrente Morla, il 26 ottobre 2012 è stato siglato un protocollo d'intesa, fra Regione Lombardia – STER Bergamo, Provincia di Bergamo, Comune di Bergamo, Orio al Serio, Spirano, Azzano San Paolo, Sorisole, Comun Nuovo, Stezzano, Zanica e Ponteranica, UniAcque SpA, Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca e Parco dei Colli, per la redazione di uno "Studio idrogeologico, idraulico ed ambientale a scala di sottobacino idrografico del Torrente Morla e delle Rogge ad esso connesse, finalizzato alla definizione degli interventi di sistemazione idraulica, riqualificazione ambientale e manutenzione fluviale".

Lo Studio ha evidenziato la presenza di due tipologie di criticità.

1. Criticità relative alla qualità ambientale dei corsi d'acqua

Tali problematiche derivano principalmente dalla presenza di scarichi presunti abusivi, dall'insufficiente diluizione degli scarichi presenti nel corso d'acqua, dalla necessità di manutenzione dei manufatti di copertura ed attraversamento e dalla pulizia dei tratti a cielo aperto.

Le analisi di approfondimento delle criticità ambientali si sono concentrate soprattutto sulla parte urbana del torrente, andando ad indagare nel dettaglio le porzioni tombinate dello stesso.

Per quanto concerne gli scarichi presenti lungo il Torrente Morla e l'affluente Tremana, lo Studio ha proceduto ad un puntuale censimento degli stessi all'interno dei tratti tombinati, al fine di individuare scarichi non censiti e/o eventuali funzionamenti anomali degli scarichi presenti. In tal modo è stato possibile individuare scarichi presumibilmente abusivi, riferibili alle seguenti tipologie:

- scarichi allacciati alla tubazione che recapita il troppo pieno degli scaricatori di piena della rete fognaria nel Torrente Morla - tali scarichi sono stati infatti trovati attivi anche in periodi di tempo asciutto (competenza del Comune);
- recapiti fognari diretti nel Torrente (competenza della Provincia).

Pertanto il Comune di Bergamo sta provvedendo a tutti gli adempimenti necessari alla messa a norma degli scarichi rilevati come anomali/abusivi, previa attività di approfondimento con gli Enti coinvolti al fine di individuare caso per caso l'origine delle anomalie rilevate ed il responsabile del presunto abuso.

Il Torrente soffre dell'immissione di diversi scarichi, sia civili sia industriali, che vengono aggravati dalla presenza di opere di regimazione e che hanno compromesso le caratteristiche degli habitat, inducendo effetti negativi sulla componente biotica. È possibile suddividere il Torrente Morla in tre distinti tratti, sulla base di caratteristiche diverse: un tratto a monte del Comune di Bergamo, mantenuto discretamente naturale e parzialmente riqualificato; un tratto urbano profondamente alterato dalle pressioni antropiche ed, infine, un tratto di pianura, a valle del Comune di Bergamo, divenuto un vero e proprio canale irriguo.

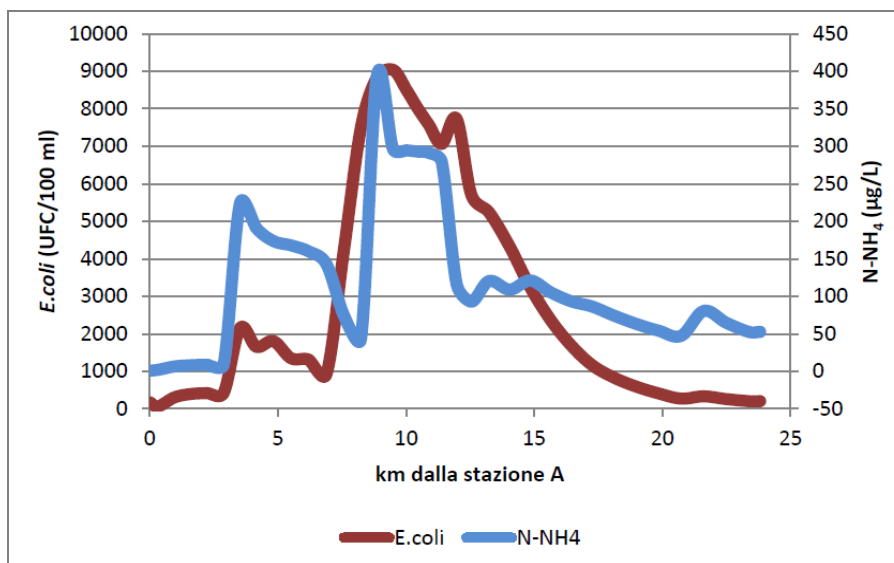
In particolare, il tratto urbano presenta una fitta rete di rogge e canali che scorre prevalentemente al di sotto delle vie cittadine. Inoltre, per questo tratto, sono stati realizzati numerosi interventi di copertura e di completa cementificazione delle sponde e

del letto fluviale. Da un lato queste opere hanno garantito la sicurezza da eventuali ed improvvise esondazioni, dall'altro hanno contribuito alla svalutazione del corso d'acqua. La portata del torrente è fortemente influenzata dalle acque che vi affluiscono, sia naturalmente, sia per l'immissione da rogge, scarichi fognari, acque meteoriche, di dilavamento o di troppo pieno. È inoltre costellato dalla presenza di affluenze e tubi di scarico.

Oltre all'attività di campo ed alle analisi di laboratorio, condotta dal Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio e di Scienze della Terra dell'Università degli Studi Milano-Bicocca, è seguita una fase di elaborazione dei dati raccolti, mediante l'impiego di un modello di simulazione fluviale, QUAL2K: tale strumento tiene conto di scarichi, derivazioni, canali tributari, afflussi incrementali ed efflussi, ed è per questo stato utile ed efficace a definire quali-quantitativamente i carichi gravanti sul sistema, oltre a localizzare le criticità ambientali.

Dallo studio è emerso che in generale, le rogge immissarie comportano un aumento del carico inquinante, ma il loro contributo non sembra rappresentare una criticità ambientale: nel momento in cui diventano parte del corpo idrico, contribuiscono ad aumentare la portata del torrente e di conseguenza diluiscono il carico al punto da ottenere concentrazioni non elevate. Il problema dei carichi inquinanti più critici potrebbe essere risolto esclusivamente con la riduzione o l'eliminazione degli apporti puntuali. Gli apporti degli scarichi fognari non collettati contribuiscono enormemente alla contaminazione chimica e microbiologica del torrente, in particolare laddove la portata è generalmente soggetta a secche stagionali. Infatti, il settore a Nord della Città di Bergamo, caratterizzato da questo fenomeno, ha ad esempio mostrato i livelli più alti di contaminazione fecale: come si osserva nel grafico in Figura 3.5, i picchi di contaminazione fecale coincidono con gli incrementi di Azoto Ammoniacale N-NH₄, indicatore della presenza di reflui fognari.

Figura 3.5 - Grafico confronto tra concentrazione di Azoto Ammoniacale N-NH₄ e carica di Escherichia Coli



Fonte: Università degli Studi di Milano Bicocca - Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio e di Scienze della Terra, Indagini per la Riqualificazione Integrata del Torrente Morla, Febbraio 2013.

Accanto alla modellizzazione della qualità delle acque, si è effettuato un confronto tra il livello di funzionalità fluviale attuale e quello potenziale stimato, mediante l'indice IFF. Ciò ha consentito, in via preliminare, di individuare le criticità morfologiche ed ecologiche del sistema e, quindi, di verificare la possibilità di futuri interventi specifici, volti a migliorare la qualità complessiva del torrente.

Nel caso del Morla, l'IFF potenziale è fortemente limitato dallo stato di antropizzazione del territorio: fatta eccezione per il tratto prossimo alla sorgente ed a quelli ad esso vicino, si osserva complessivamente un livello di funzionalità abbastanza scarso. Inoltre, per valutare le tipologie di intervento e gli elementi su cui intervenire più efficacemente per la riqualificazione del torrente, sono stati considerati i subindici di Funzionalità Fluviale (vegetazione riparia, morfologia fluviale, regime idraulico, comunità biologiche).

Inoltre, dallo studio è emerso che il basso livello di qualità dell'ecotono che, nel tratto cittadino, caratterizza il Morla, è da attribuirsi alla mancanza di una vera e propria vegetazione riparia. Infatti, la presenza di argini artificiali (Figura 3.6), la cementificazione di lunghi tratti di alveo e la rettificazione del torrente rendono difficile lo sviluppo di una fiorente comunità vegetale. In alcune sezioni urbane del torrente, inoltre, si osservano muri di contenimento, delimitanti il letto fluviale ed i giardini privati delle abitazioni confinanti, con evidenti segni di degrado.

In questo caso le proposte di intervento verterebbero sulla parziale ricostruzione dell'argine, attraverso la demolizione del muro di contenimento del letto fluviale e la rimozione del piazzale in calcestruzzo e delle tubazioni di scarico. La sostituzione delle sponde cementificate con una massicciata in pietre naturali potrebbe ridurre l'effetto "canale" e consentire quantomeno l'inerbimento delle rive e la colonizzazione di semplici specie vegetali.

Figura 3.6 - Torrente Morla in Via Giulio Cesare – Bergamo



Fonte: Università degli Studi di Milano Bicocca - Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio e di Scienze della Terra, Indagini per la Riqualificazione Integrata del Torrente Morla, Febbraio 2013.

Tuttavia, nei tratti dove l'urbanizzazione si spinge a livelli molto elevati, è impossibile ricondurre il sistema fluviale ad una condizione di totale naturalità, perché molte tipologie di intervento risultano limitate. Contrariamente, nelle aree più esterne al centro cittadino, il recupero ambientale può essere incrementato e mirato anche all'introduzione di filari arborei od arbustivi, al fine di consolidare l'aspetto di naturalità e migliorare la funzionalità fluviale. Inoltre, l'introduzione di fasce vegetate lungo i fiumi contribuirebbe al controllo dell'inquinamento diffuso. I nutrienti (azoto e fosforo) e i fitofarmaci, provenienti principalmente dai reflui zootecnici e dalle attività agricole, vengono trasportati dalle acque per effetto dei fenomeni di ruscellamento e lisciviazione, determinando un inquinamento di tipo diffuso. Per ridurre tale inquinamento è indispensabile ridurre gli input e cercare di favorire la trasformazione dei nutrienti già presenti nei corpi idrici in forme non inquinanti. Infatti, le fasce vegetate sono in grado di intercettare i deflussi superficiali e sub superficiali e permettere la trasformazione degli inquinanti.

Dall'elaborazione è emerso che i carichi in ingresso più significativi nell'alterazione dello stato ambientale del Morla sono essenzialmente di origine puntuale e dipendono dalle immissioni di reflui industriali, terminali di fognatura ed effluenti di impianti di depurazione. Gli affluenti minori apportano una quantità di nutrienti in ingresso che influenza principalmente il settore montano, mentre le rogge incidono fortemente sulla portata e sulla qualità delle acque in città.

2. Criticità di carattere idraulico

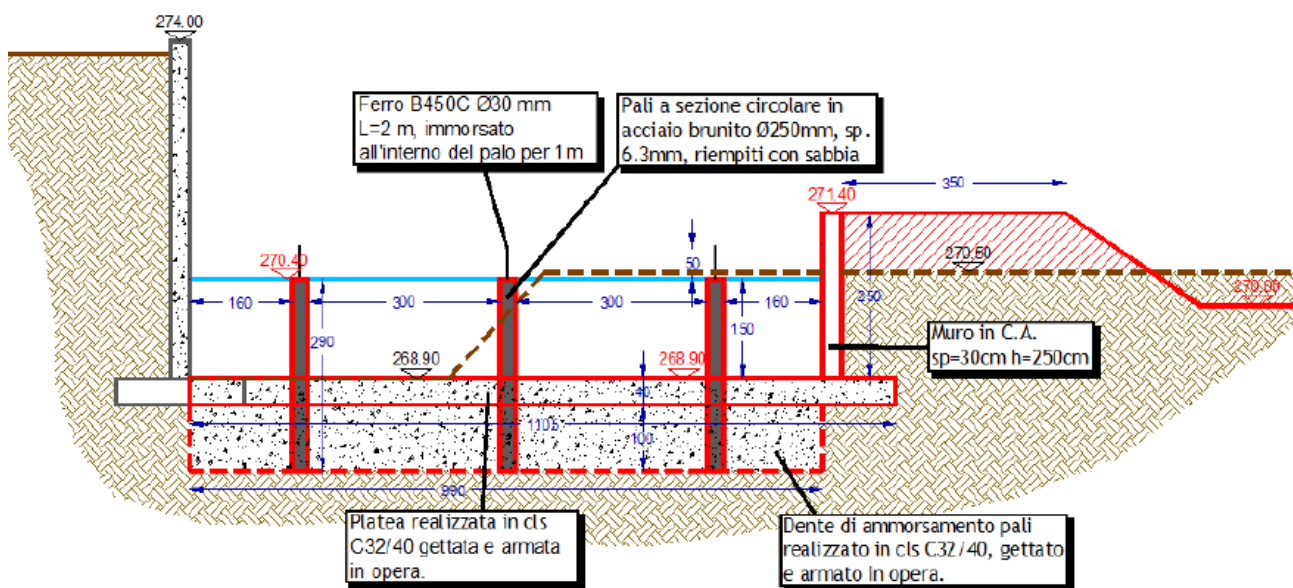
Lo Studio evidenzia che le criticità idrauliche del reticolo idrografico esaminato possono essere mitigate prevedendo una serie di interventi mirati, da una parte, ad incrementare i naturali processi di laminazione e ridurre il trasporto solido flottante e, dall'altra, a deviare i deflussi meteorici in eccesso tramite opportuni diversivi idraulici in grado di by-passare i tratti e gli elementi a maggiore rischio idraulico. Gli interventi strutturali previsti sul Comune di Bergamo per i quali è stato elaborato un progetto preliminare sono i seguenti:

A. Intervento presso le aree golenali di Valverde

Si prevede la realizzazione di un selettore di materiale flottante con canale di by-pass e di incremento dei processi laminativi naturali, oltre all'adeguamento in quota di presidi idraulici, andando a sopralzare i tratti di insufficienza spondale evidenziati lungo entrambe le sponde in corrispondenza del tratto critico alla confluenza del Torrente Tremana e più a monte lungo la sponda sinistra all'altezza di Via Berlendis, i cui muri spondali hanno altezza inferiore rispetto alla sommità spondale opposta.

Tali interventi, meglio rappresentati nella sottostante figura, permettono da un lato di minimizzare l'aggravio delle problematiche idrauliche ad opera del possibile transito ed accumulo di materiale flottante e dall'altro contribuiscono a ridurre le portate di piena convogliate verso i successivi tratti urbani del torrente, mitigando in particolare la criticità idraulica evidenziata in corrispondenza della confluenza del Torrente Tremana.

Figura 3.7 - Sezione del Torrente Morla in corrispondenza del previsto selettore di materiale flottante



Fonte: Studio idrogeologico, idraulico ed ambientale a scala di sottobacino idrografico del Torrente Morla e delle Rogge ad esso connesse, finalizzato alla definizione degli interventi di sistemazione idraulica, riqualificazione ambientale e manutenzione fluviale, Gennaio 2015.

B. Realizzazione di uno scolmatore del tratto tombinato del Torrente Tremana a valle dell'incrocio tra Viale G. Cesare e Via Milazzo, mediante condotta di grandi dimensioni.

Tale intervento consente di ripristinare la condizione idrodinamica del Torrente pregressa alla deviazione e tombinatura dello stesso, seguendo il tracciato di Viale G. Cesare dallo Stadio sino alla confluenza nel Torrente Morla. Tale intervento mira a sottrarre una parte dei deflussi di piena dal Torrente al fine di mitigare il grado di rischio idraulico associato all'insufficiente sezione di deflusso del tratto tombinato nella porzione terminale dello stesso, recapitandola al Torrente Morla, percorrendo il probabile antico tracciato del Torrente Tremana.

Figura 3.8 - Tracciato del diversivo del tratto tombinato del Torrente Tremana, a valle dell'incrocio tra Viale G. Cesare e Via Milazzo (in adiacenza allo Stadio)



Fonte: Studio idrogeologico, idraulico ed ambientale a scala di sottobacino idrografico del Torrente Morla e delle Rogge ad esso connesse, finalizzato alla definizione degli interventi di sistemazione idraulica, riqualificazione ambientale e manutenzione fluviale, Gennaio 2015.

Nel corso dello studio, sono state proposte numerose azioni per contrastare le criticità idrogeologiche, idrauliche ed ambientali del Torrente Morla: tuttavia, poiché tali interventi richiedono ingenti finanziamenti, è ancora in corso una fase di valutazione costi-benefici.

Per indirizzare al meglio gli interventi di sistemazione idraulica, per la salvaguardia del territorio, si è reso necessario effettuare anche ulteriore Studio di sintesi sugli aspetti idrologici/idraulici con lo scopo di definire le opere di miglioramento dell'equilibrio idraulico, nonché di ridurre le interferenze negative con gli ambiti urbanizzati, di mantenere gli equilibri d'uso delle acque per l'agricoltura e di proporre interventi di riqualificazione ambientale, oltre che di pianificazione territoriale sia a livello comunale che provinciale. Per questo è stato siglato l'“Accordo di Collaborazione per la redazione di uno studio idrogeologico, idraulico ed ambientale a scala di sottobacino idrografico del Torrente Quisa e delle rogge ad esso connesse finalizzato alla definizione degli interventi di sistemazione idraulica, riqualificazione ambientale e manutenzione fluviale”, in collaborazione con Regione Lombardia, il Consorzio di Bonifica della Media Pianura

Bergamasca, il Parco dei Colli, UniAcque SpA ed i Comuni di Almè, Curno, Mozzo, Paladina, Sorisole, Valbrembo, Ponteranica e Ponte San Pietro. Attraverso questa collaborazione, indispensabile per definire gli interventi di salvaguardia dalle esondazioni, concordando le azioni necessarie alla prevenzione di tali fenomeni, e per garantire la manutenzione e la riqualificazione dell'alveo del Torrente Quisa, è infatti possibile:

- condividere lo stato delle conoscenze sulle condizioni idrauliche, idrogeologiche ed ambientali del bacino del Torrente Quisa;
- identificare in dettaglio le problematiche esistenti;
- concordare le soluzioni tecniche necessarie per mitigare il rischio idraulico e migliorare la qualità ambientale, ciascuno secondo le proprie competenze.

Acque sotterranee

ARPA Lombardia effettua oltre al monitoraggio delle acque superficiali anche quello delle acque sotterranee in maniera sistematica sull'intero territorio regionale dal 2001, secondo la Normativa vigente. A partire dal 2009 il monitoraggio è stato gradualmente adeguato ai criteri stabiliti a seguito del recepimento della Direttiva 2000/60/CE,

Il Rapporto Annuale 2014 sullo Stato delle Acque Sotterranee dell'Area Idrogeologica relativa al Bacino Adda-Oglio, predisposto da ARPA Lombardia, oltre a fornire un quadro sintetico sia territoriale che normativo, descrive lo stato di qualità delle acque sotterranee ricadenti ricadente nei territori delle Province di Bergamo, Cremona, Lodi e Mantova, con particolare riferimento al monitoraggio svolto nel sessennio 2009-2014.

La porzione della Provincia di Bergamo (al 31/12/2014 1.108.853 abitanti per 2.745,94 km² di superficie complessiva) interessata dall'area idrogeologica Adda-Oglio è quella a Sud del Capoluogo, costituita da una pianura d'origine alluvionale a morfologia uniforme, solcata da un ricco reticolo di corsi d'acqua. Nella Pianura Bergamasca si possono distinguere due falde acquifere sotterranee:

- una più superficiale, freatica e in parte semi-confinata (caratterizzata da intenso prelievo industriale) e
- una più profonda, artesianiana.

Il sistema acquifero risulta prevalentemente ricaricato lungo il margine di contatto pianura-montagna.

Nella zona di passaggio tra l'alta e la bassa pianura si estende una lunga fascia, detta delle risorgive o dei fontanili, dove la falda acquifera, intersecando la superficie topografica, anche per l'ostacolo di terreni a minore permeabilità, affiora creando numerose risorgive naturali.

Le falde acquifere sotterranee hanno sempre svolto un ruolo importante nell'economia della Pianura Bergamasca, caratterizzata dallo sfruttamento per uso agricolo

(prevalentemente dalla falda profonda artesianata), idropotabile e industriale (prevalentemente dalla falda superficiale freatica). La struttura economica bergamasca è connotata da una tradizione produttiva con prevalenza del settore industriale. Al suo interno, il comparto maggiore è costituito dall'edilizia, seguito dalla meccanica, dal tessile, dall'abbigliamento e dal chimico-plastico. Il settore terziario raccoglie il 40% circa dell'economia provinciale; l'attività agricola è caratterizzata dalla frammentazione e dalla presenza di aziende specializzate. Nell'area metropolitana bergamasca il terziario occupa il 70 % delle attività tra pubblico impiego, distribuzione e servizio alle imprese.

Occorre ricordare, per meglio comprendere le dinamiche delle risorse idriche sotterranee, la funzione alimentatrice e rigeneratrice del reticolo irriguo, la cui influenza sull'acquifero si fa sentire in termini di innalzamento periodico della superficie piezometrica. La fitta ed estesa rete di canali possiede per la stragrande maggioranza alvei in terra che, oltre ad assolvere la propria funzione irrigua e di bonifica, danno luogo ad un intenso interscambio con la sottostante falda freatica.

Dal punto di vista idrogeologico, l'area Adda-Oglio è caratterizzata dalla presenza di depositi fluvioglaciali mindeliani e rissiani, dotati di buona trasmissività nella parte alta e dalla presenza di depositi wurmiani di trasmissività decrescente verso Sud.

- Dal punto di vista idrogeologico la Provincia di Bergamo è suddivisibile in due settori: quello montano e collinare costituito dalle scaglie tettoniche del sistema Sud-Alpino, comprendenti le sequenze metamorfiche del basamento cristallino e le successioni sedimentarie (Carbonifero-Pliocene) del bacino lombardo;
- quello di pianura costituito dai depositi sedimentari (Pliocene-Olocene) messi in posto durante le fasi di sollevamento e ritiro del mare, di avanzata e ritiro glaciale, di erosione e sedimentazione alluvionale postglaciale ad opera dei Fiumi Adda, Brembo, Serio e Oglio.

Nel settore montano la circolazione idrica sotterranea avviene principalmente lungo piani di discontinuità (linee tettoniche, fessurazione/fratturazione o stratificazione/scistosità) e cavità carsiche e dà origine a numerose sorgenti, alcune delle quali di importanza strategica per l'approvvigionamento di acqua potabile, sorgenti termali e minerali.

Il settore di pianura è sede di importanti falde sotterranee, largamente sfruttate a scopo idropotabile, irriguo e industriale. La superficie superiore della falda freatica si trova a profondità variabili comprese tra 45-50 m (Gorle-Bergamo) e 35 m (Terno-Brusaporto) (Dati ARPA Lombardia, settembre 2013) nella parte più settentrionale della pianura bergamasca e viene a giorno verso il confine con la Provincia di Cremona lungo la fascia dei fontanili.

La serie delle unità idrogeologiche inizia dal basso verso l'alto con i terreni del Villafranchiano, costituiti da sedimenti continentali fini (limi, sabbie fini e argille con torbe) intercalati da bancate grossolane di sabbie che inferiormente passano a sedimenti di origine lagunare e marina (sabbie fini, limi e argille con fossili); i livelli più permeabili sono sede di importanti acquiferi profondi (attualmente definiti come gruppo acquifero C).

Al di sopra dei depositi villafranchiani si trovano sedimenti grossolani ghiaiosi per lo più cementati raggruppati in diverse unità denominate “ceppo” (Ceppo dell’Adda, Ceppo del Brembo, etc.). I conglomerati tipo “ceppo” nella parte centrale della Pianura Bergamasca raggiungono spessori elevati (oltre 200 m nell’area di Verdello-Verdellino) e sono ricoperti al tetto da depositi fluvioglaciali costituiti da alternanze di ghiaie e livelli sabbiosi, limosi e argillosi. La serie delle unità idrogeologiche si chiude con sedimenti ghiaiosi sciolti, che costituiscono il livello fondamentale della pianura. Queste tre unità sono sede dell’acquifero tradizionale, che in Provincia di Bergamo si presenta come un unico acquifero indifferenziato, non essendoci grande continuità laterale dei livelli limoso-argillosi che separano le unità idrostratigrafiche (attuale gruppo acquifero A+B).

I depositi sedimentari che ospitano i gruppi acquiferi sopra descritti sono caratterizzati da geometrie irregolari e scarsa continuità laterale tipiche dei sistemi deposizionali di conoide, ben rappresentati nel settore dell’alta pianura al raccordo con i margini collinari e allo sbocco delle cerchie moreniche; durante i cicli di avanzata e ritiro glaciale ogni nuova rete idrografica ha inciso e ricoperto i precedenti depositi glaciali, fluviali e lacustri, lasciando numerosi paleoalvei, che soprattutto nelle zone dove predominano i sedimenti glaciali e glaciolacustri (Isola Bergamasca) costituiscono una via preferenziale della circolazione idrica sotterranea.

L’assetto strutturale del sottosuolo è inoltre complicato dalla presenza di una dorsale sepolta che attraversa la media pianura bergamasca tra i Comuni di Arcene e Ghisalba e che produce il sollevamento dei depositi villafranchiani con la conseguente riduzione verso Sud dello spessore dei conglomerati.

La Normativa vigente prevede che lo stato di un corpo idrico sotterraneo sia determinato dal valore più basso del suo Stato Chimico (Stato Qualitativo) e del suo Stato Quantitativo. E proprio a questo proposito a livello regionale sono state predisposte da ARPA Lombardia due reti di monitoraggio, una qualitativa (521 punti) ed una quantitativa (447 punti).

Nel Comune di Bergamo sono presenti n. 3 punti di monitoraggio e dalle indagini ARPA Lombardia è risultato che lo Stato Chimico per il triennio 2012/2014 è “Non Buono”, legato principalmente alla presenza di Cromo VI e Triclorometano nelle acque, come per il triennio 2009/2011.

La presenza di Cromo ha portato ad avviare un provvedimento mirato a proteggere la falda sotterranea dalla presenza di questo inquinante e, di conseguenza, a contrastare il basso livello di qualità: infatti, dal marzo 2014 è stata avviata la Messa In Sicurezza d’Emergenza – MISE. Recentemente, in seguito a tale provvedimento, ARPA Lombardia ha richiesto l’avvio di una nuova campagna di campionamento volta a valutare lo stato attuale delle acque sotterranee.

Per quanto riguarda la disponibilità di acqua degli acquiferi, questa si è mantenuta nel complesso costante, sebbene soggetta a oscillazioni significative che conferma la sua stretta dipendenza dall’andamento stagionale delle precipitazioni. Risultano ancora da

indagare gli effetti dell'irrigazione sulle falde superficiali della pianura irrigua sia in termini di sottrazione che di apporto e redistribuzione della risorsa.

Si segnala inoltre che il Comune di Bergamo è interessato dai seguenti programmi d'intervento per la definizione dei plumes di contaminazione nelle acque sotterranee, predisposti dalla Provincia di Bergamo in collaborazione con ARPA Lombardia e finanziati dalla Regione Lombardia con Deliberazioni di Giunta Regionale n. 3510 del 23/05/2012, n. 424 del 19/07/2013 e n. 1895 del 30/05/2014:

- Programma di intervento nei Comuni di Bergamo, Stezzano, Levate, Verdello, Comun Nuovo, relativo ad una contaminazione da solventi clorurati;
- Programma di intervento in Comune di Bergamo - Quartiere Redona, interessato da una contaminazione da solventi vari.

Acquedotto

Nel Comune di Bergamo, UniAcque S.p.A è la società che gestisce i servizi di acquedotto, fognatura, depurazione delle acque reflue e tutte le attività inerenti il ciclo integrato delle acque, compresa l'effettuazione di prove chimiche e microbiologiche.

Le caratteristiche di qualità dell'acqua potabile, idonea al consumo umano per la preparazione di cibi e bevande ed altri usi domestici, sono stabilite dal D.Lgs. n. 31 del 2 febbraio 2001, che fissa i valori di parametro che l'acqua deve rispettare nel punto di consegna all'utente. La qualità viene analizzata a partire dalle fonti di approvvigionamento dei singoli acquedotti, pozzi e sorgenti, fino ai punti di erogazione all'utenza, distribuiti su tutto il territorio gestito. In funzione della qualità delle fonti di approvvigionamento, condizionata da una serie di fattori di tipo naturale ed antropico, vengono utilizzati trattamenti di potabilizzazione che consentono il mantenimento di standard qualitativi elevati dell'acqua distribuita. Oltre ai controlli interni della società, la qualità dell'acqua è verificata dall'Azienda Sanitaria Locale - ASL territorialmente competente.

I principali parametri controllati sono i seguenti:

- Concentrazione Ioni Idrogeno: è una grandezza che indica quanto un'acqua è aggressiva, acida ($\text{pH} < 7$) o basica ($\text{pH} > 7$). È inserita tra i parametri indicatori, con valore consigliato compreso tra 6,5 e 9,5.
- Residuo Fisso Calcolato: è una misura dei sali disciolti nell'acqua e deriva principalmente dalla presenza degli ioni Sodio, Potassio, Calcio, Magnesio, Cloruro, Solfato e Bicarbonato. In base al residuo fisso le acque possono essere classificate come minimamente mineralizzate ($< 50 \text{ mg/L}$), oligominerali o leggermente mineralizzate ($< 500 \text{ mg/L}$), mediamente mineralizzate ($500 - 1.000 \text{ mg/L}$) o ricche di sali ($> 1.500 \text{ mg/L}$). Il residuo fisso è inserito tra i parametri indicatori, con valore massimo consigliato di 1.500 mg/L .

- **Durezza:** è una caratteristica naturale dell'acqua ed è strettamente legata alla presenza in soluzione di ioni Calcio e Magnesio. L'unità di misura più utilizzata è il Grado Francese (°F), che corrisponde a 10 mg/L di Carbonato di Calcio. In funzione dei diversi gradi di durezza, le acque possono essere classificate come leggere o dolci (< 15°F), mediamente dure (15 - 30°F) o dure (> 30°F). La durezza è inserita tra i parametri indicatori, con valore consigliato compreso tra 15°F e 50°F.
- **Conducibilità:** è la capacità di una soluzione di condurre una corrente elettrica ed è misurata in unità micro-siemens per centimetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$) ad una temperatura di 20°C. I sali disciolti nell'acqua consentono il passaggio della corrente elettrica: un valore alto di conducibilità è indice di una elevata quantità di sali minerali disciolti nell'acqua. La conducibilità è inserita tra i parametri indicatori, con valore massimo consigliato di 2.500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.
- **Calcio:** la sua presenza nell'acqua è dovuta al discioglimento dei minerali. Il Calcio contribuisce in maniera rilevante alla durezza totale dell'acqua. Il D.Lgs. n. 31/2001 non prevede un limite per il parametro Calcio nell'acqua potabile.
- **Magnesio:** si trova naturalmente nei minerali e, disciolto nell'acqua, contribuisce, come il Calcio, alla durezza totale. Il D.Lgs. n. 31/2001 non prevede un limite per il parametro Magnesio nell'acqua potabile.
- **Ammonio:** l'Ammoniaca, che nella forma ionizzata viene indicata come Ione Ammonio, può essere naturalmente presente nell'ambiente e può aumentare per i contributi dell'attività antropica, in particolare agro-zootecnica ed industriale. L'Ammonio è inserito tra i parametri indicatori, con valore massimo consigliato di 0,50 mg/L.
- **Cloruri:** lo ione Cloruro è ampiamente distribuito in natura sotto forma di Sali di Sodio (NaCl), Potassio (KCl) e di Calcio (CaCl_2). Il Cloruro aumenta la conducibilità elettrica delle acque e conseguentemente il residuo fisso. Il Cloruro è inserito tra i parametri indicatori, con valore massimo consigliato di 250 mg/L.
- **Solfati:** sono presenti in natura in numerosi minerali e per tale motivo possono essere ritrovati anche nell'acqua potabile. Il Solfato è inserito tra i parametri indicatori, con valore massimo consigliato di 250 mg/L.
- **Potassio:** è un elemento essenziale nella dieta di piante ed animali. Può essere naturalmente presente nell'ambiente e può aumentare per i contributi dell'attività agronomica. Il D.Lgs. n. 31/2001 non prevede un limite per il parametro Potassio nell'acqua potabile.
- **Sodio:** è un elemento essenziale per l'organismo ed è abbondante nei composti naturali. Il Sodio è inserito tra i parametri indicatori: il valore massimo consigliato di 200 mg/L ha un significato organolettico piuttosto che sanitario.
- **Arsenico:** è un elemento presente nelle rocce, nei minerali e nel suolo: la sua presenza nell'acqua è dovuta principalmente a processi naturali di dissoluzione dai minerali e dalle rocce. Il D.Lgs. n. 31/2001 stabilisce un limite di Legge per l'Arsenico di 10 $\mu\text{g}/\text{L}$.

- **Bicarbonati:** sono naturalmente presenti nell'acqua per effetto dell'equilibrio Carbonato - Bicarbonato e derivano dall'Anidride Carbonica disciolta nell'acqua che altera successivamente le rocce carbonatiche e silicee. Il D.Lgs. n. 31/2001 non prevede un limite per il parametro Bicarbonati nell'acqua potabile.
- **Cloro Residuo:** è la quantità di disinfettante residuo presente nell'acqua al momento dell'analisi e deriva dal trattamento di disinfezione, effettuato con Ipoclorito di Sodio o Biossido di Cloro. Molti individui riescono a percepire organoletticamente la presenza di Cloro anche a concentrazioni molto basse. Il disinfettante residuo è inserito tra i parametri indicatori, con valore massimo consigliato di 0,2 mg/L.
- **Fluoruri:** il Fluoro si trova in natura nei minerali ed è presente nell'acqua, negli organismi animali e vegetali, principalmente sotto forma di Ione Fluoruro. Il D.Lgs. n. 31/2001 stabilisce un limite di Legge per i Fluoruri di 1,50 mg/L.
- **Nitrati:** sono composti presenti nelle acque sia per effetto di fenomeni naturali (ciclo di decomposizione delle sostanze azotate) sia come conseguenza delle attività dell'uomo. Il D.Lgs. n. 31/2001 stabilisce un limite di Legge per i Nitrati di 50 mg/L.
- **Nitriti:** sono composti derivanti dalla degradazione dei Nitrati. Il D.Lgs. n. 31/2001 fornisce un limite di Legge per i Nitriti di 0,50 mg/L.

Manganese: è un elemento essenziale per gli organismi viventi. È uno dei metalli più abbondanti nella crosta terrestre ed in particolari condizioni ambientali è presente in misura abbondante nelle acque di falda. Il Manganese è inserito tra i parametri indicatori, con valore massimo consigliato di 50 µg/L.

In Tabella 3.1 sono stati riportati i dati medi, forniti da UniAcque S.p.A, relativi ai parametri di controllo della qualità dell'acqua potabile per il Comune di Bergamo (Circoscrizione 1, 2 e 3) relativi al secondo semestre 2014. Dai dati, non si evidenziano superamenti dei valori limite definiti dalla Legislazione vigente in materia.

Tabella 3.1 - Valori medi dei parametri di controllo della qualità dell'acqua (2° semestre 2015) del Comune di Bergamo

Parametro	Unità di Misura	Valore Limite [D.Lgs. n. 31/2001]	Circoscrizione 1	Circoscrizione 2	Circoscrizione 3
pH	Unità pH	6,5-9,5	8,1	8,1	8,1
Residuo Fisso	mg/L	1.500	231	233	231
Durezza	°F	15-50	19	19	19
Conducibilità	µS/cm	2.500	330	332	331
Calcio	mg/L	(*)	53	53	52
Magnesio	mg/L	(*)	18	18	18
Ammonio	mg/L	0.5	<0,05	<0,05	<0,05
Cloruri	mg/L	250	4	4	4
Solfati	mg/L	250	26	26	26
Potassio	mg/L	(*)	0,8	0,9	0,8
Sodio	mg/L	200	3	3	3
Arsenico	µg/L	10	<1	<1	<1
Bicarbonato	mg/L HCO3	(*)	154	157	157
Cloro Residuo	mg/L	0.2	0,1	<0,1	<0,1
Fluoruri	mg/L	1.5	<0,05	<0,05	<0,05
Nitrati	mg/L	50	5	5	5
Nitriti	mg/L	0.5	<0,05	<0,05	<0,05
Manganese	µg/L	50	<2	<2	<2

(*) Il D.Lgs. n. 31/2001 non prevede un limite per il parametro nell'acqua potabile.

Fonte: UniAcque SpA, 2016.

La Tabella 3.2 riassume invece i dati relativi ai consumi idrici civili, industriali ed irrigui effettuati nel Comune di Bergamo per gli anni dal 2006 al 2015.

Tabella 3.2 – Consumi idrici relativi al Comune di Bergamo (2006-2015)

Anno	Acqua Fatturata (m ³ /anno)	Abitanti Serviti (ab.)	Consumi Utenze Civili (m ³ /anno)	Consumi Utenze Industriali ed Irrigue (m ³ /anno)
2006	14.393.676	117.900	11.212.921	3.180.755
2007	14.866.530	117.032	11.255.176	3.611.354
2008	13.786.184	117.890	10.100.481	3.685.703
2009	13.171.964	119.234	10.003.738	3.168.226
2010	13.065.097	119.551	9.943.481	3.121.616
2011	13.021.756	120.333	9.652.339	3.369.417
2012	11.977.182	121.137	9.100.905	2.876.277
2013	10.002.059	121.137	7.494.517	2.507.542
2014	11.457.259	119.144	8.712.470	2.744.789
2015	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

Fonte: BAS SII SpA - Anni dal 2006 al 2015.

A partire dal 2007 si può osservare come le acque fatturate ed i consumi per le utenze civili siano diminuite progressivamente fino al 2013, contrariamente al valore della popolazione servita, che è invece aumentato. I consumi delle utenze industriali e irrigue sono cresciute fino al 2008, per poi subire una contrazione fino al 2013. Per l'anno 2014 si osserva un aumento dell'acqua fatturata, sia per il consumo delle utenze civili sia industriali ed irrigue, ma in relazione ad un numero minore di abitanti serviti.

Rispetto alla prima edizione della Relazione sullo Stato dell'Ambiente (RSA 2005) si registra un calo generale dei consumi (15.475.149 m³/anno nel 2005).

A partire dal 2008 sono disponibili anche i dati relativi alla stima della perdita di rete ossia alla perdita di acqua dovuta alla non perfetta stagnazione della rete di tubazione. Si è osservato che tale perdita oscilla da un minimo di 16,1%, registrato nel 2008, ad un massimo di 25%, registrato nel 2013. Per l'anno 2014 la perdita di rete è stata stimata pari al 22,9%.

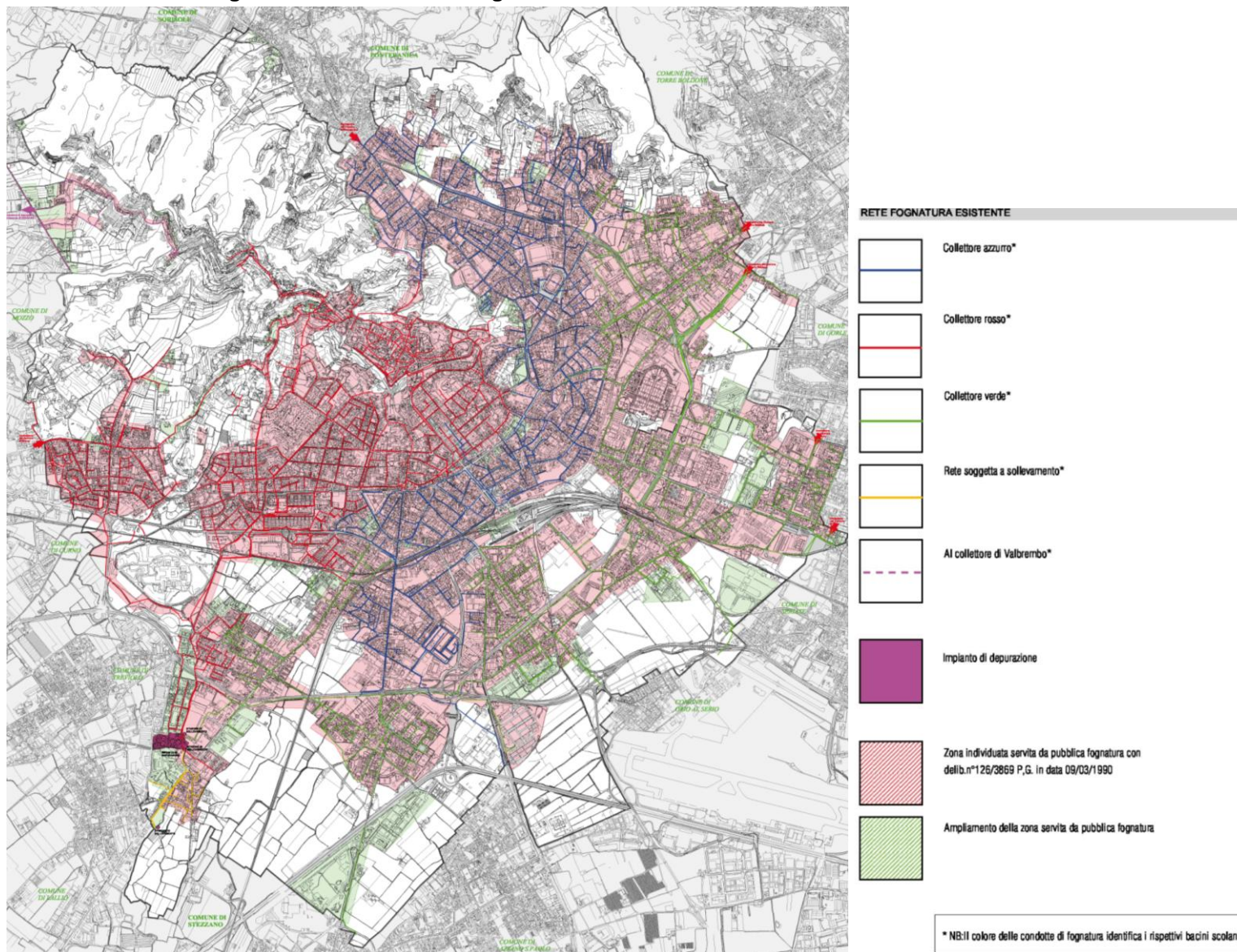
È importante evidenziare che la risorsa idrica è un bene esauribile e non sempre disponibile. Infatti, in alcuni periodi dell'anno, la distribuzione e il consumo della l'acqua può essere sottoposto ad alcune restrizioni, per evitarne gli sprechi e consentire a tutti gli utenti l'accessibilità a tale risorsa. Tali restrizioni si verificano soprattutto nel periodo estivo in coincidenza con particolari condizioni climatiche, come la prolungata assenza di precipitazioni, che limitano il ripristino delle fonti di approvvigionamento idrico.

Fognatura e Depurazione

Sul territorio del Comune di Bergamo la rete fognaria ha uno sviluppo di circa 258,65 km ed è quasi esclusivamente di tipo misto, con funzionamento a gravità. Inoltre, la rete fognaria cittadina riceve le acque nere dei comuni confinanti di Torre Boldone e Gorle, e per una parte anche quelle di Mozzo e Ponteranica. Sul territorio comunale le acque di fognatura vengono raccolte tramite tre collettori principali, le acque nere vengono convogliate quasi esclusivamente all'impianto di depurazione di Via Goltara, mentre le acque meteoriche vengono scaricate nei corsi d'acqua superficiali. Solo la rete di fognatura pubblica della zona compresa tra Via Sombreno e Via Fontana conferisce le acque all'impianto di depurazione del Comune di Valbrembo. Ad esclusione di alcune porzioni di Città Alta e dei Colli, tutte le zone urbanizzate sono fornite di rete fognaria: infatti, sono 115.231 gli abitanti serviti, pari a 96,79% del totale dei residenti nel Comune di Bergamo.

Per la depurazione delle acque reflue, il Comune di Bergamo è servito, per la quasi totalità, dall'impianto di depurazione di Via Goltara situato nella zona a Sud-Ovest della città. Infine, le acque in uscita dal depuratore vengono recapitate nel Fiume Brembo.

Figura 3.9 – Estensione della Rete Fognaria del Comune di Bergamo



Fonte: Piano di Governo del Territorio (PGT) - Piano dei Servizi (PdS) - Piano Urbano Generale Servizi del Sottosuolo (PUGSS) del Comune di Bergamo, 2011.

La Tabella 3.3 riassume il numero di abitanti serviti, la capacità di depurazione dell'impianto ed i valori medi di COD (*Chemical Oxygen Demand* o Domanda Chimica di Ossigeno) in ingresso ed in uscita, per il periodo compreso tra il 2006 e il 2015.

Tabella 3.3 – Dati relativi all'impianto di depurazione di Via Goltara presente nel Comune di Bergamo (2006-2015)

Anno	Abitanti Serviti (ab.)	Abitanti Serviti (%)	Capacità di Depurazione (A.E.) (*)	COD in Ingresso (mg/L)	COD in Uscita (mg/L)
2006	162.511	N.D.	220.000	322	38
2007	162.511	N.D.	220.000	320	30
2008	114.353	98%	220.000	294	34
2009	115.656	98%	220.000	296	47
2010	115.964	97%	N.D.	N.D.	N.D.
2011	116.723	97%	297.000	249	43
2012	117.502	97%	297.000	274	38
2013	115.231	97%	220.000	237	35
2014	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
2015	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

(*) A.E. = Abitanti Equivalenti.

N.D.: Dato Non Disponibile.

Fonte: BAS SII SpA - Anni dal 2006 al 2015.

I dati evidenziano una buona copertura dell'impianto di depurazione e l'assenza di problematiche ambientali rilevanti: infatti, il valore limite di COD in uscita definito nel D. Lgs.152/1999, pari a ≤ 125 mg/L per abitanti equivalenti maggiori di 10.000, viene costantemente rispettato negli anni. Rispetto ai dati contenuti nella prima edizione della Relazione sullo Stato dell'Ambiente del 2005, nell'edizione del 2009 si è osservato un leggero incremento nei valori medi di COD in ingresso, tuttavia contrastati da una progressiva diminuzione dei valori medi di COD in uscita: infatti, nel 2005 il COD_{in} si attestava intorno ai 220-280 mg/L, mentre il COD_{out} erano intorno ai 30-50 mg/L.

CAPITOLO 4 - SUOLO

Uso del suolo

La conoscenza delle dinamiche relative all'uso del suolo è strategica per la pianificazione territoriale, poiché consente di leggere lo stato attuale dei luoghi come punto d'arrivo delle modificazioni intervenute in passato e, al contempo, di monitorare quelle in atto e prefigurare quelle future.

La superficie urbanizzata del Comune di Bergamo ammonta a 19 km², ovvero il 47% dell'intera superficie comunale, che risulta essere di 40 km². La superficie di territorio urbanizzabile ammonta a 3 km², ovvero l'8% dell'intera superficie comunale. Tutta la parte restante dell'intera superficie comunale è occupata dal verde con una superficie di 18 km², ovvero il 45% del territorio comunale, in particolare per il 5% da verde urbano ¹² e per il 40% da aree naturali, prevalentemente aree agroforestali. Fanno parte di quest'ultima quota le aree di valore agronomico, ecologico e paesaggistico, oltre agli spazi verdi annessi alla rete di viabilità.

Come si vede dalla tabella e dall'immagine seguenti, si tratta prevalentemente di aree destinate a:

- coltura agricola, localizzate ai margini dell'urbanizzato, lungo il confine comunale, che comprendono colture floro-vivaistiche ed orticole, seminativi, oliveti, frutteti e vigneti;
- bosco, in maggioranza di latifoglie, situate a nord nel territorio collinare;
- pascolo, ubicate prevalentemente nella zona precollinare;
- verde urbano, limitate all'interno degli spazi interstiziali del costruito.

¹² Il verde urbano è un elemento dell'ambiente costruito in fondamentale relazione con il paesaggio. Gli spazi verdi urbani sono costituiti dal verde pubblico nella sua varia gamma tipologica, che va dal piccolo giardino al grande parco urbano. All'insieme di questi spazi va aggiunto il reticolo dei viali alberati, che conferisce all'insieme degli spazi verdi la forma di sistema. Una rete di spazi verdi quantitativamente sufficienti, di buona qualità e collegati da percorsi pedonali e ciclabili verdi continui e protetti dal traffico veicolare, costituisce il modello di riferimento per le politiche locali del verde urbano. Il verde urbano assolve ad una serie di numerose e tutte ugualmente importanti funzioni fondamentali, come quella ecologico-ambientale, estetico-architettonica, igienico-sanitaria, protettiva, socio-ludico-ricreativa, culturale e didattica. L'auspicabile diffusione del verde urbano, indicata anche dall'Agenda 21 (Rio de Janeiro, 1992) e dalla Carta di Aalborg - Carta delle Città Europee per uno sviluppo durevole e sostenibile (Aalborg, 1994), è un elemento di grande importanza ai fini del miglioramento della qualità della vita nelle città. Si rende però necessaria una valutazione attenta di alcune delle sue caratteristiche, al fine di migliorare la sua funzione e di favorire le modalità della sua gestione, oltre che per consentire una razionale pianificazione degli interventi di estensione delle aree verdi, intendendo sia le sistemazioni urbane (parchi urbani, giardini pubblici ed aree gioco per bambini) sia quelle extraurbane (parchi naturali, sentieri ed itinerari naturalistici), ovvero quei luoghi dove si possono svolgere varie attività a contatto con la natura.

Tabella 4.1 – Uso del suolo aree naturali e seminaturali

Uso del suolo	Superficie [%]
Verde urbano	4,76
Idrografia	0,24
Bosco	12,72
Pascolo	10,84
Coltura agricola	17,04
Totale	45,60

Fonte: Comune di Bergamo, 2014.

Dal punto di vista della compattezza delle aree naturali e seminaturali, è stato calcolato l'indice di frammentazione ¹³, come rapporto tra perimetro ed area di ogni singolo "tassello" di territorio con destinazione d'uso boscata od a coltura agricola. La tabella seguente (Tabella 6.2) riporta i risultati ottenuti: valori bassi dell'indice richiamano forme semplici e piuttosto compatte, valori alti dell'indice alludono a forme complesse e maggiormente frammentate.

Tabella 4.2 – Indice di frammentazione aree naturali e seminaturali

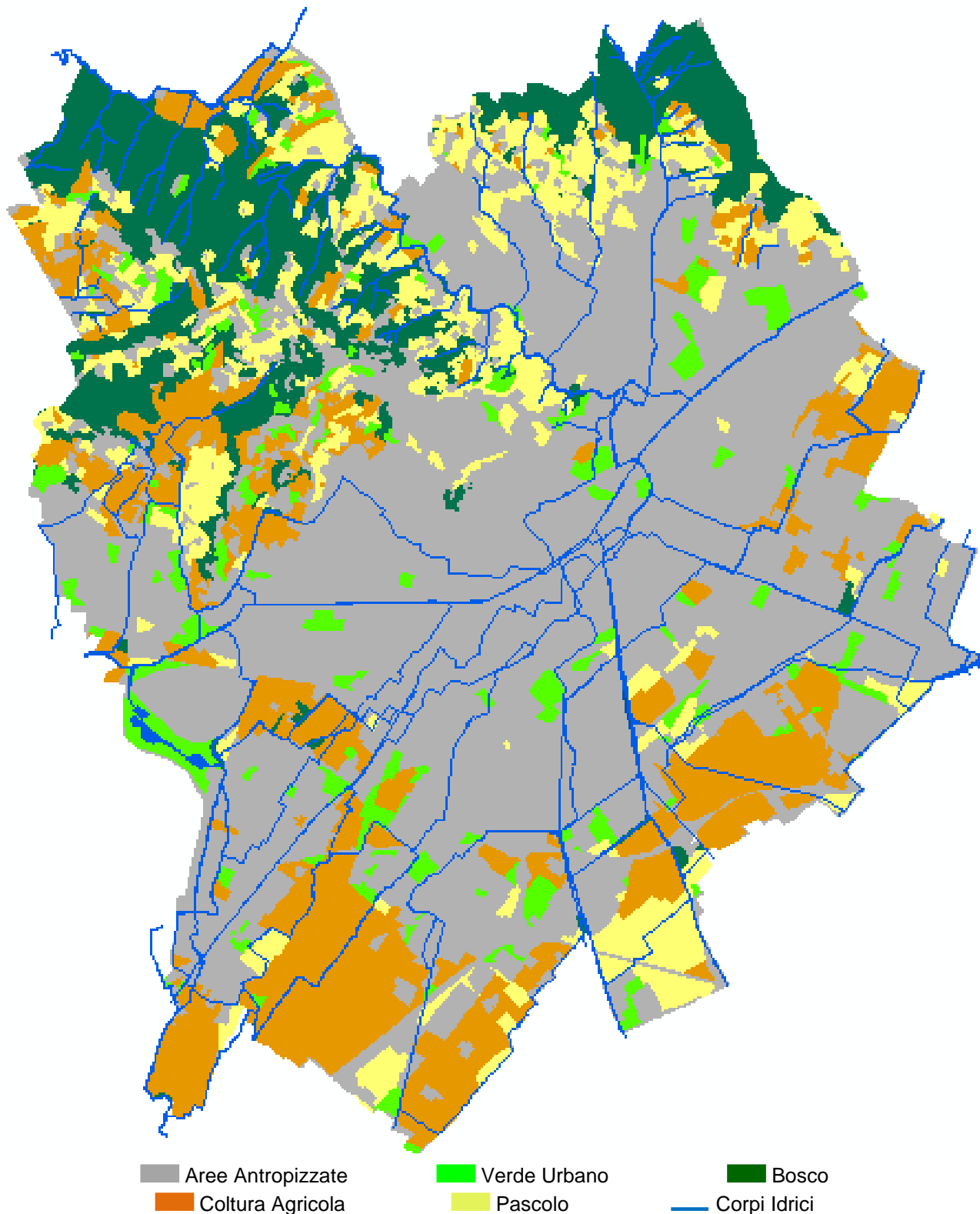
	Indice di frammentazione	N. Tasselli
Coltura agricola	0,01 – 0,5	87
	0,5 - 1	67
	1 - 1,5	23
Bosco	0,01 – 0,5	20
	0,5 - 1	33
	1 - 1,5	10

Fonte: Comune di Bergamo, 2014.

La maggior parte dei tasselli occupati da bosco o da aree agricole ha un indice di frammentazione basso, compreso tra 0,01 e 1.

¹³ La frammentazione ambientale è un processo dinamico, solitamente di origine antropica, che conduce ad una suddivisione dell'ambiente naturale in frammenti più o meno disgiunti tra loro, progressivamente isolati e riducendone la superficie originaria. La frammentazione degli ambienti naturali, costituendo una grave minaccia per la diversità biologica, è un'alterazione paesaggistica dovuta principalmente alla realizzazione di elementi od infrastrutture lineari continue ed estese che producono una sorta di frattura della matrice paesaggistica originaria. Nelle aree abitate da lungo tempo dall'uomo, la frammentazione ha creato paesaggi a mosaico e perciò chiamati eco-mosaici.

Figura 4.1 – Uso del suolo aree naturali e seminaturali



Fonte: Comune di Bergamo, 2014.

Rifacendosi alla banca dati di Destinazione d'Uso dei Suoli Agricoli e Forestali - DUSAF 4.0 della Regione Lombardia, la Tabella 4.1 e la Figura 4.1 seguenti mostrano un approfondimento negli usi del suolo del Comune di Bergamo, suddivisi in 5 classi generali, che abbracciano le principali tipologie di copertura:

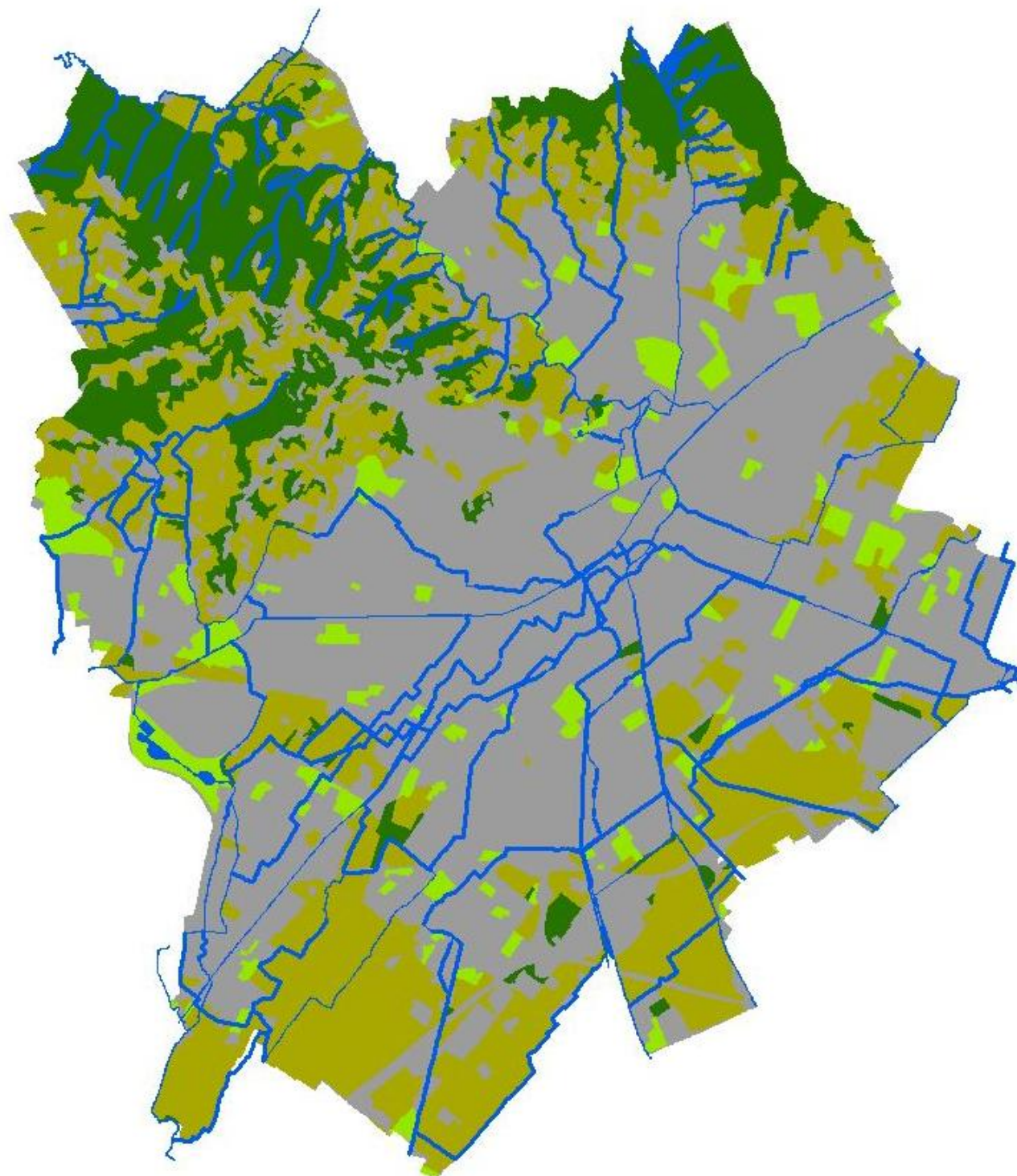
1. Aree Antropizzate,
2. Aree Agricole,
3. Territori Boscati ed Ambienti Seminaturali,
4. Aree Umide e
5. Corpi Idrici.

Tabella 4.3 – Uso del suolo nel Comune di Bergamo

Uso del Suolo	Superficie	
	[ha]	[%]
1 - Aree Antropizzate	2.337,44	58,0
2 - Aree Agricole	1.123,30	27,9
3 - Territori Boscati ed Ambienti Seminaturali	566,82	14,0
4 - Aree Umide	0	0
5 - Corpi Idrici	2,17	0,1
Totale	4.029,73	100

Fonte: Comune di Bergamo, 2014.

Figura 4.2 – Uso del suolo nel Comune di Bergamo



- Aree Agricole
- Aree Antropizzate
- Verde Urbano
- Territorio Boscati ed Ambiti Seminaturali
- Corpi Idrici

Fonte: Comune di Bergamo, 2014.

Questa elaborazione dei dati evidenzia una contrazione delle superfici agricole a favore delle aree antropizzate.

Se si considera solo l'agricoltura e si osserva l'evoluzione della superficie agricola nelle Province Lombarde (Figura 4.3), questa diminuzione è un aspetto comune in tutta la

Regione. Approfondite ricerche, condotte soprattutto dal 2007 al 2012, hanno evidenziato come questo calo sia associato ad un cambio di destinazione d'uso del suolo agricolo. In linea generale, le aree agricole lombarde hanno registrato un perdita dovuta ad interventi di antropizzazione (circa il 70% pari a 15.754 ha) ed in seguito a fenomeni di rinaturalizzazione di aree agricole presumibilmente abbandonate (circa il 30% pari a 6.557 ha), come mostrato in Figura 4.3. Il cambio di destinazione d'uso è imputabile all'elevata densità abitativa ed economica che caratterizza la Lombardia ed al trend di crescita della popolazione, che si traduce a livello territoriale in un esteso tasso di antropizzazione. Infatti, le aree agricole che sono state antropizzate risultano trasformate per il 23% in tessuto urbano consolidato a vari livelli (denso, mediamente denso, discontinuo, rado, sparso) e per il 15% in insediamenti industriali, artigianali e commerciali, mentre per un'alta percentuale (ben il 31%) risultano occupate da cave, cantieri e da aree abbandonate e classificate come degradate (Figura 4.3). Nonostante la superficie agricola lombarda risulti pari a poco più di 1 milione di ettari (corrispondenti al 43% della superficie regionale), l'erosione dei suoli agricoli determinata a causa delle opere antropiche, specialmente in pianura, e dei fenomeni di rinaturalizzazione, prevalentemente nelle zone collinari e montane, appare un fenomeno inarrestabile.

Figura 4.3 - Evoluzione della superficie agricola nelle province lombarde (1999-2012)

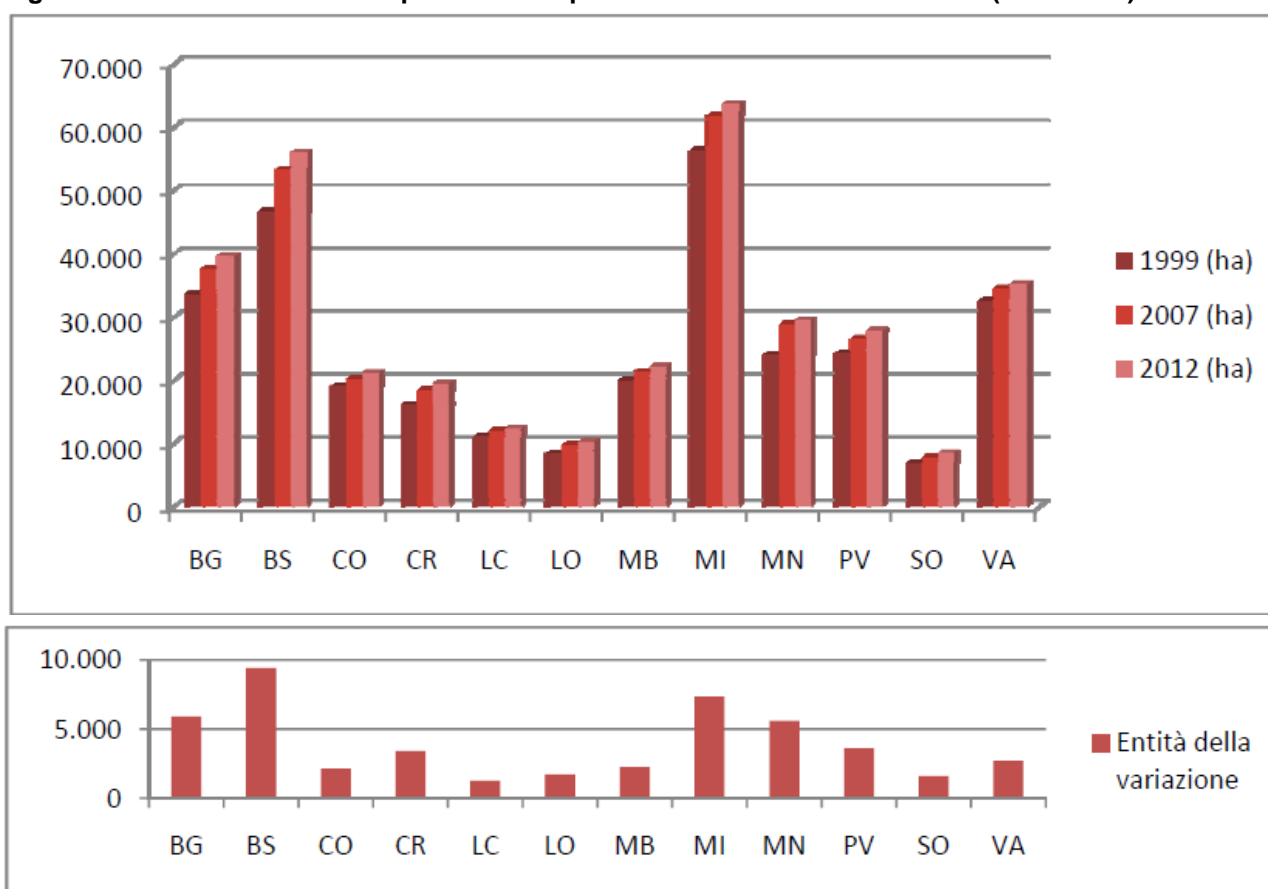


Fonte: Elaborazione Regione Lombardia – DG Territorio, Urbanistica e Difesa del suolo su dati regionali (IIT).

Secondo rilevazioni DUSAF, le superfici agricole regionali sono diminuite dell'1,7% con una punta del 6,6% nella Provincia di Lecco. In sei decenni, ovvero dal 1955, la perdita delle superfici agricole regionali è stata del 22,4%, a fronte di un incremento delle aree antropizzate di circa il 250%.

È dunque evidente come l'aumento delle aree antropizzate sia in contrapposizione con la diminuzione delle aree agricole. Per molte Province Lombarde, compresa quella di Bergamo, la crescita delle aree urbanizzate risulta essere più consistente, ma sproporzionata rispetto all'aumento della popolazione residente (Dati ISTAT - Censimento 2001/2011). Tuttavia, gli ultimi dati mostrano come il fenomeno di antropizzazione stia subendo un rallentamento, seppur in maniera poco percettibile.

Figura 4.4 - Evoluzione della superficie antropizzata nelle Province Lombarde (1999-2012)



Fonte: Elaborazione Regione Lombardia – DG Territorio, Urbanistica e Difesa del suolo su dati regionali (IIT).

Nelle seguenti Tabelle sono riportate le percentuali di suolo in Lombardia: la Provincia di Bergamo è costituita dal 14,4% da aree antropizzate, dal 56,5% da aree boscate e dal 27,5% da aree agricole, con una perdita di quest'ultima pari al -2,9%.

Tabella 4.4 - Aumento delle aree antropizzate nel periodo 1999-2012: superfici delle aree a diversa destinazione d'uso

	BG	BS	CO	CR	LC	LO	MB	MI	MN	PV	SO	VA	totale	% regione
Aree degradate non utilizzate e non vegetate Totale	225	553	42	156	33	43	96	509	184	275	150	112	2.378	4,76
Aree verdi incolte Totale	127	603	49	229	66	105	86	621	719	235	6	82	2.928	5,86
Cantieri Totale	973	794	202	267	16	146	189	710	440	350	96	294	4.477	8,95
Cascine Totale	20	126	9	55	3	14	15	79	208	40	0	12	581	1,16
Cave Totale	308	543	80	81	19	54	51	219	289	181	54	180	2.059	4,12
Impianti fotovoltaici a terra Totale	38	86	2	133	1	54	7	35	80	89	1	8	534	1,07
Impianti sportivi Totale	187	498	64	206	50	37	124	270	122	139	130	119	1.946	3,89
Insedimenti industriali, artigianali, commerciali Totale	1.501	2.048	461	782	288	434	721	1.829	1.236	996	281	621	11.198	22,40
Insedimenti produttivi agricoli Totale	335	984	105	775	28	234	23	230	723	256	23	100	3.816	7,63
Parchi e giardini Totale	284	412	146	119	100	65	234	864	380	186	14	127	2.931	5,86
Reti ferroviarie e spazi accessori Totale	18	4	0	6	7	190	4	172	65	1	1	28	496	0,99
Reti stradali e spazi accessori Totale	176	514	34	167	28	105	59	568	194	142	21	141	2.149	4,30
Tessuto residenziale Totale	2.036	2.627	962	563	683	365	675	1.525	1.219	1.061	848	923	13.014	26,03
Altro	108	213	82	91	32	66	101	252	196	88	30	230	1.489	2,98

* Note: Unità di misura =ha.

** Altro: Aeroporti ed eliporti, aree archeologiche, aree portuali, aree militari obliterate, campeggi e strutture turistiche e ricettive, cimiteri, discariche, impianti di servizi pubblici e privati. Impianti tecnologici, insediamenti ospedalieri e parchi divertimento.

Fonte: Elaborazione Regione Lombardia – DG Territorio, Urbanistica e Difesa del suolo su dati regionali (IIT).

Tabella 4.5 - Diminuzione di suolo agricolo: dettaglio dell'uso delle aree agricole che sono state antropizzate dal 2007 al 2012

Descrizione	Superficie (ha)	%
Tessuto urbano residenziale e cascine	3.631	23%
Insedimenti industriali, artigianali e commerciali	2.347	15%
Impianti fotovoltaici a terra	504	3%
Altri insediamenti	1.607	10%
Reti ferroviarie e stradali	615	4%
Cantieri, cave, aree degradate	4.934	31%
Impianti sportivi	526	3%
Parchi e giardini	659	4%
Aree verdi incolte	883	6%
Altro	49	0%
Totale	15.754	

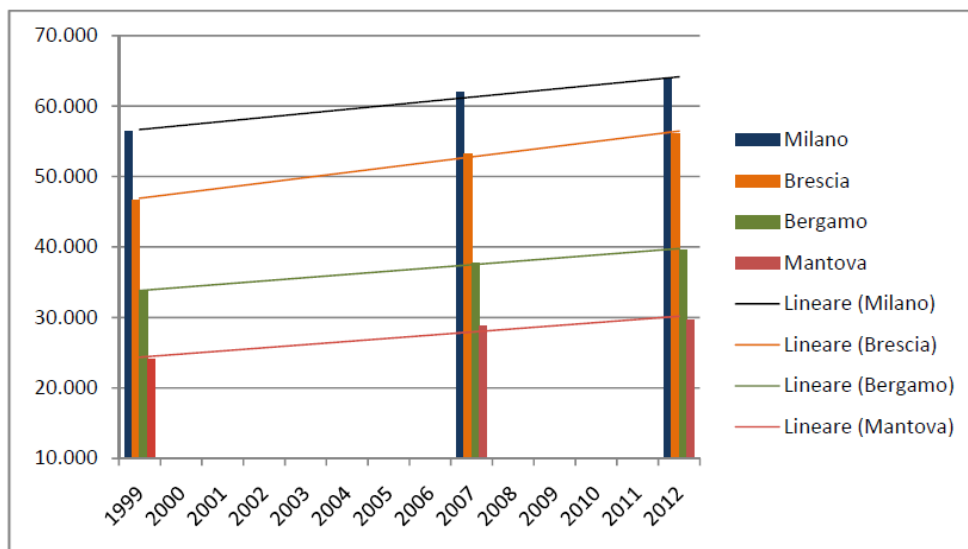
Fonte: Elaborazione Regione Lombardia – DG Territorio, Urbanistica e Difesa del suolo su dati regionali (IIT).

Tabella 4.6 - Diminuzione di suolo agricolo: dettaglio dell'uso delle aree agricole che sono state rinaturalizzate dal 2007 al 2012

Descrizione	Superficie (ha)	%
Boschi di latifoglie	625	10%
Boschi di conifere o misti	144	2%
Imboschimenti recenti	125	2%
Formazioni ripariali	300	5%
Praterie e cespuglieti	551	8%
Vegetazione dei greti, spiagge, dune alvei ghiaiosi	217	3%
Cespuglieti in aree agricole abbandonate	4.575	70%
Vegetazione rada e accumuli detritici	19	0%
Totale	6.557	

Fonte: Elaborazione Regione Lombardia – DG Territorio, Urbanistica e Difesa del suolo su dati regionali (IIT).

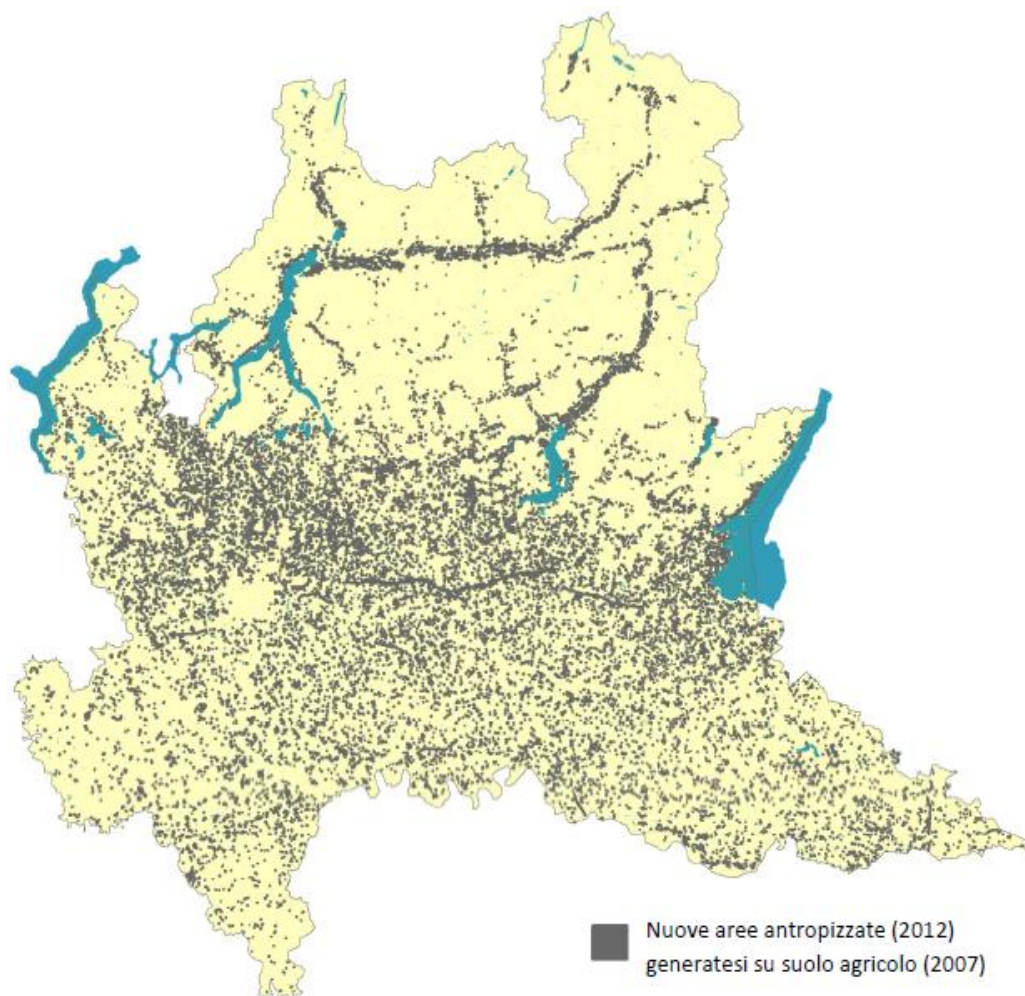
Figura 4.5 - Tendenza alla crescita delle aree antropizzate nel periodo 1999-2012 per le Province con maggior crescita di aree antropizzate



* Note: Unità di misura: ettari.

Fonte: Elaborazione Regione Lombardia – DG Territorio, Urbanistica e Difesa del suolo su dati regionali (IIT).

Figura 4.6 - Distribuzione della diminuzione di suolo agricolo per antropizzazione dal 2007 a 2012



Fonte: Elaborazione Regione Lombardia – DG Territorio, Urbanistica e Difesa del suolo su dati regionali (IIT).

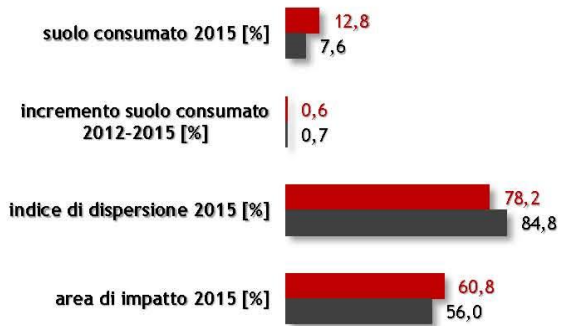
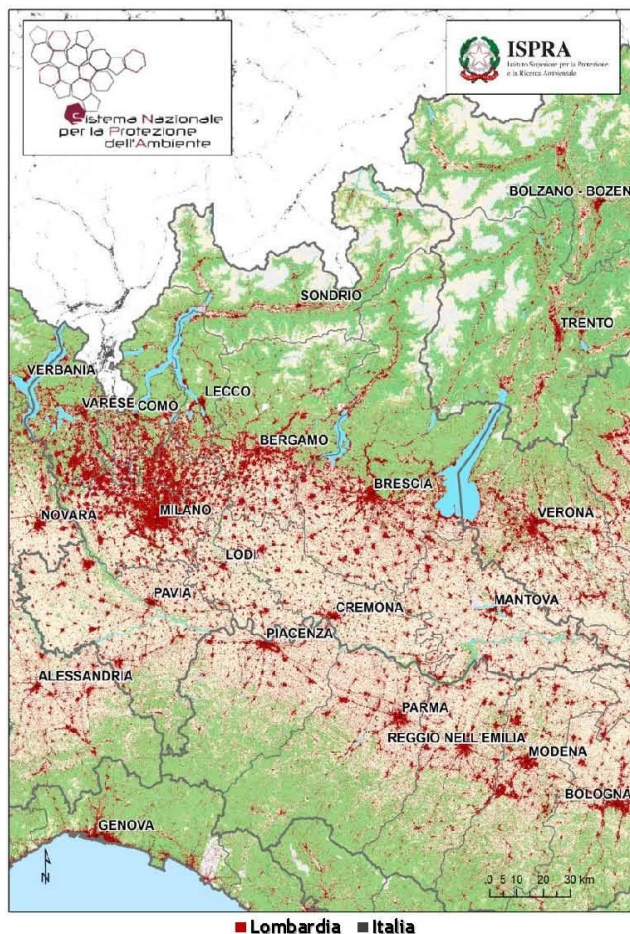
Tabella 4.7 – Copertura del suolo in Lombardia (2007/2012)

	Aree antropizzate (%)	Aree boscate (%)	Aree agricole					var % 2007/12
			(%)	(.000 ha)	di cui % seminativi	di cui % colture permanenti	di cui % prati stabili	
Bergamo	14,4	56,5	27,5	75,7	56,7	2,6	40,8	-2,9
Brescia	11,7	48,4	34,4	164,4	73,7	6,3	19,9	-1,7
Como	16,6	60,0	14,7	18,8	48,6	1,3	50,1	-3,3
Cremona	11,1	2,7	84,7	150,0	87,6	3,8	8,7	-0,9
Lecco	15,3	60,7	14,9	12,1	33,3	2,0	64,8	-6,6
Lodi	13,1	5,0	79,6	62,2	83,2	4,5	12,3	-0,9
Mantova	12,6	2,7	81,4	190,8	88,5	6,5	5,0	-0,7
Milano	40,5	6,9	51,1	80,6	81,6	3,1	15,3	-2,2
Monza e Brianza	55,1	10,4	34,3	13,9	82,8	1,0	16,2	-2,6
Pavia	9,4	16,1	72,9	216,3	80,5	15,1	4,4	-1,6
Sondrio	2,7	88,7	7,4	23,7	6,6	12,9	80,6	-3,9
Varese	29,4	46,3	14,6	17,6	63,0	1,6	35,4	-3,6
Lombardia	14,5	39,0	43,0	1.026,0	77,3	7,1	15,6	-1,7

Fonte: ERSAF-DUSAF, 2007-2012.

Il Rapporto "Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici - Edizione 2016" dell' Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), oltre a fornire un quadro aggiornato e nuovi indicatori utili a valutare le caratteristiche e le tendenze dei processi di trasformazione del nostro territorio, inquadra il tema del consumo di suolo all'interno di un più ampio sistema territoriale in veloce evoluzione. Il rapporto introduce nuove valutazioni sull'impatto della crescita della copertura artificiale del suolo, che causa la perdita di una risorsa fondamentale, così come delle sue funzioni e dei relativi servizi ecosistemici. Il Rapporto presenta anche una prima mappatura nazionale e una valutazione, anche economica, della perdita dei principali servizi ecosistemici dovuta al consumo di suolo degli ultimi tre anni. Per la Provincia di Bergamo nel 2012/2015 si è avuto un incremento di suolo consumato pari al 0,6%, in particolare del 12,7% nel 2015, pari a 348 Km².

Figura 4.7 - Carta Nazionale del consumo di suolo - Regione Lombardia



Provincia	% 2015	km ² 2015	Incremento % 2012-2015
Monza e della Brianza	40,7	165	0,5
Milano	31,7	500	1,2
Varese	22,0	264	0,3
Como	13,0	167	0,8
Bergamo	12,7	348	0,6
Lecco	12,7	103	0,2
Lodi	12,6	99	1,3
Brescia	11,4	547	0,5
Mantova	11,2	263	0,3
Cremona	11,2	199	0,6
Pavia	10,2	303	0,4
Sondrio	3,2	103	0,4

¹ In questa valutazione va considerato che il periodo di riferimento "2012-2015" può variare da regione a regione: per la Lombardia è leggermente più lungo rispetto alla media, poiché la cartografia "2012" è in diverse zone basata su immagini satellitari del 2011.

Lombardia

Comuni con una % di consumo di suolo maggiore

Comune	% 2015	km ² 2015	Incremento % 2012-2015
Lissone	71,3	7	0,0
Sesto San Giovanni	66,7	8	0,0
Cusano Milanino	64,6	2	0,0

Comuni con una superficie di consumo di suolo maggiore

Comune	% 2015	km ² 2015	Incremento % 2012-2015
Milano	57,2	104	0,7
Brescia	44,5	40	0,4
Cremona	28,7	20	0,2

Comuni con un incremento % di consumo di suolo maggiore

Comune	% 2015	km ² 2015	Incremento % 2012-2015
Vizzolo Predabissi	27,8	2	35,1
Gambarana	4,3	1	24,6
Merlino	13,3	1	18,9

La Lombardia si conferma, per caratteristiche territoriali e densità di popolazione, produttiva e infrastrutturale, la regione italiana con la percentuale più alta di suolo consumato. L'incremento relativo di consumo di suolo nel periodo considerato risulta comunque leggermente inferiore alla media nazionale¹. Le province lombarde con le percentuali di consumo di suolo maggiore risultano essere quelle maggiormente popolate e con la maggiore densità di insediamenti produttivi e di infrastrutture di trasporto. Alla scala comunale, i valori più elevati di consumo di suolo possono essere associati all'impatto locale di nuovi insediamenti produttivi e, in particolare, di nuove infrastrutture viabilistiche.

Vizzolo Predabissi (MI)



2012

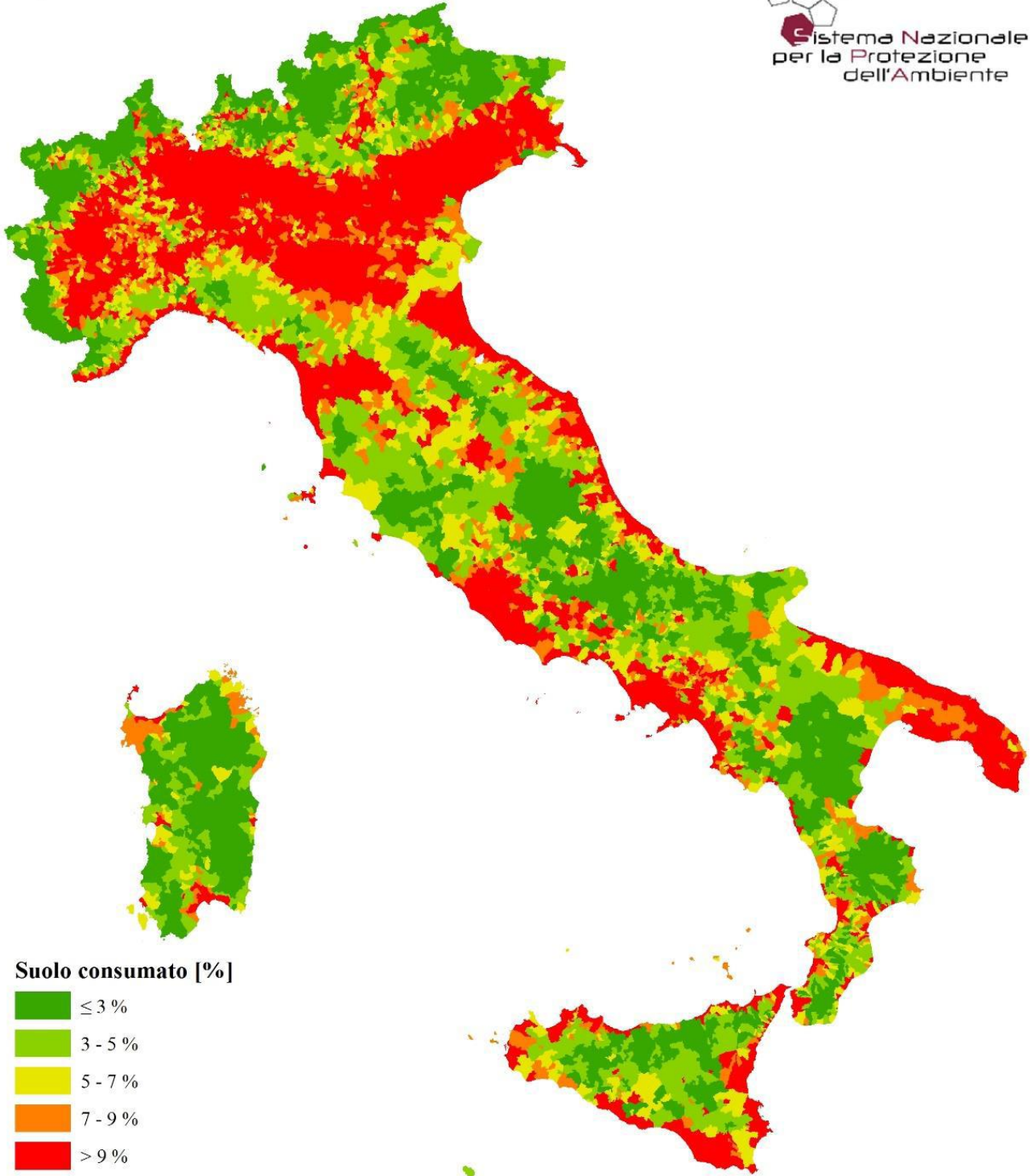


2015

Fonte: Carta nazionale del consumo di suolo ISPRA-ARPA-APPA, 2016

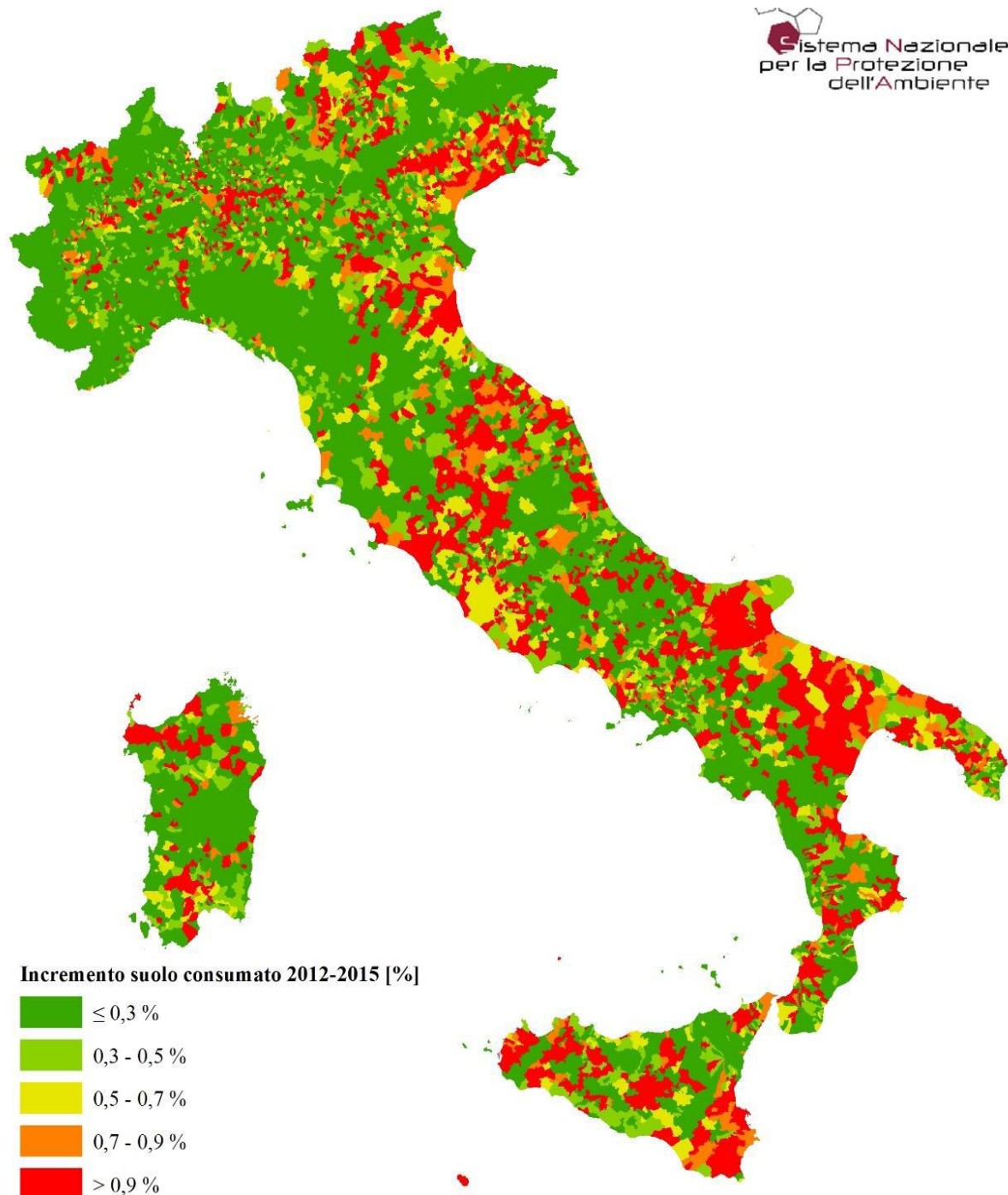
Figura 4.8 - Suolo consumato a livello comunale - Anno 2015

Sistema Nazionale
 per la Protezione
 dell'Ambiente



Fonte: ISPRA, Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici - Edizione 2016.

Figura 4.9 - Incremento del suolo consumato a livello comunale tra il 2012 ed il 2015



Fonte: ISPRA, Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici - Edizione 2016.

Per quanto riguarda invece il Comune di Bergamo, secondo il Rapporto di ISPRA, nel triennio 2012-2015 si ha avuto un incremento del suolo consumato pari a 11,42 ha, cioè dello 0,29%.

Tabella 4.8 – Copertura del suolo nel Comune di Bergamo (2007/2012)

Comune	Anno	Suolo Consumato		Suolo Non Consumato	
		[ha]	[%]	[ha]	[%]
Bergamo	2012	1.783,69	44,39	2.234,28	55,61
	2015	1.795,11	44,68	2.222,86	55,32

Fonte: ISPRA, Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici - Edizione 2016.

In merito alla densità abitativa, il Comune di Bergamo registra al 01 gennaio 2016 119.554 abitanti residenti, con una pressione sul territorio di circa 2.989 ab/km², che si innalza a 6.292 ab/km² se consideriamo la sola superficie urbanizzata. Al 2014, tali valori si avvicinano ad altre città capoluogo della Lombardia come Monza (3.698 ab/km²), Como (2.282 ab/km²) e Brescia (2.170 ab/km²). A livello provinciale e regionale, la media della densità abitativa risulta essere rispettivamente di 404 ab/km² e di 419 ab/km² [UrbiStat - AdminStat, 2014].

Natura, Biodiversità e Paesaggio

Rifacendosi allo studio "Ambiente Urbano - Anno 2013" notificato dall'Istat – Istituto Nazionale di Statistica, il Comune di Bergamo dispone di 2.152.130,00 mq di superficie adibiti a verde pubblico urbano, di cui:

- 163.000,00 mq di verde storico (aree verdi vincolate ai sensi del D.Lgs. 22 gennaio 2004, n. 42 - Codice dei beni culturali e del paesaggio - e ss.mm.ii.);
- 392.000,00 mq di grandi parchi urbani;
- 897.000,00 mq di verde attrezzato;
- 412.000,00 mq di aree di arredo urbano;
- 196.000,00 mq di giardini scolastici;
- 7.129,00 mq di orti urbani;
- 50.000,00 mq di verde cimiteriale
- 35.000 mq di aree sportive all'aperto;
- 11.400 mq di aree verdi adibite ad orti botanici: 2.400 mq relativi alla sezione Orto Botanico di Città Alta e 9.000 mq relativi alla sezione di Astino – Valla della Biodiversità.

Parco Regionale dei Colli di Bergamo

Il Parco Regionale dei Colli di Bergamo, considerato il polmone verde della città, è un parco naturale della Lombardia, chiuso fra i fiumi Brembo e Serio. E' sovrastato dal Monte Canto Alto ed arriva fino alle colline della Città di Bergamo, comprendendo anche la zona storica di Città Alta. Quest'area protetta ha un'estensione pari a 4.682,76 ha e coinvolge altri Comuni oltre al Capoluogo: Almè, Mozzo, Paladina, Ponteranica, Ranica, Sorisole, Torre Boldone, Valbrembo e Villa d'Almè. Questo territorio, nonostante la sua superficie sia piuttosto limitata, presenta realtà molto diverse tra loro, come numerosi terrazzamenti con orti, vigneti e prati, che vanno dalla collina in senso stretto ad ambiti montani con un'altitudine che varia fra i 244 e i 1.146 m s.l.m.. Si tratta di un territorio dalle caratteristiche fisiche e morfologiche piuttosto eterogenee, che racchiude bellezze sia naturali sia architettoniche di grande pregio, quali ad esempio la Riserva del Giongo od il nucleo storico di Città Alta, con la presenza anche dell'Orto Botanico Lorenzo Rota, dotato di un percorso didattico. Sin dall'antichità il complesso collinare è stato

particolarmente ospitale all'insediamento umano: il susseguirsi delle attività antropiche ha così modificato questi paesaggi, rendendoli di conseguenza anche estremamente vari. Nel Parco Regionale dei Colli di Bergamo sono state rilevate finora più di 400 specie di piante, circa 40 specie di mammiferi, circa 160 specie di uccelli, 10 specie di rettili, 11 specie di anfibi, 10 specie di pesci e migliaia di specie di insetti ed altri invertebrati. Nel complesso 5.000 specie potrebbero essere una stima per difetto del numero di specie potenzialmente presenti nel parco.

SIC - Sito di Importanza Comunitaria "Boschi dell'Astino e dell'Allegrezza"

Il SIC - Sito di Importanza Comunitaria Boschi dell'Astino e dell'Allegrezza è presente sul territorio dei Comuni di Bergamo e Mozzo, in un contesto naturale intercluso, alla grande scala, in un tessuto urbano denso innervato da una fitta rete infrastrutturale, dalla quale dipartono i collegamenti che raggiungono le località limitrofe all'area in oggetto. Esteso su una superficie di circa 60 - 50 ha, il Sito è caratterizzato da alcuni habitat divenuti piuttosto rari nella Pianura Padana e di rilevante importanza naturalistica, propri di un ambito collinare dolce e di poco elevato sull'alta pianura bergamasca, che si raccorda proprio in questo contesto con i primi rilievi del sistema orografico alpino. La seguente Tabella 6.3 riassume le caratteristiche e gli elementi di pregio dal punto di vista degli habitat e della fauna presente.

Tabella 4.9 – SIC - Sito di Importanza Comunitaria Boschi dell'Astino e dell'Allegrezza

	<p>Provincia: Bergamo. Comuni: Bergamo e Mozzo. Area: 60 - 50 ha. Regione Bio-Geografica: Alpina. Altitudine: 248/370 m s.l.m.. Aree Protette: Parco Regionale dei Colli di Bergamo. Codice: IT2060012.</p>
<p>Inquadramento</p>	<p>L'area è compresa in una piccola valle dei Colli di Bergamo, nella parte Nord Occidentale del Comune di Bergamo. Il perimetro si articola lungo i boschi omonimi, aventi come riferimenti territoriali l'Ex-Monastero di Astino ed i ruderi della Cascina Allegrezza.</p>
<p>Habitat</p>	<p>Querceti di Rovere Illirici (Erythronio-carpinion). Foreste alluvionali di <i>Alnus Glutinosa</i> e <i>Fraxinus Excelsior</i> (Alno-Padion, Alnion Incanae, Salicion Albae). Praterie con <i>Molina</i> su terreni calcarei, torbosi od argilloso-limosi (<i>Molinion Caeruleae</i>).</p>
<p>Grado di Conservazione</p>	<p>Medio.</p>
<p>Vulnerabilità</p>	<p>Causa della vulnerabilità: frequentazione turistica non regolata.</p>

Fonte: Schede Natura 2000, Unione Europea, 2013.

PLIS- Parco Locale di Interesse Sovracomunale "Parco Agricolo Ecologico (PAE) Madonna dei Campi"

Il PAE - Parco Agricolo Ecologico Madonna dei Campi, è un PLIS - Parco Locale di Interesse Sovracomunale, ovvero un parco che racchiude in sé uno o più beni che hanno una valenza ed una capacità di richiamo che supera i confini comunali. Il principale bene di carattere sovralocale è l'affaccio panoramico su Bergamo Alta, incastonata tra le verdi colline che le fanno da contorno. Inoltre la presenza dell'Autostrada A4 fa sì che questo

paesaggio possa essere ammirato anche da quanti, pur non essendo diretti a Bergamo, transitano lungo l'autostrada stessa.

Al fine di tutelare il paesaggio ed arrestare il consumo di suolo, il PLIS è stato riconosciuto con Delibera n. 292 del 20 giugno 2011 dalla Giunta Provinciale ed attraverso l'Informativa n. 0446-12 Dec./Inf. della Giunta Comunale del 21 novembre 2012 gli è stata attribuita la denominazione di PAE - Parco Agricolo Ecologico Madonna dei Campi. Ad oggi, il parco ha un'estensione di 299 ha, di cui 208 ha nel Comune di Bergamo e 91 ha nel Comune di Stezzano.

Il territorio del PLIS è in prevalenza costituito da aree agricole poste nelle immediate vicinanze delle aree urbane di Bergamo e dei paesi confinanti. Inoltre, l'unità territoriale risulta interrotta dalla presenza di alcune importanti infrastrutture viarie, come la ferrovia Bergamo-Milano e l'Autostrada A4. Queste caratteristiche, insieme all'assenza di boschi, alla contenuta disponibilità di siepi arboreo-arbustive ed alla cementificazione delle sponde di alcuni corsi d'acqua, rendono quest'area scarsamente fruibile dalle specie animali più delicate, a vantaggio di specie opportuniste e generaliste. Nonostante ciò l'area è comunque abitata da specie di interesse faunistico e presenta potenzialità inespresse di grande interesse. In questo contesto un ruolo di primaria importanza è svolto dalle siepi arboreo-arbustive che costituiscono rifugio e nutrimento per molte specie e pertanto il loro potenziamento appare indispensabile. Secondariamente anche gli spazi agricoli svolgono un ruolo di interesse faunistico costituendo fonte di cibo e territorio di caccia per varie specie, nonché, talvolta, sito di rifugio.

La flora presente si può in prima istanza suddividere in seminaturale e sinantropica. La vegetazione seminaturale, poco soggetta all'azione dell'uomo, tende ad uno status di completa naturalità, mentre la vegetazione sinantropica è direttamente originata e determinata dall'attività umana, essendo legata alla coltivazione dei campi.

La vegetazione seminaturale è presente sotto forma di siepi arboreo arbustive poste sia lungo il reticolo idrografico sia lungo le scarpate morfologiche o tra i campi. Molte specie di arboree autoctone e non autoctone, arbusti ed erbacce sono protette dalla Regione Lombardia ai sensi della D.G.R. 18.438/78, che vieta o limita molto fortemente la loro raccolta. Le sponde dei corsi d'acqua naturali e delle rogge costituiscono uno dei maggiori depositi di biodiversità locale: sono, infatti, i luoghi dove si rifugiano molte specie spontanee, che non trovano posto nelle aree coltivate. Le cortine si inspessiscono in particolare presso le anse e nei pressi dei manufatti idraulici, dove si intersecano o si diramano i canali, e proprio in questi luoghi si riscontra la maggiore concentrazione di specie floristiche di interesse. Le siepi ripariali, lungo il reticolo idrografico, presentano una risorsa floristica paragonabile a quella di un bosco e questa particolare ricchezza di specie può essere attribuita alla stabilità dell'habitat ed alla fertilità del suolo in cui le rogge scorrono. Anche tra i campi sono presenti delle brevi siepi lineari, mentre sulle scarpate morfologiche, ad esempio le scarpate del Paleoalveo del Morla, sono presenti delle siepi arboreo arbustive di significativa importanza. Lungo queste cortine verdi è presente una flora nemorale tipica di ambienti boschivi caldi ed asciutti. Queste siepi a livello arboreo sono caratterizzate da una forte presenza di specie alloctone, anche se non mancano presenze più qualificanti ed esemplari rari.

All'interno del parco la vegetazione sinantropica è suddivisibile in 3 classi: la vegetazione dei coltivi, la vegetazione delle aree dismesse, accumulo di inerti e dei bordi stradali e la vegetazione della massicciata e scarpata ferroviaria.

La vegetazione dei coltivi si suddivide a sua volta in 3 sottoclassi: la vegetazione delle colture dei suoli sarchiati, la vegetazione delle colture cerealicole e la vegetazione dei prati polifiti. Le colture sarchiate, come mais, soia ed orticole, presentano dalle condizioni molto selettive per la vegetazione spontanea, perché mutano con grande rapidità. Infatti, alla semina vi è abbondanza di luce, ma non appena il mais e le altre colture vi crescono, l'ambiente si fa buio ed umido ed inoltre le continue lavorazioni costringono le specie spontanee a svolgere il loro ciclo biologico in tempi strettissimi. Pertanto le poche specie naturali presenti devono essere molto competitive e di norma sono considerate infestanti. Nelle colture cerealicole, come orzo e frumento, convive un'associazione vegetale infestante, nata insieme all'agricoltura circa 10.000 anni fa in Medio Oriente e da lì diffusa in Europa, seguendo l'espandersi della coltivazione dei cereali. Analogamente a quanto visto per le colture sarchiate, anche queste sono piante a rapido sviluppo, i cui semi cadono prima della trebbiatura o vengono raccolti assieme alle cariossidi dei cereali, motivo per cui vengono riseminate di anno in anno e sono state diffuse assieme ai cereali. Queste specie sono ormai scomparse dai loro ambienti naturali originari ed oggi vivono solamente nei coltivi od ai margini dei campi, purtroppo però l'uso massiccio dei diserbanti le sta ormai portando all'estinzione. A differenza di quanto avviene per le colture sarchiate, queste specie hanno anche un elevato valore paesaggistico e simbolico: si pensi alla capacità di arricchire cromaticamente gli spazi agricoli tipica di fiordalisi, papaveri e camomilla. La vegetazione presente nei prati polifiti ed utilizzabile come foraggio è in parte opera delle scelte agronomiche ed in parte spontanea. La maggior parte delle graminacee ed alcune leguminose sono frutto del lavoro dell'agricoltore, mentre sono spontanee molte altre specie, anche se non sempre utili ai fini agricoli. Le specie di vegetazione di aree dismesse, accumulo di inerti e dei bordi stradali, caratterizzanti questi ambienti, si sono specializzate a vivere in substrati poveri ed aridi, spesso e volentieri tollerando condizioni estreme e non presentando particolare valore naturalistico, trattandosi per lo più di specie molto diffuse, spesso provenienti da aree con clima arido, ma anche tropicale e subtropicale. In presenza di aree dismesse e di cumuli di inerti si hanno inizialmente essenze pioniere, che successivamente sono sostituite da piante bienni o perenni. Queste specie utilizzano a proprio favore la diversificazione del substrato operata dalle specie pioniere e possono a loro volta consentire l'insediamento di consorzi più evoluti e stabili se l'attività antropica non lo impedisce. I bordi delle strade e le strade campestri a fianco dei coltivi sono invece ricoperti da una vegetazione erbacea, per lo più graminacee, caratterizzata dalla rapida maturazione e rilascio dei semi. La massicciata e la scarpata ferroviaria costituiscono un habitat arido, con condizioni talvolta estreme, ospitando tuttavia un buon numero di specie, anche se di scarso valore naturalistico. La linea ferroviaria consente spesso la diffusione di specie esotiche che si diffondono su vastissimi areali correndo lungo la ferrovia. Più in generale lungo le linee ferrate si riscontrano specie che si sono evolute sulle rupi e si sono poi adattate alle massicciate, ma anche essenze originarie dei prati

aridi del centro Europa e dell'Asia e molte sono le specie che provengono dai luoghi aridi e caldi dell'area mediterranea. La scarpata, dove è possibile anche l'insediamento della vegetazione arborea, è un ambito soggetto a forti stress (abbattimenti e decespugliamenti) e tali condizioni determinano il netto prevalere di specie tipiche degli ambienti disturbati.

Nel territorio del PLIS è stata rilevata la presenza di alcune specie di anfibi, tutte appartenenti all'ordine degli Anuri. Le acque della Morletta, unico corso d'acqua naturale presente in quest'area, non sono particolarmente idonee per la vita delle larve degli anfibi, in quanto scorrono troppo velocemente. Tuttavia ciò non preclude del tutto la possibilità di rinvenire, lungo le anse della Morletta e le canalette poco utilizzate, dove la corrente è più dolce, alcune ovature di anfibi, anche se in numero ridotto.

Le specie di mammiferi presenti invece in questo territorio sono poche e tra queste merita attenzione soprattutto il riccio (*Erinaceus Europaeus*). Questo piccolo insettivoro al sopraggiungere della sera lascia la siepe dove, ben nascosto, ha trascorso il giorno e si spinge nei campi per cibarsi di vermi e di insetti, compiendo un'attività molto utile all'agricoltura. Purtroppo però la presenza di strade trafficate determina l'investimento di numerosi ricci, tanto che l'uccisione di esemplari da parte del traffico stradale costituisce una significativa causa di morte della specie in questi territori. Inoltre, la presenza di infrastrutture lineari insormontabili come l'Autostrada A4, costituendo una barriera agli spostamenti del riccio e degli altri mammiferi presenti nel parco, porta all'isolamento genetico delle popolazioni, costringendo all'incrocio tra consanguinei, con conseguente indebolimento delle specie. Abbastanza frequenti nel territorio del PLIS sono invece il coniglio selvatico (*Oryctolagus Cuniculus*), che trova rifugio nelle siepi del parco, e la talpa (*Talpa europaea*), che si nutre di lombrichi e larve di insetti che trova nel terreno, scavando, nei campi e nei prati, una moltitudine di gallerie rese evidenti in superficie dai tipici mucchietti di terra. Non è stata invece segnalata la presenza della volpe, sebbene si stia osservando una sua progressiva diffusione in tutta l'alta Pianura Bergamasca. I chiroteri sono invece rappresentati dal pipistrello nano (*Pipistrellus Pipistrellus*), frequentatore in particolare dei centri abitati, essendo aree di caccia molto ricche di varie specie di insetti e strutture, come sottotetti di edifici e pali della luce, adatte come siti riproduttivi o per svernare.

I rettili presenti nel parco sono per lo più appartenenti ai sottordini dei Lacertili e degli Ofidi. Lungo i corsi d'acqua si trova la biscia d'acqua (*Natrix Natrix*), specie considerata prioritaria dalla Regione Lombardia.

Tra la fauna vertebrata presente nel parco, la classe degli uccelli è sicuramente quella che annovera un maggior numero di specie e che risulta più facilmente osservabile. In particolare, sono le siepi arboreo-arbustive che ospitano la maggior parte della avifauna, sia durante il periodo riproduttivo sia in quello di svernamento: esse offrono rifugio e nutrimento e possono essere utilizzate come sito di nidificazione o come posatoio. Tra le varie specie riscontrate alcune di particolare importanza sono sottoposte a tutela come da Allegato 1 della Direttiva 79/409/CEE. Tra le siepi nidificano e si rifugiano anche alcune specie prevalentemente granivore appartenenti alla famiglia dei Fringillidi che si spostano nei campi coltivati per cibarsi di semi. Nel parco sono inoltre presenti specie

che utilizzano piccole cavità del tronco degli alberi per nidificare. A differenza delle siepi arboree arbustive interpoderali o di quelle che accompagnano il corso delle rogge, le superfici coltivate in linea di massima non costituiscono un valido luogo di nidificazione, né un rifugio sicuro per la maggior parte delle specie ornitiche. Esse contribuiscono però al nutrimento dell'avifauna, garantendo semi e cariossidi alle specie granivore e rappresentando interessanti zone di caccia per i rapaci. I campi sono anche e soprattutto il regno della rondine (*Hirundo Rustica*) che li sorvola alla ricerca di insetti e che normalmente nidifica presso cascine ed altri edifici.

Nuova Sezione “Astino” (Via Allegrezza) dell’Orto Botanico di Bergamo “L.Rota”

In occasione di EXPO 2015, è stata istituita una nuova sezione dell’Orto Botanico di Bergamo “L.Rota” nelle vicinanze dell’ex monastero di Astino (Via Allegrezza).

Precedentemente all’inizio del progetto, la destinazione d’uso del luogo era definita come area agricola non soggetta ad una specifica coltura, quindi di un’area in prevalenza incolta, lasciata a prato.

Dal punto di vista del contesto paesaggistico la nuova sezione dell’Orto Botanico rientra in una zona pedecollinare del versante sud (verso la pianura ad ovest del centro urbano) caratterizzata da un alto valore paesistico a componente naturale.

Nello specifico, l’intervento si colloca nella parte mediana della valle di Astino, sita nel settore sud-ovest dei colli di Bergamo. Appartiene alla fascia posta al piede della collina ove il terreno acquisisce media pendenza. L’uso antropico ha caratterizzato questa zona con appezzamenti di media piccola dimensione caratterizzati da terrazzamenti pendenti separati da scarpe e bassi muricci a secco. Dai terrazzamenti si apre una vasta ed apprezzabile visuale sui versanti della parte alta della Valle di Astino digradanti da Sudorno, quello settentrionale caratterizzato da terrazzamenti agricoli ed insediamenti edificati, quello meridionale boscato fino al colle della Benaglia.

Il progetto ha comportato la trasformazione del soprasuolo di una porzione delle piane agricole della valle di Astino, con l’introduzione di elementi ed oggetti antropici caratteristici del paesaggio rurale benché destinati alla fruizione pubblica a scopi culturali e formativi, i quali sono stati localizzati presso la vicina “Cascina Molino”. I manufatti e gli impianti posizionati sono tutti di tipo provvisorio e comunque facilmente asportabili (elementi prefabbricati provvisori), mentre gli unici elementi fissi hanno comunque un impatto minimo (percorso carrale, serbatoio interrato).

L’area oggetto del progetto è costituita da un grande prato sovrastato da due piccoli terrazzamenti, con pendenza variabile tra l’8% ed il 20%. Ai piedi dell’area è presente un rigagnolo, in completo stato di abbandono, che raccoglie le acque dell’antica sorgente posta a monte, dove parte un sentiero che conduce alle antiche cave di marna.

Il suolo di natura limoso-argilloso presenta superficialmente un buono strato con presenza di humus ed è sistemato a prato da taglio. Sull’area non vi erano presenti elementi vegetazionali ne manufatti edilizi.

L’obiettivo principale del progetto è indirizzato sulla visitabilità e fruibilità pubblica, connessa al luogo culturale, che viene raggiunto mediante l’introduzione di un percorso principale in salita con pendenza variabile, della larghezza di m. 2,40, posto a valle.

Questo percorso, oltre che ad avere una funzione di collegamento, costituisce una sorta di viale attrezzato su cui si sviluppano tutte le funzioni accessorie. Al termine del percorso, si trova uno slargo dal quale il percorso prosegue svoltando di 180°, con una larghezza di m. 1,20 seguendo sempre l'andamento naturale del terreno, per terminare in una sorta di piazzetta, avente la funzione di area didattica e di punto panoramico, da cui si sovrasta tutta l'area sottostante dell'orto, con sullo sfondo l'ex complesso monastico di Astino.

Alla destra del viale, è stata mantenuta una fascia a prato, attrezzata con prese e corpi illuminanti, utilizzata sia come fascia di rispetto del canaletto di scolo e della muratura di sostegno esistente, sia come spazio a disposizione per eventi temporanei legati alle attività ed alle manifestazioni culturali promosse dall'orto botanico.

Il percorso principale è stato realizzato in terra stabilizzata, costituita da una miscela di terreno vegetale, sassi spaccati (granulometria da 1 a 20 mm) ed argilla, miscelata con un legante composto da calce idraulica naturale e un additivo stabilizzante. Ciò ha consentito di realizzare una pavimentazione in terra naturale carrabile con mezzi leggeri.

Dal percorso principale si diramano i percorsi secondari, che consentono di raggiungere tutti i vari appezzamenti e di circolare tra le differenti aree di coltivazione: questi altri percorsi, privi di pavimentazione, sono stati sistemati a prato in modo da ridurre al minimo l'impatto dell'intervento. Le fasce per le colture sono invece delimitate da elementi lineari di contenimento dello strato colturale, costituiti da pali di castagno appoggiati al terreno e fissati per mezzo di picchetti, sempre in legno, infissi nel terreno. All'interno è stato posizionato un tessuto non tessuto per trattenere la terra di coltivo: oltre che consentire di modificare il meno possibile la morfologia del terreno, consentirà di garantire la completa ed effettiva reversibilità dell'intervento nonché la possibilità di variare l'andamento delle aiuole continue (le "prose") nel tempo anche in base alle variabili opportunità espositive.

All'interno dei percorsi secondari sono state ricavate delle piccole scalette, per unire le zone con maggior dislivello, le quali sono realizzate o in terra con alzata di contenimento in legno, oppure con masselli di pietra locale semplicemente appoggiati a terra. Per meglio integrarsi con l'ambiente coltivo collinare, le scalette non hanno misure e/o proporzioni definite, ma presentano una dimensione apparentemente "casuale" legata alla distribuzione delle colture.

Il viale, i percorsi e ovviamente le aree di coltivazione, disposte con un andamento lineare, costituiscono il cuore dell'intervento, al quale sono collegati tutta una serie di manufatti e impianti necessari per garantire lo svolgimento delle attività previste. Nello specifico sono:

- gli edifici di servizio (ad uso di deposito e guardiania/wc) composti da due box prefabbricati provvisori, che saranno rimossi una volta ristrutturato l'adiacente edificio. I box sono stati collegati per mezzo di travi in legno e rivestiti da listoni sempre di legno, con spazi vuoti in cui far crescere piante rampicanti, per ridurre al minimo l'impatto visivo.
- L'impianto di irrigazione (circa 30 m³ di capacità), costituito da una rete di distribuzione e pozzetti interrati, e una piccola vasca di circa 20 m², finalizzata alla

coltivazione di piante acquatiche. Tutti questi elementi sono facilmente asportabili e, essendo interrati, non presentano alcun impatto visivo.

- L'impianto elettrico, necessario per l'alimentazione degli edifici di servizio, dell'impianto di irrigazione e per la realizzazione di prese di servizio. Sono stati inoltre posizionati dei corpi illuminanti, dall'ingresso lungo il percorso principale, costituiti da parallelepipedi con una altezza 1,00 m. da terra, colore corten, con un impatto minimo. Anche questi elementi sono facilmente asportabili, garantendo la reversibilità dell'intervento.
- L'ingresso, costituito da un muretto in pietra locale dell'altezza di un metro, presenta a fianco un cancello scorrevole con una struttura in acciaio brunito e rivestimento in legno.

Per quanto riguarda gli elementi esistenti, ossia il verde e i muretti di sostegno in pietra locale, gli interventi sono stati minimi. Per il verde è stata mantenuta la precedente vegetazione costituita da fasce arbustive autoctone miste, le quali sono regolate nella crescita, limitando lo sviluppo della rosa selvatica e del corniolo che perimetrano il lotto, mentre tutta la vegetazione infestante, costituita da rovi (difficili da gestire in forma obbligata e tendenzialmente coprente rispetto a tutte le altre specie perché sarmentosa) e ailanti, sono tenute sotto controllo. Ciò ha consentito di ripristinare il fossato in cui scorre l'acqua di affioro e di portare in vista i muri di sostegno dei terrapieni.

In una seconda fase si potrà valutare lo stato di conservazione dei suddetti manufatti, che comunque saranno soggetti, se necessario, ad opere localizzate di restauro e consolidamento, rispettose della tipologia costruttiva (muri a secco in arenaria), utilizzando solamente materiale di recupero presente in sito, infatti non si sono rilevati per ora fenomeni di crolli e/o cedimento strutturali consistenti, se non nella porzione dove è caduto un fico.

In sintesi gli effetti conseguenti alla realizzazione dell'opera dal punto di vista paesaggistico sono rappresentati dagli elementi aggiunti sopra descritti, mentre gli unici elementi soppressi sono le specie vegetali infestanti rappresentate principalmente da rovi ed ailanti.

Per quanto riguarda le colture, distinte in piccoli appezzamenti, costituiscono quasi un reintroduzione dell'uso a orto che accompagnava, in un non recente passato, la presenza dei monaci presso il monastero: infatti, si tratta di specie legate all'alimentazione.

L'utilizzo di materiali naturali, non ottenuti da trasformazione industriale, e il basso livello di tecnologia (tecniche di ingegneria naturalistica) impiegata hanno permesso di rispettare i criteri progettuali di mitigazione dell'impatto dell'intervento. Inoltre, si è evitato l'uso di leganti cementizi e malte che non caratterizzano il paesaggio locale. Inoltre, i movimenti di terra attengono esclusivamente la formazione del fondo per garantire la stabilità dei percorsi pedonali.

L'introduzione delle colture, che accentua il criterio della biodiversità, introduce l'effetto positivo della varietà cromatica del paesaggio visivo caratterizzato ancor più dalle variazioni stagionali.

Infine, si ribadisce come l'utilizzo di manufatti provvisori, così come facilmente installabili, permettono anche una facile rimozione, garantendo il concetto di una possibile reversibilità del progetto.

In questi anni si è spesso perseguita una politica emergenziale di riparazione del danno ambientale, piuttosto che una politica preventiva, supportata da adeguate strategie di pianificazione e programmazione degli interventi di tutela. Infatti, bisogna considerare in modo integrato l'attività di conservazione delle risorse con quella della loro utilizzazione, della tutela e della valorizzazione. Gli obiettivi primari per la Pubblica Amministrazione in generale sono quelli fondamentali della tutela e del risanamento del suolo e del sottosuolo, uniti strettamente al risanamento idrogeologico del territorio, tramite l'azione di prevenzione dei fenomeni di dissesto e la messa in sicurezza delle situazioni a rischio. In tal senso bisogna svolgere azioni importanti di carattere conoscitivo, programmazione, pianificazione ed attuazione degli interventi. Bergamo ricade nel Distretto Idrografico Padano e lo strumento conoscitivo e normativo che pianifica le azioni di conservazione, tutela e valorizzazione del suolo e delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato, è il Piano di Bacino Distrettuale, che ha valore di Piano Territoriale di Settore.

Bonifiche

L'attività di bonifica dei siti contaminati è una materia di grande attualità. A Bergamo, come in altre Città, a seguito del processo progressivo e costante di de-industrializzazione, l'attività di bonifica ha assunto importanza crescente, nell'ambito dei progetti di trasformazione e riqualificazione urbana. Alla base dell'attività di bonifica, che spesso preordina tempi lunghi e procedure complesse, sta l'analisi di rischio sanitaria, sia per quanto concerne i suoli che le acque sotterranee: le alte concentrazioni di sostanze contaminanti, quando superano i valori massimi ammissibili, comportano la necessità della bonifica.

Per quanto riguarda i siti contaminati, negli ultimi anni risultano conclusi 91 interventi di bonifiche ambientali. Al 2015, sono in corso 30 procedimenti di bonifica, di cui 4 relativi al recupero della falda e 26 relativi a suolo e sottosuolo. Di quest'ultimi, 9 sono stati i casi di bonifica su punti vendita di carburante, 3 sono stati i casi relativi a sversamenti accidentali, mentre 14 sono state le bonifiche relative alla riqualificazione di ex aree industriali. Per tutti questi siti, si è proceduto secondo le indicazioni della vigente Normativa, con una prima fase di caratterizzazione, volta all'individuazione dell'inquinamento in suolo e/o in falda, ed una fase di bonifica del sito, attraverso sistemi di on-site oppure off-site e/o analisi di rischio sito-specifiche. Gli enti competenti provvedono poi alla valutazione delle operazioni di bonifica effettuate, ai fini del rilascio della certificazione di avvenuta bonifica da parte dell'ente Provincia. Per i procedimenti di

bonifica dei siti che coinvolgono anche la falda, gli enti di controllo prescrivono campagne di monitoraggio per verificare nel tempo lo stato della falda.

Amianto

La Legge 27/03/1992, n.257 "Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto" ed il successivo D.M. 06/09/1994 "Metodologie e tecniche per gli interventi di bonifica dell'amianto" hanno proibito, a partire dal 1994, l'estrazione, l'importazione, la produzione e la commercializzazione di materiali contenenti amianto.

L'amianto è un minerale pericoloso per la salute umana: infatti, le sue piccolissime fibre, se inalate, possono causare patologie come l'asbestosi e diverse forme di cancro ai polmoni. In passato l'amianto è stato ampiamente utilizzato in edilizia per la realizzazione di impianti e rivestimenti isolanti sia per le coperture dei tetti sia all'interno degli edifici. Spesso questo minerale è stato unito ad altri materiali come il cemento (Eternit) o le resine e per questo motivo sono proprio le coperture in cemento-amianto che rappresentano una frazione consistente del quantitativo complessivo di amianto sul nostro territorio. Di per sé, la presenza di amianto non è necessariamente pericolosa, ma lo diventa se le sue fibre si diffondono nell'ambiente. Infatti, il problema sorge quando i manufatti che contengono l'amianto si deteriorano. In Italia la principale fonte di esposizione sono i tetti in Eternit che, col passare degli anni e per effetto delle intemperie, in particolare delle piogge acide, sono andati progressivamente deteriorandosi con la possibilità, quindi, di rilasciare le fibre. Di conseguenza, la loro identificazione è un passo fondamentale per raggiungere l'obiettivo della sua completa eliminazione sul territorio nazionale.

L'amianto, infatti, materiale versatile ed a basso costo è stato molto utilizzato nel corso degli Anni '70 -'80 in edilizia grazie alle sue proprietà isolanti e fonoassorbenti; tuttavia le polveri da esso derivanti sono molto pericolose per l'apparato respiratorio umano. Di qui, nel corso degli anni si sono sviluppate procedure di sicurezza per ottemperare alla corretta rimozione dell'amianto dagli edifici e manufatti.

In Regione Lombardia la L.R. 29/09/2003, n. 17 "Norme per il risanamento dell'ambiente, bonifica e smaltimento dell'amianto" ha stabilito gli obiettivi di bonifica e le norme di prevenzione a salvaguardia del benessere delle persone esposte all'inquinamento da fibre di amianto, demandando al "Piano Regionale Amianto Lombardia" (PRAL) la definizione delle azioni, degli strumenti e delle risorse necessari per realizzare gli obiettivi di Legge. Il PRAL, approvato con D.G.R. n. VIII/1526 del 22/12/2005, si è posto una serie di obiettivi tra cui il completamento del censimento dei siti con presenza di amianto e la rimozione dell'amianto dal territorio regionale entro 10 anni dall'entrata in vigore dello stesso, disponendo altresì la mappatura delle coperture in cemento-amianto mediante tecniche avanzate.

Le azioni per il raggiungimento degli obiettivi sono monitorati dal Nucleo Amianto e sono stati condivisi durante la Conferenza Regionale Amianto tenutasi lo scorso 26/11/2008, promossa dalla Direzione Generale Sanità, con la partecipazione delle Direzioni Generali Qualità dell'Ambiente, Reti e Servizi di Pubblica Utilità e Sviluppo Sostenibile ed ARPA Lombardia.

In attuazione della D.G.R. IX/3913 del 06/08/2012 "Attività inerenti la messa a sistema delle fonti d'informazione sulla presenza di amianto in Lombardia finalizzata al monitoraggio della relativa bonifica", in coerenza con la logica che persegue la semplificazione amministrativa e la limitazione delle attività inefficienti e inefficaci, la Direzione Generale Salute ha progettato e realizzato il servizio telematico per la trasmissione di comunicazioni, piani e relazioni relativi al tema amianto. L'applicativo denominato Ge.M.A. (Gestione Manufatti in Amianto) consente al datore di lavoro delle imprese esercenti attività di bonifica amianto (iscritte all' Albo Nazionale Gestori Ambientali Cat. 10A e 10B) di rendere immediatamente fruibile notifiche e piani per i lavori di bonifica (artt. 250-256 del D.Lgs. 81/2008), all'organo di vigilanza territorialmente competente. Per l'ATS Locale, Ge.M.A. costituisce opportunità per un'efficiente programmazione dei controlli, anche ove l'intervento di bonifica rivesta carattere d'urgenza; permette l'implementazione del Sistema Regionale della Prevenzione ed, in particolare dei dati anagrafici degli addetti, del carattere e della durata delle loro attività e delle esposizioni all'amianto alle quali sono stati sottoposti.

Regione Lombardia, avvalendosi di ARPA Lombardia e delle ATS Locali, nel 2007, ha svolto un'indagine attraverso riprese aeree con scanner iperspettrale, che ha portato all'individuazione delle singole coperture di cemento amianto presenti in una porzione del territorio lombardo di circa 2.000 Km², rappresentativa per densità e tipologia di superfici urbanizzate. Proiettando le informazioni acquisite sull'intero territorio lombardo, è derivata una stima di presenza di materiali amiantiferi di circa 2.830.000 m³. Dopo il censimento di tutte le strutture industriali e pubbliche, come scuole, ospedali, etc., è stato avviato il censimento di tutti gli edifici privati in cui è presente l'amianto, dalla semplice villetta unifamiliare ai grandi condomini. Si tratta di un'iniziativa di ampio respiro, che si prefigge, tra gli altri obiettivi, quello di tenere sotto controllo e di abbattere ulteriormente l'inquinamento ambientale causato da questa fibra minerale: un inquinamento che peraltro è già oggi a livelli estremamente bassi, con una riduzione ottenuta nell'ultimo decennio pari a dieci volte la quantità iniziale.

Tabella 4.10 - Sintesi a livello comunale dei dati della mappatura delle coperture in cemento-amianto aggiornata al 2012

Comune	Superficie Comunale Coperta dalla Mappatura del 2007	Superficie Urbanizzata Comunale (*) Coperta dalla Mappatura del 2007	Coperture in Cemento-Amianto nel periodo 2007/2012					Stima Cemento-Amianto Residuo (**)
			Non Hanno Subito variazioni	Rimosse	Rimosse e sulle Nuove Coperture sono stati installati Pannelli Fotovoltaici	Rimosse Perché Edifici sono stati Demoliti	Totale	
	[%]	[%]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[m ³]
BERGAMO	99,8%	100,0%	257.586	49.903	37.437	15.596	360.523	8.586

(*)Fonte: Uso del Suolo DUSAF 1.1.

(**) Stima dei volumi (m3) di coperture in cemento-amianto residue nel 2012 (cioè non rimosse).

Fonte: Mappatura coperture in cemento-amianto di Regione Lombardia, ARPA Lombardia ed ATS Bergamo, Anno 2007/2012.

Con D.G.R. n. 3526 del 30/04/2015 Regione Lombardia, partendo dai dati analizzati da ARPA Lombardia ed ipotizzando che il tasso di rimozione delle coperture in cemento amianto sia costante nel futuro e pari a quello che si è avuto nel periodo 2007-2012, conclude che l'obiettivo di eliminazione totale delle coperture potrebbe raggiungersi attorno al 2025.

La bonifica dell'amianto negli edifici privati è un onere che grava esclusivamente sui proprietari, che sono tenuti, attraverso imprese specializzate, ad effettuare la rimozione presentando alla competente Agenzia di Tutela della Salute (ATS) piani di lavoro per la rimozione dell'amianto (artt. 250-256 del D.Lgs. 81/2008) e relazioni consuntive dell'attività di bonifica (art. 9 della L. 257/92).

Negli ultimi anni il Servizio Ecologia ha avviato diversi procedimenti amministrativi finalizzati alla verifica dello stato delle coperture in amianto ancora presenti sul territorio regionale ai sensi del Decreto della Direzione Generale Sanità n. 13237 del 18/11/2008 di approvazione del "Protocollo per la valutazione dello stato di conservazione delle coperture in cemento amianto", ponendo, sulla base dello stato rilevato della copertura, obiettivi di bonifica entro 3 anni od emettendo Ordinanza di rimozione entri i successivi 12 mesi. Tuttavia il Comune di Bergamo non dispone allo stato attuale di una mappatura complessiva della presenza di amianto sul territorio, che consentirebbe di espletare le conseguenti attività finalizzate al raggiungimento dell'obiettivo strategico, inserito nell'aggiornamento del PRAL, di rimozione totale dell'eternit presente sul territorio lombardo entro il 2025. La rimozione delle coperture in amianto potrebbe oltretutto consentire un rinnovo del patrimonio edilizio, con un conseguente miglioramento dell'efficienza energetica, della sostenibilità ambientale e della salute dei cittadini.

A fronte di ciò, il Comune di Bergamo ha sottoscritto, con Regione Lombardia, ARPA Lombardia ed ATS Bergamo, un Protocollo d'Intesa volto a coordinare le diverse competenze e garantire maggior efficienza nel sistema integrato di gestione dell'amianto.

Suddetta Convenzione, approvata con Deliberazione di Giunta Comunale N. 387 Reg. G.C. del 20/10/2016, si propone la creazione delle necessarie sinergie tra gli Enti sottoscrittori finalizzate al raggiungimento dell'obiettivo di rimozione dell'amianto presente sul territorio comunale, oltre che porsi le seguenti finalità:

- la creazione di un data-base nel quale possano confluire le banche dati degli Enti sottoscrittori, quale riferimento condiviso per la gestione organica della tematica;
- l'informatizzazione dei Piani Amianto e dei procedimenti di bonifica, che consentirà il travaso automatico dei dati nel suddetto data-base;
- la rilevazione della presenza di amianto sulle coperture degli edifici presenti sul territorio del Comune di Bergamo, con tecniche geomatiche e di telerilevamento innovative, comprendenti eventualmente anche l'uso dei droni;
- la programmazione, sulla scorta delle verifiche effettuate, degli interventi di bonifica dell'amianto in base alle vigenti Normative;
- l'attività di comunicazione e sensibilizzazione rivolte alla Cittadinanza in merito agli obblighi di Legge.

In particolare, il Comune di Bergamo si è impegnato a propria cura e spese a:

- avviare i necessari procedimenti amministrativi finalizzati alla verifica dello stato delle coperture in amianto rilevate sul territorio comunale, ponendo, sulla base dello stato rilevato della copertura, obiettivi di rivalutazione dell'indice di degrado con frequenza biennale, oppure bonifica entro 3 anni o emettendo Ordinanza di rimozione entro i successivi 12 mesi, così come previsto dal Decreto della Direzione Generale Sanità N. 13237 del 18/11/2008 di approvazione del "Protocollo per la valutazione dello stato di conservazione delle coperture in cemento amianto";
- attivare i servizi di rimozione e smaltimento dell'amianto in matrice compatta provenienti da utenze domestiche ai sensi dell'art.30 della L.R.19/2014 e nel rispetto dei criteri regionali individuati dalla DGR 3494 del 30/4/2015 e del decreto 4523 del 3/6/2015

Inoltre, ARPA Lombardia si è impegnata a propria cura e spese a:

- realizzare una sperimentazione con i droni, finalizzata a valutare la fattibilità di utilizzo dei droni stessi nella valutazione dello stato di degrado delle coperture in cemento-amianto;
- fornire supporto tecnico-scientifico al Comune di Bergamo nella eventuale redazione di un Capitolato Tecnico per l'esecuzione di un rilievo ad alta risoluzione da aereo e/o drone delle coperture in cemento-amianto, ovvero fornire supporto per la realizzazione del medesimo rilievo, compatibilmente con lo sviluppo della propria capacità operativa e nell'ambito delle procedure previste dalla Legge.

Infatti, gli Enti coinvolti hanno convenuto che, successivamente alla sperimentazione con i droni effettuata da ARPA Lombardia e sulla base delle risultanze della stessa, verrà valutata congiuntamente l'opportunità di eseguire ulteriori rilevazioni con utilizzo di droni e/o aereo, in zone particolarmente sensibili del territorio comunale, finalizzate alla localizzazione precisa (Via e N. Civico) di ogni copertura individuata, oltre alla schedatura di dettaglio della stessa, che consentirà di definire le priorità di smaltimento in funzione

dello stato della copertura medesima. Tale attività verrà eseguita dal Comune di Bergamo, a propria cura e spese attraverso il supporto di ARPA Lombardia o l'affidamento del servizio a Ditta specializzata, selezionata con le procedure ad evidenza pubblica previste dal nuovo Codice dei Contratti D.Lgs. N. 50/2016.

In una seconda fase, acquisiti i dati emersi dalla mappatura, verranno valutate le ulteriori possibili azioni strategiche da implementare con la finalità di sostenere e incentivare interventi di bonifica delle coperture, azioni di efficientamento energetico degli edifici, con conseguente riduzione dei consumi e delle emissioni in atmosfera.

Rischi naturali

Entrando nel merito dei rischi naturali si richiama quanto citato nel paragrafo dedicato al contesto ambientale e territoriale. Secondo l'O.P.C.M. n. 3.274 rilasciata il 20 marzo 2003 sulla G.U. n. 105 del 08 maggio 2003, il Comune di Bergamo rientra nella classe di pericolosità sismica 3, su una scala di pericolosità decrescente costituita da 4 classi. Tale classe comprende quelle aree che possono essere soggette a scuotimenti modesti. Infatti, nelle zone di pericolosità sismica 3 possono verificarsi forti terremoti, seppure rari. La classificazione della pericolosità sismica si basa sull'analisi delle probabilità che un territorio venga interessato, in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni), da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo.

La classificazione per il Comune di Bergamo si è mantenuta inalterata anche nell'ultimo aggiornamento del 2015 [Dipartimento della Protezione Civile].

Rifacendosi alla Carta di Sintesi, contenuta nello Studio di Settore Geologico ed Idrogeologico, aggiornato al 21 settembre 2011, ai sensi della D.G.R. n. 8/7374 del 28 maggio 2008, si entra nel dettaglio delle aree caratterizzate da pericolosità omogenea per la presenza di uno o più fenomeni di rischio, in atto o potenziale, o da vulnerabilità idrogeologica.

Per quanto riguarda le aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti si hanno le seguenti classi:

- Cr: aree potenzialmente soggette a crolli di massi, cioè pareti di limitate dimensioni che presentano, per la loro verticalità e la geometria del sistema di discontinuità, che pervadono l'ammasso roccioso, la possibilità di distacco di blocchi;
- SI1: aree a pericolosità potenziale legata alla possibilità di innesco di scivolamenti di coperture detritiche costituite da materiali fini (argilla e limo) su pendii ad elevata acclività;
- SI2: aree a pericolosità potenziale legata alla possibilità di innesco di scivolamenti di coperture detritiche a tessitura mista su pendii mediamente acclivi, con spessore della copertura detritica minore rispetto a SI1;

- SI3: aree a pericolosità potenziale legata alla possibilità di innesco di scivolamenti di coperture detritiche superficiali a tessitura mista su pendii a bassa acclività;
- Tor: aree di pertinenza torrentizia le cui dinamiche sono governate dallo scorrimento di acque all'interno di solchi di ruscellamento concentrato.

In quest'ultimo caso le criticità sono causate dall'erosione accelerata delle sponde e dalla possibilità di scivolamenti superficiali dei depositi sia coesivi che incoerenti. Sono comprese le fasce perimetrali, le incisioni torrentizie lungo i versanti collinari e le aree potenzialmente interessate da flussi di detrito in corrispondenza di conoidi pedemontani al raccordo versante pianura.

Per quanto riguarda invece le aree vulnerabili dal punto di vista idraulico si hanno le seguenti classi:

- FI: aree adiacenti ai corsi d'acqua da mantenere a disposizione per consentire l'accessibilità per interventi di manutenzione e la realizzazione di interventi di difesa.
- In1: aree potenzialmente inondabili individuate con criteri geomorfologici con rischio di allagabilità e ristagno delle acque controllata dalla deposizione di sedimenti limosi e dalla presenza di manufatti.

In quest'ultima classe sono comprese anche le fasce limitrofe al corso del Torrente Morla sino all'ingresso nel perimetro urbano e l'area del bacino di Petosino lungo il corso del Torrente Quisa.

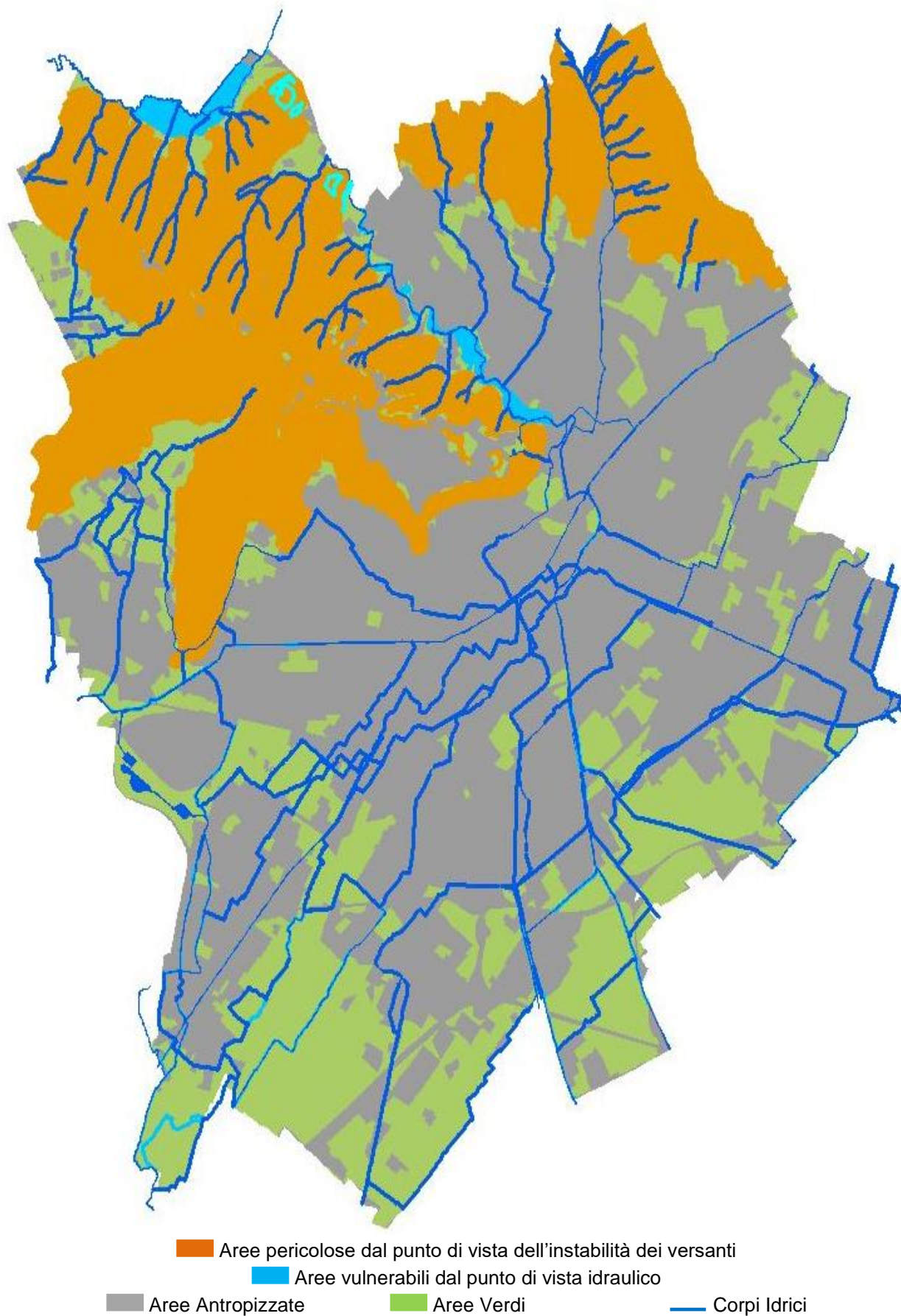
Le aree interessate dal punto di vista sia idraulico sia dell'instabilità dei versanti risultano essere il 27% dell'intera superficie comunale, localizzate prevalentemente a Nord, nella fascia collinare del territorio ed interessate per lo più da pericolosità potenziale di scivolamenti di coperture detritiche a diversa tessitura su pendii con acclività variabile.

Tabella 4.11 - Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti ed aree vulnerabili dal punto di vista idraulico

Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti	Superficie	
	[ha]	[%]
Cr – Aree potenzialmente soggetta a crollo di massi	3,56	0,09
SI1 - Aree a pericolosità potenziale di scivolamenti di coperture detritiche fini su pendii ad elevata acclività	273,00	6,77
SI2 – Aree a pericolosità potenziale di scivolamenti di coperture detritiche a tessitura mista su pendii mediamente acclivi	232,59	5,77
SI3 - Aree a pericolosità potenziale di scivolamenti di coperture detritiche superficiali a tessitura mista su pendii a bassa acclività	432,18	10,72
Tor – Aree di pertinenza torrentizia	63,73	1,58
Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico	Superficie	
	[ha]	[%]
FI - Aree adiacenti ai corsi d'acqua	42,15	1,05
In1 – Aree potenzialmente inondabili	29,21	0,72
Totale	Superficie	
	[ha]	[%]
	076,42	26,71

Fonte: Comune di Bergamo, 2014.

Figura 4.10 – Aree pericolose dal punto di vista dell’instabilità dei versanti ed aree vulnerabili dal punto di vista idraulico



Fonte: Comune di Bergamo, 2014.

Sempre rifacendosi alla Carta di Sintesi, le caratteristiche geotecniche e geomeccaniche del sottosuolo sono suddivise nelle seguenti classi:

- Gt1¹⁴: aree con tessitura prevalentemente argilloso-limosa e subordinate sabbie e/o ghiaie, con scadenti caratteristiche geotecniche, drenaggio difficoltoso e limitata capacità portante;
- Gt2¹⁵: aree pedemontane e pedecollinari costituite prevalentemente da argille e limi, subordinate ghiaie e sabbie con inclusi litoidi più o meno alterati;
- Gt3¹⁶: aree con consistenti disomogeneità tessiturali laterali e verticali¹⁷, con capacità portante da scarsa a buona, ma molto variabile in spazi ristretti;
- Gt4¹⁸: aree con buone caratteristiche geotecniche e discreta capacità portante, costituite da depositi alluvionali e fluvioglaciali con forti eterogeneità tessiturali;
- Gt5¹⁹: aree con buone caratteristiche geotecniche e capacità portante;
- Gm1²⁰: aree con caratteristiche geomeccaniche da sufficienti a discrete;
- Gm2²¹: aree con caratteristiche geomeccaniche da sufficienti a buone;
- Rip: aree caratterizzata da consistenti accumuli eterogenei di materiale riportato.

Le classi Gt1, Gt2, Gt3, Gt4 e Gt5 fanno parte dei Depositi quaternari, la classe Rip del Depositi antropici, mentre, infine, le classi Gm1 e Gm2 del Substrato roccioso.

Facendo riferimento a queste ultime due classi, si constata che le litologie affioranti nell'ambito della Città di Bergamo presentano nel complesso valori di resistenza a compressione medio alti. Gli ammassi rocciosi sono generalmente compatti, mentre situazioni di particolare stress strutturale sono stati rilevati in affioramenti prossimi a piegamenti e/o faglie.

Rischio di Incidente Rilevante – RIR

Sul territorio comunale non sono presenti aziende a Rischio di Incidente Rilevante – RIR, cioè stabilimenti in cui si ha la presenza di determinate sostanze o categorie di sostanze, potenzialmente pericolose, in quantità tali da superare determinate soglie, ovvero sostanze, realmente presenti o previste, che si reputano possano essere generate in

¹⁴ Appartengono a questo gruppo i bacini lacustri postglaciali di Longuelo e Petosino.

¹⁵ Appartiene a questo gruppo la zona pedecollinare di Valtesse.

¹⁶ Questa zona occupa una superficie pari a circa un terzo del territorio comunale compresa la fascia di transizione tra i depositi pedecollinari e quelli dell'alta pianura.

¹⁷ La disomogeneità litologica è in parte dovuta alla presenza di "correnti d'acqua sotterranee" originate dall'infiltrazione di acqua dalle rogge.

¹⁸ Queste zone sono distribuite nella fascia pedecollinare.

¹⁹ Occupa la parte meridionale del territorio cittadino, dove l'assetto stratigrafico ed idrogeologico assumono caratteristiche omogenee e simili a quelle della media pianura bergamasca. Il sottosuolo presenta un grado di eterogeneità sia verticale che orizzontale minore rispetto alla zona Gt3.

²⁰ Appartengono a questo gruppo gli affioramenti delle Peliti Rosse.

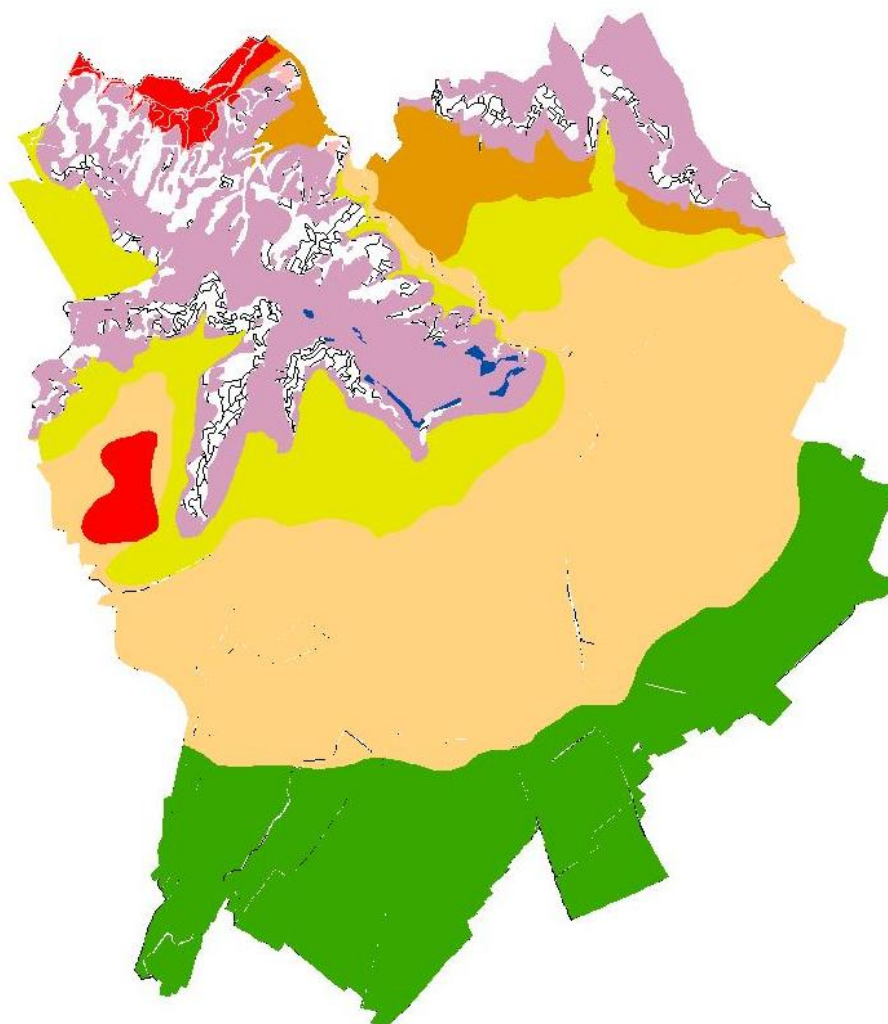
²¹ In questo gruppo ricadono tutte le altre formazioni geologiche affioranti sui colli di Bergamo.

caso di perdita di controllo di un processo industriale (Art.2 del D.Lgs. n. 334/1999 e s.m.i.).

Sottosuolo

Nella seguente Figura 4.3 e Tabella 4.3 sono rappresentate e sintetizzate all'interno del territorio comunale le aree aventi caratteristiche geotecniche e geomeccaniche diverse del sottosuolo.

Figura 4.3 – Aree con caratteristiche geotecniche e geomeccaniche diverse del sottosuolo



- Gt1 - Aree prevalentemente argillose–limose, con scadenti caratteristiche geotecniche
- Gt2 - Aree pedemontane e pedecollinari
- Gt3 - Aree con consistenti disomogeneità tessiturali e capacità portante da scarsa a buona
- Gt4 - Aree con buone caratteristiche geotecniche e discreta capacità portante
- Gt5 - Aree con buone caratteristiche geotecniche e capacità portante
- Gm1 - Aree con caratteristiche geomeccaniche da sufficienti a discrete
- Gm2 - Aree con caratteristiche geomeccaniche da sufficienti a buone
- Rip - Aree caratterizzate da riporti eterogenei di materiale

Fonte: Comune di Bergamo, 2014.

Tabella 4.3 - Aree con caratteristiche geotecniche e geomeccaniche diverse del sottosuolo

Aree con caratteristiche geotecniche e geomeccaniche diverse del sottosuolo	Superficie	
	[ha]	[%]
Gt1 – Aree prevalentemente argillose–limose, con scadenti caratteristiche geotecniche, drenaggio difficoltoso e limitata capacità portante	87,58	2,17
Gt2 – Aree pedemontane e pedecollinari	157,65	3,91
Gt3 – Aree con consistenti disomogeneità tessiturali verticali e laterali e capacità portante da scarsa a buona	428,83	35,45
Gt4 – Aree con buone caratteristiche geotecniche e discreta capacità portante	515,21	12,78
Gt5 – Aree con buone caratteristiche geotecniche e capacità portante	861,29	21,37
Gm1 – Aree con caratteristiche geomeccaniche da sufficienti a discrete	3,49	0,09
Gm2 - Aree con caratteristiche geomeccaniche da sufficienti a buone	582,12	14,44
Rip – Aree caratterizzate da riporti eterogenei di materiale	10,91	0,27

Fonte: Comune di Bergamo, 2014.

CAPITOLO 5 - RIFIUTI

Nel 2015, la produzione di rifiuti urbani totali nel Comune di Bergamo è stata pari a 62.722,032 t, con un lieve decremento rispetto al 2014. È interessante notare come la quantità totale di rifiuti raccolti sia diminuita dal 2010 al 2013 anche in relazione a differenti oscillazioni nel numero degli abitanti residenti, mentre nel 2014 si è verificato un incremento dei rifiuti raccolti (63.160,629 t contro le 60.669,480 t del 2013), nonostante un lieve aumento della popolazione comunale (119.144 abitanti del 2014 contro i 119.049 abitanti del 2013). Nel 2015, invece, sebbene si sia verificato un debole incremento delle popolazione (119.381 abitanti) sono stati raccolti quantità inferiori di rifiuti rispetto agli anni precedenti.

Per poter meglio valutare la gestione dei rifiuti a livello comunale occorre disaggregare i rifiuti prodotti e raccolti nelle diverse componenti: rifiuti indifferenziati e raccolta differenziata.

In attuazione della L.R. n. 26 del 12 dicembre 2003 - Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale - Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e delle risorse idriche, la Provincia di Bergamo, Settore Ambiente, ha adottato il Piano Provinciale di Gestione dei Rifiuti (PPGR), con l'obiettivo di raggiungere entro il 2013 il 60% di raccolta differenziata. Già nel 2006 la Provincia di Bergamo ha superato la percentuale del 50% di raccolta differenziata, che la L. 27 dicembre 2006, n. 269 e la L.R. 29 giugno 2009, n. 10 avevano fissato come obiettivo da raggiungere entro il 2009.

Si è pertanto proceduto all'elaborazione dei dati, riguardanti i rifiuti urbani, estrapolati dall'applicativo web O.R.So. – Osservatorio Rifiuti Sovra-Regionale, banca dati gestita da ARPA Lombardia, con il fine di conoscere produzione, gestione, recupero e smaltimento dei rifiuti urbani.

Dall'analisi dei dati presentati nelle Tabelle 5.1 e 5.2, emerge come la percentuale di raccolta differenziata sia in costante aumento: infatti, si nota che nel 2013 ha raggiunto il 61,0%, superando di conseguenza il livello minimo del 60%, mentre nel 2014 e nel 2015 ha conseguito rispettivamente il 64,7% e 66,0%.

Tabella 5.1 – Produzione totale di rifiuti nella Città di Bergamo (2010-2015)

	Codice CER	Descrizione	2010	2011	2012	2013	2014	2015
RIFIUTI INDIFFERENZIATI (t)	200301	rifiuti urbani non differenziati	28.948,282	27.376,740	26.189,610	21.746,480	20.261,170	19.129,350
	200303	residui della pulizia stradale	1.246,100	1.496,740	1.280,400	1.320,470	1.188,450	1.182,730
	200399	rifiuti urbani non specificati altrimenti			21,520	21,900		27,845
RIFIUTI DIFFERENZIATI (t)	200101	carta e cartone	7.836,760	7.496,670	7.322,510	7.492,970	7.350,120	7.124,970
	200102	vetro	13,780	2,680	1,700	13,980	7,150	
	200108	rifiuti biodegradabili di cucine e mense	8.349,970	8.965,860	9.198,550	10.179,330	11.431,000	11.634,670
	200110	abbigliamento	203,720	181,490	132,660	158,845	237,345	234,185
	200125	oli e grassi commestibili		41,150	39,160	29,735	26,190	33,650
	200127	vernici, inchiostri, adesivi e resine contenenti sostanze pericolose	33,150	33,910	27,273	13,827	12,860	12,734
	200132	medicinali ¹	14,820	14,372	15,240	44,400	16,920	9,960
	200131	medicinali citotossici e citostatici						7,180
	200133	batterie e accumulatori	10,675	20,925	19,511		18,730	17,940
	200138	legno	1.503,220	1.629,274	1.521,750	1.380,720	1.712,390	2.662,340
	200140	metallo	483,440	382,410	351,080	357,790	515,320	570,570
	200201	rifiuti biodegradabili	3.250,523	3.778,260	4.208,201	4.967,519	4.984,200	2.293,000
	200203	altri rifiuti non biodegradabili					33,200	
	200307	rifiuti ingombranti	1.335,880	1.415,710	1.251,010	1.373,948	1.459,150	1.677,560
	150101	imballaggi in carta e cartone	3.006,470	2.767,770	2.650,290	2.810,720	2.656,250	2.638,320
	150102	imballaggi in plastica	28,559	25,600	220,185	1.992,145	2.437,900	2.563,510
	150103	imballaggi in legno	59,790	25,950	66,460	254,180	367,720	9,180
	150104	imballaggi metallici	2,760	4,300	11,740	14,990	0,410	
	150107	imballaggi in vetro	6.236,509	6.197,657	6.150,433	6.243,650	8.075,890	8.021,020
	080318	toner per stampa esauriti	4,570	5,361	5,790	5,405	5,410	8,770
	150203	assorbenti, materiali filtranti, stracci e indumenti protettivi	3,510		3,870			0,390
	160103	pneumatici fuori uso	411,950	288,670	25,670	16,910	23,400	30,550
	160214	apparecchiature fuori uso	167,950	168,435	159,835	57,170	126,390	132,370
	170411	cavi	2,120	0,830	1,940	0,750	0,410	1,090
	170904	rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione	643,370	770,120	714,750	712,500	896,100	934,850
	200304	fanghi delle fosse settiche				3,520		
	200306	rifiuti della pulizia delle fognature	36,960	45,740	148,370	18,970		
	130206	oli sintetici per motori, ingranaggi e lubrificazione	4,210	4,433	3,610	3,500	6,050	
	130208	altri oli per motori, ingranaggi e lubrificazione						0,920
	160107	filtri dell'olio	0,310	0,480	0,300			
	160211	apparecchiature fuori uso contenenti clorofluorocarburi, HCFC, HFC	8,150		6,500			4,610
	160213	apparecchiature fuori uso contenenti componenti pericolosi	1,170	0,050	0,130	0,980	3,270	10,280
	160601	batterie al piombo	0,010		3,300			
	170605	materiali da costruzione contenenti amianto		0,220	0,140			
	180103	rifiuti che devono essere raccolti e smaltiti applicando precauzioni	57,580	71,090	49,090		0,089	
	200121	tubi fluorescenti ed altri rifiuti contenenti mercurio					3,511	3,661
200123	apparecchiature fuori uso contenenti clorofluorocarburi (CFC)					52,750	62,220	
200135	apparecchiature elettriche ed elettroniche fuori uso contenenti componenti pericolosi					72,763		
200136	apparecchiature elettriche ed elettroniche fuori uso ²					107,51	56,530	

*Note: (1) Dal mese di Agosto 2015 cambio CER da 200132 a 200131.

(2) Nel corso del 2015 cambio CER da 200136 a 160214.

Fonte: Applicativo O.R.So. – Osservatorio Rifiuti Sovra-Regionale, ARPA Lombardia.

Tabella 5.2 – Produzione totale di rifiuti nella Città di Bergamo (2010-2015)

Descrizione	2010	2011	2012	2013	2014	2015
RUInd ≡ Rifiuti Urbani Indifferenziati [Kg/anno]	28.954.502	27.408.030	26.236.300	21.793.520	20.306.780	19.188.290
SPAZZ ≡ Spazzamento Stradale [Kg/anno]	1.246.100	1.496.740	1.280.400	1.320.470	1.188.450	1.182.730
Ring ≡ Ingombranti a Smaltimento [Kg/anno]	1.146.177	1.233.367	914.739	842.879	1.061.532	1.258.506
RIngR ≡ Ingombranti a Recupero [Kg/anno]	189.703	182.343	336.271	531.069	397.618	419.054
RD ≡ Raccolta Differenziata [Kg/anno]	32.135.259	32.409.094	32.409.439	36.181.542	40.206.249	40.673.452
TOTALE RIFIUTI URBANI [Kg/anno]	63.671.741	62.729.574	61.177.149	60.669.480	63.160.629	62.722.032
% RACCOLTA DIFFERENZIATA BERGAMO	50,8	52,0	53,5	60,5	64,3	65,5
% RACCOLTA DIFFERENZIATA ITALIA	-	-	40,0	42,3	45,2	47,5

Fonte: Applicativo O.R.So. – Osservatorio Rifiuti Sovra-Regionale, ARPA Lombardia. ISPRA, Rapporto Rifiuti Urbani, 2016.

L'Osservatorio Provinciale di Bergamo sulla produzione, lo smaltimento e la raccolta differenziata dei rifiuti utilizza per il calcolo della percentuale di Raccolta Differenziata il metodo elaborato a partire dai dati 2004 dall'Osservatorio Regionale presso ARPA Lombardia e riassunto dalla seguente formula:

$$\% RD = \frac{RD + RingR}{(RUInd + SPAZZ + Ring + RD)} \times 100$$

dove:

- **RD** ≡ Raccolta Differenziata: comprende tutte le frazioni di rifiuto che sono raccolte separatamente (rispetto al flusso indifferenziato destinato a smaltimento). Essa può essere finalizzata al recupero di materia o alla produzione di energia (ad es. attraverso un processo di riciclaggio o compostaggio) oppure allo smaltimento in condizioni di sicurezza per l'ambiente e la salute di alcune sostanze ad elevato potere inquinante (ad es. nel caso dei Rifiuti Urbani Pericolosi);
- **RIngR** ≡ Rifiuti Ingombranti a Recupero: quota parte degli ingombranti destinati al recupero, calcolata sulla base delle rese dichiarate dagli impianti (desumibili dalle informazioni ricevute dagli impianti);
- **RUInd** ≡ Rifiuti Urbani Indifferenziati: rifiuti urbani destinati a smaltimento in discarica o inceneritore (frazione residuale);
- **SPAZZ** ≡ Spazzamento Stradale: rifiuti derivanti da operazioni di pulizia delle strade;
- **RIng** ≡ Rifiuti Ingombranti: rifiuti di origine domestica di dimensioni e ingombro tali da non poter rientrare nel circuito di raccolta dei RUInd (ad es. mobili e pezzi d'arredamento, grossi imballi), generalmente costituiti da materiali suscettibili di recupero.

Analizzando anche la percentuale di Raccolta Differenziata nel Comune di Bergamo con quella Nazionale si vede come quella comunale sia sempre maggiore di circa il 34-43%.

Si segnala che con Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare D.M. del 26/05/2016 sono state emanate le "Linee guida relative al calcolo della percentuale di raccolta differenziata dei rifiuti urbani e assimilati". Le linee guida forniscono indirizzi e criteri per il calcolo della percentuale di raccolta differenziata dei rifiuti urbani e assimilati raggiunta in ciascun Comune, al fine di uniformare, sull'intero territorio nazionale, il metodo di calcolo della stessa. E' previsto, in particolare, che nel calcolo dei quantitativi delle raccolte differenziate sono da considerare anche:

- rifiuti ingombranti misti a recupero: ingombranti raccolti separatamente dai rifiuti indifferenziati ed inviati ad impianti di trattamento finalizzati al recupero;
- rifiuti da spazzamento stradale a recupero: rifiuti da spazzamento stradale raccolti separatamente dai rifiuti indifferenziati ed inviati ad impianti di trattamento finalizzati al recupero;
- rifiuti da costruzione e demolizione: provenienti solo da piccoli interventi di rimozione eseguiti direttamente dal conduttore della civile abitazione.

E' data inoltre facoltà alle Regioni di conteggiare nella raccolta differenziata anche i rifiuti avviati a compostaggio domestico, di prossimità e di comunità nei Comuni che hanno, con proprio atto, disciplinato questa attività garantendone la tracciabilità e il controllo.

Nel corso della riunione degli Osservatorio Provinciali tenutasi presso gli Uffici Regionali il 20/10/2016 è stato evidenziato che il nuovo metodo sarà applicato a partire dai dati 2016.

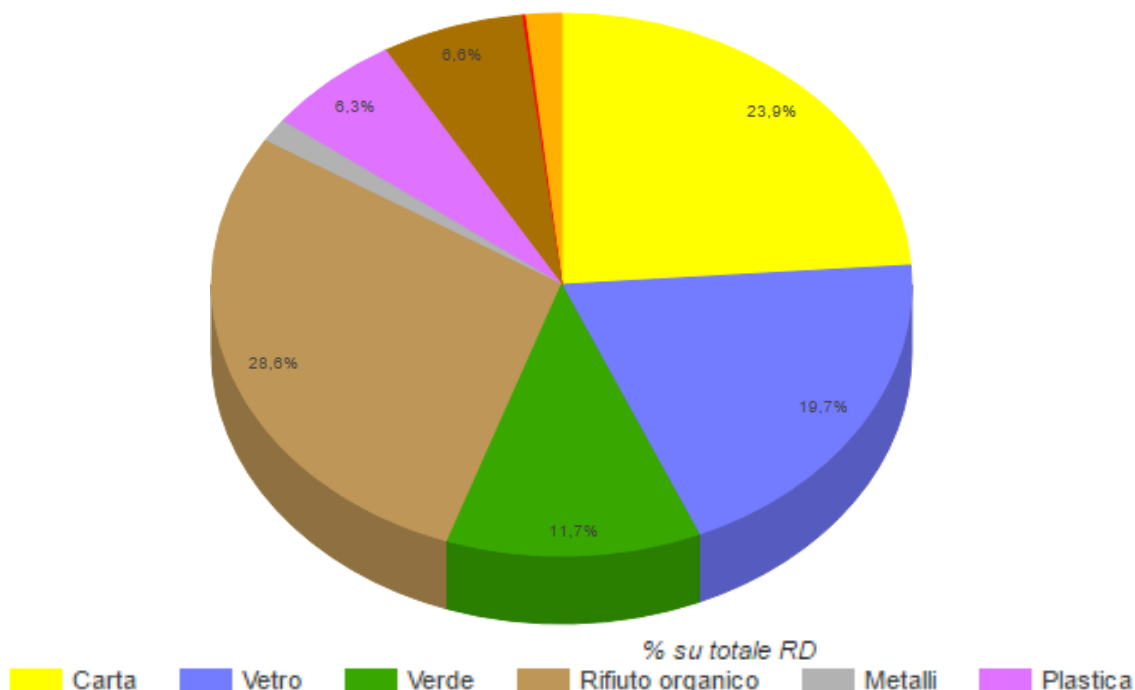
Come si può notare dalla Tabella 5.3 e dalla Figura 5.1, molte sono le frazioni merceologiche raccolte in modo differenziato nel Comune di Bergamo: quelle più significative in termini di quantità raccolta nel 2015 sono i rifiuti organici (28,61%), carta e cartone (23,86%), vetro (19,72%) e verde (11,71%).

Tabella 5.3 – Composizione Merceologica della Raccolta Differenziata nel Comune di Bergamo – Anno 2015

	Trend	Comune			Zona altimetrica Collina		Zona omogenea Area urbana di Bergamo		Provincia	
		Totale (kg/anno)	% su totale RD	Procapite (kg/ab.*anno)	% su totale RD	Procapite (kg/ab.*anno)	% su totale RD	Procapite (kg/ab.*anno)	% su totale RD	Procapite (kg/ab.*anno)
Carta	▲▲▲	9.704.350	23,86%	81.289	22,68%	63.459	23%	69.013	21,87%	55.732
Vetro	▲▲▲	8.021.020	19,72%	67.188	12,1%	33.862	14,01%	42.042	11,51%	29.341
Verde	▲▲▲	4.763.000	11,71%	39.897	16,01%	44.812	14,89%	44.671	18,15%	46.269
Rifiuto organico	▲▲▲	11.634.670	28,61%	97.458	25,7%	71.932	26,59%	79.764	22,47%	57.277
Metalli	▲▲▲	570.570	1,4%	4.779	2,22%	6.218	2,19%	6.570	2,65%	6.745
Plastica	▲▲▲	2.563.510	6,3%	21.473	6,46%	18.065	6,47%	19.417	6,6%	16.828
Legno	▲▲▲	2.671.520	6,57%	22.378	6,94%	19.423	6,87%	20.619	7,87%	20.066
Rifiuti urbani pericolosi:										
- Accumulatori per auto	▲▲▲	0	0%	0,000	0,04%	0,122	0,03%	0,083	0,04%	0,102
- Cartucce e toner per stampa	▲▲▲	8.770	0,02%	0,073	0,02%	0,054	0,03%	0,076	0,02%	0,050
- Farmaci e medicinali	▲▲▲	17.140	0,04%	0,144	0,03%	0,097	0,04%	0,111	0,04%	0,099
- Oli, filtri e grassi minerali	▲▲▲	920	0%	0,008	0,04%	0,115	0,03%	0,098	0,05%	0,139
- Pile e batterie	▲▲▲	17.940	0,04%	0,150	0,04%	0,119	0,05%	0,161	0,05%	0,136
- Contenitori T e F	▲▲▲	12.734	0,107	0,107	0,1%	0,289	0,1%	0,314	0,17%	0,428
- Siringhe	▲▲▲	0	0%	0,000	0%	0,000	0%	0,000	0%	0,000
Altre raccolte:										
- Altri metalli o leghe	▲▲▲	0	0%	0,000	0,01%	0,032	0,07%	0,199	0,11%	0,269
- Oli e grassi vegetali	▲▲▲	33.650	0,08%	0,282	0,09%	0,245	0,09%	0,265	0,1%	0,245
- Pneumatici fuori uso	▲▲▲	30.550	0,08%	0,256	0,06%	0,156	0,06%	0,173	0,08%	0,213
- Raccolta multimateriale	▲▲▲	0	0%	0,000	5,16%	14.435	3,36%	10.078	5,49%	14.000
- RAEE	▲▲▲	387.443	0,95%	3,245	1,41%	3.939	1,21%	3.635	1,76%	4.474
- Stracci e indumenti dismessi	▲▲▲	234.575	0,58%	1,965	0,88%	2.472	0,91%	2.730	0,97%	2.468
- Altro	▲▲▲	1.090	0%	0,009	0%	0,003	0%	0,004	0%	0,003
TOTALE		40.673.452	100%	340.703	100%	279.848	100%	300,025	100%	254,885

Fonte: Osservatorio Provinciale di Bergamo sulla produzione, lo smaltimento e la raccolta differenziata dei rifiuti, 2015.

Figura 5.1 – Composizione Merceologica della Raccolta Differenziata nel Comune di Bergamo – Anno 2015



Fonte: Osservatorio Provinciale di Bergamo sulla produzione, lo smaltimento e la raccolta differenziata dei rifiuti, 2015.

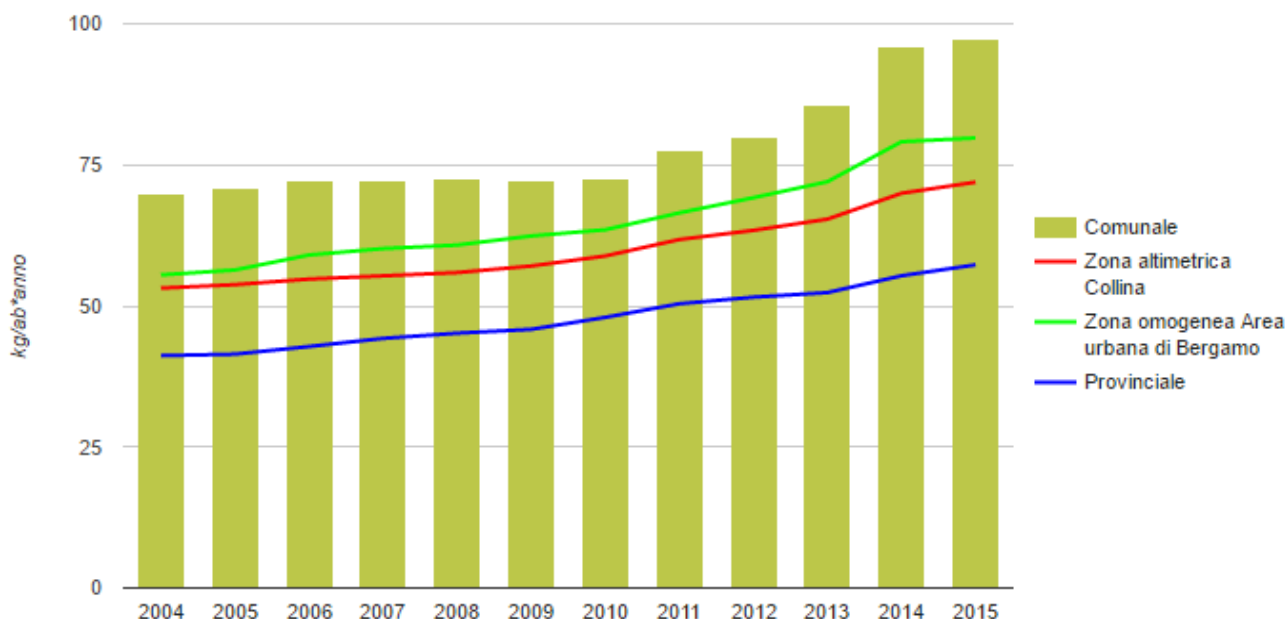
Nelle seguenti Tabelle e Grafici vengono visualizzate ed analizzate le Raccolte Differenziate di Rifiuti Organici, Carta e Cartone, Vetro, Verde, Legno, Plastica, Metalli, Rifiuti Urbani Pericolosi ed Altre Raccolte dal 2004 al 2015.

Tabella 5.4 – Raccolta Differenziata dei Rifiuti Organici nel Comune di Bergamo – Anno 2015

Anno	Comune		Zona altimetrica Collina		Zona omogenea Area urbana di Bergamo		Provincia	
	Totale (Kg/anno)	Procapite (Kg/ab. *anno)	Totale (Kg/anno)	Procapite (Kg/ab. *anno)	Totale (Kg/anno)	Procapite (Kg/ab. *anno)	Totale (Kg/anno)	Procapite (Kg/ab. *anno)
2004	7.978.860	70,023	17.468.873	53,146	14.696.820	55,483	41.855.521	41,176
2005	8.082.080	71,069	17.794.328	53,761	15.006.077	56,361	42.568.646	41,443
2006	8.144.190	72,345	18.189.486	54,750	15.734.300	59,019	44.359.547	42,794
2007	8.118.310	72,374	18.559.248	55,321	16.113.900	60,152	46.434.412	44,234
2008	8.203.650	72,716	18.976.581	55,900	16.425.590	60,781	48.073.334	45,161
2009	8.213.620	72,139	19.540.934	57,065	16.987.450	62,394	49.194.195	45,841
2010	8.349.970	72,474	20.327.660	58,840	17.449.160	63,493	51.921.880	47,963
2011	8.965.860	77,711	21.426.260	61,757	18.351.850	66,484	54.751.630	50,375
2012	9.198.550	79,937	22.084.140	63,386	19.138.730	69,173	56.389.190	51,541
2013	10.179.330	85,745	23.200.360	65,372	20.297.160	72,009	57.979.400	52,354
2014	11.431.000	96,057	24.883.200	69,960	22.337.270	79,093	61.362.030	55,338
2015	11.634.670	97,458	25.618.750	71,932	22.519.420	79,764	63.479.840	57,277

Fonte: Osservatorio Provinciale di Bergamo sulla produzione, lo smaltimento e la raccolta differenziata dei rifiuti, 2015.

Figura 5.2 – Raccolta Differenziata dei Rifiuti Organici nel Comune di Bergamo – Anno 2015



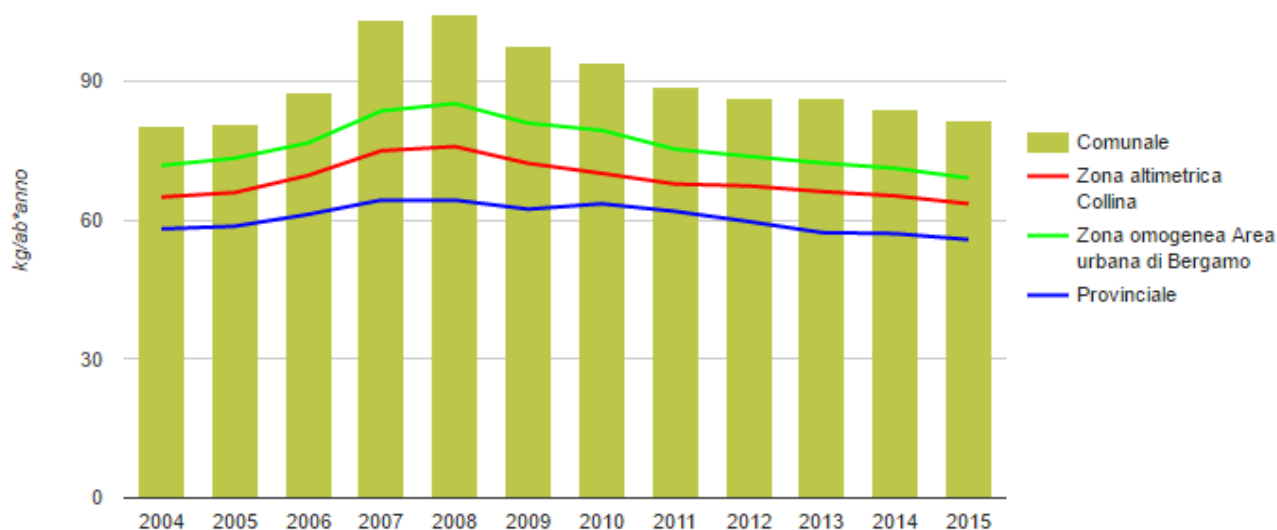
Fonte: Osservatorio Provinciale di Bergamo sulla produzione, lo smaltimento e la raccolta differenziata dei rifiuti, 2015.

Tabella 5.5 – Raccolta Differenziata di Carta e Cartone nel Comune di Bergamo – Anno 2015

Anno	Comune		Zona altimetrica Collina		Zona omogenea Area urbana di Bergamo		Provincia	
	Totale (Kg/anno)	Procapite (Kg/ab. *anno)	Totale (Kg/anno)	Procapite (Kg/ab. *anno)	Totale (Kg/anno)	Procapite (Kg/ab. *anno)	Totale (Kg/anno)	Procapite (Kg/ab. *anno)
2004	9.163.837	80,422	21.337.756	64,916	18.999.260	71,725	58.993.546	58,036
2005	9.170.306	80,638	21.802.197	65,869	19.510.346	73,279	60.205.759	58,614
2006	9.870.100	87,677	23.114.400	69,574	20.419.824	76,595	63.399.688	61,161
2007	11.566.250	103,112	25.127.609	74,900	22.368.015	83,498	67.460.689	64,263
2008	11.781.000	104,425	25.735.673	75,811	22.991.754	85,079	68.398.247	64,255
2009	11.106.588	97,548	24.717.288	72,181	22.013.374	80,854	66.852.108	62,295
2010	10.837.010	94,061	24.190.547	70,022	21.793.978	79,302	68.709.886	63,470
2011	10.233.150	88,695	23.496.989	67,725	20.766.090	75,230	67.196.337	61,824
2012	9.926.110	86,260	23.454.855	67,320	20.390.299	73,697	65.238.440	59,630
2013	10.256.650	86,396	23.454.246	66,088	20.370.650	72,270	63.396.204	57,246
2014	9.960.760	83,702	23.176.754	65,163	20.083.872	71,114	63.231.222	57,024
2015	9.704.350	81,289	22.601.329	63,459	19.484.131	69,013	61.767.410	55,732

Fonte: Osservatorio Provinciale di Bergamo sulla produzione, lo smaltimento e la raccolta differenziata dei rifiuti, 2015.

Figura 5.3 – Raccolta Differenziata di Carta e Cartone nel Comune di Bergamo – Anno 2015



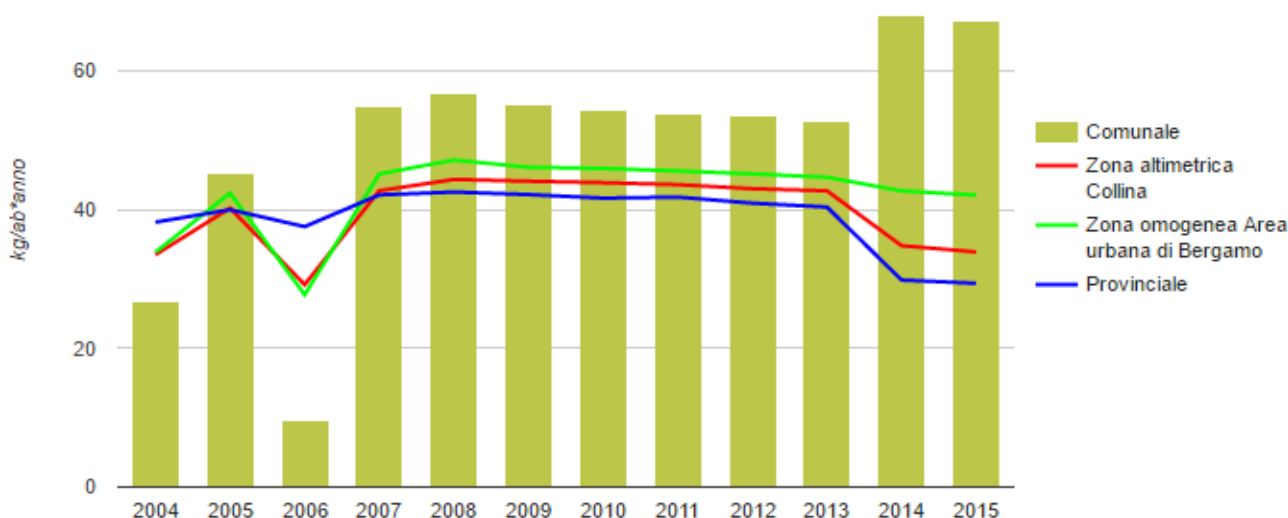
Fonte: Osservatorio Provinciale di Bergamo sulla produzione, lo smaltimento e la raccolta differenziata dei rifiuti, 2015.

Tabella 5.6 – Raccolta Differenziata del Vetro nel Comune di Bergamo – Anno 2015

Anno	Comune		Zona altimetrica Collina		Zona omogenea Area urbana di Bergamo		Provincia	
	Totale (Kg/anno)	Procapite (Kg/ab. *anno)	Totale (Kg/anno)	Procapite (Kg/ab. *anno)	Totale (Kg/anno)	Procapite (Kg/ab. *anno)	Totale (Kg/anno)	Procapite (Kg/ab. *anno)
2004	3.037.350	26.656	10.997.888	33.459	8.957.387	33.816	38.781.655	38.152
2005	5.151.180	45.296	13.297.504	40.175	11.270.712	42.332	41.034.056	39.949
2006	1.098.180	9.755	9.685.764	29.154	7.386.452	27.707	38.879.380	37.507
2007	6.159.038	54.907	14.318.064	42.679	12.079.791	45.093	44.175.625	42.082
2008	6.402.490	56.751	15.041.015	44.307	12.727.414	47.097	45.232.240	42.492
2009	6.277.510	55.135	15.085.607	44.054	12.539.560	46.057	45.206.520	42.125
2010	6.250.289	54.250	15.146.447	43.843	12.610.123	45.885	45.047.086	41.612
2011	6.200.337	53.741	15.112.791	43.559	12.566.226	45.524	45.389.157	41.761
2012	6.152.133	53.463	14.970.546	42.968	12.479.491	45.105	44.736.114	40.890
2013	6.257.630	52.710	15.140.830	42.663	12.577.955	44.623	44.667.664	40.334
2014	8.083.040	67.924	12.364.532	34.764	12.044.522	42.648	33.059.433	29.814
2015	8.021.020	67.188	12.060.169	33.862	11.869.643	42.042	32.518.197	29.341

Fonte: Osservatorio Provinciale di Bergamo sulla produzione, lo smaltimento e la raccolta differenziata dei rifiuti, 2015.

Figura 5.4 – Raccolta Differenziata del Vetro nel Comune di Bergamo – Anno 2015



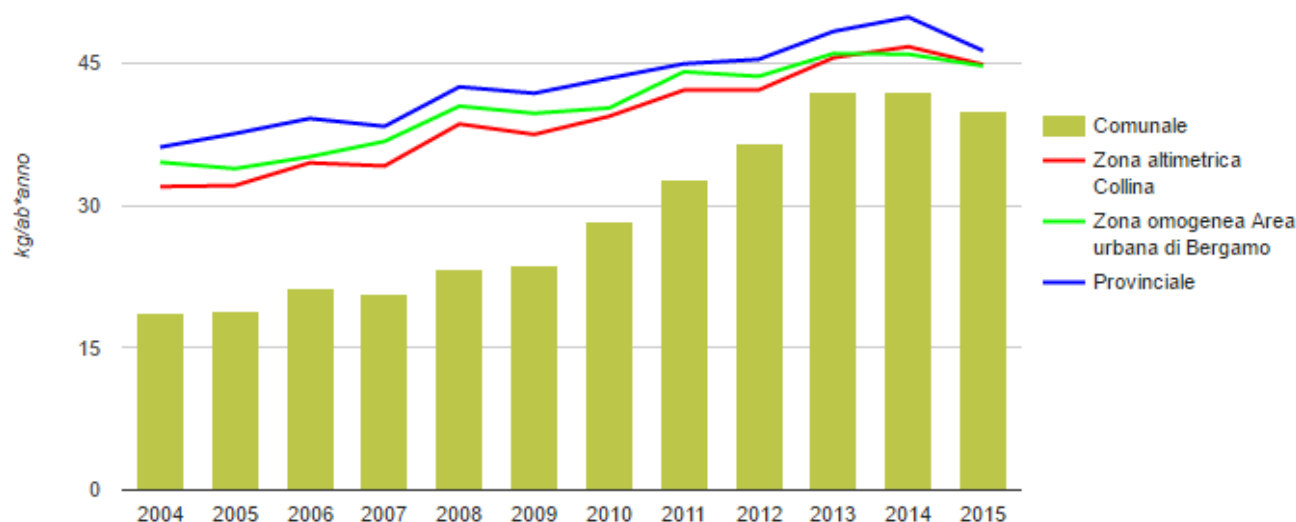
Fonte: Osservatorio Provinciale di Bergamo sulla produzione, lo smaltimento e la raccolta differenziata dei rifiuti, 2015.

Tabella 5.7 – Raccolta Differenziata del Verde nel Comune di Bergamo – Anno 2015

Anno	Comune		Zona altimetrica Collina		Zona omogenea Area urbana di Bergamo		Provincia	
	Totale (Kg/anno)	Procapite (Kg/ab. *anno)	Totale (Kg/anno)	Procapite (Kg/ab. *anno)	Totale (Kg/anno)	Procapite (Kg/ab. *anno)	Totale (Kg/anno)	Procapite (Kg/ab. *anno)
2004	2.130.530	18.698	10.506.880	31.965	9.145.700	34.527	36.711.655	36.116
2005	2.149.790	18.904	10.615.120	32.071	9.013.990	33.856	38.563.779	37.544
2006	2.403.514	21.351	11.449.580	34.463	9.359.460	35.107	40.567.108	39.135
2007	2.315.240	20.640	11.452.501	34.137	9.838.706	36.727	40.212.855	38.307
2008	2.632.780	23.337	13.087.487	38.552	10.927.020	40.434	45.205.548	42.467
2009	2.693.249	23.654	12.825.795	37.455	10.803.027	39.679	44.849.365	41.792
2010	3.250.523	28.213	13.598.518	39.362	11.058.513	40.239	46.959.796	43.379
2011	3.778.260	32.748	14.613.858	42.121	12.160.880	44.056	48.800.495	44.899
2012	4.208.201	36.570	14.681.664	42.139	12.055.251	43.571	49.632.669	45.365
2013	4.967.519	41.843	16.162.396	45.541	12.960.392	45.980	53.500.793	48.310
2014	4.984.200	41.883	16.609.183	46.698	12.964.373	45.905	55.234.873	49.813
2015	4.763.000	39.897	15.959.915	44.812	12.611.831	44.671	51.279.786	46.269

Fonte: Osservatorio Provinciale di Bergamo sulla produzione, lo smaltimento e la raccolta differenziata dei rifiuti, 2015.

Figura 5.5 – Raccolta Differenziata del Verde nel Comune di Bergamo – Anno 2015



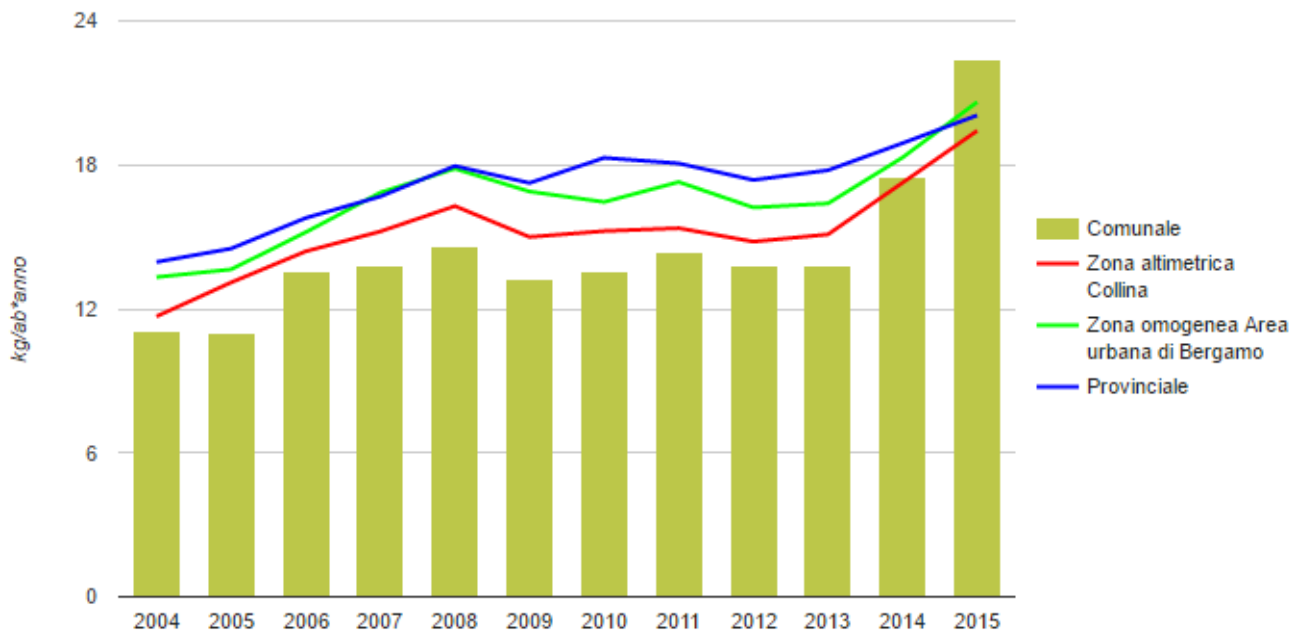
Fonte: Osservatorio Provinciale di Bergamo sulla produzione, lo smaltimento e la raccolta differenziata dei rifiuti, 2015.

Tabella 5.8 – Raccolta Differenziata del Legno nel Comune di Bergamo – Anno 2015

Anno	Comune		Zona altimetrica Collina		Zona omogenea Area urbana di Bergamo		Provincia	
	Totale (Kg/anno)	Procapite (Kg/ab. *anno)	Totale (Kg/anno)	Procapite (Kg/ab. *anno)	Totale (Kg/anno)	Procapite (Kg/ab. *anno)	Totale (Kg/anno)	Procapite (Kg/ab. *anno)
2004	1.265.370	11.105	3.840.616	11.684	3.528.860	13.322	14.182.594	13.952
2005	1.248.410	10.978	4.335.780	13.099	3.632.596	13.644	14.905.973	14.512
2006	1.526.611	13.561	4.782.860	14.396	4.049.637	15.190	16.364.527	15.787
2007	1.545.910	13.782	5.107.661	15.225	4.512.444	16.845	17.512.989	16.683
2008	1.643.820	14.571	5.528.075	16.284	4.821.487	17.841	19.111.855	17.954
2009	1.506.520	13.232	5.134.661	14.995	4.598.403	16.890	18.507.898	17.246
2010	1.563.010	13.566	5.265.345	15.241	4.521.854	16.454	19.804.737	18.295
2011	1.655.224	14.347	5.330.080	15.363	4.771.903	17.287	19.630.574	18.061
2012	1.588.210	13.802	5.156.614	14.801	4.488.831	16.224	19.003.777	17.370
2013	1.634.900	13.771	5.359.546	15.102	4.620.524	16.392	19.685.706	17.776
2014	2.080.110	17.480	6.137.980	17.257	5.170.456	18.308	20.963.457	18.906
2015	2.671.520	22.378	6.917.737	19.423	5.821.356	20.619	22.239.594	20.066

Fonte: Osservatorio Provinciale di Bergamo sulla produzione, lo smaltimento e la raccolta differenziata dei rifiuti, 2015.

Figura 5.6 – Raccolta Differenziata del Legno nel Comune di Bergamo – Anno 2015



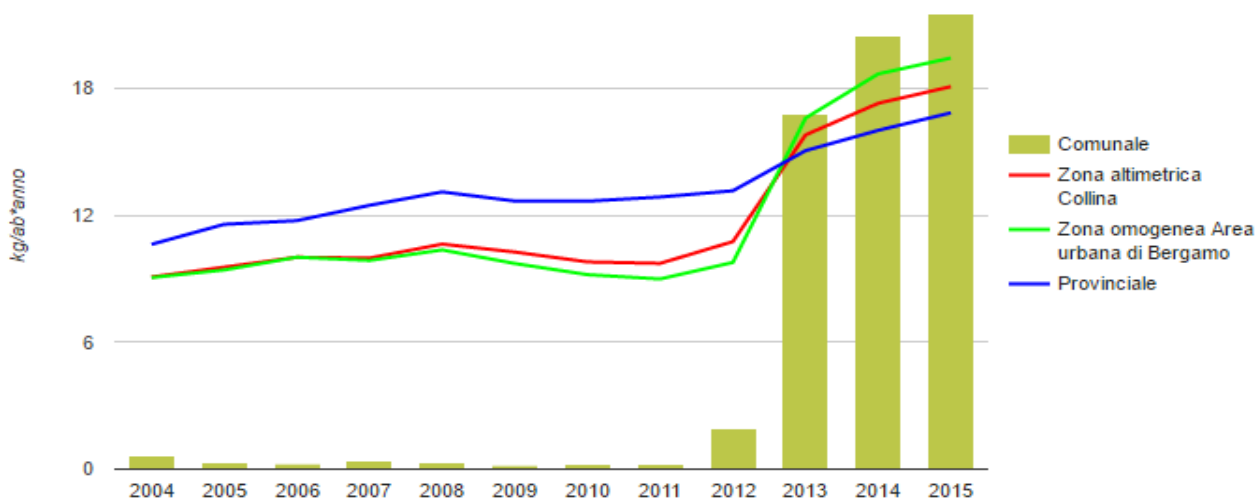
Fonte: Osservatorio Provinciale di Bergamo sulla produzione, lo smaltimento e la raccolta differenziata dei rifiuti, 2015.

Tabella 5.9 – Raccolta Differenziata della Plastica nel Comune di Bergamo – Anno 2015

Anno	Comune		Zona altimetrica Collina		Zona omogenea Area urbana di Bergamo		Provincia	
	Totale (Kg/anno)	Procapite (Kg/ab. *anno)	Totale (Kg/anno)	Procapite (Kg/ab. *anno)	Totale (Kg/anno)	Procapite (Kg/ab. *anno)	Totale (Kg/anno)	Procapite (Kg/ab. *anno)
2004	74.630	0,655	2.982.452	9,074	2.396.630	9,048	10.790.892	10,616
2005	32.560	0,286	3.157.316	9,539	2.504.310	9,406	11.875.877	11,562
2006	31.419	0,279	3.324.758	10,007	2.668.155	10,008	12.164.545	11,735
2007	46.394	0,414	3.344.129	9,968	2.640.518	9,857	13.079.901	12,460
2008	37.240	0,330	3.607.886	10,628	2.797.857	10,353	13.935.971	13,092
2009	21.205	0,186	3.510.954	10,253	2.644.037	9,711	13.587.443	12,661
2010	28.559	0,248	3.381.197	9,787	2.523.866	9,184	13.697.348	12,653
2011	25.600	0,222	3.371.478	9,718	2.479.068	8,981	13.969.077	12,852
2012	220.855	1,919	3.743.953	10,746	2.700.765	9,761	14.382.924	13,146
2013	1.992.145	16,781	5.601.801	15,784	4.672.644	16,577	16.657.022	15,041
2014	2.437.900	20,486	6.145.051	17,277	5.271.413	18,665	17.741.235	16,000
2015	2.563.510	21,473	6.433.766	18,065	5.481.931	19,417	18.649.912	16,828

Fonte: Osservatorio Provinciale di Bergamo sulla produzione, lo smaltimento e la raccolta differenziata dei rifiuti, 2015.

Figura 5.7 – Raccolta Differenziata della Plastica nel Comune di Bergamo – Anno 2015



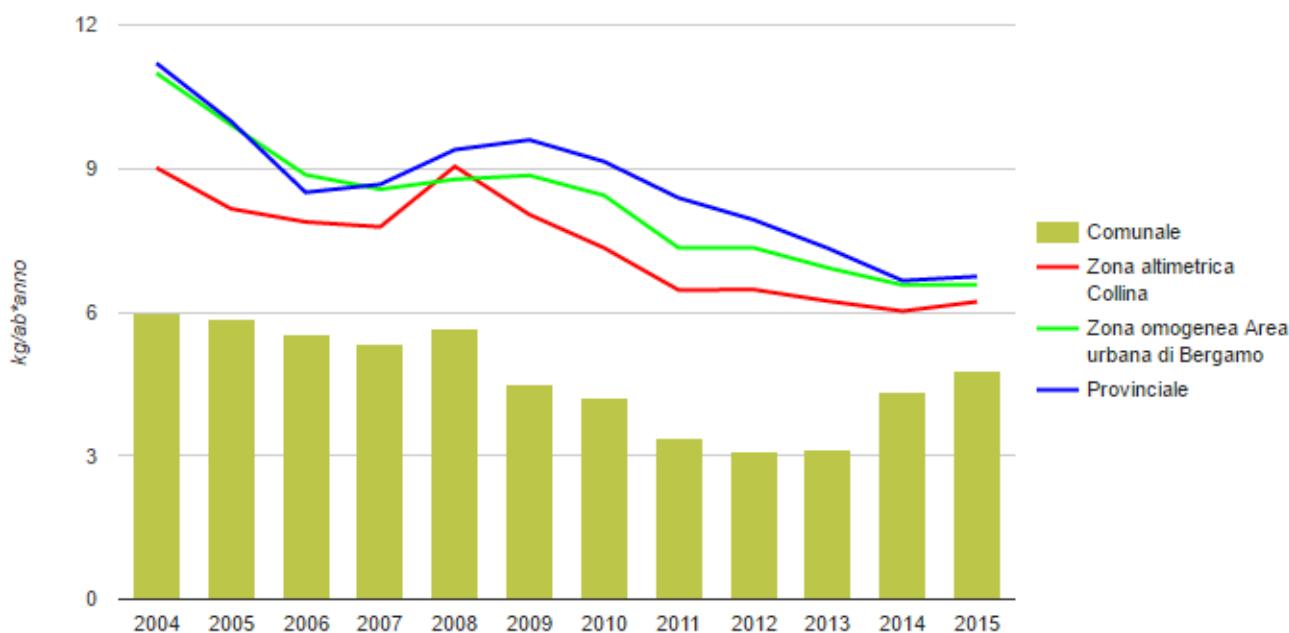
Fonte: Osservatorio Provinciale di Bergamo sulla produzione, lo smaltimento e la raccolta differenziata dei rifiuti, 2015.

Tabella 5.10 – Raccolta Differenziata dei Metalli nel Comune di Bergamo – Anno 2015

Anno	Comune		Zona altimetrica Collina		Zona omogenea Area urbana di Bergamo		Provincia	
	Totale (Kg/anno)	Procapite (Kg/ab. *anno)	Totale (Kg/anno)	Procapite (Kg/ab. *anno)	Totale (Kg/anno)	Procapite (Kg/ab. *anno)	Totale (Kg/anno)	Procapite (Kg/ab. *anno)
2004	681.443	5.980	2.963.429	9.016	2.911.954	10.993	11.386.757	11.202
2005	665.670	5.853	2.700.519	8.159	2.638.733	9.911	10.259.024	9.988
2006	621.941	5.525	2.619.295	7.884	2.364.457	8.869	8.813.363	8.502
2007	600.170	5.350	2.610.895	7.782	2.295.063	8.567	9.100.997	8.670
2008	639.102	5.665	3.070.482	9.045	2.371.462	8.775	9.999.560	9.394
2009	510.993	4.488	2.752.018	8.037	2.411.089	8.856	10.301.674	9.599
2010	486.200	4.220	2.536.333	7.342	2.319.270	8.439	9.899.406	9.145
2011	386.710	3.352	2.241.302	6.460	2.026.358	7.341	9.114.669	8.386
2012	357.760	3.109	2.254.818	6.472	2.032.223	7.345	8.676.680	7.931
2013	372.780	3.140	2.211.147	6.230	1.951.593	6.924	8.121.644	7.334
2014	515.730	4.334	2.141.663	6.021	1.854.908	6.568	7.382.454	6.658
2015	570.570	4.779	2.214.506	6.218	1.854.793	6.570	7.475.867	6.745

Fonte: Osservatorio Provinciale di Bergamo sulla produzione, lo smaltimento e la raccolta differenziata dei rifiuti, 2015.

Figura 5.8 – Raccolta Differenziata dei Metalli nel Comune di Bergamo – Anno 2015



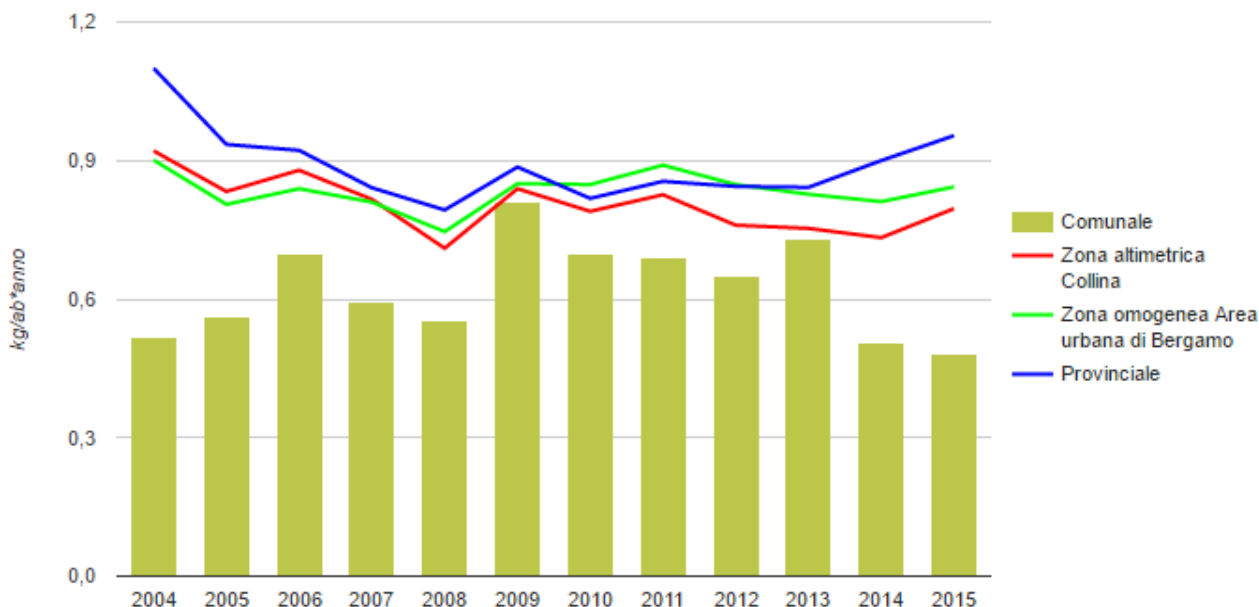
Fonte: Osservatorio Provinciale di Bergamo sulla produzione, lo smaltimento e la raccolta differenziata dei rifiuti, 2015.

Tabella 5.11 – Raccolta Differenziata dei Rifiuti Urbani Pericolosi nel Comune di Bergamo – Anno 2015

Anno	Comune		Zona altimetrica Collina		Zona omogenea Area urbana di Bergamo		Provincia	
	Totale (Kg/anno)	Procapite (Kg/ab. *anno)	Totale (Kg/anno)	Procapite (Kg/ab. *anno)	Totale (Kg/anno)	Procapite (Kg/ab. *anno)	Totale (Kg/anno)	Procapite (Kg/ab. *anno)
2004	58.747	0.516	302.847	0.921	238.550	0.901	1.118.432	1.100
2005	63.725	0.560	275.852	0.833	214.447	0.805	960.339	0.935
2006	78.677	0.699	291.889	0.879	223.596	0.839	955.564	0.922
2007	66.441	0.592	273.773	0.816	216.944	0.810	883.074	0.841
2008	62.532	0.554	240.910	0.710	201.553	0.746	843.871	0.793
2009	92.284	0.811	287.380	0.839	231.328	0.850	950.890	0.886
2010	80.510	0.699	272.779	0.790	233.008	0.848	885.205	0.818
2011	79.481	0.689	286.750	0.826	245.782	0.890	929.807	0.855
2012	75.024	0.652	264.646	0.760	234.656	0.848	923.198	0.844
2013	86.764	0.731	267.244	0.753	232.979	0.827	932.433	0.842
2014	59.970	0.504	260.602	0.733	229.091	0.811	998.095	0.900
2015	57.504	0.482	283.394	0.796	238.013	0.843	1.057.575	0.954

Fonte: Osservatorio Provinciale di Bergamo sulla produzione, lo smaltimento e la raccolta differenziata dei rifiuti, 2015.

Figura 5.9 – Raccolta Differenziata dei Rifiuti Urbani Pericolosi nel Comune di Bergamo – Anno 2015



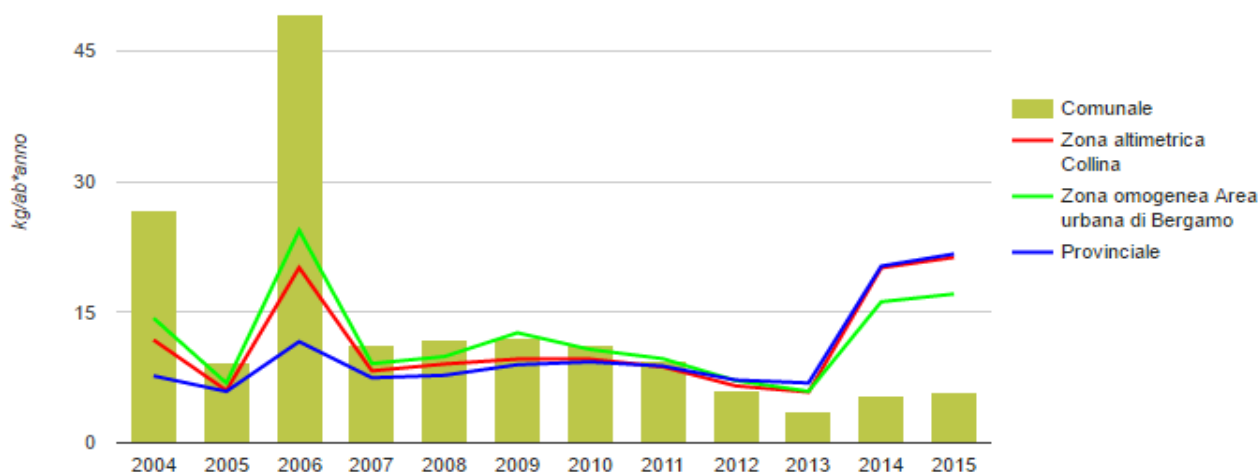
Fonte: Osservatorio Provinciale di Bergamo sulla produzione, lo smaltimento e la raccolta differenziata dei rifiuti, 2015.

Tabella 5.12 – Raccolta Differenziata di Altre Raccolte Differenziate nel Comune di Bergamo – Anno 2015

Anno	Comune		Zona altimetrica Collina		Zona omogenea Area urbana di Bergamo		Provincia	
	Totale (Kg/anno)	Procapite (Kg/ab. *anno)	Totale (Kg/anno)	Procapite (Kg/ab. *anno)	Totale (Kg/anno)	Procapite (Kg/ab. *anno)	Totale (Kg/anno)	Procapite (Kg/ab. *anno)
2004	3.041.920	26.696	3.882.530	11.812	3.790.175	14.309	7.808.277	7.682
2005	1.061.143	9.331	1.989.973	6.012	1.827.002	6.862	6.063.765	5.903
2006	5.543.901	49.247	6.681.163	20.110	6.499.201	24.379	12.040.565	11.615
2007	1.268.604	11.309	2.770.343	8.258	2.436.096	9.094	7.838.598	7.467
2008	1.345.483	11.926	3.071.240	9.047	2.678.042	9.910	8.255.047	7.755
2009	1.366.378	12.001	3.293.160	9.617	3.438.731	12.630	9.623.694	8.968
2010	1.289.188	11.190	3.321.456	9.614	2.944.923	10.716	10.060.878	9.294
2011	1.084.472	9.400	3.023.914	8.716	2.666.031	9.658	9.570.844	8.806
2012	682.596	5.932	2.277.655	6.537	1.975.143	7.139	7.889.054	7.211
2013	433.824	3.654	2.068.676	5.829	1.667.886	5.917	7.609.095	6.871
2014	653.539	5.492	7.143.769	20.085	4.572.504	16.190	22.488.491	20.281
2015	687.308	5.757	7.579.559	21.282	4.823.504	17.085	24.020.039	21.673

Fonte: Osservatorio Provinciale di Bergamo sulla produzione, lo smaltimento e la raccolta differenziata dei rifiuti, 2015.

Figura 5.10 – Raccolta Differenziata di Altre Raccolte Differenziate nel Comune di Bergamo – Anno 2015



Fonte: Osservatorio Provinciale di Bergamo sulla produzione, lo smaltimento e la raccolta differenziata dei rifiuti, 2015.

Fino al 2013 la produzione di rifiuti pro-capite è lievemente diminuita, mentre nel 2014 e 2015 si è registrato un lieve aumento, nonostante vi fossero meno abitanti residenti, rispetto agli anni precedenti. Infatti, nel 2014 la produzione pro-capite ha raggiunto 1,454 Kg/ab.*giorno. Nel 2015, invece, la produzione pro-capite è nuovamente diminuita assumendo il valore di 1,439 Kg/ab.*giorno.

Tabella 5.13 – Produzione Rifiuti Urbani nel Comune di Bergamo

Anno	Rifiuti urbani indifferenziati		Spazzamento strade		Ingombranti a smaltimento		Ingombranti a recupero		Raccolta differenziata		Totale rifiuti urbani	
	Totale (kg/anno)	Procapite (Kg/ab.*giorno)	Totale (kg/anno)	Procapite (Kg/ab.*giorno)	Totale (kg/anno)	Procapite (Kg/ab.*giorno)	Totale (kg/anno)	Procapite (Kg/ab.*giorno)	Totale (kg/anno)	Procapite (Kg/ab.*giorno)	Totale (kg/anno)	Procapite (Kg/ab.*giorno)
2004	33.409.822	0,801	4.845.210	0,116	1.807.760 ⁽¹⁾	0,043 ⁽¹⁾	-	-	27.432.687	0,658	67.495.479	1,618
2005	32.759.980	0,789	4.921.890	0,119	1.339.287 ⁽¹⁾	0,032 ⁽¹⁾	-	-	27.624.864	0,666	66.646.021	1,606
2006	33.265.070	0,810	3.907.170	0,095	1.060.101	0,026	353.367	0,009	29.318.533	0,714	67.904.241	1,653
2007	30.565.300	0,747	1.962.890	0,048	1.175.095	0,029	191.295	0,005	31.686.357	0,774	65.580.937	1,602
2008	30.212.880	0,732	1.613.460	0,039	1.332.192	0,032	216.868	0,005	32.748.097	0,793	66.123.497	1,601
2009	29.115.150	0,701	1.641.380	0,039	1.104.391	0,027	173.839	0,004	31.788.347	0,765	63.823.107	1,536
2010	28.954.502	0,689	1.246.100	0,030	1.146.177	0,027	189.703	0,005	32.135.259	0,764	63.671.741	1,514
2011	27.408.030	0,651	1.496.740	0,036	1.233.367	0,029	182.343	0,004	32.409.094	0,770	62.729.574	1,490
2012	26.236.300	0,623	1.280.400	0,030	914.739	0,022	336.271	0,008	32.409.439	0,770	61.177.149	1,453
2013	21.793.520	0,503	1.320.470	0,030	842.879	0,019	531.069	0,012	36.181.542	0,835	60.669.480	1,400
2014	20.306.780	0,468	1.188.450	0,027	1.061.532	0,024	397.618	0,009	40.206.249	0,926	63.160.629	1,454
2015	19.188.290	0,440	1.182.730	0,027	1.258.506	0,029	419.054	0,010	40.673.452	0,933	62.722.032	1,439

⁽¹⁾ corrisponde al totale degli ingombranti (smaltimento + recupero) in quanto non sono disponibili i dati disaggregati per comune

Anno	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Popolazione	113.947	113.722	112.574	112.172	112.818	113.858	115.213	115.374	115.072	118.717	119.002	119.381

Fonte: Osservatorio Provinciale di Bergamo sulla produzione, lo smaltimento e la raccolta differenziata dei rifiuti, 2015.

Per quanto riguarda invece i costi di gestione questi nel corso degli anni sono lentamente aumentati fino al 2013, con una sensibile variazione fra il 2009 ed il 2010 Dal 2014 invece hanno iniziato a decrescere.

Inoltre, come si può vedere dalla seguente Figura 5.11, rispetto ai costi medi provinciali, della zona omogenea dell'Area Urbana di Bergamo e della zona altimetrica collinare, i costi comunali risultano più elevati.

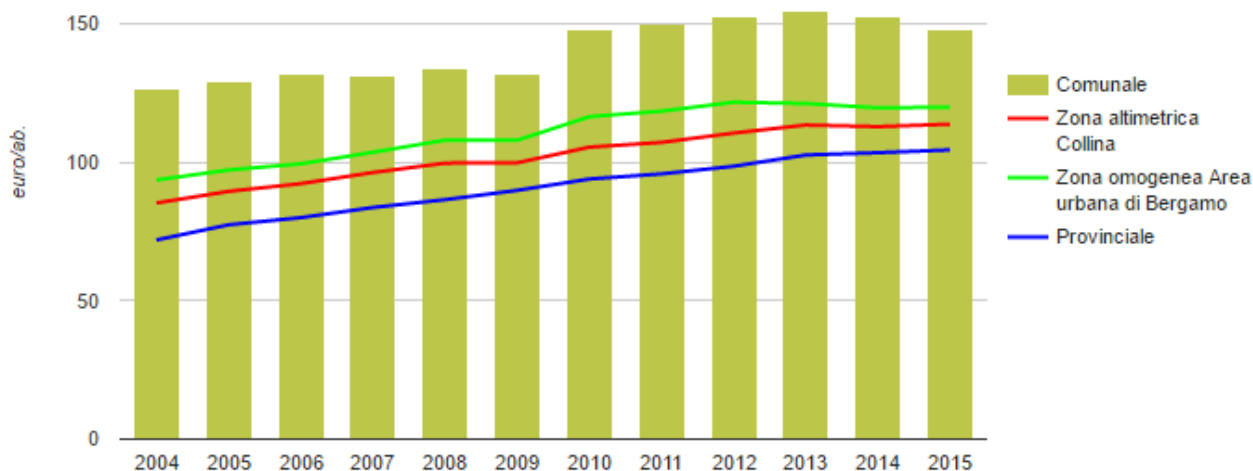
Se invece si paragonano i costi dell'igiene urbana con quelli a scala nazionale, come illustrati in Figura 5.12, si vede che quelli relativi al Comune di Bergamo sono decisamente inferiori: 147, 60 €/ab. contro i 167,97 €/anno.

Tabella 5.14 – Costi di gestione del servizio di raccolta e smaltimento rifiuti nel Comune di Bergamo

Anno	Comune			Zona altimetrica Collina				Zona omogenea Area urbana di Bergamo				Provincia						
	Costo totale	Costo totale al netto degli eventuali ricavi	Costo pro-capite sul costo totale (€/ab.)	n. comuni	n. abitanti	Costo totale	Costo totale al netto degli eventuali ricavi	Costo pro-capite sul costo totale (€/ab.)	n. comuni	n. abitanti	Costo totale	Costo totale al netto degli eventuali ricavi	Costo pro-capite sul costo totale (€/ab.)	n. comuni	n. abitanti	Costo totale	Costo totale al netto degli eventuali ricavi	Costo pro-capite sul costo totale (€/ab.)
2004	15.793.327	14.978.703	126,48	41	321.851	27.419.761	26.162.654	85,19	22	258.043	24.126.485	23.115.861	93,50	233	977.539	70.235.453	68.179.214	71,85
2005	16.139.404	15.037.877	129,42	42	330.991	29.582.748	27.897.761	89,38	23	266.248	25.852.192	24.424.813	97,10	234	1.012.305	78.268.855	75.711.264	77,32
2006	16.432.971	15.260.778	131,96	42	332.228	30.622.911	28.750.837	92,17	23	266.595	26.480.074	24.817.676	99,33	238	1.017.513	81.305.662	78.375.831	79,91
2007	16.626.854	15.330.868	131,00	42	335.483	32.271.360	30.278.955	96,19	23	267.887	27.720.950	25.999.998	103,48	241	1.047.810	87.569.001	84.246.599	83,57
2008	17.441.839	15.804.765	134,06	42	339.473	33.801.962	31.470.977	99,57	23	270.241	29.152.757	27.105.176	107,88	242	1.064.483	91.965.111	88.202.126	86,39
2009	17.254.478	15.734.478	131,96	42	342.433	34.138.004	32.118.710	99,69	23	272.262	29.355.472	27.611.005	107,82	242	1.073.157	96.312.792	93.074.183	89,75
2010	19.360.338	17.655.338	147,68	42	345.473	36.393.780	34.014.774	105,34	23	274.821	31.969.965	30.027.471	116,33	242	1.082.550	101.591.304	97.647.703	93,84
2011	19.742.565	18.010.065	149,67	42	346.947	37.140.257	34.444.991	107,05	23	276.035	32.661.786	30.539.579	118,32	242	1.086.890	104.012.958	99.209.112	95,70
2012	20.336.946	18.519.866	152,63	42	348.408	38.469.900	35.779.985	110,42	23	276.678	33.628.213	31.523.674	121,54	242	1.094.062	107.701.054	103.019.396	98,44
2013	20.276.867	18.351.867	154,59	42	354.895	40.216.054	37.350.407	113,32	23	281.869	34.126.708	31.715.656	121,07	242	1.107.441	113.517.785	108.355.494	102,50
2014	19.917.579	18.137.681	152,41	42	355.675	40.093.598	37.430.859	112,73	23	282.419	33.753.407	31.692.565	119,52	240	1.108.853	114.580.033	110.001.595	103,33
2015	19.975.400	17.620.332	147,60	42	356.154	40.469.654	37.102.346	113,63	23	282.325	33.817.806	30.964.500	119,78	240	1.108.298	115.648.124	109.682.126	104,35

Fonte: Osservatorio Provinciale di Bergamo sulla produzione, lo smaltimento e la raccolta differenziata dei rifiuti, 2015.

Figura 5.11 – Costi pro-capite di gestione del servizio di raccolta e smaltimento rifiuti nel Comune di Bergamo



Fonte: Osservatorio Provinciale di Bergamo sulla produzione, lo smaltimento e la raccolta differenziata dei rifiuti, 2015.

Figura 5.12 – Costi pro-capite dell’igiene urbana a livello nazionale



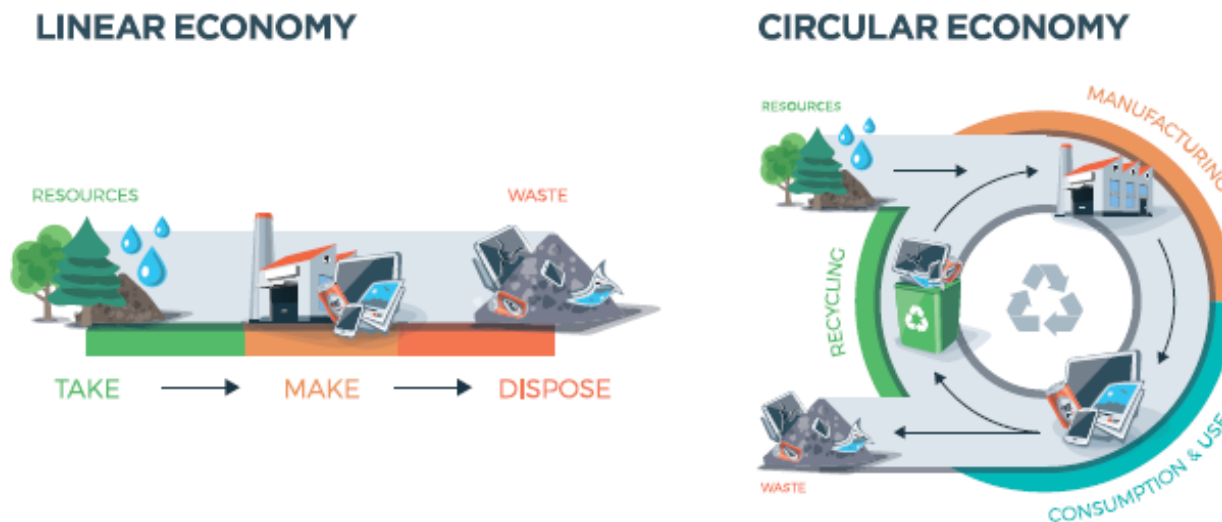
Fonte: ISPRA, Rapporto Rifiuti Urbani, 2016.

Lo sviluppo dell’Economia dei Consumi ha portato alla nascita di una nuova emergenza tanto ambientale quanto economica e sociale: l’emergenza rifiuti. L’emergenza rifiuti, in generale l’emergenza ambientale, è figlia di un modello errato di crescita, il cosiddetto “Take-Make-Dispose”. Si tratta di un modello lineare che prevede la produzione di un bene, il suo utilizzo ed alla fine l’abbandono e presuppone che le risorse siano infinite, economiche e a basso costo di smaltimento. Nel mondo reale sappiamo bene che non è

così e che questo modo di agire, oltre ad essere insostenibile, sta originando un danno rilevante al nostro pianeta che si rifletterà soprattutto sul futuro.

E' necessario passare da un'Economia Lineare, insostenibile, ad un' Economia Circolare.

Figura 5.13 – Modelli di Economia Lineare ed Economia Circolare

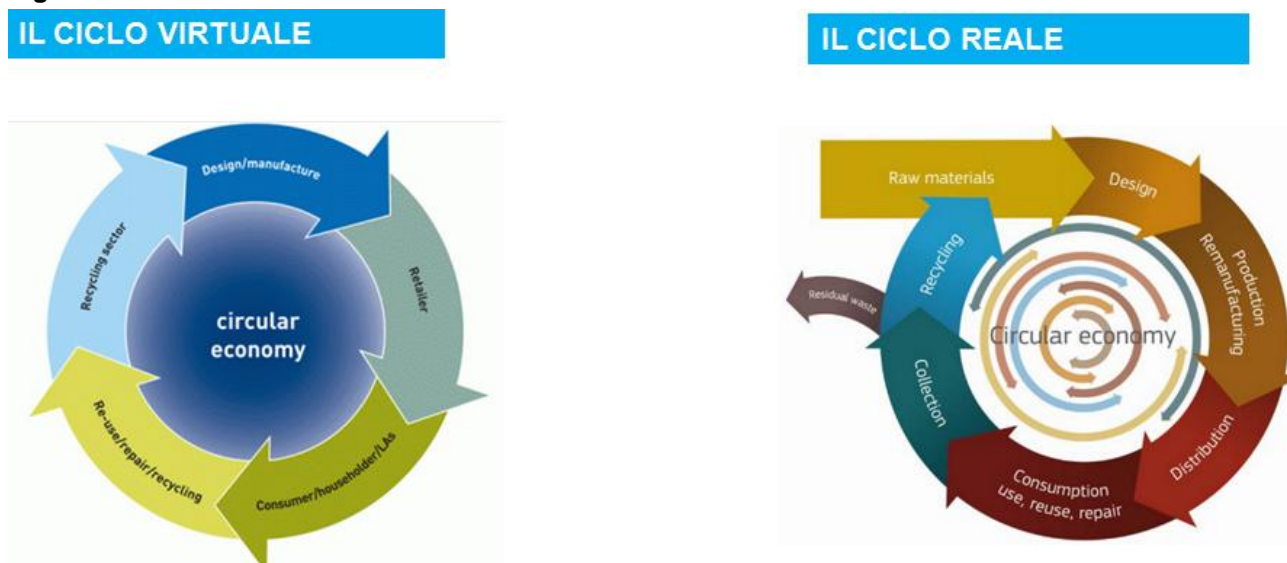


Fonte: Commissione Europea, Direzione Generale Ambiente.

L'Economia Circolare, oltre ad essere un valore aggiunto per l'ambiente, si basa sull'applicazione, ad ogni livello, dei concetti di riuso, riciclo (comunemente riciclaggio), recupero di materia e di energia a scapito della pratica incivile del conferimento dei rifiuti in discarica.

La Commissione Europea ha adottato nel 2014 e 2015 le rispettive Comunicazioni "Verso un'Economia Circolare: Programma per un'Europa a Zero Rifiuti" e "L'anello Mancante: un Piano d'Azione Europeo per l'Economia Circolare". In quest'ultima Comunicazione viene analizzata l'interdipendenza di tutti i processi della catena del valore: dall'estrazione delle materie prime alla progettazione dei prodotti, dalla produzione alla distribuzione, dal consumo al riuso e riciclo. Si tratta di un articolato pacchetto di misure che comprende l'elaborazione e/o la revisione di alcune proposte legislative, nonché un Piano d'Azione Generale corredato da un allegato in cui è indicata la tempistica prevista per ogni azione. Il Piano d'Azione individua misure chiave e aree specifiche di intervento, tra cui la progettazione ecologica, lo sviluppo dei mercati delle materie prime secondarie, l'adozione di modelli di consumo più sostenibili e la gestione dei rifiuti.

Figura 5.14 – Modelli di Economia Circolare a Ciclo Virtuale e Reale

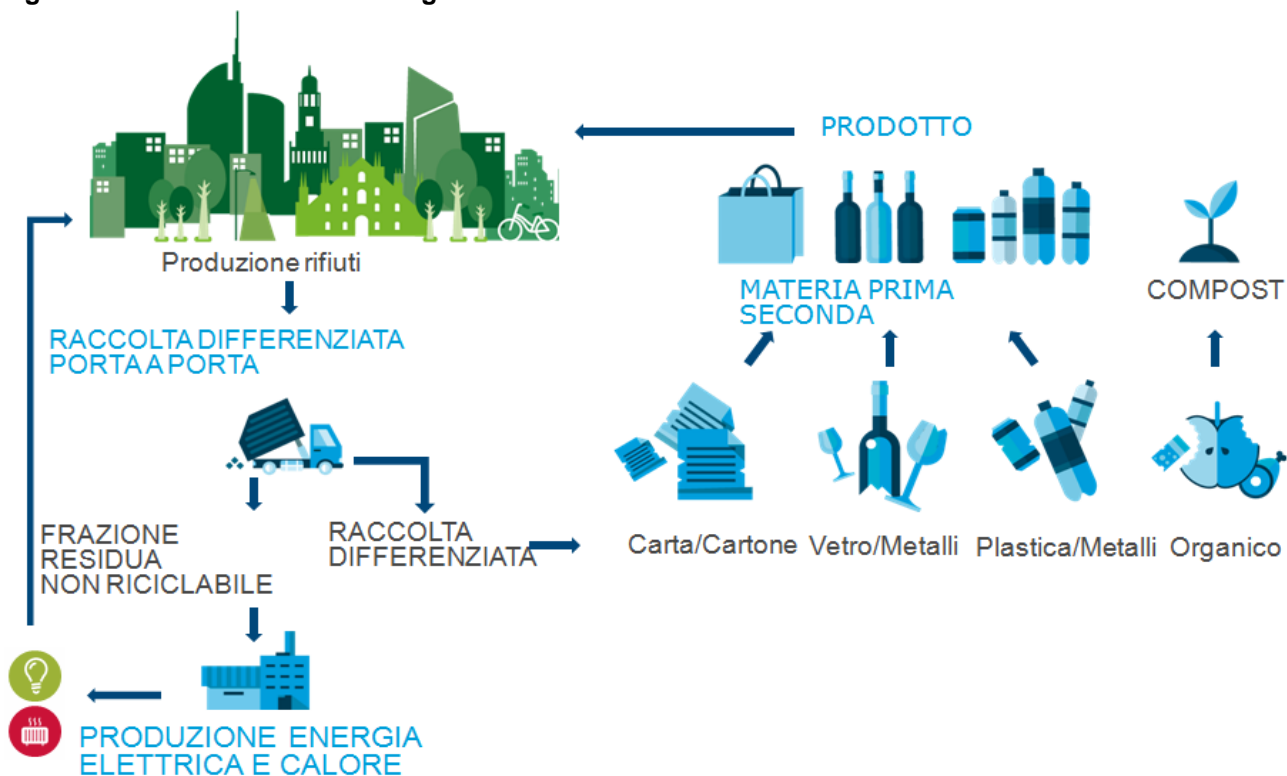


Fonte: Commissione Europea, Direzione Generale Ambiente.

Dal punto di vista del processo attuativo nazionale, la transizione è guidata dalla L. n. 221 del 28/12/2015, così detto Collegato Ambiente, e da un “Green Act” in corso di finalizzazione che fornirà utili strumenti per promuovere la creazione di lavori verdi, per decarbonizzare l’economia e promuovere l’uso efficiente e sostenibile delle risorse. Incentivi fiscali e finanziari rappresenteranno utili misure di accompagnamento per facilitare questa transizione.

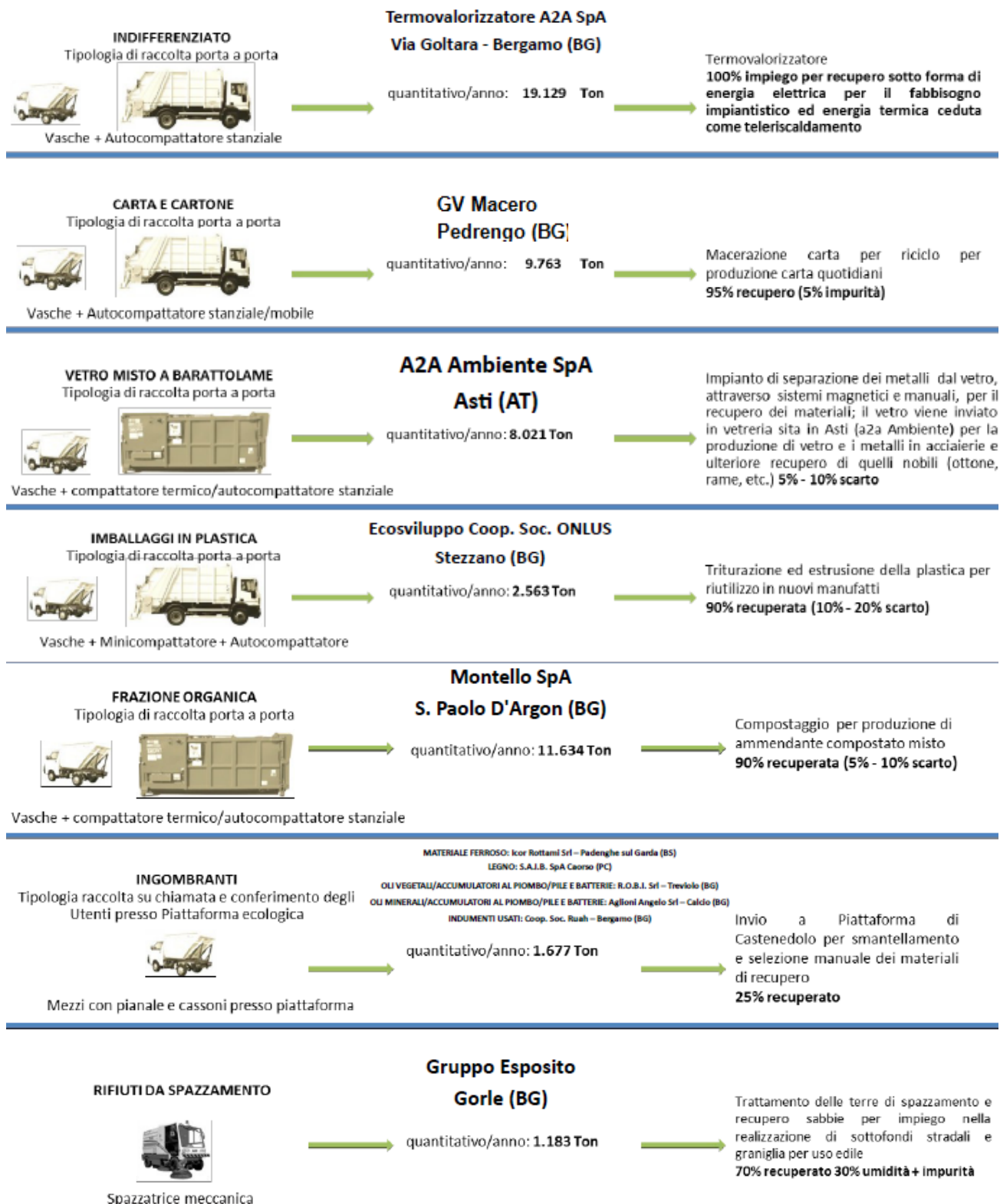
Il Comune di Bergamo in relazione alla gestione rifiuti da diversi anni applica un ciclo integrato dei rifiuti, come è possibile visualizzare nelle Figure sottostanti.

Figura 5.15 – Modelli di Ciclo Integrato dei Rifiuti



Fonte: Comune di Bergamo, 2016.

Figura 5.16 – Schema del flusso rifiuti dalla raccolta al recupero (Impianto di destino) per il Comune di Bergamo – Anno 2015



Fonte: Comune di Bergamo, 2016.

Tabella 5.15 – Impianto di destino – recupero delle frazioni raccolte per il Comune di Bergamo – Anno 2015

RIFIUTO	IMPIANTO DI DESTINO – RECUPERO
Carta / Cartone	GV Macero - Pedrengo (BG)
Vetro Misto a Barattolame	A2A Ambiente – Asti (AT)
Imballaggi in Plastica	EcoSviluppo - Stezzano (BG)
Frazione Organica	Montello - Montello (BG)
Materiale Ferroso	Icor Rottami - Padenghe Sul Garda (BS)
Legno	Saib - Caorso (PC)
Oli Vegetali	Robi - Treviolo (BG)
Oli Minerali	Aglioni - Calcio (BG)
Accumulatori a Piombo	Aglioni - Calcio (BG) / Robi - Treviolo (BG)
Pile e Batterie	Aglioni - Calcio (BG) / Robi - Treviolo (BG)
Indumenti Usati	Cooperativa Ruah – Bergamo (BG)
RSU	A2A Ambiente – Bergamo (BG)

Fonte: Comune di Bergamo, 2016.

Con D.G.R. n. 1990 del 20/06/2014 è stato approvato il Programma Regionale di Gestione dei Rifiuti, pubblicato nel Bollettino Ufficiale di Regione Lombardia n. 27 Serie Ordinaria. Di seguito si riportano gli “Obiettivi sulla gestione dei rifiuti urbani” contenuti nel Cap. 10 per il raggiungimento dei quali il Comune deve essere protagonista attivo:

• **10.3.1 Produzione RU – Rifiuti Urbani**

L’obiettivo generale, in coerenza con il primo principio della gerarchia europea, è il contenimento della produzione totale dei RU, mediante disaccoppiamento del loro andamento dalle variabili macroeconomiche.

Obiettivo P1: Variazione della produzione di RU inferiore del 8 % rispetto alla variazione della Spesa per Consumi delle Famiglie (SCF) al 2020 rispetto al 2011. Tali valori, in caso di crescita dei consumi come stabilito nel Cap. 4 “Definizione degli scenari”, portano ad una produzione totale di 455,3 Kg/ab. al 2020. Quest’ultimo valore verrà rideterminato nel corso del monitoraggio del Piano qualora la crescita dei consumi si discostasse sensibilmente dall’andamento presunto nel Cap. 4.

Indicatore: L’obiettivo in termini di produzione pro-capite in Kg/(ab.*anno), viene definito in relazione al disaccoppiamento dalla crescita economica, secondo gli obiettivi generali dell’Unione Europea. Pertanto l’indicatore principale è rappresentato dalla differenza tra la variazione della Spesa per Consumi delle Famiglie (SCF) pro-capite e la variazione della produzione di RU pro-capite. Verranno presi a riferimento i dati effettivi rilevati da Unioncamere Lombardia.

Livello di raggiungimento: Media sul territorio regionale.

	Produzione RU Pro-capite – Anno 2015 [Kg/(ab.*anno)]
Comune di Bergamo	525,4
Provincia di Bergamo	422,7
Regione Lombardia	456,8

10.3.2 Raccolta Differenziata

La massimizzazione del riciclaggio, prevista dalla gerarchia comunitaria, presuppone che a monte venga implementato un'efficiente sistema di Raccolta Differenziata (RD). Di seguito vengono quindi esposti gli obiettivi da raggiungere per la messa in atto concreta del suddetto principio.

❖ 10.3.2.1 Percentuale di RD

Obiettivo RD1: Come indicato nello Scenario di Piano, l'obiettivo è il raggiungimento del 67% di raccolta differenziata a livello regionale al 2020 e del 65% a livello di singolo Comune; si mira, infatti, al raggiungimento a livello di tutti i singoli Comuni del 65% e il mantenimento/sviluppo dei valori percentuali comunali già pari o superiori al 65%.

Indicatori: Per l'obiettivo comunale è la % di RD a livello comunale, mentre per l'obiettivo regionale è la media delle % di RD dei singoli Comuni.

Livello di raggiungimento: Comunale e Regionale.

	Raccolta Differenziata – Anno 2015 [%]
Comune di Bergamo	65,5
Provincia di Bergamo	61,3
Regione Lombardia	59,0

❖ 10.3.2.2 Frazioni Raccolte

Ai sensi dell'art. 181 del D.Lgs. 152/2006, entro il 2015 in tutti i Comuni deve essere assicurato un sistema di raccolta in grado di intercettare almeno carta, metalli, plastica, vetro e, ove possibile, legno.

Obiettivi RD2: Regione Lombardia pone i seguenti obiettivi per le diverse frazioni di Raccolta Differenziata più di dettaglio rispetto a quanto stabilito dalla Norma Nazionale.

Frazione	Entro il 2015	Entro il 2020
FORSU (Scarti di cucina)	Attivazione in tutti i Comuni con popolazione superiore ai 1.000 abitanti	Attivazione in tutti i Comuni
Imballaggi in Carta, Plastica, Vetro, Metalli e Legno	Attivazione in tutti i Comuni	
Altri Metalli Non Imballaggi	Attivazione in tutti i Comuni	
RAEE	Attivazione in tutti i Comuni	
Oli Minerali e Vegetali, Accumulatori, Toner, Vernici e Farmaci		Attivazione in tutti i Comuni
Scarti Verdi	Attivazione in tutti i Comuni. Raccolta domiciliare solo se a pagamento, con canone specifico a copertura del servizio, per il cittadino che aderisce.	
Scarti Tessili e Vestiti Usati	Attivazione in tutti i Comuni	
Ingombranti		Attivazione in tutti i Comuni

Indicatore: Presenza (si/no) di quantitativi raccolti delle frazioni sopra indicate per ogni Comune, sulla base dei dati inseriti in O.R.SO.

Livello di raggiungimento: Comunale.

❖ 10.3.2.3 Modello omogeneo di RD

L'omogeneizzazione del modello di raccolta differenziata a livello regionale consentirà nel medio periodo di ottenere interessanti effetti positivi in termini operativi, ambientali ed economici.

Obiettivo RD3: Estensione di un "modello omogeneo" di raccolta (Cap. 11.4.4 del P.R.G.R) almeno per le frazioni principali (RUR, FORSU, Carta, Vetro e Plastica) nell'80% dei Comuni entro il 2020.

Indicatore: Numero di Comuni aderenti al "modello omogeneo" regionale di raccolta (descritto al Cap. 11.4. del Programma Regionale).

Livello di raggiungimento: Comunale.

❖ 10.3.2.4 Quantità intercettate di FORSU

Come già specificato, la raccolta della FORSU deve essere effettuata in tutti i Comuni della Regione Lombardia entro il 2020. La raccolta in maniera differenziata di tale frazione fornirà un contributo fondamentale al raggiungimento dell'obiettivo generale di incremento della % di RD.

Obiettivo RD4: 60 Kg/(ab.*anno) di FORSU al 2020, con possibilità di deroga dal raggiungimento di questo obiettivo nei Comuni con forte incentivazione al compostaggio domestico (RUR inferiore a 100 Kg/(ab.*anno).

Indicatore: Quantità intercettata di FORSU [Kg/(ab.*anno)].

Livello di raggiungimento: Comunale. Per il Comune di Bergamo nel 2015 la produzione pro-capite di FORSU è pari a 97,46 Kg/(ab.*anno).

❖ 10.3.2.5 Centri di raccolta comunali o sovracomunali

L'aumento del numero dei centri di raccolta comunali o intercomunali consentirà un aumento dei rifiuti raccolti in maniera differenziata, con particolare riferimento a quelle frazioni che non vengono intercettate con le metodologie "classiche" (porta a porta, cassonetti stradali, etc.).

Obiettivo RD5: Aumento della capillarità dei centri di raccolta in modo tale da raggiungere una percentuale di popolazione regionale servita al 2020 pari ad almeno il 90%; e' incluso nel calcolo anche la popolazione servita con raccolte periodiche tramite "ecomobili", ossia stazioni ecologiche itineranti per la raccolta dei rifiuti.

Indicatore: % di popolazione servita da centri di raccolta attrezzati almeno per scarti verdi, ingombranti, metalli, inerti da manutenzioni private, RAEE, oli usati e RUP.

Livello di raggiungimento: Regionale. Il Comune di Bergamo dispone già di una infrastruttura per la raccolta differenziata.

• 10.3.5.1 Tariffa Puntuale

E' auspicabile la diffusione, sul territorio regionale, della tariffa sui servizi di igiene urbana basata sul metodo "puntuale", ovvero basata sulla stima delle effettive quantità prodotte di rifiuto indifferenziato, al fine di incentivare fattivamente l'effettuazione delle raccolte differenziate.

Obiettivi IG1 e IG2: Entro il 2015 almeno il 10% dei Comuni con metodo puntuale. Entro il 2020 almeno il 20% dei Comuni con metodo puntuale.

Indicatore: % di comuni lombardi con tariffa puntuale.

Livello di raggiungimento: Regionale.

• 10.3.5.2 Sensibilità dei cittadini

Presupposto fondamentale per il raggiungimento concreto degli obiettivi esposti, quali in particolare il miglioramento delle RD e la riduzione alla fonte di produzione di RU, è l'attiva collaborazione dei cittadini che rappresentano uno dei principali attori della filiera di gestione dei rifiuti.

Obiettivo IG3: Aumento della sensibilità della popolazione rispetto ai temi della gestione dei RU.

Una delle possibili azioni che si intende incentivare per migliorare la sostenibilità ambientale nell'ambito della gestione dei rifiuti riguarda il Green Public Procurement – GPP, cioè Appalto Verde od Acquisti Verdi della Pubblica Amministrazione.

Attraverso il GPP, l'Amministrazione Comunale si impegna a tenere in considerazione, nel momento dell'acquisto del maggior numero possibile di beni e servizi, variabili non solo economiche, ma anche di qualità ambientale, in particolare in relazione a:

- contenuto di materiali riciclati nel bene da acquistare;
- riutilizzabilità;
- modalità di smaltimento a fine vita utile, privilegiando le possibilità di recupero di materia ed energia rispetto allo smaltimento finale.

Il GPP è uno strumento di politica ambientale volontario che gli Enti locali e la Pubblica Amministrazione hanno a disposizione per mettere in atto strategie di sviluppo sostenibile mirate a ridurre gli impatti ambientali dei processi di produzione e consumo. Implementare il GPP significa, infatti, orientare gli acquisti della Pubblica Amministrazione verso prodotti compatibili con l'ambiente.

Adottare il GPP vuol dire, inoltre, sostenere la domanda e l'offerta ecologica: se il settore pubblico orienta i propri acquisti prendendo in considerazione i criteri che premiano le imprese e i prodotti con caratteristiche di sostenibilità ambientale superiore allo standard medio, oltre a considerare i criteri di qualità di prodotto e di prezzo, è in grado di influenzare il mercato sia dal lato dell'offerta sia da quello della domanda.

Poiché gli acquisti pubblici sono un settore rigidamente regolamentato, l'inserimento del criterio ambientale nella scelta di un prodotto o nella definizione di un bando di gara deve evidentemente rispettare la Legislazione Europea e Nazionale e dev'essere compatibile con l'obbligo di non discriminare il libero movimento di persone, beni e servizi all'interno dell'Unione Europea e i principi di proporzionalità e trasparenza.

Il Comune di Bergamo sta sviluppando da tempo una propria politica di acquisti ambientalmente più sostenibili, organizzando attività di implementazione sia al proprio interno che rivolte all'esterno.

CAPITOLO 6 – ENERGIA

Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile (SEAP – Sustainable Energy Action Plans)

In data 14 dicembre 2009 il Consiglio Comunale di Bergamo ha deliberato all'unanimità l'adesione al Patto dei Sindaci (Convenant of Mayors) con atto N. 174 Reg. C.C. – N. 98 Prop. Del., impegnandosi così a ridurre del 20% le emissioni di CO_{2eq} entro il 2020. Il Piano di Azione per l'Energia Sostenibile (SEAP – Sustainable Energy Action Plans) è stato predisposto dall'Università degli Studi di Bergamo - Centro per la Gestione dell'Innovazione e del Trasferimento Tecnologico – GITT, a seguito di una Convenzione approvata con Deliberazione della Giunta Comunale (N. 132 Reg. G.C. – N. 136 Prop. Del.) in data 07 aprile 2010 ed è stato approvato dal Consiglio Comunale in data 06 giugno 2011 con atto N. 105 Reg. C.C. – N. 38 Prop. Del. e conseguentemente trasmesso alla Commissione Europea, che lo ha approvato in data 20 maggio 2013. In data 19/11/2015 con Deliberazione della Giunta Comunale (N. 521-15 Reg. G.C. – N. 541-15 Prop. Del.) è stato approvato il Monitoraggio del SEAP – Aggiornamento Dicembre 2014. Il monitoraggio rappresenta una azione molto rilevante al fine di promuovere il miglioramento continuo del processo. I firmatari del Patto dei Sindaci, dopo la presentazione del SEAP, si sono impegnati a presentare almeno ogni quattro anni una "Relazione d'Attuazione" (Implementation Report) con un "Monitoraggio delle Emissioni" (MEI - Monitoring Emission Inventory) al fine di valutare, monitorare e verificare l'avanzamento delle azioni prestabilite, analizzarne l'efficacia, capire le dinamiche in atto sul territorio comunale e quindi poter migliorare il proprio Piano al fine di perseguire l'obiettivo prefissato. Tale rapporto contiene informazioni qualitative sulle misure attuate, il loro impatto sul consumo energetico, sulle emissioni di CO_{2eq} ed un'analisi sul processo di attuazione del SEAP che include, quando necessario, azioni preventive e correttive.

Obiettivo del SEAP è quello di ridurre all'anno 2020 le emissioni di CO_{2eq} del 20% rispetto a quelle misurate nel 2005, anno della baseline, dovute alle sole attività riconducibili al Settore Residenziale (Pubblico e Privato), Terziario e della Mobilità, poiché l'apporto della Agricoltura è praticamente trascurabile. Si ricorda che nel SEAP non è stato previsto il contributo della parte industriale, sia ETS (European CO₂ Emission Trading Scheme - Piano Europeo di Scambio delle Emissioni di CO₂)²² che non ETS. Infatti, il Settore

²² L'Emission Trading System – ETS è un sistema di scambio delle emissioni di CO₂, predisposto a livello di Unione Europea, per le aziende con impianto termico con una potenza calorifica di combustione maggiore di 20 MW, quali impianti di produzione di energia elettrica, produzione e trasformazione dei metalli ferrosi, lavorazione prodotti minerali, produzione di pasta per carta, raffinazione, cementifici, etc.. Questi impianti definiscono gli obiettivi annuali di emissioni di CO₂ direttamente con l'Unione Europea e quindi non rientrano negli obiettivi di riduzione degli Stati Membri, né tantomeno negli obiettivi di riduzione del PAES.

Industriale non rappresenta un obiettivo fondamentale del Patto dei Sindaci, poiché la politica industriale, non essendo di norma di competenza delle municipalità, non viene, in generale, inclusa. Per queste motivazioni, si è ritenuto pertanto di ricalcolare le percentuali di riduzione delle emissioni di CO₂eq delle varie azioni, in modo da assicurare che i risultati fossero tutti coerenti fra loro.

Di seguito è esposta la tabella di sintesi delle emissioni di CO₂eq.

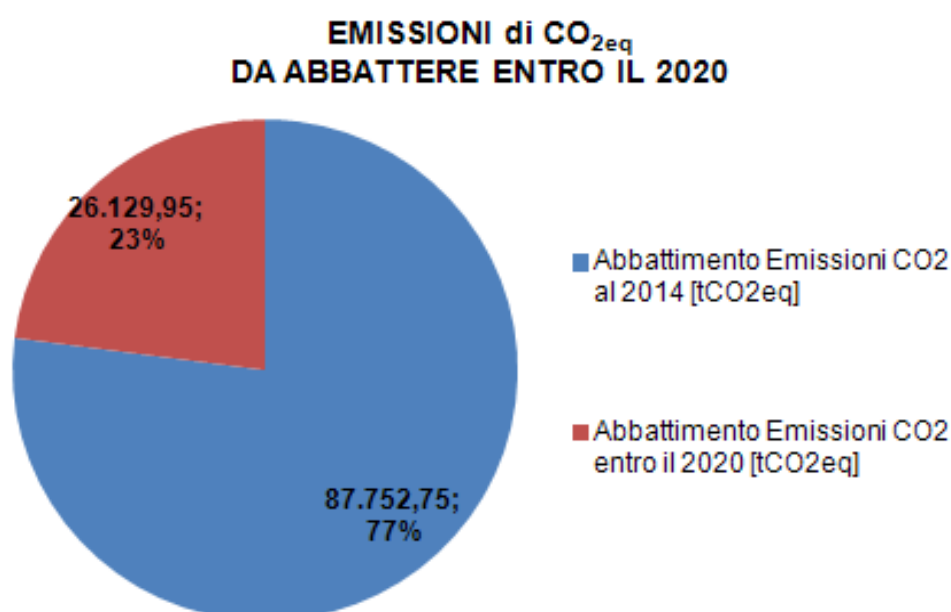
Tabella 6.1 – Emissioni di CO₂eq, senza l'apporto dell'Industria Non ETS, nel Comune di Bergamo

Emissioni CO ₂ eq al 2005 [tCO ₂ eq]	569.413,50
Abbattimento 20% Emissioni CO ₂ eq al 2020 [tCO ₂ eq]	113.882,70
Emissioni CO ₂ eq Stimate al 2020 [tCO ₂ eq]	455.530,80
Abbattimento Emissioni CO ₂ eq al 2014 [tCO ₂ eq]	87.752,75
Riduzione Emissioni CO ₂ eq al 2014 rispetto al 2005 [%]	15,41
Riduzione Emissioni CO ₂ eq al 2014 rispetto all'Abbattimento 20% al 2020 [%]	77,06
Emissioni CO ₂ eq da Abbattere entro il 2020 [tCO ₂ eq]	26.129,95

Fonte: Monitoraggio del SEAP – Aggiornamento Dicembre 2014 del Comune di Bergamo.

E' possibile notare come la riduzione delle emissioni di CO₂eq al 2014, operata grazie all'implementazione delle azioni, è pari a 87.752,75 tCO₂eq, cioè il 15,41% del totale delle emissioni di CO₂eq al 2005, ovvero il 77,06% della quota minima da abbattere. Si tratta pertanto di una diminuzione delle emissioni di CO₂eq pari al 5,14% annuo nel triennio 2012-2014. Di conseguenza rimangono da abbattere entro il 2020 26.129,95 tCO₂eq, cioè il 4,59% del totale delle emissioni di CO₂eq al 2005. Si tratta pertanto di una diminuzione delle emissioni di CO₂eq pari allo 0,77% annuo per i restanti 6 anni a partire dal 2015. Nel grafico seguente vengono rappresentate la quantità e la percentuale di riduzione delle emissioni di CO₂eq già attuata al 31/12/2014 e quella da attuare entro il 2020.

Grafico 6.1 – Riduzione delle emissioni di CO₂eq nel Comune di Bergamo



Fonte: Monitoraggio del SEAP – Aggiornamento Dicembre 2014 del Comune di Bergamo.

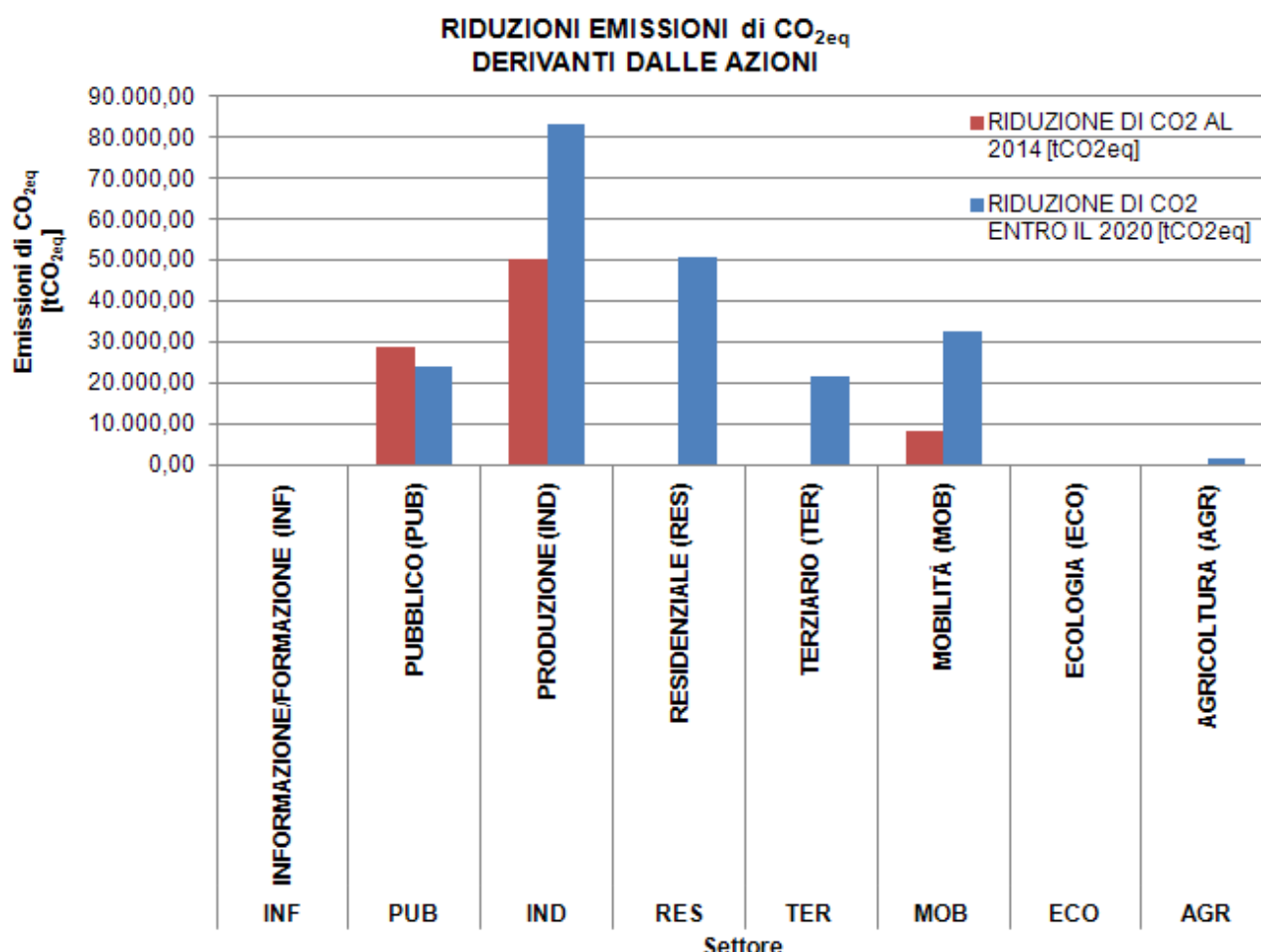
Da ultimo si è proceduto al calcolo della riduzione delle emissioni di CO_{2eq} per ogni settore considerato nel SEAP.

Tabella 6.2 – Riduzione delle emissioni di CO_{2eq} per Settore nel Comune di Bergamo

AZIONI	DESCRIZIONE	RIDUZIONE DI CO _{2eq} ENTRO IL 2020 [tCO _{2eq}]	RIDUZIONE DI CO _{2eq} AL 2014 [tCO _{2eq}]
INF	INFORMAZIONE/FORMAZIONE	0,00	0,00
PUB	PUBBLICO	24.037,04	28.643,34
IND	PRODUZIONE	83.299,56	50.502,37
RES	RESIDENZIALE	50.774,00	0,00
TER	TERZIARIO	21.707,00	0,00
MOB	MOBILITÀ	32.873,29	8.143,99
ECO	ECOLOGIA	0,00	0,00
AGR	AGRICOLTURA	1.500,00	463,05
TOTALE		214.190,89	87.752,75

Fonte: Monitoraggio del SEAP – Aggiornamento Dicembre 2014 del Comune di Bergamo.

Grafico 6.2 – Riduzione delle emissioni di CO_{2eq} per Settore nel Comune di Bergamo



Fonte: Monitoraggio del SEAP – Aggiornamento Dicembre 2014 del Comune di Bergamo.

Dall'analisi del grafico soprastante, emerge che il settore della Produzione (IND) e quello Pubblico (PUB), costituiscono gli ambiti che maggiormente hanno contribuito alla riduzione delle emissioni di CO_{2eq} in atmosfera. In particolare, il contributo più

consistente è attribuibile al Settore della Produzione (IND), che ha visto l'implementazione di azioni di notevole peso in termini di riduzione di CO₂eq. Se si vorrà tuttavia sostenere questa tendenza positiva, sarà necessario attuare politiche mirate al sostegno delle energie rinnovabili, quali il Teleriscaldamento (TLR) ed il Teleraffrescamento, il Fotovoltaico e l'Idroelettrico. Il Settore Pubblico (PUB), comprensivo dell'Edilizia Pubblica (EDI-PUB), dell'Illuminazione Pubblica (ILL-PUB) e delle azioni di Monitoraggio (MON-PUB), ha dato un buon contributo ai fini della riduzione delle emissioni di CO₂eq in atmosfera. Restano tuttavia buoni margini di implementazione nei prossimi anni. Un apporto positivo è anche da attribuirsi al settore della Mobilità (MOB), che in questi anni ha visto l'implementazione di alcune azioni finalizzate alla riduzione delle emissioni di CO₂eq in atmosfera. Si da atto tuttavia della necessità di una ulteriore implementazione delle specifiche azioni previste, al fine di rendere più sostenibile un settore di notevole impatto e rilevanza. Gli apporti del Settore Agricoltura (AGR) sono invece da considerarsi minimi. Dovranno essere implementati con azioni mirate anche il Settore Residenziale (RES), che ha ad oggi visto la revisione del Regolamento Edilizio, completato con l'Allegato Energetico ed il Settore Terziario (TER), che include le azioni relative all'Edilizia Produttiva (EDI-PR), rispetto al quale sono stati attivati tavoli di confronto con i centri commerciali, gli albergatori, le medie strutture di vendita e gli esercizi di vicinato, al fine di incentivare la riqualificazione energetica delle relative strutture. Si rileva infine che, per quanto concerne il Settore dell'Informazione/Formazione e Promozione (INF) ed il Settore dell'Ecologia (ECO), sono state previste azioni complementari all'attuazione del SEAP, prive di ricadute dirette in termini di riduzione di CO₂eq, ritenendo di fondamentale importanza la diffusione della cultura della sostenibilità ambientale, al fine di accrescere la consapevolezza ed il contributo dei singoli cittadini alla costruzione di una Città "amica" dell'ambiente.

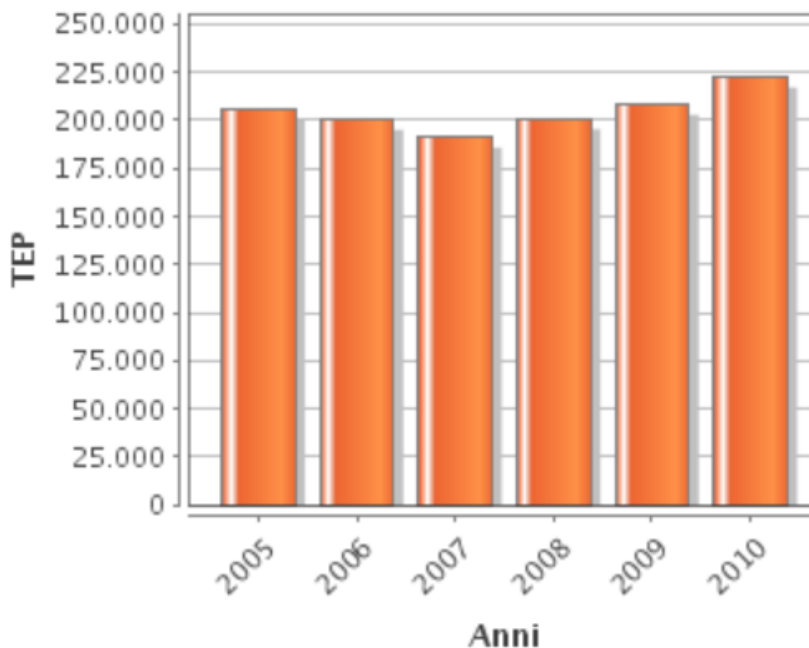
Consumi energetici ed emissioni di CO₂eq

L'analisi del tema energia parte dall'approfondimento dei dati relativi al consumo energetico nel Comune di Bergamo. I dati utilizzati per inquadrare il tema del consumo energetico, articolati per fonti ed utilizzatori, sono derivati da Cestec – Regione Lombardia²³ e SiReNa – Sistema Informativo Regionale Energia Ambiente e costituiscono la medesima base informativa utilizzata per l'elaborazione del Piano Energetico Comunale a cui si rimanda per gli eventuali approfondimenti sul tema.

²³ Dal 01 gennaio 2013, a seguito dell'operazione di fusione per incorporazione di Cestec SpA in Finlombarda SpA, tutte le attività di Cestec SpA sono confluite in Finlombarda SpA, unico grande interlocutore a supporto della crescita e dello sviluppo dell'intero territorio lombardo.

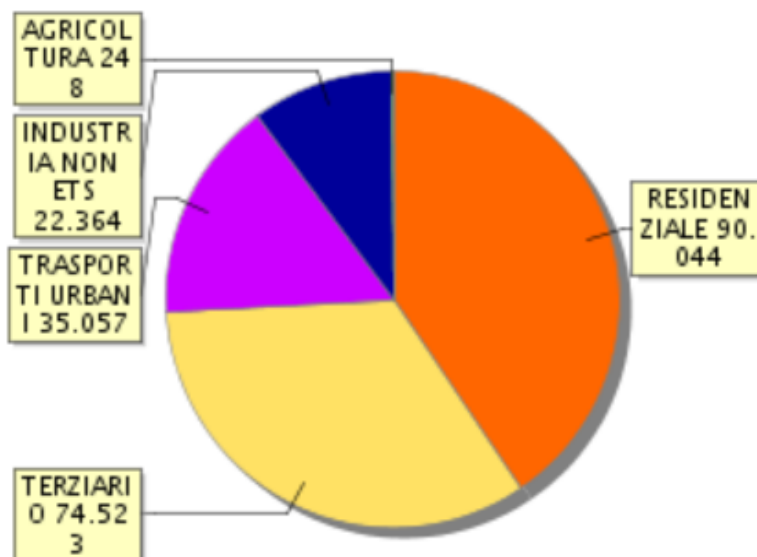
Per quanto riguarda la domanda di energia sono riportati i consumi energetici ²⁴ finali comunali, suddivisi per i diversi settori d'uso (residenziale, terziario, agricoltura, industria non ETS - Emissions Trading Scheme e trasporti urbani) e per i diversi vettori impiegati (gas naturale, energia elettrica, gasolio, benzina, TLR - Teleriscaldamento convenzionale ed altro), con l'esclusione della produzione di energia elettrica.

Grafico 6.3 – Consumi energetici per anno nel Comune di Bergamo



Fonte: SiReNa – Finlombarda SpA - Regione Lombardia, 2010.

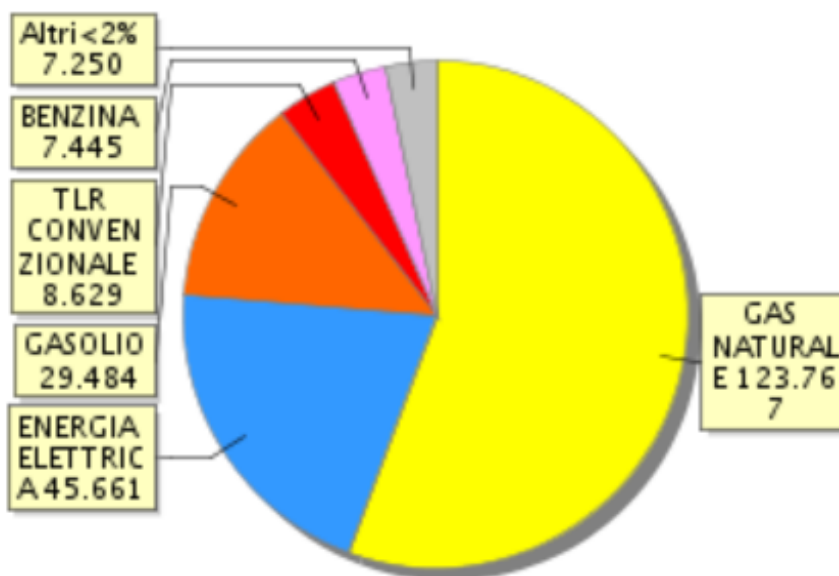
Grafico 6.4 – Consumi energetici per settore nel Comune di Bergamo (Anno 2010)



Fonte: SiReNa – Finlombarda SpA - Regione Lombardia, 2010.

²⁴ L'unità di misura dei consumi energetici è il TEP - Tonnellata Equivalente di Petrolio, che indica l'energia che si libera dalla combustione di 1 t di petrolio.

Grafico 6.5 – Consumi energetici per vettore nel Comune di Bergamo (Anno 2010)



Fonte: SiReNa – Finlombarda SpA - Regione Lombardia, 2010.

Come si può anche vedere dal precedente Grafico 7.3 e dalla successiva Tabella 7.1, ciò che colpisce sono le sostanziali ed interessanti differenze tra i diversi settori in gioco.

Tabella 6.3 – Consumi energetici nel Comune di Bergamo

SETTORE RESIDENZIALE

ANNI	ENERGIA ELETTRICA	GAS NATURALE	GASOLIO	BENZINA	GPL	OLIO COM-BUSTIBILE	BIOMASSE	BIO COM-BUSTIBILI	SOLARE TH	GEOTERMIA	TLR FER	TLR CON-VENZIONALE	Totale
2008	13.278,3200	59.721,1800	5.010,3260		412,4809		994,3811		51,8982	86,7817	59,4524	2.519,9400	82.134,7603
2009	13.070,5700	61.527,3400	4.358,0060		414,1380		1.047,4780		85,0334	107,8540	104,3740	3.265,3000	83.980,0934
2010	13.305,2900	66.695,4800	3.975,7460		434,7311		1.061,2250		117,2093	110,2525	197,5806	4.146,5090	90.044,0235

SETTORE TERZIARIO

ANNI	ENERGIA ELETTRICA	GAS NATURALE	GASOLIO	BENZINA	GPL	OLIO COM-BUSTIBILE	BIOMASSE	BIO COM-BUSTIBILI	SOLARE TH	GEOTERMIA	TLR FER	TLR CON-VENZIONALE	Totale
2008	22.325,9200	41.267,9100	1.547,4500		138,6971				6,8925	178,0811	49,7498	2.108,6900	67.623,3905
2009	23.108,5800	40.940,3600	1.538,7030		138,5626				22,9586	284,7629	87,3403	2.732,4090	68.853,6764
2010	23.444,0100	44.390,4300	1.611,0800		142,9658				28,3952	284,7629	139,1586	4.482,4440	74.523,2465

SETTORE AGRICOLTURA

ANNI	ENERGIA ELETTRICA	GAS NATURALE	GASOLIO	BENZINA	GPL	OLIO COM-BUSTIBILE	BIOMASSE	BIO COM-BUSTIBILI	SOLARE TH	GEOTERMIA	TLR FER	TLR CON-VENZIONALE	Totale
2008	58,1700	12,2588	178,3812	0,2784									249,0884
2009	55,0540	11,3849	180,8243	0,2728									247,5360
2010	56,6635	12,0411	179,1638	0,1000									247,9684

SETTORE INDUSTRIA NON ETS

ANNI	ENERGIA ELETTRICA	GAS NATURALE	GASOLIO	BENZINA	GPL	OLIO COM-BUSTIBILE	BIOMASSE	BIO COM-BUSTIBILI	SOLARE TH	GEOTERMIA	TLR FER	TLR CON-VENZIONALE	Totale
2008	9.251,0980	12.989,3400	543,8408		159,9112	376,2032	275,6244		2,2190				23.598,2366
2009	8.370,7600	11.408,7700	647,1877		177,5322	320,0885	214,6690		3,5112				21.142,5186
2010	8.855,1150	12.332,0700	451,2762		193,7295	313,4885	212,0188		6,6622				22.364,3602

SETTORE TRASPORTI

ANNI	ENERGIA ELETTRICA	GAS NATURALE	GASOLIO	BENZINA	GPL	OLIO COM-BUSTIBILE	BIOMASSE	BIO COM-BUSTIBILI	SOLARE TH	GEOTERMIA	TLR FER	TLR CON-VENZIONALE	Totale
2008		144,3245	15.830,4800	9.028,4680	1.433,7150			515,5226					26.952,5101
2009		260,0149	22.971,0400	7.594,0130	1.907,1070			950,8762					33.683,0511
2010		337,2063	23.267,0200	7.445,0200	2.891,7130			1.116,0150					35.056,9743

Fonte: SiReNa – Finlombarda SpA - Regione Lombardia, 2010.

Per quanto riguarda il consumo energetico specifico del settore residenziale si nota come, nel 2010, il 74% del consumo complessivo è costituito da gas naturale, rispetto ad un'incidenza complessiva, mostrata nel Grafico 7.3 del 56%. Il secondo vettore energetico più utilizzato è l'energia elettrica con il 15% ed il gasolio con il 4%. Le altre fonti energetiche coprono frazioni trascurabili del consumo totale. Nell'arco di tempo considerato si nota come il consumo di energia elettrica è pressoché costante, la quota di gas naturale è in crescita, mentre diminuisce l'uso di gasolio. Anche se ancora non significativo in termini quantitativi, si segnala l'aumento del teleriscaldamento, della geotermia, del solare termico e delle biomasse negli anni considerati.

Il settore terziario consuma per il 60% gas naturale e per il 31% energia elettrica. Dall'analisi del trend temporale emerge come progressivamente sia il consumo di gas naturale sia quello di energia elettrica tendono ad aumentare.

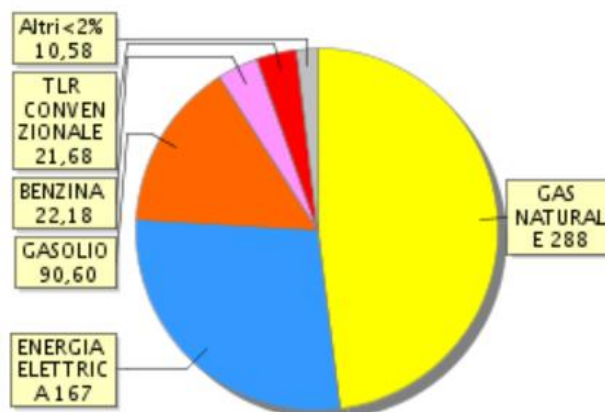
L'agricoltura dipende in modo preponderante dal consumo di gasolio che, infatti, copre circa il 72% dei consumi complessivi.

L'industria non ETS - Emissions Trading Scheme utilizza in prevalenza gas naturale, per il 55% dei consumi complessivi, seguita dall'energia elettrica per il 40%: il trend evidenzia per il settore terziario una situazione di stallo nell'uso di energia elettrica e del gas naturale.

Nel settore dei trasporti si evidenzia come il 66% del consumo sia costituito da gasolio, quota in costante crescita, seguito dalla benzina per il 21% (quota in diminuzione).

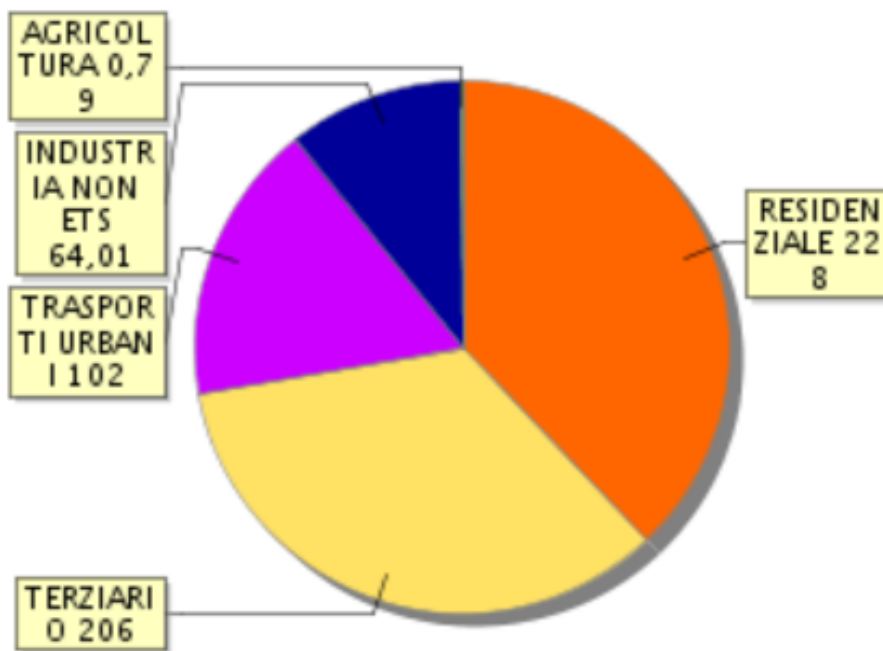
Il bilancio ambientale comunale viene considerato anche nei termini di emissioni energetiche di gas serra, espresse come CO₂ equivalente, connesse agli usi energetici finali. Vengono quindi considerate le emissioni legate ai consumi di energia elettrica e non quelle prodotte dagli impianti di produzione elettrica. Trattandosi dei soli usi energetici, le emissioni non tengono conto di altre fonti emissive, come ad esempio emissioni da discariche e da allevamenti zootecnici. I dati resi disponibili da SiReNa – Sistema Informativo Regionale Energia Ambiente non costituiscono pertanto una misura delle emissioni di gas serra sul territorio, ma restituiscono una fotografia degli usi energetici finali in termini di CO₂ equivalente.

Grafico 6.6 – Emissioni di CO₂eq per vettore nel Comune di Bergamo (espressi in kt) (Anno 2010)



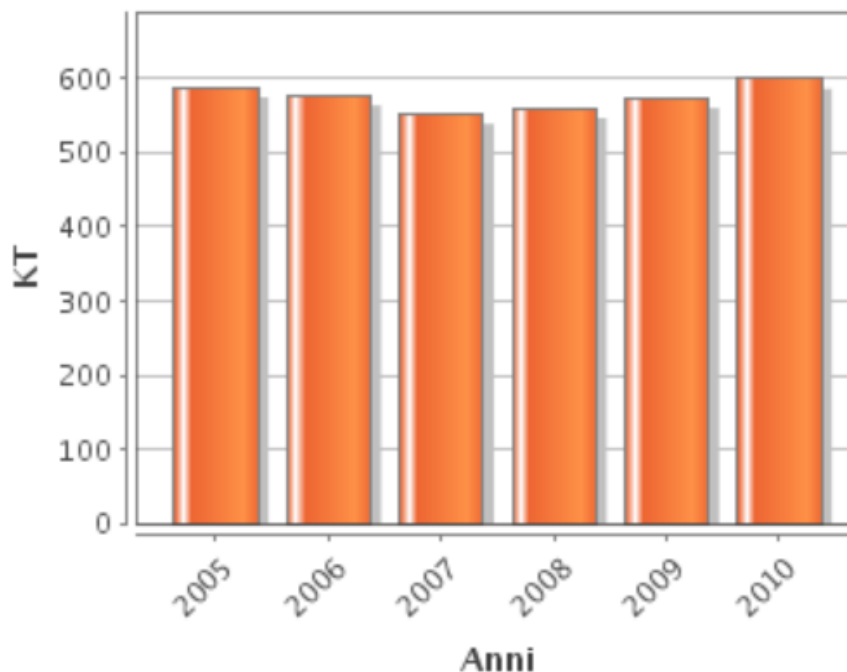
Fonte: SiReNa – Finlombarda SpA - Regione Lombardia, 2010.

Grafico 6.7 – Emissioni di CO₂eq per settore nel Comune di Bergamo (espressi in kt) (Anno 2010)



Fonte: SiReNa – Finlombarda SpA - Regione Lombardia, 2010.

Grafico 6.8 – Emissioni di CO₂eq per anno nel Comune di Bergamo (espressi in kt)



Fonte: SiReNa – Finlombarda SpA - Regione Lombardia, 2010.

Non è stato possibile reperire i dati relativi al consumo totale di gas riguardanti gli anni 2010 e 2014: si osserva che tendenzialmente il consumo totale di gas è aumentato dal 2006 fino al 2012, ad eccezione dell'anno 2007 e del 2013 in cui si verifica una diminuzione.

Tabella 6.4 – Consumi di gas (m³) stimati nel Comune di Bergamo (2006-2014)

Anno	Uso Civile (m ³)	Uso Industriale (m ³)	Totale (m ³)
2006	101.861.749	16.940.331	118.802.080
2007	96.824.373	16.471.358	113.295.731
2008	102.884.544	17.609.084	120.493.627
2009	107.602.319	15.792.752	123.395.071
2010	N.D.	N.D.	N.D.
2011	N.D.	N.D.	124.344.565
2012	N.D.	N.D.	126.121.840
2013	N.D.	N.D.	120.929.694
2014	N.D.	N.D.	N.D.

N.D.: Dato Non Disponibile.

Fonte: Istat – Istituto Nazionale di Statistica.

L'Amministrazione Comunale ha deciso di affrontare il problema del risparmio energetico e dell'aumento dell'efficienza energetica a livello locale agendo su diversi fronti:

- attraverso la redazione di un Piano Energetico Comunale che, dopo aver inquadrato la situazione iniziale, delineerà le azioni a breve, medio e lungo periodo per migliorare la performance energetica cittadina (azioni che saranno poi parte del più ampio piano d'azione di Agenda 21 per la sostenibilità locale);
- adesione al Patto dei Sindaci (Covenant of Mayors), che comporta un impegno nella riduzione delle emissioni di gas climalteranti, in particolare attraverso interventi anch'essi declinati su diverse scale temporali.

Teleriscaldamento

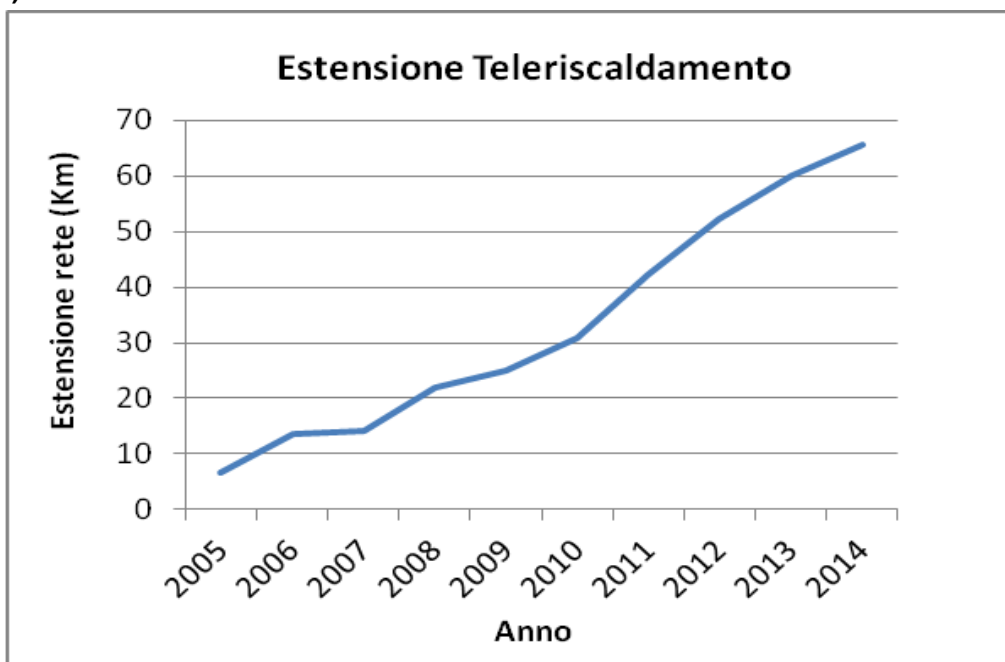
Uno degli elementi cardine della strategia di sviluppo energetico sostenibile a livello locale è sicuramente lo sviluppo del teleriscaldamento. Il teleriscaldamento è un sistema di produzione centralizzato di calore che viene distribuito direttamente alle utenze mediante una fitta rete di doppie tubazioni interrato, sotto forma di acqua calda o surriscaldato. Nel 2014 l'estensione della rete di teleriscaldamento ammonta a 65,6 km e 5,8 milioni di m³ di volumetria allacciata complessiva (Tabella 7.3).

Tabella 6.5 – Sviluppo del servizio di teleriscaldamento nel Comune di Bergamo (2005-2014)

Anni	Estensione rete (km)	Volumetria Allacciata (m ³)
2005	6,7	351.000
2006	13,5	1.005.382
2007	14,2	1.140.020
2008	22,0	1.907.072
2009	25,1	2.203.656
2010	30,8	3.400.000
2011	42,2	4.106.942
2012	52,2	4.762.920
2013	60,0	5.237.463
2014	65,6	5.827.485

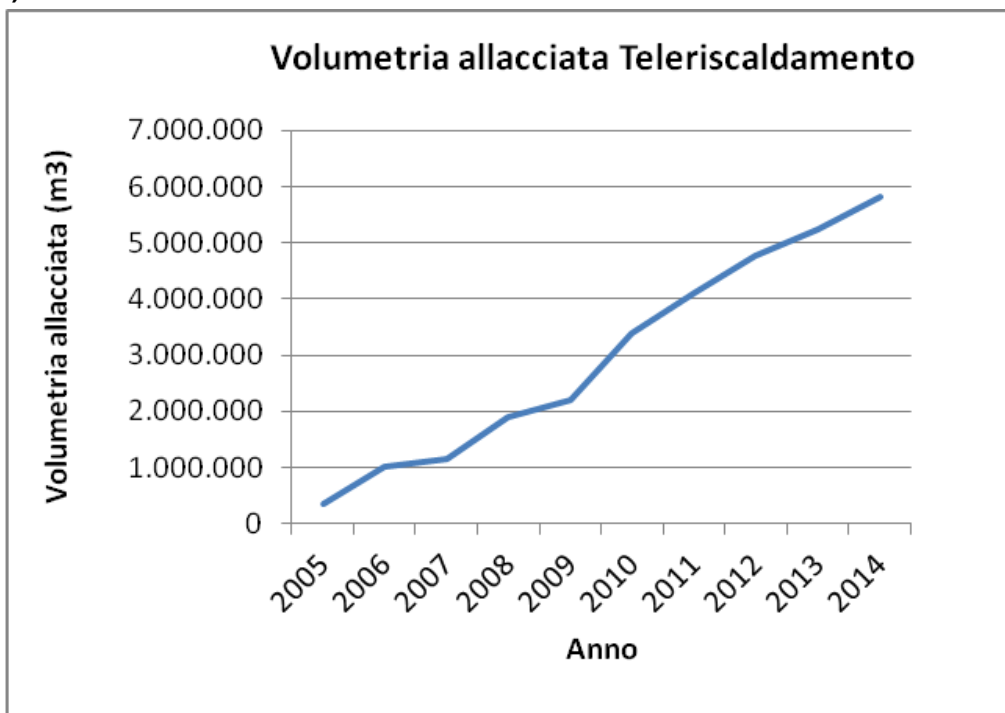
Fonte: Elaborazione basata su dati A2A.

Grafico 6.9 – Estensione della rete di teleriscaldamento (Km) presente nel Comune di Bergamo (2005-2014)



Fonte: Elaborazione basata su dati A2A.

Grafico 6.10 – Volumetria Allacciata (m³) al teleriscaldamento presente nel Comune di Bergamo (2005-2014)



Fonte: Elaborazione basata su dati A2A.

All'interno delle previsioni del PGT - Piano di Governo del Territorio del Comune di Bergamo, nello specifico nel PUGSS - Piano Urbano Generale dei Servizi del Sottosuolo, si ipotizza uno sviluppo della rete in termini di volumetria, a regime, allacciata fino a circa 12 milioni di m³.

Fonti Energetiche Rinnovabili - FER

Il secondo elemento che caratterizza la sostenibilità energetica locale riguarda la diffusione delle fonti energetiche rinnovabili, come la produzione di energia attraverso la tecnologia solare fotovoltaica e la geotermia, oltre, ad esempio, al micro-idroelettrico.

Impianti fotovoltaici

Per quanto riguarda il fotovoltaico, dalle rilevazioni del GSE – Gestore Servizi Energetici, risultano complessivamente attivi nel Comune di Bergamo 353 impianti, per una potenza installata pari a circa 7.543,11 kW (Tabella 7.4). Di questi, 23 impianti sono installati su edifici pubblici di proprietà comunale (Tabella 7.5) per una potenza totale di circa 1.209,295 kW (Fonte: Dati GSE, settembre 2015).

Tabella 6.6 - Impianti fotovoltaici totali installati nel Comune di Bergamo (2006 – 2013)

Anno	Impianti Fotovoltaici [n.]	Potenza Media [kW]	Potenza Minima [kW]	Potenza Massima [kW]	Potenza Installata [kW]
2006	7	7,21	1,62	19,98	50,49
2007	7	6,69	1,00	18,00	46,80
2008	29	5,76	1,93	38,70	167,15
2009	27	6,87	1,02	19,89	185,54
2010	69	35,69	1,88	1.067,43	2.462,79
2011	95	25,59	1,84	393,60	2.431,11
2012	82	24,26	2,53	199,84	1.989,26
2013	37	5,67	1,75	19,92	209,97
TOTALE	353	14,72	1,00	1.067,43	7.543,11

Fonte: Atlasole – GSE.

Tabella 6.7 - Impianti fotovoltaici installati su edifici di proprietà comunale nel territorio del Comune di Bergamo

Edificio Comunale	Localizzazione	Potenza Installata [kW]
Stazione Autolinee (**)	Via B. Bono	72,850
Urban Center (**)	Viale Papa Giovanni XXIII, 57	99,875
Scuola Secondaria I Grado "L. Lotto" (**)	Via L. Tadini, 72	79,900
Scuola Secondaria I Grado "Mazzi" (**)	Via F.lli Calvi, 3	54,990
Scuola Primaria "De Amicis" (**)	Via delle Tofane, 1	97,995
Scuola dell'Infanzia "Celadina" (**)	Via Pizzo di Redorta, 15	39,010
Scuola dell'Infanzia "Dasso" (**)	Via P. Isabello, 4	39,010
Scuola dell'Infanzia di Colognola (**)	Via C. Linneo, 17	39,245
Scuola Secondaria I Grado "G. D. Petteni" (**)	Via Buratti, 2	93,765
Scuola Primaria "G. Rodari" (**)	Via G. Sylva, 8	72,850
Scuola dell'Infanzia "Aquilone" (**)	Via G. Sylva, 10	39,010
Scuola Primaria "Cavezzali" (**)	Via V. Bellini, 14	32,900
Case Comunali Via Promessi Sposi (**)	Via Promessi Sposi	29,375
Scuola Primaria "I. Calvino" (**)	Via per Azzano S. Paolo, 2	47,940
Scuola Secondaria I Grado "Savoia-Nullò" (**)	Via G. Rossini, 10	84,600
Scuola Secondaria I Grado "Savoia-Nullò" (**)	Via C. Goldoni, 125	29,610
Scuola Secondaria I Grado "V. Muzio" (**)	Via S. Pietro Ai Campi, 1	79,900
Centro Sportivo "Don Bepo Vavassori" (**)	Via Don Bepo Vavassori	76,845
Asilo Nido e Scuola dell'Infanzia "Il Villaggio" – Scuola Primaria "A. Manzoni" (**)	Via Don Bepo Vavassori	48,175
Scuola dell'Infanzia "Arcobaleno" (*)	Via della Morla	19,800
Scuola dell'Infanzia "Girasoli" (*)	Via E. Fornoni	12,650
Scuola dell'Infanzia "Coghetti" (*) (***)	Via F. Coghetti, 20	9,000
Centro Tennis Loreto (*)	Via Briantea	10,000
TOTALE		1.209,295

(*) Impianti fotovoltaici di proprietà comunale.

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

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

Fonte: Comune di Bergamo.

Impianti geotermici

Per quanto riguarda il geotermico, gli impianti geotermici a bassa entalpia sono molto versatili e ben adattabili ad ogni tipologia di edificio. Le diverse soluzioni tecnologiche esistenti sono contraddistinte da efficienze molto elevate che garantiscono risparmi energetici ed economici in alcuni casi superiori al 50%. Infatti, secondo l'Ente per la Protezione Ambientale - EPA degli Stati Uniti d'America, non esiste oggi sul mercato un sistema di riscaldamento e condizionamento che sia più efficiente e pulito per l'ambiente. (Fonte: Report EPA-DOE, Space Conditioning, The Next Frontier - 430-R-93-004). Come mostrato in Tabella 7.6, nel Comune di Bergamo sono presenti 166 impianti che rappresentano circa il 5,08% degli impianti registrati in tutta la Regione Lombardia, per una potenza di riscaldamento complessiva pari a circa 8.784,800 kW (Fonte: Registro Regionale Sonde Geotermiche (RSG), settembre 2015).

Tabella 6.8 - Impianti geotermici installati nel Comune di Bergamo in relazione a quelli installati sull'intero territorio della Regione Lombardia

	Impianti Geotermici [N.]	Sonde Geotermiche [N.]	Potenza Riscaldamento Complessiva [kW]	Potenza Riscaldamento Media [kW]	Potenza Raffrescamento Complessiva [kW]	Potenza Raffrescamento Media [kW]
Regione Lombardia	3.270	49.186	101.852,100	51,337	117.112,400	43,183
Comune di Bergamo	166	2.478	8.784,800	58,565	8.626,008	70,711

Fonte: RSG, 2015.

La Tabella 7.7 mostra la suddivisione degli impianti geotermici in base alla tipologia di utenza servita e alla tipologia di impianto. In riferimento al Comune di Bergamo, emerge che la quasi totalità degli impianti geotermici è installata per il Settore Residenziale. Ciò può essere dovuto probabilmente agli interventi di ristrutturazione associati ai programmi nazionali di incentivazione. Inoltre prevalgono i “grandi impianti” ossia quelli con potenza di scambio termico maggiore di 50 kW, rispetto agli impianti piccoli (con potenza di scambio termico inferiore od uguale a 50 kW) o non specificati.

Tabella 6.9 - Suddivisione degli impianti geotermici installati (utenza servita e tipologia) presenti in Regione Lombardia e nel Comune di Bergamo

Tipologia Utenza Servita	Impianti Geotermici [N.]							
	Residenziale	Industriale	Commerciale/ Terziario	Non Specificato	TOTALE	Grande impianto	Piccolo impianto	Non Specificato
Regione Lombardia	2.832	99	327	12	3.270	1.332	1.631	307
Comune di Bergamo	163	0	2	1	166	111	52	3

Fonte: RSG, 2015

Impianto mini-idroelettrico

Infine, un'altra forma di energia alternativa e rinnovabile presente sul territorio comunale è il mini-idroelettrico: come l'idroelettrico, sfrutta la trasformazione dell'energia potenziale gravitazionale, posseduta da una certa massa d'acqua ad una certa quota altimetrica, in energia cinetica al superamento di un certo dislivello. Tale energia cinetica viene, infine, trasformata in energia elettrica in una centrale idroelettrica grazie ad un alternatore accoppiato ad una turbina.

L'unico impianto esistente all'interno del territorio comunale di Bergamo è posto presso il Serbatoio S. Agostino, in Viale Vittorio Emanuele II.

In Tabella 7.8 si riporta la localizzazione, la potenza termica ed elettrica relativa a tale impianto.

Tabella 6.10 - Dati di sintesi relativi all'impianto mini-idroelettrico presente nel Comune di Bergamo

Impianto Mini-Idroelettrico	Localizzazione	Potenza Termica [kWh/anno]	Potenza Elettrica [kWh/anno]
Serbatoio S. Agostino	Viale Vittorio Emanuele II	55	405.072

Fonte: Piano Energetico Comunale - PEC, 2011.

CAPITOLO 7 – RUMORE

Piano di Zonizzazione Acustica

La L. n. 477 del 26 ottobre 1995 – Legge Quadro sull’Inquinamento Acustico assegna ai Comuni un ruolo centrale, con competenze di carattere programmatico, decisionale e di controllo. In particolare, fra i diversi compiti assegnati, sono di competenza dei Comuni:

- la classificazione del territorio comunale in zone omogenee sotto il profilo acustico;
- il coordinamento degli strumenti urbanistici già adottati od in corso di attuazione con la classificazione acustica;
- l’adozione dei Piani di Risanamento Acustico, assicurando il coordinamento con il Piano Urbano del Traffico e con i Piani previsti dalla vigente legislazione in materia ambientale.

Secondo quanto previsto dalla L. n. 447/1995, la zonizzazione deve essere definita sulla base dei criteri stabiliti con Legge Regionale: per la Regione Lombardia questi criteri sono indicati dalla L.R. n. 13 del 10 agosto 2001 – Norme in materia di Inquinamento Acustico e dal documento “Criteri tecnici di dettaglio per la redazione della classificazione acustica del territorio comunale” approvato con D.G.R. n. VII/9776 del 12 luglio 2002.

Per quanto riguarda il Comune di Bergamo, la prima zonizzazione acustica è stata approvata nel 2001, mentre il suggestivo aggiornamento e relativa procedura di VAS – Valutazione Ambientale Strategica sono stati approvati con le seguenti modalità:

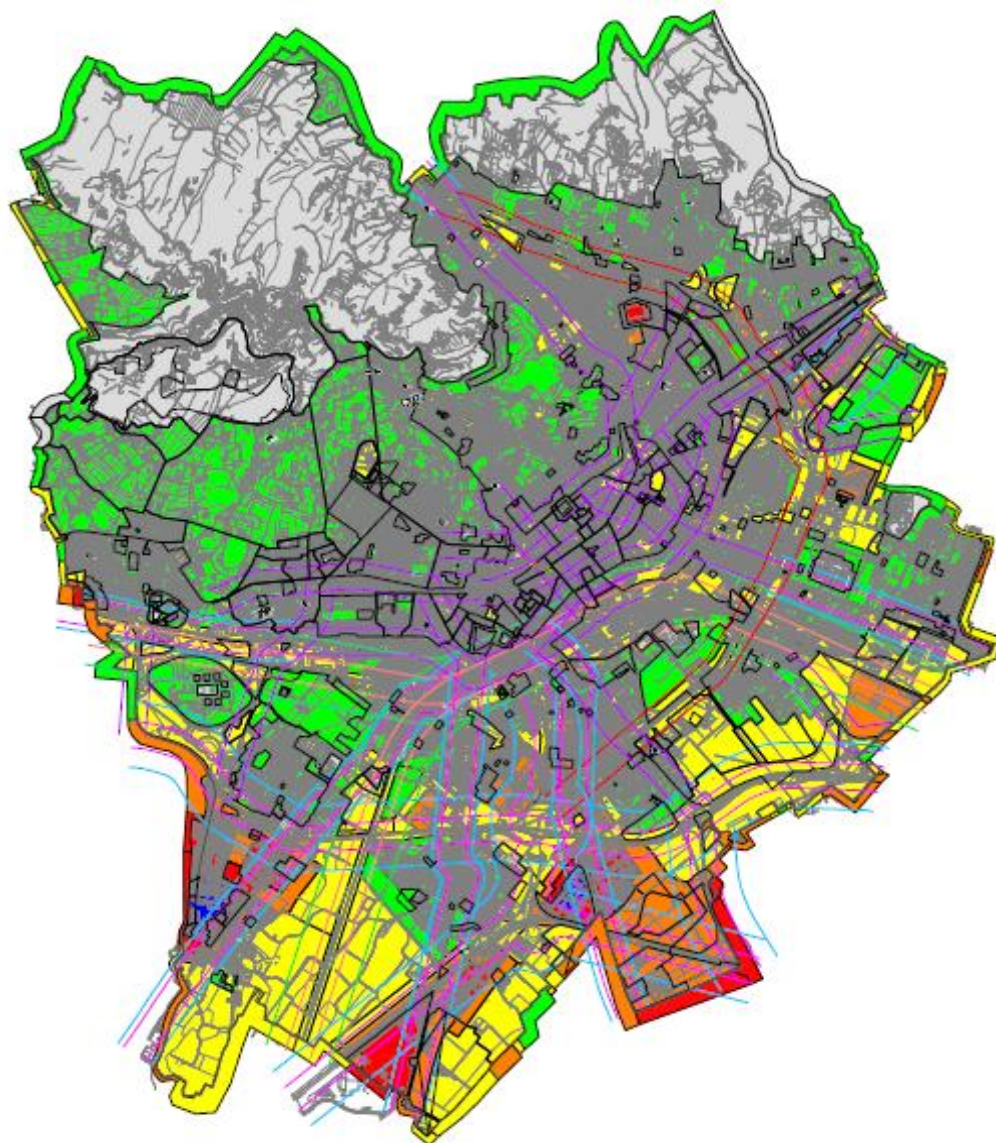
- avvio dell’aggiornamento con Deliberazione di Giunta n. 277 Reg. G.C. del 28 agosto 2013;
- adozione dell’aggiornamento con Deliberazione Consiglio Comunale n. 59 Reg. Cons. del 24 marzo 2014;
- approvazione dell’aggiornamento con Deliberazione Consiglio Comunale n. 183 Reg. Cons. del 28 dicembre 2015.

Il lavoro di aggiornamento effettuato sulla zonizzazione acustica precedente ha richiesto di rivalutare l’intera impostazione utilizzata in passato, partendo dal fatto che i presupposti normativi relativi alla classificazione delle strade e della linea ferroviaria, nonché ai possibili salti di classe, sono notevolmente cambiati. Pertanto, in funzione della classificazione stradale del Codice della Strada sono state create delle fasce di rispetto lungo le strade cittadine e la rete ferroviaria. Così facendo, le strade principali che nella passata zonizzazione erano state classificate in classe III “Aree di tipo misto” o IV “Aree di intensa attività umana” sono rientrate nella classe del quartiere di appartenenza.

Si è proceduto inoltre ad eliminare i salti di classe interni alla Città ed al confine con gli altri Comuni, rendendo coerente la zonizzazione con le scelte urbanistiche operate dall'Amministrazione Comunale attraverso il PGT – Piano di Governo del Territorio. Questo ha portato all'eliminazione di alcune classi VI "Aree esclusivamente industriali" e classi V "Aree prevalentemente industriali", poiché determinate attività produttive non insistono più sul territorio. Tutti questi adeguamenti hanno comportato inevitabili cambiamenti/ricadute nelle zone limitrofe.

Il Piano di Zonizzazione Acustica non prevede azioni che possono incidere direttamente sul territorio, pertanto un piano di monitoraggio classico, costituito da indicatori ambientali, non avrebbe grande incidenza su questo strumento. Verranno pertanto predisposti dei Piani di Monitoraggio Acustico, con campagne fonometriche, che consentiranno di capire se l'Amministrazione dovrà avviare specifici Piani di Bonifica od in quali casi sarà necessario rivedere l'impostazione complessiva del Piano di Zonizzazione Acustica, anche a seguito di eventuali modifiche urbanistiche rilevanti.

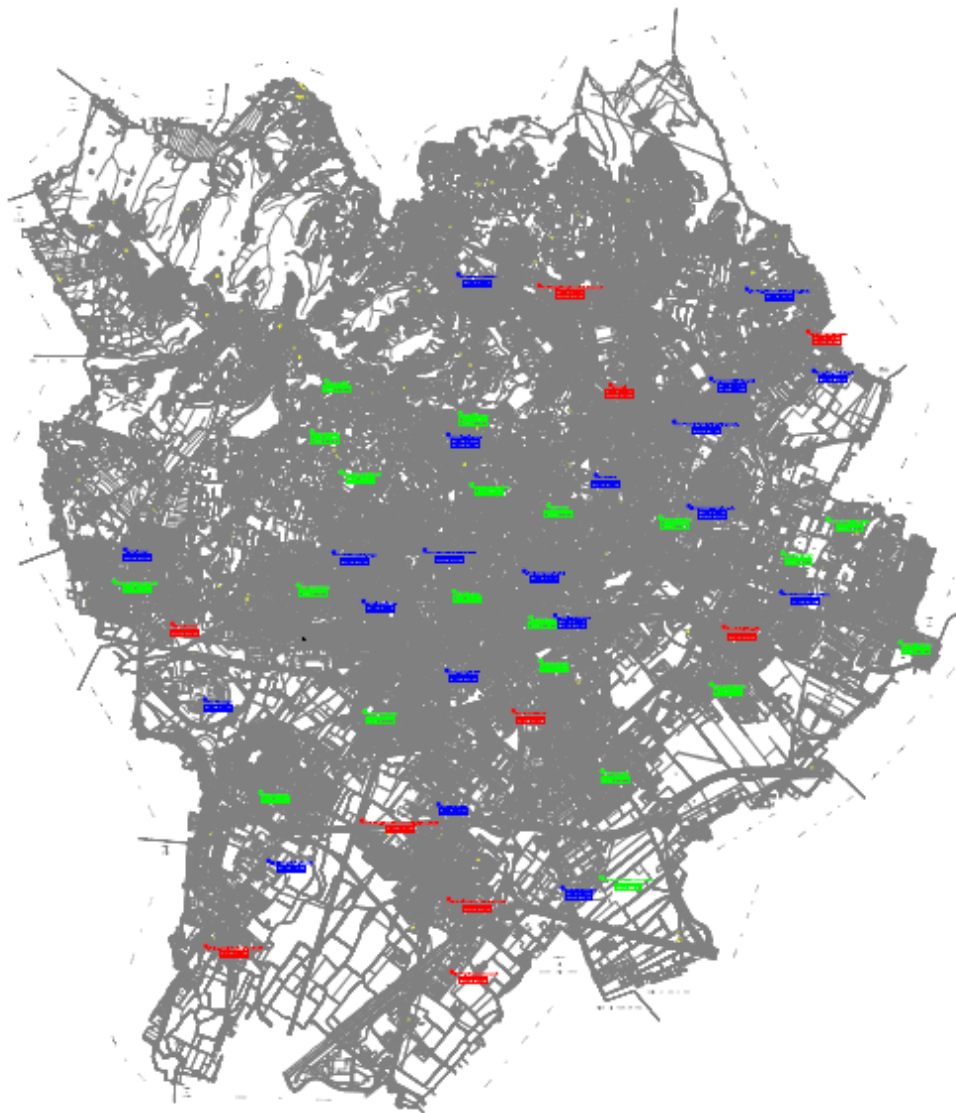
Figura 7.1 – Azzonamento acustico complessivo del Comune di Bergamo



LEGENDA					
COLORE	CLASSE	LIMITI DI IMMISSIONE		LIMITI DI EMISSIONE	
		GIORNO	NOTTURNO	GIORNO	NOTTURNO
	I - Aree particolarmente protette	50 dBA	40 dBA	45 dBA	35 dBA
	II - Aree prevalentemente residenziali	55 dBA	45 dBA	50 dBA	40 dBA
	III - Aree di uso misto	60 dBA	50 dBA	55 dBA	45 dBA
	IV - Aree di intensa attività umana	65 dBA	55 dBA	60 dBA	50 dBA
	V - Aree prevalentemente industriali	70 dBA	60 dBA	65 dBA	55 dBA
	VI - Aree esclusivamente industriali	70 dBA	70 dBA	65 dBA	65 dBA
	Fascia A autostradale (D.P.R. 30/03/04, n.142)	Scuole, ospedali e case di riposo - limite di immissione diurno 50 dBA(A) / limite di immissione notturno 40dBA(A) Altri edifici - limite di immissione diurno 70 dBA(A) / limite di immissione notturno 50 dBA(A)			
	Fascia B autostradale (D.P.R. 30/03/04, n.142)	Scuole, ospedali e case di riposo - limite di immissione diurno 50 dBA(A) / limite di immissione notturno 40dBA(A) Altri edifici - limite di immissione diurno 60 dBA(A) / limite di immissione notturno 50 dBA(A)			
	Fascia autostradale unica (D.P.R. 30/03/04, n.142)	Scuole, ospedali e case di riposo - limite di immissione diurno 50 dBA(A) / limite di immissione notturno 40dBA(A) Altri edifici - limite di immissione diurno 70 dBA(A) / limite di immissione notturno 50 dBA(A)			
	Fascia extrastradale unica (D.P.R. 30/03/04, n.142)	Scuole, ospedali e case di riposo - limite di immissione diurno 50 dBA(A) / limite di immissione notturno 40dBA(A) Altri edifici - limite di immissione diurno 60 dBA(A) / limite di immissione notturno 50 dBA(A)			
	Fascia A ferroviaria (art. 3 del D.P.R. 18/11/98, n.458)	Scuole, ospedali e case di riposo - limite di immissione diurno 50 dBA(A) / limite di immissione notturno 40dBA(A) Altri edifici - limite di immissione diurno 70 dBA(A) / limite di immissione notturno 50 dBA(A)			
	Fascia B ferroviaria (art. 3 del D.P.R. 18/11/98, n.458)	Scuole, ospedali e case di riposo - limite di immissione diurno 50 dBA(A) / limite di immissione notturno 40dBA(A) Altri edifici - limite di immissione diurno 60 dBA(A) / limite di immissione notturno 50 dBA(A)			

Fonte: Aggiornamento del Piano di Zonizzazione Acustica del Comune di Bergamo - Dicembre 2014.

Figura 7.2 – Punti di misura del Piano di Zonizzazione Acustica del Comune di Bergamo



PLANIMETRIA PUNTI DI MISURA		SCALA 1:300
COLORE	DESCRIZIONE	
	Punti a lungo termine - Durata di una settimana	
	Punti a medio termine - Durata di ventiquattro ore	
	Punti a breve termine - Durata di un'ora	

Fonte: Aggiornamento del Piano di Zonizzazione Acustica del Comune di Bergamo - Dicembre 2014.

Secondo le indicazioni fornite dal D.P.C.M. 14 novembre 1997, il Piano di Zonizzazione Acustica del Comune di Bergamo suddivide la città in 6 classi, in base ai livelli di rumorosità ammessi, come riportato nella tabella sottostante (Tabella 8.1).

Tabella 7.1 – Classi di suddivisione acustica del Comune di Bergamo

Classe Acustica	Descrizione	Limiti Immissione [dB(A)]		Limiti Emmissione [dB(A)]	
		Tempo Riferimento Diurno (06:00 - 22:00)	Tempo Riferimento Notturno (22:00 - 06:00)	Tempo Riferimento Diurno (06:00 - 22:00)	Tempo Riferimento Notturno (22:00 - 06:00)
I – Aree particolarmente protette	Aree nelle quali la quiete rappresenta un elemento di base per la loro destinazione (Aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate allo svago, aree residenziali rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, etc.).	50	40	45	35
II – Aree destinate ad uso prevalentemente residenziale	Aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali ed artigianali.	55	45	50	40
III – Aree di tipo misto	Aree urbane interessate da traffico veicolare locale o di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici.	60	50	55	45
IV – Aree di intensa attività umana	Aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, elevata presenza di attività commerciali ed uffici, con presenza di attività artigianali; aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie; aree portuali; aree con limitata presenza di piccole industrie.	65	55	60	50
V – Aree Prevalentemente industriali	Aree interessate da insediamenti industriali con scarsità di abitazioni.	70	60	65	55
VI – Aree Esclusivamente industriali	Aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi.	70	70	65	65

Fonte: Elaborazione basata sul Piano di Zonizzazione Acustica del Comune di Bergamo, Dicembre 2014.

Considerata la loro rilevanza per l'impatto acustico ambientale, anche strade, autostrade e ferrovie sono stati elementi di primaria importanza nella predisposizione della zonizzazione acustica. Infatti, queste infrastrutture di trasporto percorrono le parti da Sud, Est e Nord del territorio comunale, lasciando libera la parte Ovest al Parco dei Colli, area di particolare interesse dal punto di vista acustico.

Per tutte le vie di traffico ricadenti nel D.P.R. n. 142 del 30 marzo 2004, sono state inserite le fasce di rispetto, così come per tutti gli assi ferroviari, trattati nel D.P.R. n. 459 del 10 novembre 1998. Le fasce di rispetto non sono elementi della zonizzazione acustica del territorio, in base ai criteri del D.P.R. n. 142 del 30 marzo 2004 esse si sovrappongono alla zonizzazione realizzata, venendo a costituire in pratica delle "fasce di esenzione" relative alla sola rumorosità prodotta dal traffico stradale o ferroviario sull'arteria a cui si riferiscono, rispetto al limite di zona locale che dovrà invece essere rispettato dall'insieme di tutte le altre sorgenti che interessano detta zona.

Le strade di quartiere o locali sono considerate parte integrante dell'area di appartenenza ai fini della classificazione acustica, ovvero per esse non si ha fascia di rispetto.

Per quanto riguarda la linea TEB, si ribadisce che lo stesso D.P.R. n. 459 del 10 novembre 1998, all'art. 2 esclude le tramvie che, vista l'assenza di altri provvedimenti in materia, non sono quindi soggette a questa tipologia di strumento urbanistico.

Il Piano di Zonizzazione Acustica è anche corredato da un Regolamento d'Attuazione "Regolamento per lo svolgimento in deroga alla zonizzazione acustica comunale di manifestazioni temporanee in luogo pubblico o aperto al pubblico, cantieri e dehors" adottato dal Consiglio Comunale in data 04/04/2016 con Deliberazione N. 37-16 Reg. C.C. / N. 0021-16 Prop. Del..

Il Regolamento disciplina tutte quelle attività che comportino l'uso di macchinari o impianti rumorosi, quali attività di cantiere, manifestazioni a carattere temporaneo (estivi, manifestazioni continuative, luna park, concerti, etc.), manifestazioni nei dehors e manifestazioni nei pubblici esercizi ed esercizi di vicinato.

In generale, se le emissioni acustiche connesse all'esercizio dell'attività rientrano nei limiti temporali e di intensità previsti dal Regolamento è sufficiente una semplice comunicazione, in caso contrario deve essere richiesta un'autorizzazione in deroga.

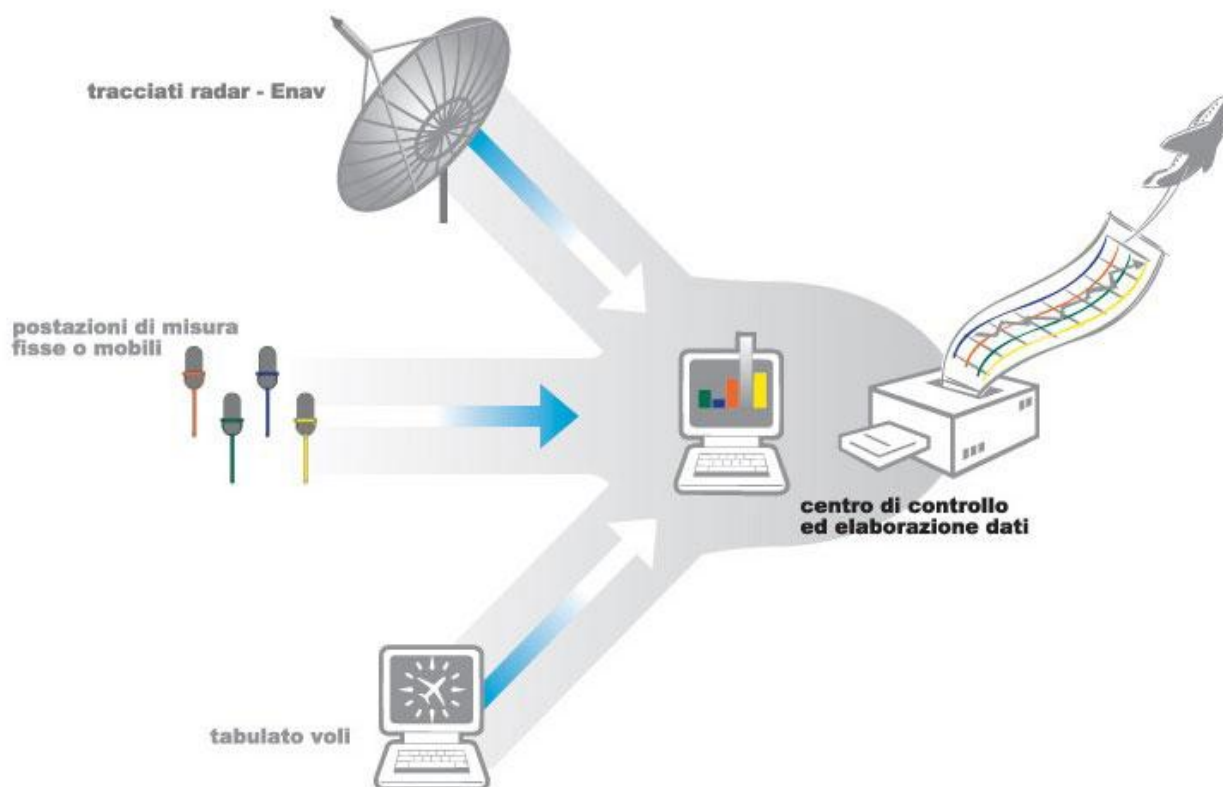
Monitoraggio dell'inquinamento acustico aeroportuale

Anche in merito all'attività aeroportuale di Orio al Serio sono state seguite le Linee Guida definite da Regione Lombardia tramite il documento "Criteri tecnici di dettaglio per la redazione della classificazione acustica del territorio comunale" approvato con D.G.R. n. VII/9776 del 12 luglio 2002, individuando classi acustiche coerenti con le funzioni insediate sul territorio. Si rammenta, infatti, che il rumore aeroportuale non viene gestito dalla zonizzazione acustica comunale, ma dalla zonizzazione acustica aeroportuale approvata da apposita Commissione. In data 15 luglio 2013, con Sentenza n. 688, il

Tribunale Amministrativo Regionale - TAR della Lombardia, sezione di Brescia, ha annullato la zonizzazione acustica aeroportuale, ribadito successivamente anche dal Consiglio di Stato – Sezione 4, con Sentenza n. 1278 del 12 marzo 2015. A tutt'oggi la Commissione Aeroportuale dovrà operare una nuovo Piano di Zonizzazione Acustica.

Per quanto riguarda il rumore aeroportuale, SACBO S.p.A, come previsto dalla Normativa vigente, nel giugno 2004 ha acquisito dalla Provincia di Bergamo la gestione dell'intero sistema di acquisizione del rumore aeroportuale, idoneo a monitorare l'inquinamento acustico prodotto dall'attività aeroportuale sulle aree limitrofe. Il sistema integra diverse tipologie di informazioni quali le tracce radar, i livelli di rumore, i dati atmosferici e l'archivio voli, per identificare le fonti di rumore e valutare la loro influenza sulle aree circostanti. La struttura del sistema di monitoraggio del rumore sul territorio circostante l'Aeroporto è rappresentata in Figura 8.3.

Figura 7.3 – Sistema di monitoraggio del rumore sul territorio circostante l'Aeroporto Orio al Serio

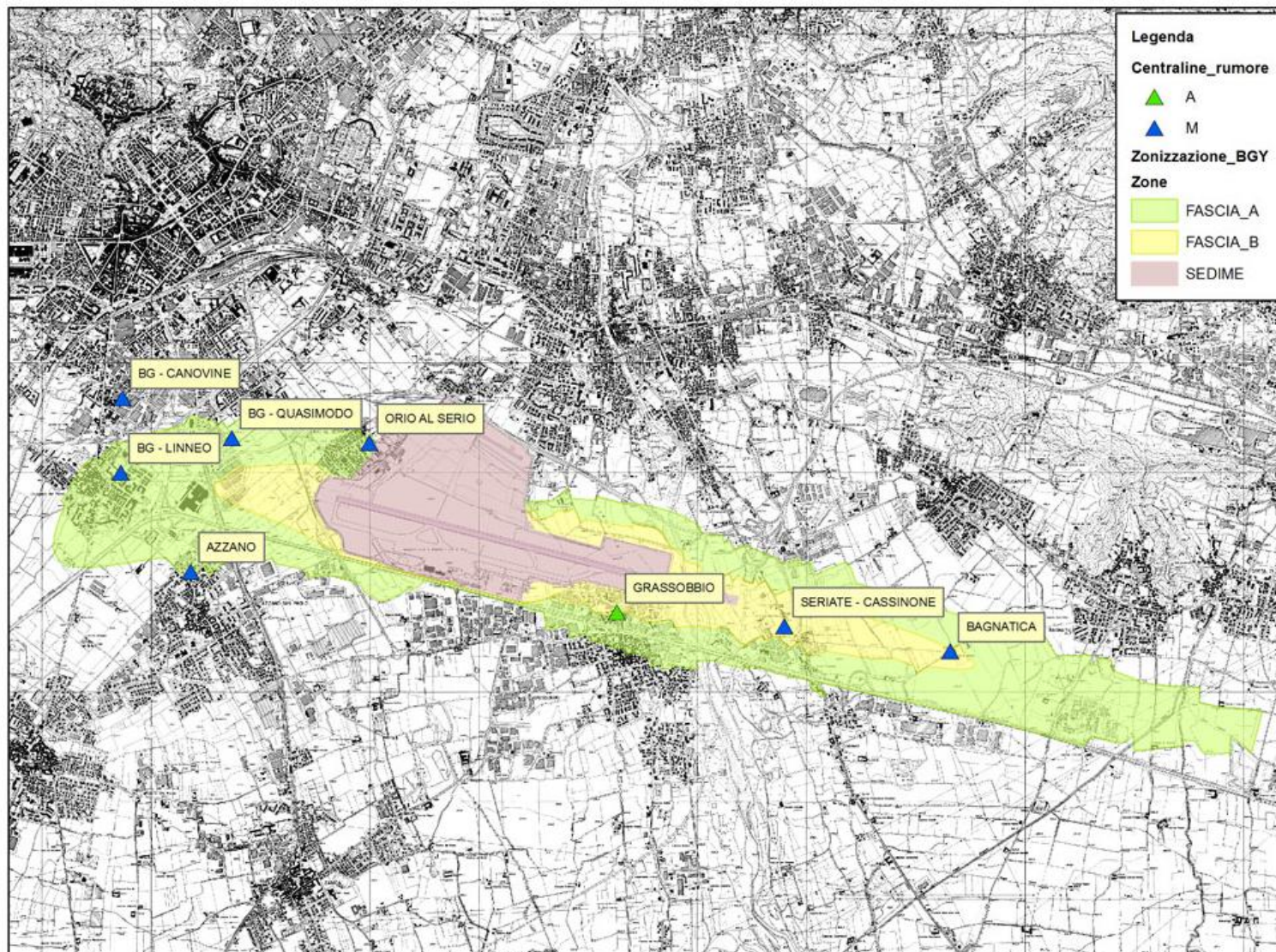


Fonte: www.sacbo.it – Monitoraggio Rumore.

Il sistema di rilevamento del rumore aeroportuale è attualmente costituito da 8 stazioni di misura, di tipo fisso e funzionamento continuo, posizionate in corrispondenza delle traiettorie di decollo ed atterraggio, di cui 7 di tipo M per il monitoraggio del rumore aeroportuale ai sensi delle Linee Guida approvate con D.G.R. n. VII/808 dell' 11 ottobre 2005, in modo da consentire al meglio l'individuazione acustica dei sorvoli e minimizzando l'interferenza con altre sorgenti. La stazione di tipo A per il monitoraggio

del rumore ambientale, posizionata nel territorio comunale di Grassobbio, invece non viene generalmente utilizzata per il calcolo dell'indice LVA - Livello di Valutazione del rumore Aeroportuale ed è stata scelta allo scopo di misurare l'insieme delle sorgenti di rumore presenti nella zona. Annualmente tutte le stazioni sono sottoposte a specifiche verifiche da parte di ARPA Lombardia, tramite misure in parallelo, controlli sulla corretta gestione della strumentazione e validazione dei dati.

Figura 7.4 – Rete di monitoraggio del rumore aeroportuale - Aeroporto Orio al Serio



Fonte: www.sacbo.it – Monitoraggio Rumore.

Le centraline della rete di monitoraggio dell'aeroporto presenti sul territorio del Comune di Bergamo sono elencate nella seguente Tabella 8.2.

Tabella 7.2 – Centraline di monitoraggio del rumore aeroportuale nel Comune di Bergamo

Stazione Monitoraggio	Descrizione	Classe Destinazione d'Uso del Territorio (Tab. A,D.P.C.M. 14 novembre 1997)	Valori di Attenzione e Limiti Assoluti di Immissione LVA [dB(A)]	
			Tempo Riferimento Diurno (06:00 - 23:00)	Tempo Riferimento Notturno (23:00 - 06:00)
Bergamo Via Canovine	Area di tipo misto. La strumentazione è posta sul tetto piano di un edificio comunale di quattro piani, su superficie piana, omogenea e riflettente, a circa 3 m di altezza dalla stessa (circa 20 m dal suolo), in campo libero. La posizione è scelta per minimizzare i contributi acustici degli impianti di condizionamento, delle attività commerciali/industriali presenti in zona e del traffico veicolare. Non presentando un affaccio diretto sull'ambiente circostante, ma essendo totalmente isolata sul tetto dell'edificio, la centralina non è risulta adatta ad una misura del rumore ambientale. I dati di questa stazione non sono pertanto stati analizzati per la presente relazione.	IV	65	55
Bergamo Via Linneo	Area residenziale in prossimità di un oratorio. Lo strumento è posizionato all'interno del cortile di una scuola materna a circa 20 m da una strada a ridotto traffico locale. Il microfono è posto ad un'altezza di circa 6 m dal suolo.	II	55	45
Bergamo Via Quasimodo	Area residenziale ma in prossimità di un asse stradale interurbano (a 150 m dalla SS671). Lo strumento è posizionato all'interno del giardino di un asilo nido con microfono ad un'altezza di circa 6 m dal suolo.	III	60	50

Fonte: ARPA Lombardia – Settore Monitoraggi Ambientali, Rapporto Tecnico “Verifica di conformità delle caratteristiche dei sistemi di monitoraggio del rumore aeroportuale” - Sistema di Bergamo - Orio al Serio BGY-1-2013, Anno 2013.

Nella seguente Tabella 8.3 sono evidenziati i dati dell'indice LVA medio annuo [dB(A)] per ogni centralina presente sul territorio comunale di Bergamo.

Tabella 7.3 – Rumore aeroportuale annuale - Aeroporto Orio al Serio

Stazione	LVA medio annuo [dB(A)]												
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Bergamo Via S. Pietro Ai Campi (*)	54,7	53,4	54,9	55,5	55,2	-	-	-	-	-	-	-	-
Bergamo Via Quasimodo	-	-	-	61,3	62,1	63,1	63,0	62,2	61,6	61,3	61,2	62,0	61,6
Bergamo Via Linneo	-	-	-	-	60,3	60,9	61,0	61,0	60,8	60,0	59,7	60,4	60,2
Bergamo Via Canovine	-	-	-	-	58,6	60,1	59,2	55,9	55,6	55,1	54,7	55,7	56,1
Bergamo Piazzale Scienza (**)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60,9	60,2	-	-

(*) Stazione dismessa

(**) Stazione temporanea

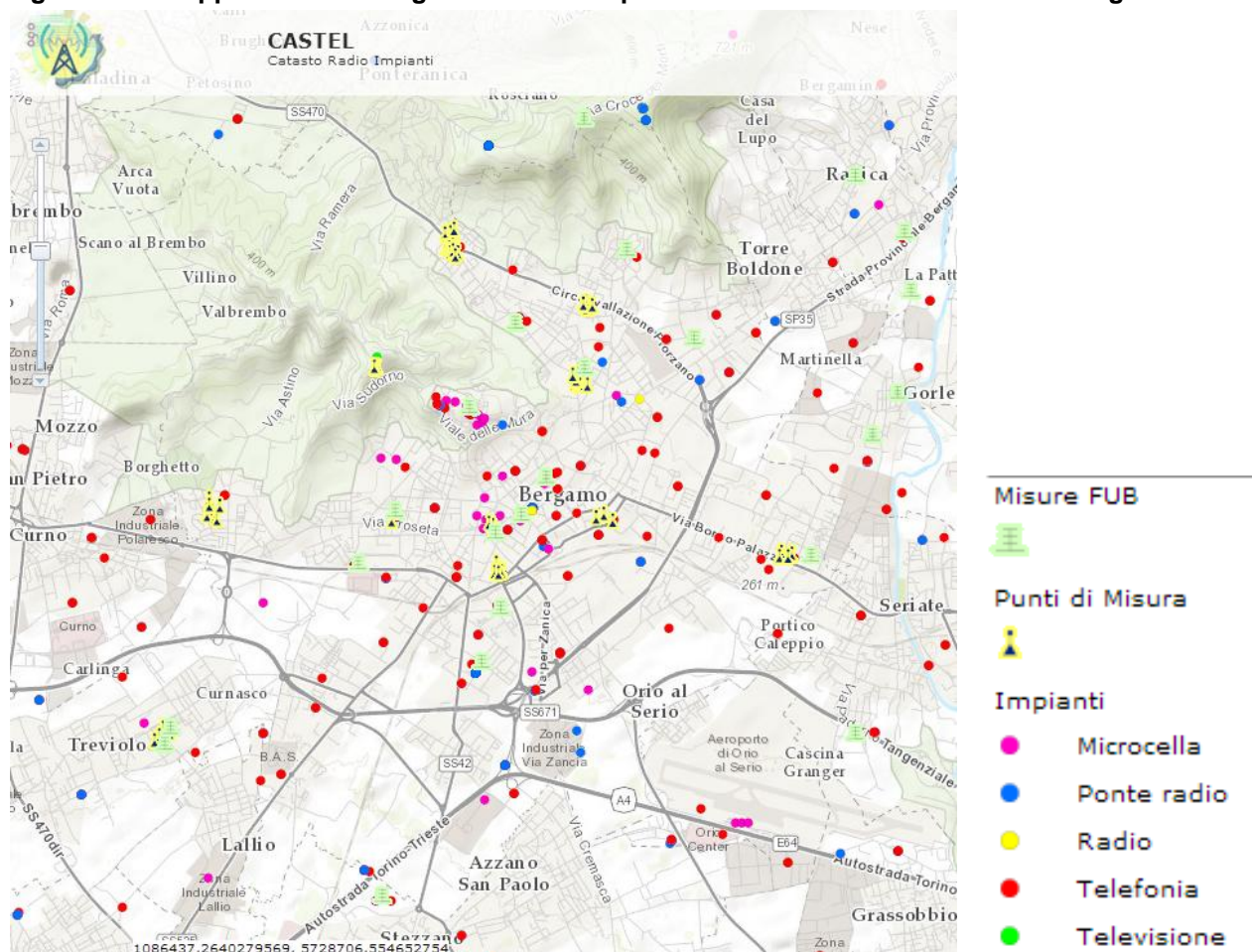
Fonte: SACBO SpA, anni dal 2003 al 2014.

CAPITOLO 8 - CAMPI ELETTRROMAGNETICI E RADIAZIONI IONIZZANTI

Sorgenti di radiofrequenze e microonde – RF/MW

Le sorgenti di radiofrequenze e microonde (RF - MW) di maggiore rilevanza ambientale, a causa della notevole diffusione sul territorio dei dispositivi di emissione, sono le Stazioni Radio Base (SRB), utilizzate per diffondere il segnale utilizzato dai telefoni cellulari ed operanti alle bande di frequenza di 900 e 1.800 MHz, e le Stazioni Radio-Telesive, operanti a frequenze variabili ed indicativamente comprese tra alcune centinaia di kHz delle stazioni radio in modulazione di ampiezza ed alcune centinaia di MHz delle trasmissioni televisive. In particolare, sul territorio comunale risultano essere presenti 262 sorgenti a radiofrequenza, 54 in più rispetto alla ultima edizione della Relazione sullo Stato dell'Ambiente (RSA 2009). Queste sorgenti a radiofrequenza sono per lo più Stazioni Radio Base e Ponti Radio, come mostra la Tabella 9.1.

Figura 8.1 – Mappatura delle sorgenti di radiofrequenza e microonde nel Comune di Bergamo



Fonte: ARPA Lombardia, CASTEL – Catasto degli Impianti di Telecomunicazione e Radiotelevisione, giugno 2016.

Tabella 8.1. – Sorgenti a radiofrequenza

Tipologia Sorgente	N.
Impianti Radio	8
Impianti TV	9
Stazioni Radio Base (SRB)	113
Ponti Radio	83
Microcelle	25
Impianti Wi-Fi (*)	24
Totale	262

(*) Dato conoscitivo, visto che per Legge non è obbligatorio il parere dell'ARPA, poiché i livelli dei campi elettromagnetici dei dispositivi Wi-Fi sono più bassi dei telefoni cellulari, siccome il segnale emesso è tipicamente di 100 mW e di conseguenza le radiazioni sono al di sotto di quelle considerate "pericolose".

Fonte: ARPA – Dipartimento di Bergamo, anno 2014.

A questo punto è stata esaminata anche la quantità di impianti di radio-telecomunicazioni in rapporto sia agli abitanti sia all'estensione del Comune di Bergamo.

Tabella 8.2 – Quantità di impianti di radio-telecomunicazione

Impianti / 1.000 abitanti			Impianti / km ²		
Televisione	Radio	Telefonia	Televisione	Radio	Telefonia
0,12	0,07	1,16	0,35	0,20	3,31

Fonte: ARPA – Dipartimento di Bergamo, anno 2014.

Dal gennaio 2009 a giugno 2014, nella Città di Bergamo sono stati effettuati 16 interventi di controllo per campi elettromagnetici a radiofrequenza (SRB e Radio/Tv): in particolare, sono stati verificati 35 impianti ed eseguite 127 misure strumentali. Tutte queste misure hanno evidenziato valori di campo elettrico inferiori al limite di 6 V/m.

I campi elettromagnetici a bassissima frequenza rilevanti dal punto di vista ambientale sono quelli generati dai conduttori percorsi dalla corrente elettrica alla frequenza di 50 Hz, corrispondente in Europa alla frequenza utilizzata dalle reti di distribuzione dell'energia elettrica. Attualmente, tutte le linee ad alta tensione sono di tipologia aerea all'esterno del perimetro cittadino, mentre in ambito cittadino risultano completamente interrato, rispettando di conseguenza limiti di Legge vigenti. In merito alla presenza di elettrodotti nel Comune di Bergamo sono stati considerati esclusivamente gli elettrodotti aerei a 15 kV: su un totale di quasi 27.000 m di lunghezza il 29% attraversa aree urbanizzate.

Radon

Un altro argomento molto importante riguarda la concentrazione di Radon (Rn), gas radioattivo naturale, incolore e inodore, che proviene dal sottosuolo e che deriva da

un'altra sostanza radioattiva naturale, l'Uranio (U), che si trova in quantità variabili nel terreno e nelle rocce e che si trasforma in altri elementi, tra cui il Radon (Rn), emettendo energia. Questo gas rappresenta per la popolazione la principale fonte naturale di esposizione alla radioattività: infatti, è instabile e si trasforma in altri elementi, altrettanto instabili, che si fissano alla polvere presente abitualmente nell'aria, vengono respirati e possono depositarsi su bronchi e polmoni, emettendo energia. I possibili effetti sulla salute dipendono dai livelli di Radon (Rn) cui sono esposte le persone ed il pericolo consiste nell'aumento della probabilità di contrarre tumori polmonari, ricordando comunque che la principale causa di tumore polmonare è il fumo di sigaretta, responsabile di più dell'80% dei casi ²⁵.

In Lombardia sono state realizzate due campagne di misura finalizzate all'individuazione di aree a maggiore presenza di Radon (Rn). E' stata misurata la concentrazione di Radon Indoor in abitazioni ed alcuni luoghi di lavoro di edifici distribuiti su tutto il territorio regionale: nella prima, del 2003-2004, si è trattato di circa 3.600 locali posti al piano terra, mentre nella seconda, del 2009-2010, di circa 1.000 locali posti a diversi piani.

La Regione Lombardia ha svolto nel corso del 2004 una campagna di misura delle concentrazioni di Radon (Rn) in tutto il suo territorio, al fine di individuare delle *Radon Prone Areas*, cioè aree ad elevata probabilità di alte concentrazioni, così come previsto dal D.Lgs. n. 241/2000. Per la pianificazione del monitoraggio, il territorio regionale è stato distinto in due diverse tipologie in relazione alla morfologia ed alla presenza di substrato roccioso: l'area di collina-montagna è stata indagata con maggior dettaglio rispetto all'area di pianura, poiché le caratteristiche morfologiche e geologiche possono far presumere l'esistenza di una maggiore variabilità nella distribuzione geografica delle concentrazioni di Radon (Rn). I circa 4.000 punti di rilevazione, individuati con la collaborazione della Direzione Generale della Sanità della Regione Lombardia e dei Dipartimenti di Prevenzione delle ASL, si trovano in locali adibiti ad abitazione od ufficio, al piano terra ed aventi caratteristiche tali da garantire la rappresentatività e la confrontabilità delle misure. In Lombardia la media delle concentrazioni di Radon (Rn) è risultata pari a 116 Bq/m³, mentre le concentrazioni più elevate, superiori a 400 Bq/m³, sono state rilevate in provincia di Milano (Area Nord-Est), di Bergamo, Brescia, Lecco, Sondrio e Varese, confermando di conseguenza lo stretto legame tra la presenza di Radon (Rn) e le caratteristiche geologiche del territorio. ²⁶

Allo scopo di avere informazioni più precise sulla distribuzione territoriale della concentrazione di Radon Indoor, Regione Lombardia ha approfondito la campagna regionale di misura della concentrazione di Radon Indoor condotta nel 2003/2004 con

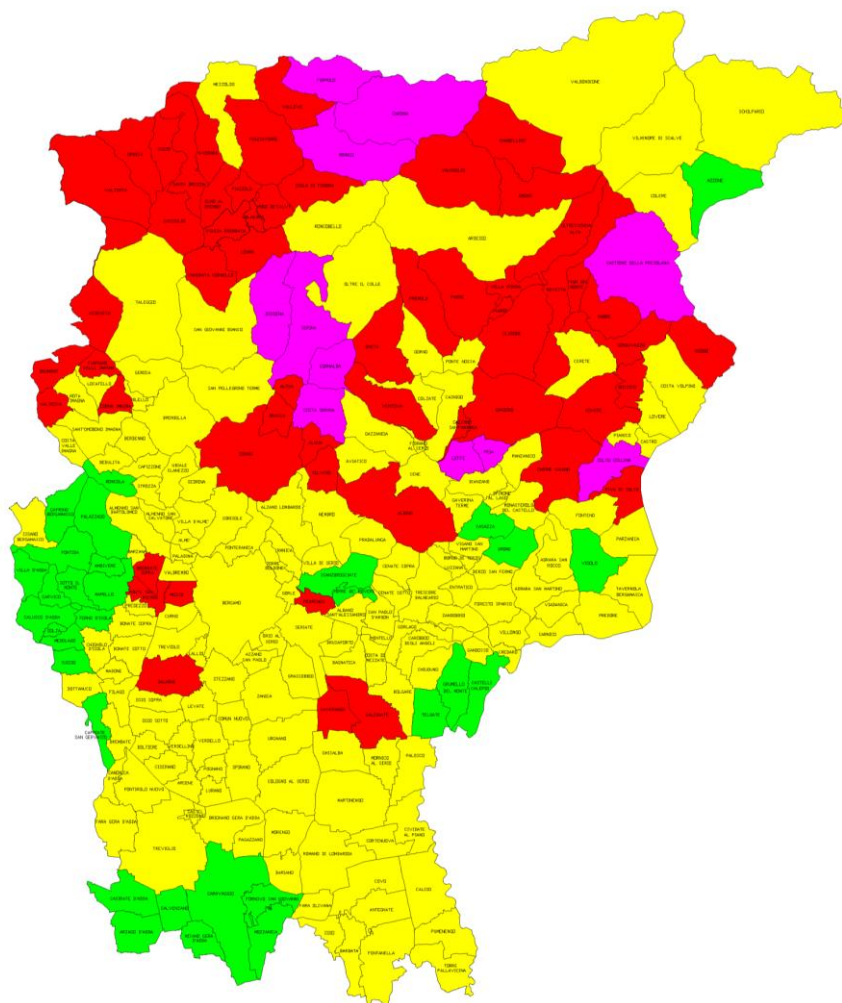
²⁵ Note Informative sul Radon, ARPA – Regione Lombardia, Anno 2011.

²⁶ ARPA – Regione Lombardia, Piano di Monitoraggio per l'individuazione delle Radon Prone Areas nella Regione Lombardia, Atti del Convegno AIRP - Associazione Italiana di Radio-Protezione, Convegno Nazionale di Radioprotezione - Campi neutronici nella terapia medica, Catania, 15-17 settembre 2005.

una nuova campagna realizzata nel 2009/2010, affidata ad ARPA, nell'ambito dell'avvio del Piano Nazionale Radon per la riduzione del rischio di tumore polmonare in Italia. Questa nuova campagna è stata condotta al fine di migliorare ed approfondire le conoscenze sulla distribuzione territoriale del Radon Indoor negli edifici lombardi. E' stato definito un piano di campionamento specifico, discusso e concordato con la Direzione Generale della Sanità della Regione Lombardia e con l'Istituto Superiore di Sanità: in totale sono state misurate circa 1.000 unità immobiliari dislocate in 77 Comuni delle Province di Bergamo, Brescia, Lodi, Mantova, Milano, Sondrio e Varese. In particolare, i Comuni sono stati convenzionalmente suddivisi in cinque diverse categorie, sulla base dei valori di concentrazione di Radon (Rn) rilevati durante la campagna 2003/2004, mentre i punti di misura sono stati distinti in quattro tipologie, a seconda del criterio di campionamento e dell'obiettivo perseguito. In questa nuova campagna, inoltre, non sono stati campionati solo locali siti al piano terra, come nella precedente, ma anche unità immobiliari situate ai piani superiori. La scelta delle famiglie, nelle cui abitazioni sono stati posizionati i rilevatori, è avvenuta invece tramite estrazione casuale dagli elenchi dell'anagrafe dei vari Comuni scelti precedentemente. Per quanto riguarda la Provincia di Bergamo sono stati selezionati i Comuni di Grone, Castione e Clusone. Occorre precisare che un confronto diretto dei valori delle statistiche delle due campagne risulta inappropriato. Una prima differenza è dovuta al fatto che i punti della prima campagna erano situati esclusivamente al pian terreno, diversamente da quella nuova in cui sono stati misurati anche i piani superiori. Una seconda differenza si osserva in un valore di concentrazione media annuale molto più elevato rispetto alla prima indagine (249 Bq/m³ nel 2009/2010 rispetto a 124 Bq/m³ nel 2003/2004), dovuto ad una percentuale maggiore, nella campagna 2009/2010, di punti di misura in unità immobiliari situate in Comuni appartenenti alla cosiddetta "Fascia Alta", cioè con valore medio di concentrazione di Radon Indoor stimato maggiore di 183 Bq/m³. Le analisi effettuate hanno mostrato che la precedente indagine può considerarsi rappresentativa, limitatamente all'insieme dei locali posti a piano terra, sia in termini di valori di concentrazione che in termini di composizione del campione rispetto a specifiche variabili. Secondariamente, è stata effettuata una valutazione di come varia la concentrazione al variare del piano del locale di misura. Come era atteso, si sono osservate concentrazioni maggiori ai piani più vicini al suolo, essendo proprio quest'ultimo la principale sorgente di Radon (Rn). Poiché questo fenomeno è influenzato da altri numerosi fattori legati sia a caratteristiche ambientali che di edificio, è stato implementato un opportuno modello di regressione in modo da valutare l'effetto del piano, al netto di altri fattori influenti.²⁷

²⁷ ARPA – Regione Lombardia, Campagna di Misura 2009/2010 della Concentrazione di Radon Indoor in Lombardia, Atti del Convegno AIRP - Associazione Italiana di Radio-Protezione, Convegno Nazionale di Radioprotezione, Reggio Calabria, 12-14 ottobre 2011.

Figura 8.2 –Mappatura Radon in Provincia di Bergamo



Rischio	Concentrazione Radon (Bq/mc)
medio-basso	< 200
medio-alto	tra 200 e 400
alto	tra 400 e 400+30%
molto-alto	>400 + 30%

Fonte: ASL Bergamo, Seminario "Presentazione Linee Guida Risanamenti Radon ed esiti mappatura 2009-2010".

Siccome la Provincia di Bergamo è stata individuata come una delle aree in Lombardia dove è necessario approfondire le tematiche connesse alla presenza di Radon Indoor, nel biennio 2009/2010 la Regione Lombardia ha affidato all'ASL di Bergamo un progetto finalizzato alla realizzazione di azioni di risanamento per la riduzione dell'inquinamento da Radon Indoor in alcuni edifici scolastici. Tali edifici sono stati scelti fra quelli che in campagne di misura precedenti avevano evidenziato concentrazioni di Radon (Rn) superiori a 400 Bq/m³: in particolare, nei casi considerati, si trattava di valori compresi tra 800 Bq/m³ e 1.800 Bq/m³. Il Laboratorio radiometrico di ARPA Lombardia, Dipartimento Provinciale di Bergamo, ha fornito i dati iniziali, le misure di verifica in corso d'opera ed al termine dei lavori. Specialisti del Politecnico di Milano e dell'Università IUAV di Venezia hanno progettato le opere di risanamento, che sono state realizzate da ditte locali in più fasi, fino al conseguimento degli obiettivi. Nei sei casi considerati, elencati in Tabella 9.3, sono state applicate tecniche che hanno consentito di mettere in depressione il terreno sottostante gli edifici, montando, su tubi di drenaggio, aspiratori meccanici collegati a pozzetti in calcestruzzo.

Tabella 8.3 – Edifici scolastici sottoposti a risanamento da Radon (Rn)

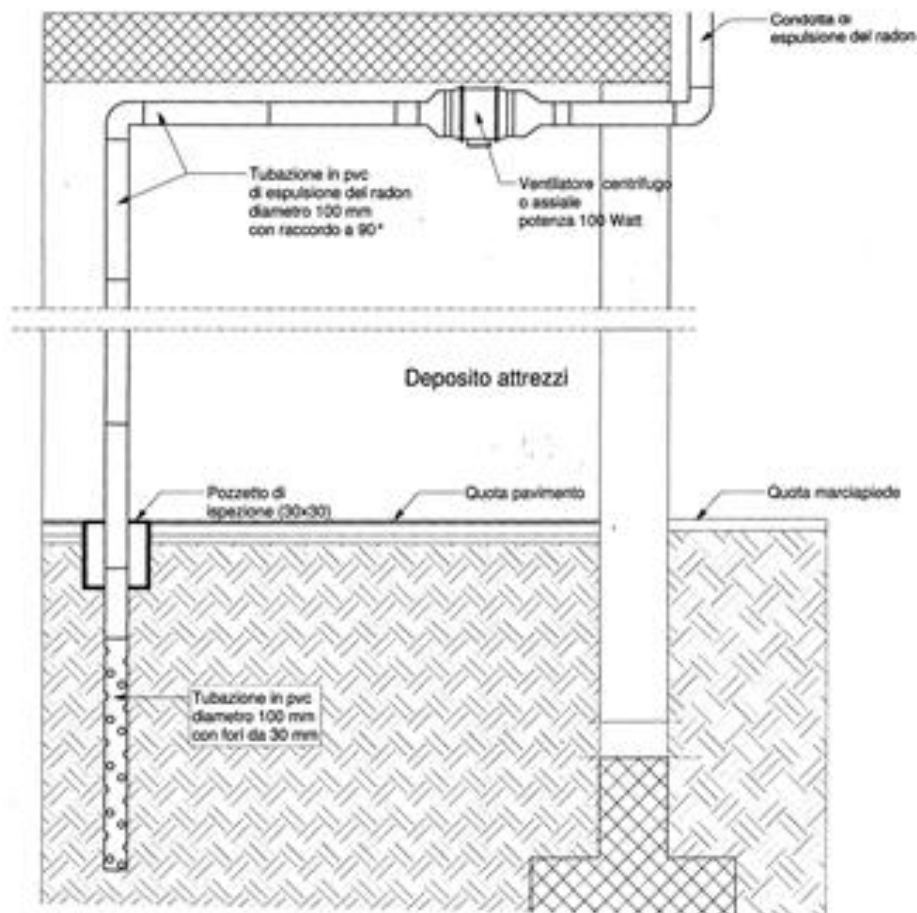
	Comune	Edificio Scolastico
1	Endine Rova	Scuola Primaria
2	Bossico	Scuola dell'Infanzia
3	Clusone	Istituto Superiore
4	Lefte	Scuola dell'Infanzia
5	Lefte	Scuola Secondaria di I Grado
6	Clusone	Scuola dell'Infanzia

Fonte: AA.VV., Risanamenti da Radon in Edifici Scolastici in Provincia di Bergamo, Atti del Convegno AIRP - Associazione Italiana di Radio-Protezione, Convegno Nazionale di Radioprotezione, Reggio Calabria, 12-14 ottobre 2011.

A seconda delle dimensioni degli edifici sono stati realizzati 3-4 pozzetti con aspiratori, collocati all'interno degli edifici, all'esterno od in vani accessori degli edifici stessi, ottenendo così riduzioni delle concentrazioni di Radon (Rn) mediamente intorno all'80%.

28

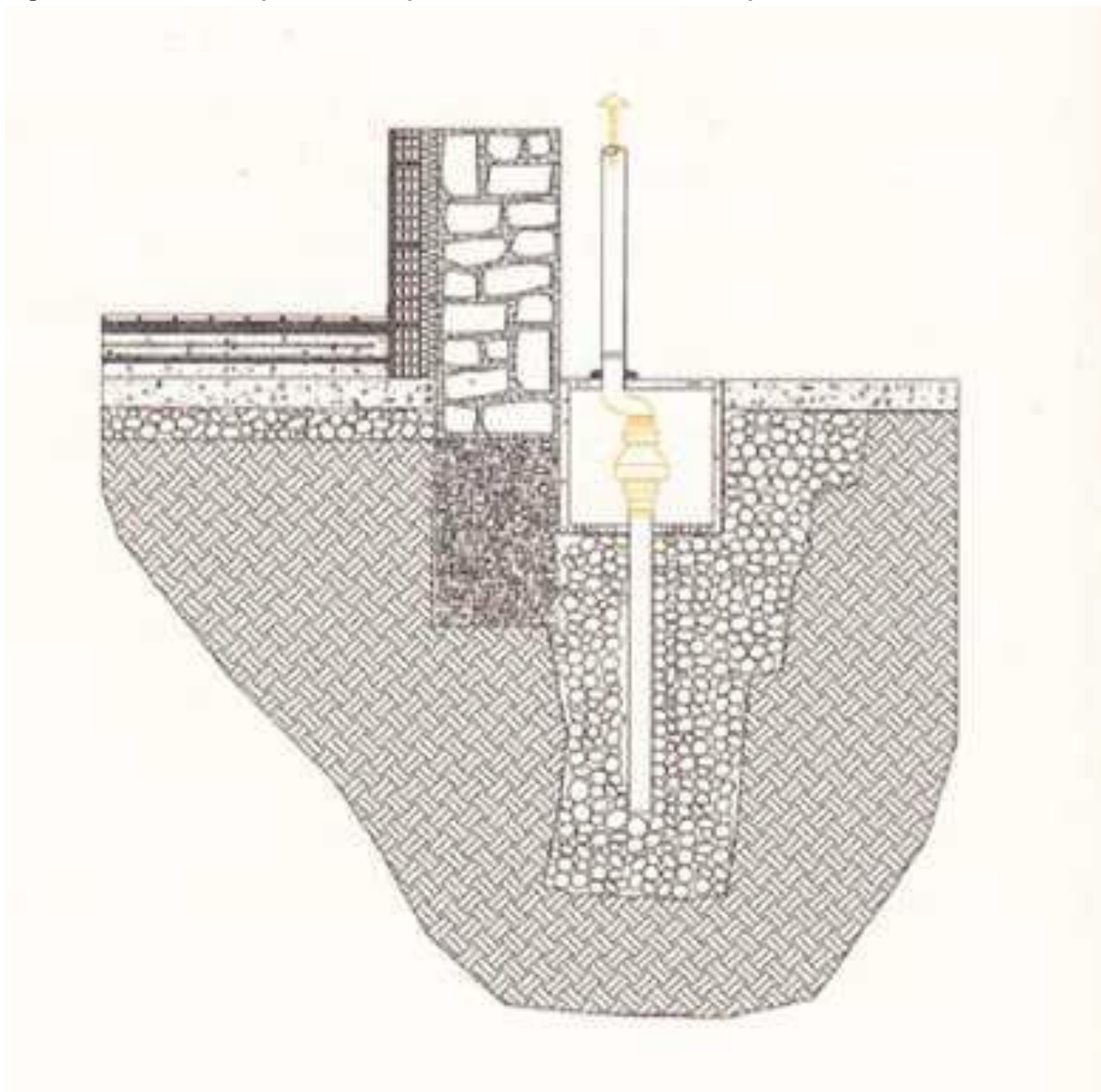
Figura 8.3 – Schema di pozzetto d'aspirazione interno



²⁸ AA.VV., Risanamenti da Radon in Edifici Scolastici in Provincia di Bergamo, Atti del Convegno AIRP - Associazione Italiana di Radio-Protezione, Convegno Nazionale di Radioprotezione, Reggio Calabria, 12-14 ottobre 2011.

Fonte: AA.VV., Risanamenti da Radon in Edifici Scolastici in Provincia di Bergamo, Atti del Convegno AIRP - Associazione Italiana di Radio-Protezione, Convegno Nazionale di Radioprotezione, Reggio Calabria, 12-14 ottobre 2011.

Figura 8.4 – Schema di pozzetto d’aspirazione esterno, adiacente al perimetro dell’edificio



Fonte: AA.VV., Risanamenti da Radon in Edifici Scolastici in Provincia di Bergamo, Atti del Convegno AIRP - Associazione Italiana di Radio-Protezione, Convegno Nazionale di Radioprotezione, Reggio Calabria, 12-14 ottobre 2011.

In particolare, nel Comune di Bergamo, sono state svolte analisi in alcuni edifici scolastici, come ad esempio la Scuola Secondaria di I Grado G. Camozzi, la Scuola Primaria Papa Giovanni XXIII, la Scuola dell’Infanzia e l’Asilo Nido Comunale Monterosso, che non mostrarono superamenti dei livelli di riferimento di 200 Bq/m³ e 400 Bq/m³.

CAPITOLO 9 - MOBILITA' E TRASPORTI

L'Amministrazione Comunale, insieme ad altri enti territoriali, in particolare la Regione Lombardia e la Provincia di Bergamo, pianifica politiche ed interventi in tema di mobilità urbana e trasporto pubblico locale. Tra gli altri strumenti di pianificazione si ricordano il Piano Urbano della Mobilità (PUM) ed il Piano Urbano del Traffico (PUT), che sono due strumenti utili per programmare adeguati interventi infrastrutturali e progetti per lo sviluppo sostenibile ed il buon funzionamento del sistema complessivo territorio-mobilità-trasporti, su scala urbana, ma anche su scala territoriale. Nello specifico il PUM è nettamente differenziato dal PUT, ma è con esso interagente. Infatti, il PUM è un piano strategico di medio – lungo periodo con il quale si affrontano problemi di mobilità la cui soluzione richiede investimenti e quindi risorse finanziarie e tempi tecnici di attuazione. Il PUT, invece, essendo un piano di breve periodo, assume risorse infrastrutturali inalterate ed organizza le infrastrutture esistenti: è quindi sostanzialmente un piano di gestione. In tale ottica è evidente che spesso dalla analisi delle criticità non risolvibili con il PUT nascono le opere previste dal PUM e che di conseguenza il PUT dovrà essere rivisto ed aggiornato una volta realizzate le opere previste dal PUM.

Il Consiglio Comunale ha approvato il PUM con Deliberazione 32/7 del 05 marzo 2008 ed il PUT con deliberazione n. 150 Reg. C.C. del 07 ottobre 2013.

Analisi del traffico veicolare

Le analisi sul traffico veicolare sono state condotte con l'obiettivo di analizzare le dimensioni della mobilità privata in ambito urbano e valutarne le dinamiche evolutive in relazione ai dati disponibili più recenti a disposizione. Tale studio ha come finalità la stima della cosiddetta domanda di mobilità, ossia quante persone, ovvero veicoli, si spostano e le caratteristiche dello spostamento. I rilievi sui flussi di traffico, le cui dimensioni sono [veicoli/tempo], sono stati effettuati nel periodo compreso tra il 22 marzo 2011 ed il 05 aprile 2011, per 24 ore consecutive nei giorni feriali dal martedì al venerdì (il lunedì è stato escluso in quanto giorno di mercato) su 55 sezioni, per un totale di 105 direzioni di marcia indagate, come rappresentate in Figura 10.1.

La rete urbana è stata suddivisa nelle seguenti classi:

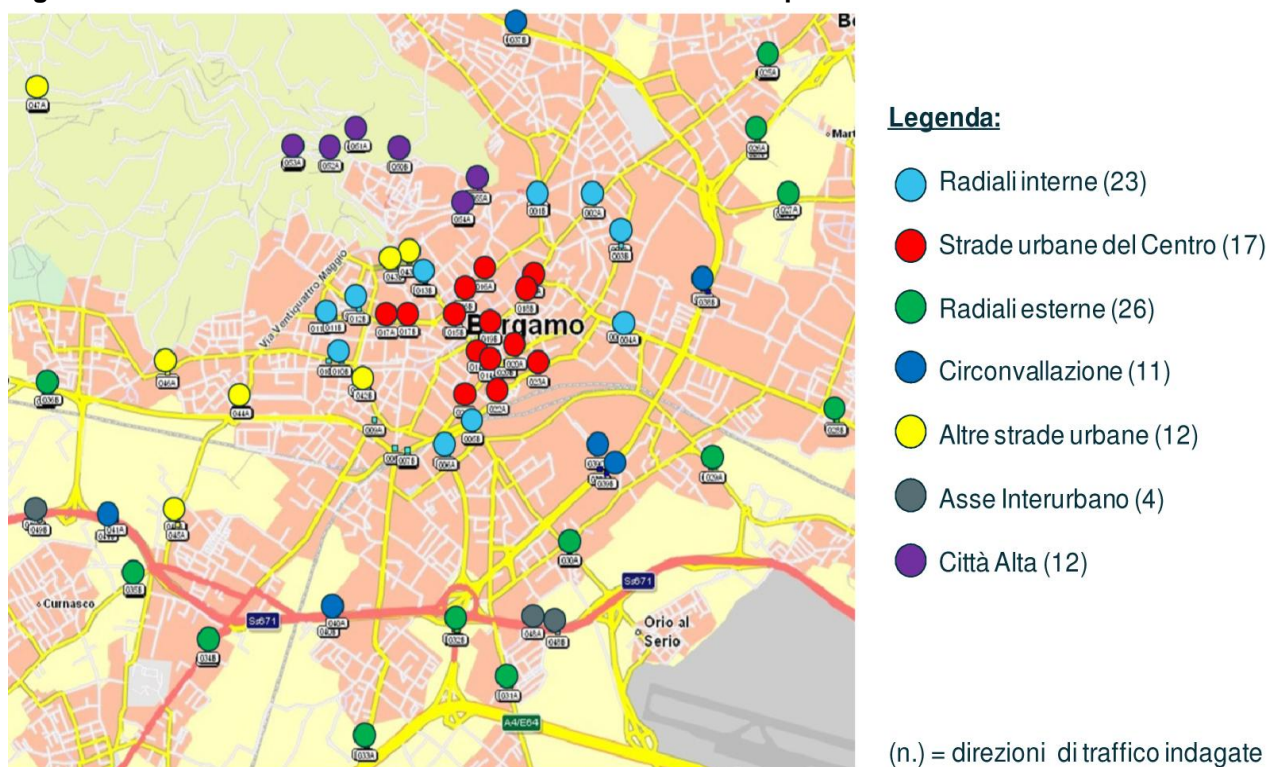
- radiali interne,
- strade urbane del centro,
- radiali esterne,
- circonvallazione,
- altre strade urbane,

- asse interurbano e
- Città Alta.

I veicoli conteggiati sono stati classificati in 9 diverse categorie:

- autovetture,
- autobus,
- veicoli commerciali leggeri,
- veicoli commerciali pesanti senza rimorchio,
- veicoli commerciali pesanti con rimorchio,
- veicoli commerciali articolati,
- motociclette,
- biciclette ed
- altro.

Figura 9.1 – Localizzazione delle sezioni di rilievo del traffico privato



Fonte: PUT – Piano Urbano del Traffico, Comune di Bergamo, 2013.

Le indagini hanno evidenziato una sostanziale invarianza dei transiti rispetto al 2006, ad eccezione delle circonvallazioni, che presentano un contenuto incremento medio del flusso del 3%, e di Città Alta, che registra una significativa diminuzione del carico totale nell'ordine del 7%. L'offerta infrastrutturale risulta adeguata a sostenere il traffico rilevato, anche se permangono esigenze di maggior fluidificazione limitate all'ora di punta mattutina 07.30 - 08.30 in ingresso alla città, con particolare riguardo alle penetrazioni da Ovest (Via Lochis/Via Broseta), da Est (Via Borgo Palazzo) e da Sud (Via M. L.

King/Rotonda Via Briantea/Via Carducci). Per quanto riguarda la composizione veicolare, il 75% del traffico è rappresentato da automobili ed il 9% da ciclomotori.

Sulle radiali interne il flusso totale rilevato è di circa 95.000 veicoli/giorno bidirezionali. Tra le sezioni indagate, il numero maggiore di transiti si registrano:

- nell'ora di punta mattutina (07.30 - 08.30) in Via San Giorgio (1.900 veicoli bidirezionali, di cui il 66% in ingresso al centro) ed in Via Don Bosco (1.900 veicoli bidirezionali, di cui il 56% in ingresso);
- nell'ora di punta serale (18.00 - 19.00) in Via Battisti (2.100 veicoli bidirezionali, di cui il 65% in uscita) ed in Via San Giorgio (2.000 veicoli bidirezionali, di cui il 56% in uscita).

Sulle strade urbane del Centro si registra un carico complessivo di 10.500 veicoli/giorno bidirezionali (valore medio tra le sezioni indagate). I maggiori flussi di traffico si registrano:

- nell'ora di punta mattutina (07.30 - 08.30) in Via Bonomelli (2.100 veicoli bidirezionali) ed in Viale Roma (2.100 veicoli bidirezionali, di cui il 47% in ingresso);
- nell'ora di punta serale (18.00 - 19.00) in Viale Roma (1.900 veicoli bidirezionali, di cui il 46% in uscita) ed in Via Camozzi (1.800 veicoli bidirezionali, di cui il 53% in uscita).

Le radiali esterne registrano un flusso complessivo di 166.000 veicoli/giorno bidirezionali. Tra le sezioni indagate, il numero maggiore di transiti si registrano:

- nell'ora di punta mattutina (07.30 - 08.30) in Via Autostrada (4.200 veicoli bidirezionali, di cui il 56% circa in ingresso) ed in Viale Correnti (3.400 veicoli bidirezionali, di cui il 47% in ingresso);
- nell'ora di punta serale (18.00 - 19.00) in Via Autostrada (4.900 veicoli bidirezionali, di cui il 56% circa in ingresso) ed in Via Correnti (3.400 veicoli bidirezionali, di cui il 42% in uscita).

Sulle circonvallazioni si registra una media di circa 30.000 veicoli/giorno bidirezionali, con punte di traffico sulla Circonvallazione Pompiano di 6.200 veicoli bidirezionali e 7.600 veicoli bidirezionali rispettivamente nell'ora di punta mattutina e serale.

In Città Alta si registra, rispetto al 2006, una riduzione del carico veicolare del 7%, sia in ingresso che in uscita, per un totale di circa 13.600 veicoli nell'intervallo temporale di rilevazione. La punta mattutina si registra in corrispondenza di Porta Garibaldi, con 500 veicoli in transito, mentre nella punta serale il numero maggiore di veicoli si registra su Via della Fara, circa 500 veicoli bidirezionali.

Tabella 9.1 – Flussi di traffico delle ore di punta – Radiali interne

Sezione	Strada	Mattina 7:30 - 8:30			Sera 18:00 - 19:00		
		Ingresso	Uscita	Totale	Ingresso	Uscita	Totale
1	Via Battisti	1204	670	1874	746	1360	2106
2	Via Suardi	1100	-	1100	803	-	803
3	Via Ghislandi	737	301	1038	397	547	944
4	Via Borgo Palazzo	942	268	1210	900	395	1295
5	Via Don Bosco	1075	832	1907	735	827	1562
6	Via Autostrada	765	734	1499	688	511	1199
7	Via San Giorgio	1263	659	1922	1153	904	2057
8	Via San Bernardino	646	-	646	425	-	425
9	Via Moroni	-	486	486	-	460	460
10	Via Broseta	354	358	712	266	367	633
11	Via Mazzini	442	304	746	283	276	559
12	Via Statuto	342	396	738	243	245	488
13	V.le V. Emanuele II	810	298	1108	599	451	1050
Totale		10166	4820	14986	7698	5883	13581

Fonte: PUT – Piano Urbano del Traffico, Comune di Bergamo, 2013.

Tabella 9.2 – Flussi di traffico delle ore di punta – Strade urbane del centro

Sezione	Strada	Mattina 7:30 - 8:30			Sera 18:00 - 19:00		
		Ingresso	Uscita	Totale	Ingresso	Uscita	Totale
14	Viale Papa Giovanni	1207	587	1794	1146	672	1818
15	Viale Roma	1002	1121	2123	1029	905	1934
16	Via Verdi	517	541	1058	410	750	1160
17	Via Garibaldi	763	799	1562	664	647	1311
18	Via Camozzi	1272	377	1649	715	673	1388
19	Via Camozzi	959	993	1952	863	994	1857
20	Via Maj	1556	121	1677	1409	125	1534
21	Via Paleocapa	-	1570	1570	-	1755	1755
22	Via Bonomelli	2132	-	2132	1815	-	1815
23	Via Bono	-	893	893	-	902	902
Media		1176	778	1641	1006	825	1547

Fonte: PUT – Piano Urbano del Traffico, Comune di Bergamo, 2013.

Tabella 9.3 – Flussi di traffico delle ore di punta – Radiali esterne

Sezione	Strada	Mattina 7:30 - 8:30			Sera 18:00 - 19:00		
		Ingresso	Uscita	Totale	Ingresso	Uscita	Totale
24	Via Pontesecco	901	844	1745	1134	816	1950
25	Via Corridoni	362	447	809	587	887	1474
26	Via Correnti	1926	1480	3406	1459	2020	3479
27	Via Bersaglieri	1113	542	1655	806	844	1650
28	Via Borgo Palazzo	707	516	1223	614	656	1270
29	Via Lunga	958	746	1704	762	1094	1856
30	Via Orio	512	687	1199	265	749	1014
31	Via Zanica	1026	438	1464	777	1391	2168
32	Via Autostrada	2358	1887	4245	2928	1979	4907
33	Via Stezzano	1273	665	1938	979	796	1775
34	Via Grumello	1095	1022	2117	1035	909	1944
35	Treviolo	438	368	806	462	557	1019
36	Via Bergamo (SS342)	1370	706	2076	997	1106	2103
Totale		14039	10348	24387	12805	13804	26609

Fonte: PUT – Piano Urbano del Traffico, Comune di Bergamo, 2013.

Tabella 9.4 – Flussi di traffico delle ore di punta – Circonvallazione

Sezione	Strada	Mattina 7:30 - 8:30			Sera 18:00 - 19:00		
		Orario	Antiorario	Totale	Orario	Antiorario	Totale
37	Circonv. Fabriciano	1322	698	2020	740	1205	1945
38	Circonv. delle Valli	2528	2433	4961	2385	2930	5315
39	Circonv. Mugazzone	2522	1950	4472	2701	2358	5059
40	Circonv. Pompiniario	3179	3018	6197	3675	3919	7594
41	Circonv. Leuceriano	1983	1809	3792	2557	2045	4602
Media		2307	1982	4288	2412	2491	4903

Fonte: PUT – Piano Urbano del Traffico, Comune di Bergamo, 2013.

Tabella 9.5 – Flussi di traffico delle ore di punta – Altre strade urbane

Sezione	Strada	Mattina 7:30 - 8:30			Sera 18:00 - 19:00		
		Ingresso	Uscita	Totale	Ingresso	Uscita	Totale
42	Via Palma il Vecchio	689	563	1252	692	493	1185
43	Galleria Conca d'Oro	733	682	1415	553	702	1255
44	Via D'Acquisto	1153	738	1891	990	881	1871
45	Via M.L. King	952	853	1805	837	841	1678
46	Via Broseta	845	578	1423	605	722	1327
47	Via Sombreno	132	863	995	821	169	990
Media		874	683	1557	735	728	1463

Fonte: PUT – Piano Urbano del Traffico, Comune di Bergamo, 2013.

Tabella 9.6 – Flussi di traffico delle ore di punta – Asse interurbano

Sezione	Strada	Mattina 7:30 - 8:30			Sera 18:00 - 19:00		
		Ingresso	Uscita	Totale	Ingresso	Uscita	Totale
48	Asse Interurbano Est	1999	2376	4375	2074	2725	4799
49	Asse Interurbano Ovest	1990	1794	3784	1967	2121	4088
Media		1995	2085	4080	2021	2423	4444
Totale		3989	4170	8159	4041	4846	8887

Fonte: PUT – Piano Urbano del Traffico, Comune di Bergamo, 2013.

Tabella 9.7 – Flussi di traffico delle ore di punta – Città alta

Sezione	Strada	Mattina 7:30 - 8:30			Sera 18:00 - 19:00		
		Ingresso	Uscita	Totale	Ingresso	Uscita	Totale
50	Porta Garibaldi	327	197	524	157	285	442
51	Via Beltrami	85	46	131	83	123	206
52	Via Sudorno	316	93	409	50	108	158
53	Via Borgo Canale	140	191	331	117	121	238
54	Viale delle Mura	388	249	637	267	221	488
55	Via della Fara	229	245	474	344	174	518
Totale		1485	1021	2506	1018	1032	2050

Fonte: PUT – Piano Urbano del Traffico, Comune di Bergamo, 2013.

In merito alla capacità di carico del sistema infrastrutturale, prendendo come riferimento i valori utilizzati in letteratura e riferiti alle strade a doppia carreggiata (max 2.200 veicoli/ora/corsia) ed alle strade ad una carreggiata (max 3.200/3.400 veicoli/ora) è possibile constatare un sostanziale rispetto della capacità di carico con alcune eccezioni sulle radiali esterne e sulla circonvallazione.

Mobilità dolce

Si analizza ora la tematica della mobilità dolce, di cui fanno parte i percorsi pedonali, le piste ciclabili, le ZTL – Zone a Traffico Limitato e le Zone 30.

Zone 30

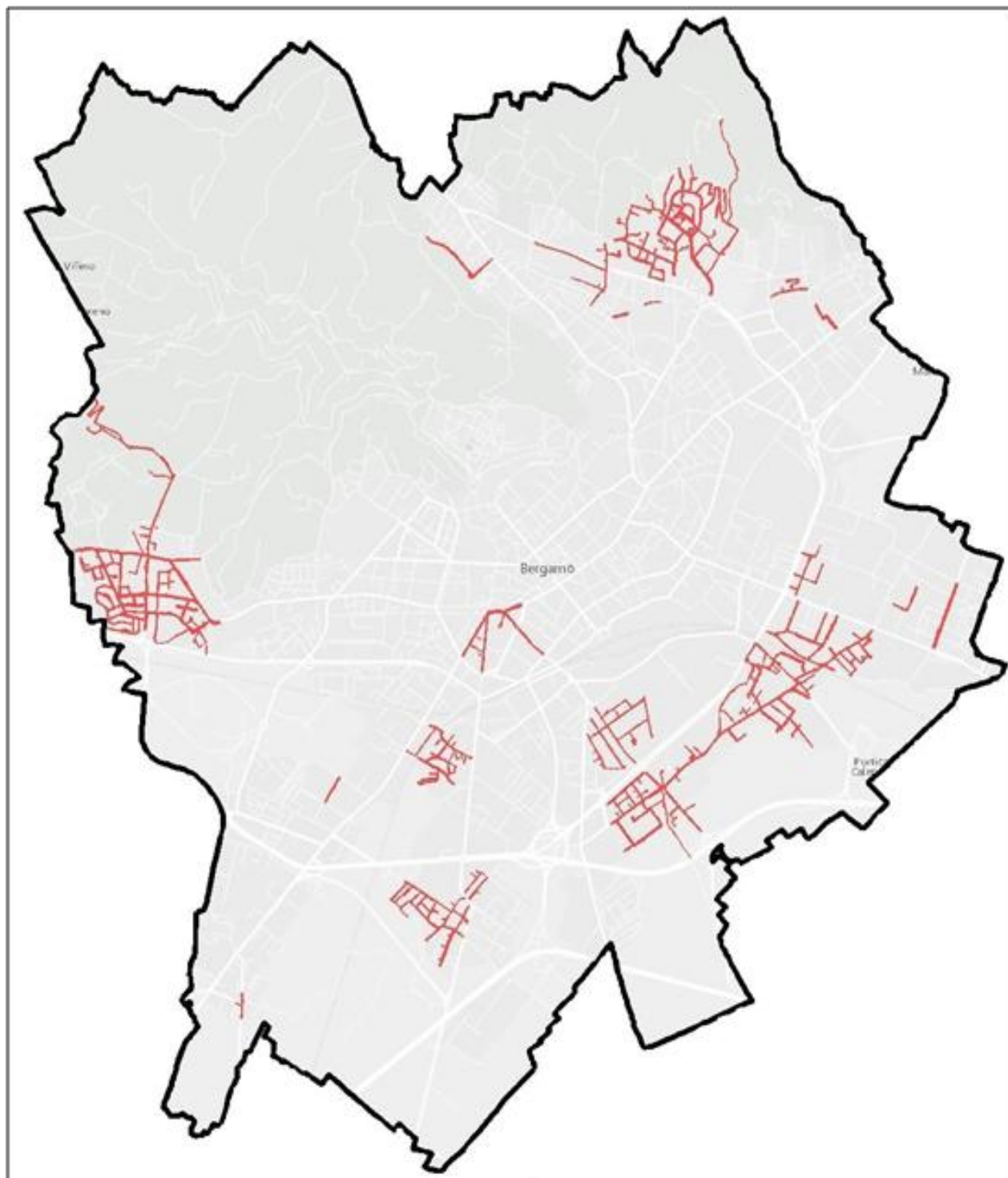
Per il controllo della velocità nell'area urbana, il PUT del 2013 individua le così dette "Zone 30", cioè delle zone a traffico pedonale privilegiato con limite di velocità di 30 km/h. Solitamente le Zone 30, oltre che dal limite di velocità, sono caratterizzate da una generalizzata precedenza ai pedoni rispetto ai veicoli, da una tariffazione su strada (con agevolazioni per i residenti) e da uno schema di circolazione che impedisce ai veicoli l'attraversamento della zona, costringendoli in percorsi ad U, con uscite prossime ai punti d'ingresso. Al 2014, le Zone 30 presenti sul territorio comunale sono 21 ed includono parte della rete viaria attualmente classificata come "Vie a velocità moderata" (Tabella 10.10). Attualmente, le Zone 30 ricoprono una superficie di circa 0,55 km², corrispondente all'1,36% dell'intero territorio comunale.

Tabella 9.11 – Zone 30 presenti nel Comune di Bergamo

Zona 30	Area	
	[m ²]	[km ²]
Boccaleone	94.094,00	0,09
Borgo San Leonardo - Via Quarenghi	20.947,00	0,02
Campagnola	51.460,00	0,05
Colognola	35.357,00	0,04
Longuelo	109.871,00	0,11
Malpensata	24.117,00	0,02
Monterosso	97.735,00	0,10
Piazza Aquileia	2.360,00	0,00
Redona	5.146,00	0,01
San Tommaso	23.885,00	0,02
Sombreno	32.745,00	0,03
Via Da Verrazzano - Via Don Zambetti	3.749,00	0,00
Via Del Guerino	935,00	0,00
Via Don Bepo Vavassori	2.596,00	0,00
Via Pescaria	7.519,00	0,01
Via Pilo Rosolino	4.820,00	0,00
Via Pinetti	1.851,00	0,00
Via Pizzo Redorta	10.118,00	0,01
Via Radini Tedeschi Giacomo	4.196,00	0,00
Via Solari - Via Vacha	8.620,00	0,01
Viale Venezia	7.014,00	0,01
TOTALE	549.135,00	0,55

Fonte: Comune di Bergamo, 2014.

Figura 9.7 – Localizzazione delle Zone 30 presenti sul territorio comunale



Legenda

 **Zone 30**

Fonte: Comune di Bergamo, 2014,

Zone a Traffico Limitato - ZTL

Le ZTL - Zone a Traffico Limitato sono zone in cui l'accesso e la circolazione sono consentiti ai soli veicoli dei residenti, ai veicoli al servizio dei soggetti disabili, alle

biciclette, ai veicoli di trasporto pubblico, ai taxi ed ai veicoli di sicurezza ed emergenza. Attualmente il Comune di Bergamo sta continuando la politica di istituzione di nuove ZTL per rendere la città più ospitale, gli spostamenti dei cittadini più sicuri e per offrire una maggiore disponibilità e qualità degli spazi urbani. Al 2014, sul territorio comunale le ZTL presenti sono 21, per una superficie complessiva di circa 5,92 km², pari al 14,69 % dell'intera superficie comunale (Tabella 10.10). Le ZTL comunali risultano essere suddivise nelle seguenti tipologie:

- annuale,
- permanente ossia in vigore tutti i giorni dalle ore 00.00 alle ore 24.00,
- temporaneo ossia con limitazioni in determinati periodi o fasce orarie, per lo più giornalieri
- notturna
- orario scolastico ossia in vigore dalle ore 08:15 alle ore 08:45 e dalle ore 14:15 alle ore 14:45

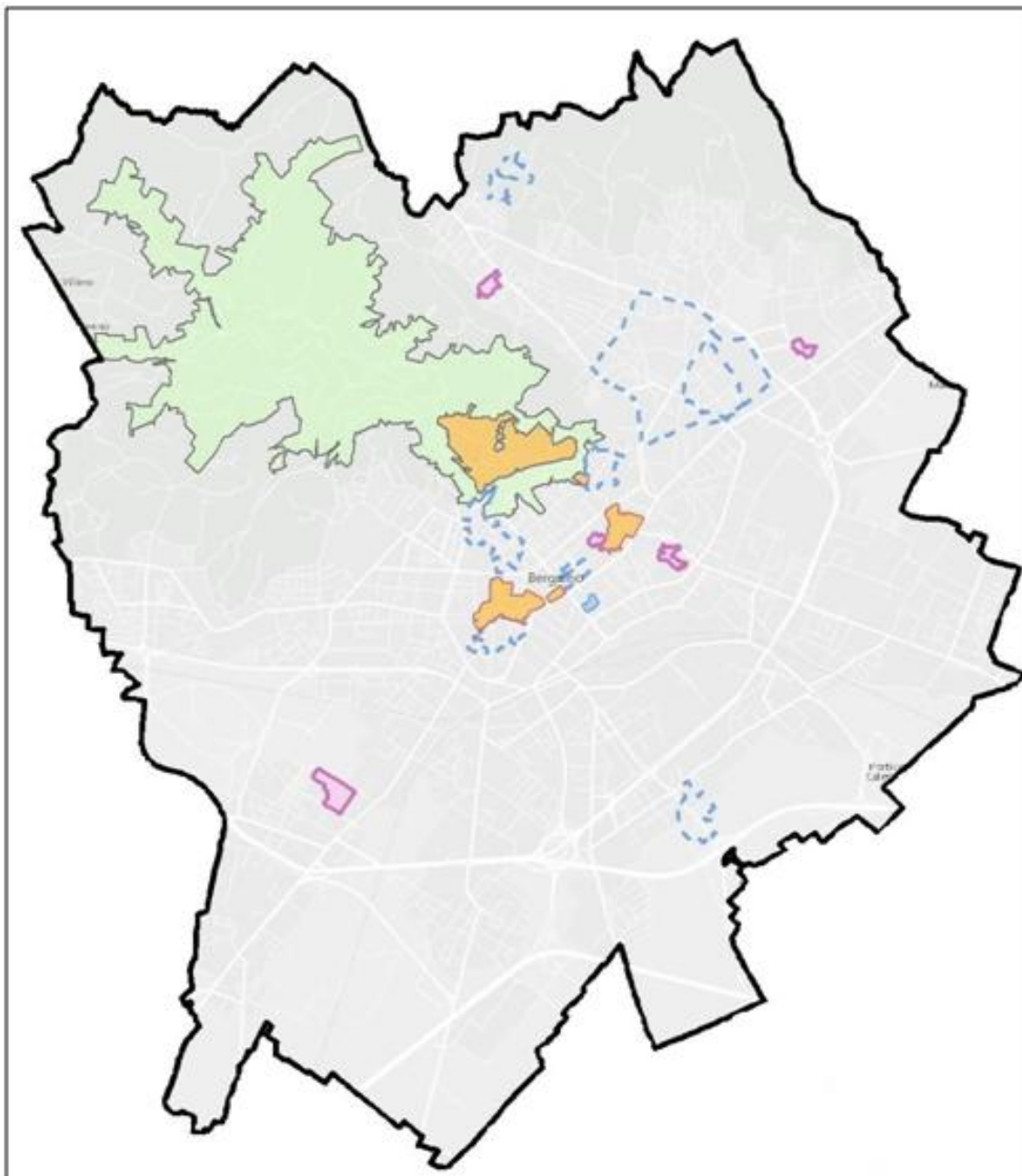
Tabella 9.10 – Zone a Traffico Limitato presenti nel Comune di Bergamo: tipologia e superficie

ZTL	Tipologia	Area	
		[m ²]	[km ²]
Città Alta e Colli	Annuale	3.913.556,00	3,91
Centro Storico di Città Alta (Tra Largo Colle Aperto, Viale delle Mura, Via San Lorenzo e Via Fara)	Permanente	318.195,00	0,32
Via Raboni (Tra Via Bassani e Via Boves)	Temporaneo	47.876,00	0,05
Via Pelabrocco	Permanente	7.703,00	0,01
Via Pignolo (Tra Via San Giovanni e Piazzetta del Delfino) - Via San Tomaso (Tra Viale Vittorio Emanuele e Piazzetta del Delfino e tra Via Pignolo e Piazza Carrara) - Via Masone (Tra Via Pignolo e Via Santa Elisabetta)	Temporaneo	59.337,00	0,06
Via Sant'Alessandro (Tra Via Garibaldi e Via Tre Armi)- Via Don Botta - Vicolo delle Torri	Temporaneo	110.682,00	0,11
Via XX Settembre - Via Sant'Alessandro - Piazza Pontida	Permanente	99.781,00	0,10
Via San Bernardino - Borgo San Leonardo	Temporaneo	69.645,00	0,07
Piazza Matteotti (Teatro Donizetti)	Temporaneo	25.600,00	0,03
Via San Francesco d'Assisi	Notturna	8.641,00	0,01
Via Tasso (Da Contrada Tre Passi a Piazzetta Santo Spirito) - Piazzetta Santo Spirito - Via Pignolo (Tra Via Verdi e Via Camozzi)	Permanente	58.544,00	0,06
Via Cappuccini	Scolastico	17.640,00	0,02
Via Don Bepo Vavassori	Scolastico	45.909,00	0,05
Via Papa Leone XIII (Tra Via Berlese e Via Galimberti)	Scolastico	11.576,00	0,01
Via Pradello (Tra Via dei Partigiani e Via Tasso)	Scolastico	8.671,00	0,01
Via per Orio (Tra l'ingresso dall'Asse Interurbano e l'ingresso dei civici 21-33)	Temporaneo	77.501,00	0,08
Quartiere Finardi	Temporaneo	158.143,00	0,16
Piazza Matteotti (Uffici Comunali)	Permanente	8.457,00	0,01
Stadio	Temporaneo	850.830,00	0,85
Via Vacha	Scolastico	16.609,00	0,02
Vicolo San Lazzaro	Permanente	1.336,00	0,00
TOTALE		5.916.232,00	5,92

Fonte: Comune di Bergamo, 2014.

Per il controllo degli accessi, gli ingressi di alcune ZTL sono muniti del sistema di video sorveglianza e/o varchi elettronici, come quelli presenti in alcune zone di Città Alta, in via XX Settembre – via Sant'Alessandro Bassa – Piazza Pontida, via Tasso / via Pignolo e Piazza Matteotti.

Figura 9.6 – Localizzazione delle ZTL presenti nel Comune di Bergamo



Fonte: Comune di Bergamo, 2014.

Mobilità ciclabile
- Bici-Plan

Per quanto concerne gli interventi per la mobilità ciclabile, in coerenza con gli indirizzi strategici di sviluppo della rete delineati dal PGT – Piano di Governo del Territorio, il PUT

individua le principali aste “di cerniera” per l’interconnessione ed il completamento della rete ciclabile esistente.

L’11 giugno 2015 con Deliberazione n. 267 Reg. G.C., la Giunta Comunale ha approvato il Piano Comunale Strategico per la Mobilità Ciclistica (PCSMC), noto come “Bici-Plan”.

La redazione del PCSMC mira a perseguire i seguenti obiettivi strategici per la ciclo mobilità urbana:

- l’incremento della rete ciclabile esistente, privilegiandone la messa in rete;
- la messa in sicurezza della rete stessa, anche attraverso specifica segnalazione;
- la connessione con il sistema della mobilità collettiva.

Inoltre, il Bici-Plan, tenuto conto del Piano Regionale e Provinciale della Mobilità Ciclistica, ha il compito di programmare gli interventi a livello locale ed individuare la rete ciclabile e ciclopedonale, quale elemento integrante della rete di livello regionale e provinciale, prevedendo la connessione dei grandi attrattori di traffico di livello locale, come il sistema scolastico, i centri commerciali, le aree industriali, il sistema della mobilità pubblica e, in generale, gli elementi di interesse sociale, storico, culturale e turistico di fruizione pubblica.

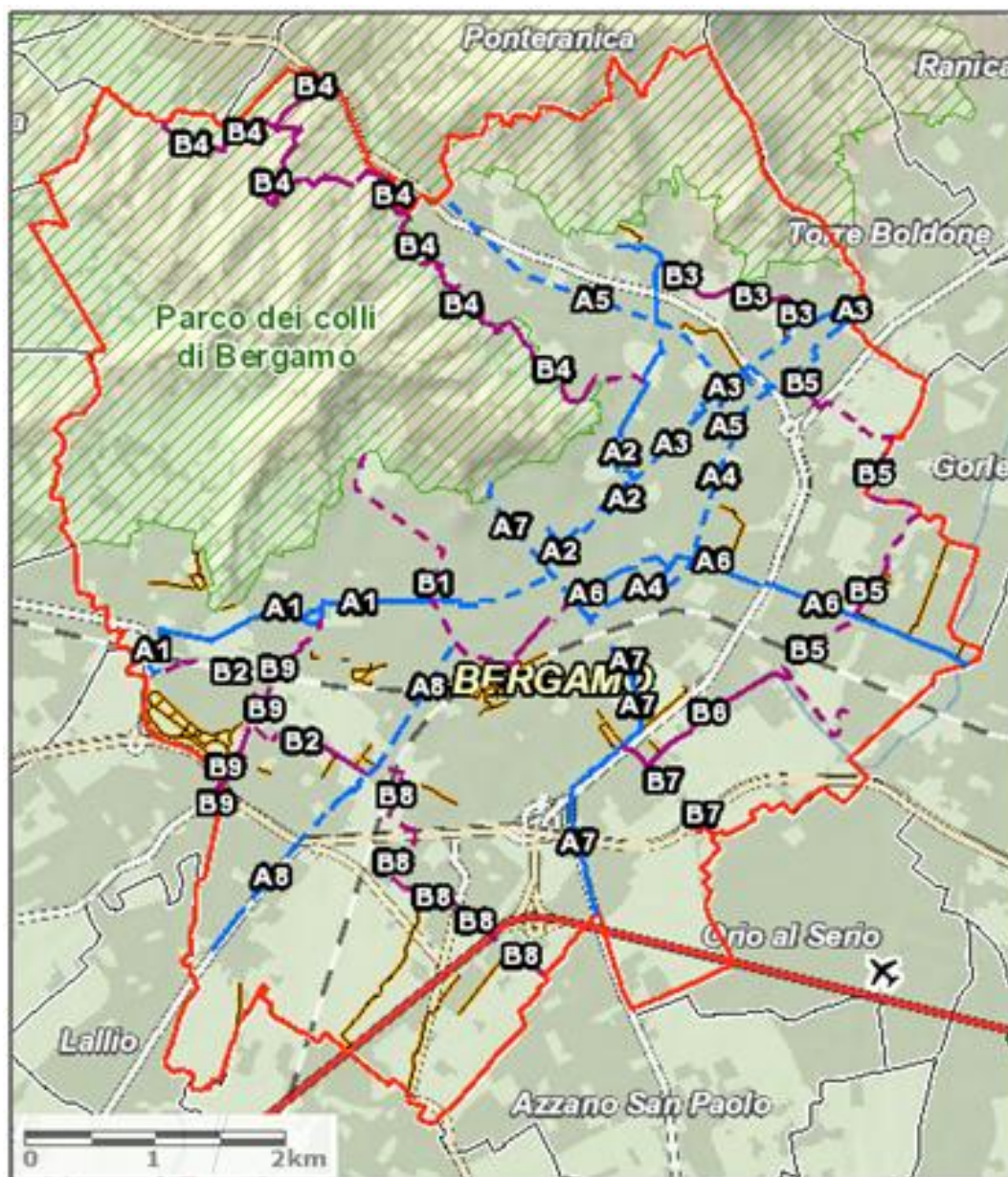
In Tabella 10.9 si riporta l’elenco delle attuali piste ciclabili che compongono l’intera rete all’interno del Comune di Bergamo. Le stesse sono visibili in Figura 10.4: il sistema ciclabile identificato con lettera A individua i cosiddetti “Corridoi Primari” di collegamento radiale dal centro Città ai quartieri periferici, mentre il sistema ciclabile identificato con lettera B costituisce un esteso anello periurbano che connette tra loro i quartieri della cintura cittadina.

Tabella 9.9 – Elenco delle piste ciclabili presenti nel Comune di Bergamo descritte nel Bici-Plan

Pista Ciclabile	Stato di Avanzamento	Lunghezza [m]	Costo [€]
Centro Città – Longuelo – Ospedale Nuovo	Alcune tratte esistenti, altre da riqualificare, altre con progetto esecutivo approvato ed altre in previsione.	4.265	908.600
Centro Città – Stadio – Monterosso	Alcune tratte esistenti, altre da riqualificare ed altre in previsione.	3.535	230.000
Largo del Galgario – Redona	Alcune tratte esistenti, altre da riqualificare ed altre in previsione.	2.885	307.700
Stazione – Torre Boldone	Alcune tratte esistenti, altre da riqualificare, altre con progetto esecutivo approvato ed altre in previsione.	3.695	392.000
San Fermo – Sant'Antonio	Tutte le tratte in previsione.	3.300	752.500
Centro Città – Viale Papa Giovanni XXIII – Celadina	Alcune tratte esistenti, altre da riqualificare, altre con progetto esecutivo approvato ed altre in previsione.	2.915	244.200
Città Alta – Azzano San Paolo	Alcune tratte esistenti, altre da riqualificare, altre con progetto esecutivo approvato ed altre in previsione.	4.375	219.280
Centro Città – Via Previtali – Grumello	Alcune tratte esistenti da riqualificare ed altre in previsione.	3.945	539.500
Stazione RFI – Piscine Italcementi	Alcune tratte esistenti da riqualificare ed altre in previsione.	3.145	656.000
Ospedale Nuovo – Grumellina	Alcune tratte esistenti, altre da riqualificare ed altre in previsione.	2.305	264.000
Monterosso – Redona	Alcune tratte esistenti, altre da riqualificare ed altre in previsione.	1.547	82.000
Stadio – Valmarina	Alcune tratte esistenti, altre da riqualificare ed altre in previsione.	8.120	266.000
Boccaleone – Gleno – Redona	Alcune tratte esistenti, altre con progetto preliminare approvato ed altre in previsione.	4.105	1.478.000
Campagnola – Fiera	Alcune tratte esistenti da riqualificare ed altre in previsione.	3.090	453.300
Campagnola – Orio al Serio	Alcune tratte esistenti ed altre in previsione.	1.075	152.000
Azzano San Paolo – Villaggio Giovani Sposi	Alcune tratte esistenti, altre da riqualificare, altre con progetto esecutivo/attuativo approvato ed altre in previsione.	2.875	792.500
Loreto – Curnasco	Alcune tratte esistenti, altre da riqualificare ed altre in previsione.	3.060	437.300
TOTALE		58.237	8.174.880

Fonte: Comune di Bergamo, 2014

Figura 9.4 - Rete delle piste ciclabili di tipo A e B descritte dal BiciPlan all'interno della cintura cittadina del Comune di Bergamo



LEGENDA

- Tratta Primaria Esistente
- - - Tratta Primaria in Previsione
- Tratta Secondaria Esistente
- - - Tratta Secondaria in Previsione
- Piste Ciclabili Isolate

Fonte: PUT – Piano Urbano del Traffico, Comune di Bergamo, 2013.

Il Bici-Plan, rispetto al PGT che prevede ben 87 km di percorsi ciclabili, ha operato la scelta strategica di individuare una rete di 58,237 km complessivi costituiti da 30,706 km esistenti, 5,620 km da riqualificare e 21,911 km di nuova realizzazione. All'interno del Bici-Plan, per ogni tratta é allegata una scheda descrittiva che riporta la localizzazione,

una breve relazione descrittiva, le caratteristiche della pista, quali ad esempio la lunghezza e l'altimetria del percorso, il tipo di pavimentazione, lo stato di attuazione/avanzamento (pista esistente, esistente da riqualificare, di progetto, etc.) e la tipologia (in sede protetta, corsia riservata su strada, etc.).

Tuttavia, il Bici-Plan non interviene sui brevi tracciati esistenti non facilmente connettabili e sparsi al di fuori degli assi strategici considerati.

- Bike-Sharing

I progetti relativi alla mobilità ciclabile riguardano, oltre al miglioramento delle infrastrutture, anche il potenziamento del servizio di bike-sharing “La BiGi”, nato nel 2009 e gestito da ATB Mobilità S.p.A. Attualmente, rispetto al precedente servizio attivo dalla ore 06.00 alle ore 23.00, “La BiGi” è utilizzabile 24 ore su 24. Sul territorio comunale sono presenti 21 stazioni (Figura 10.5), per un totale di 231 biciclette. Nel settembre 2015, in occasione della settimana europea della mobilità, sono state inaugurate due nuove postazioni a Bianzana e San Fermo, strategiche per la possibilità di interscambio con tram ed autobus. In futuro, è previsto il potenziamento del servizio con l’installazione di nuove postazioni anche all’interno del nuovo Ospedale Papa Giovanni XXIII.

Figura 9.5 – Localizzazione delle stazioni di bike-sharing “La BiGi” presenti nel Comune di Bergamo



Fonte: ATB Mobilità S.p.A, 2014.

Complessivamente le attuali piste ciclabili esistenti, comprensive anche di quelle isolate e

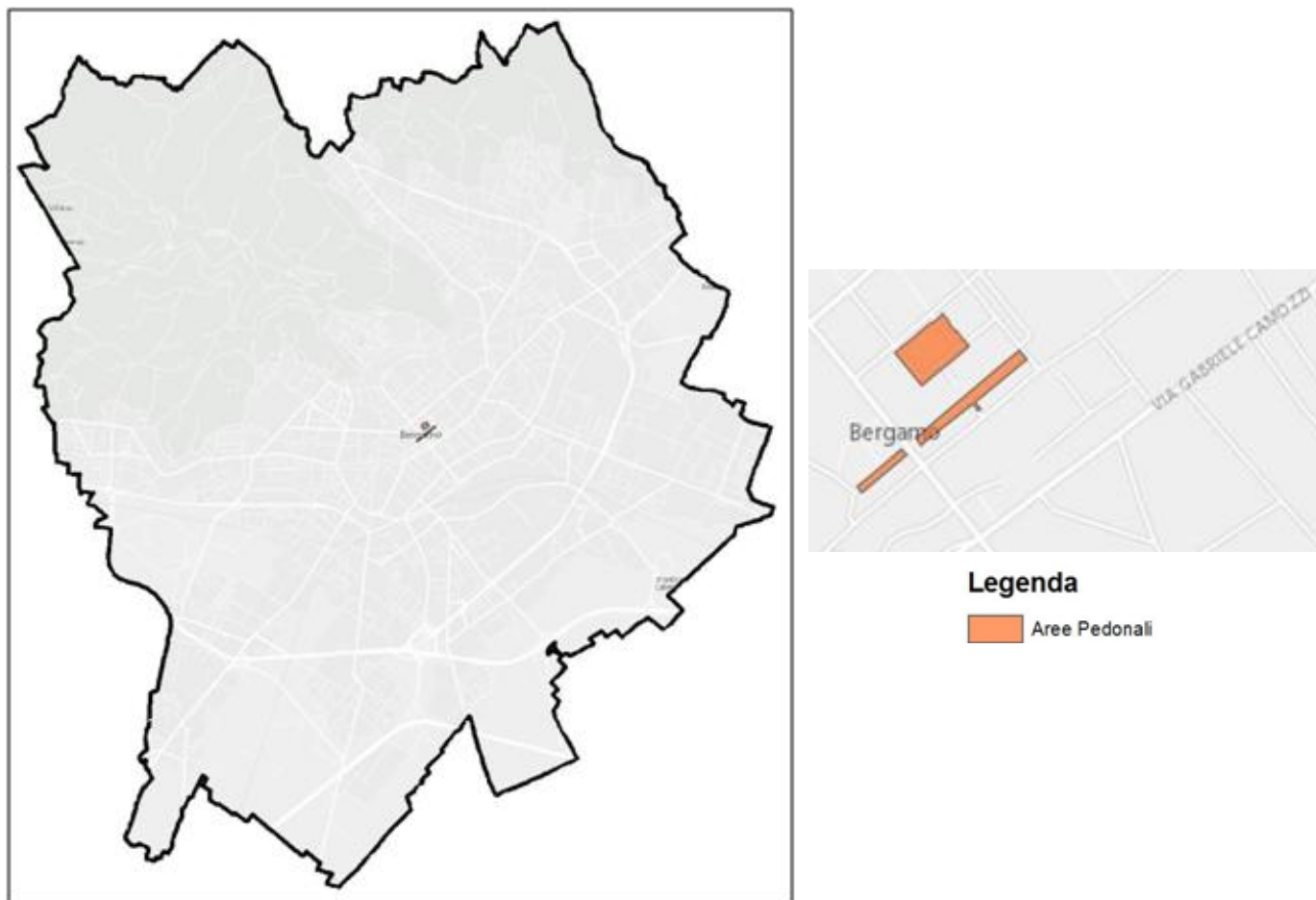
quindi non considerate nel PUT, si sviluppano per circa 44 km, di cui 5 km all'interno di parchi pubblici.

Aree pedonali

Lo sviluppo di aree pedonali nel territorio urbano risponde a finalità sia di carattere urbanistico, volte a recuperare lo spazio urbano per restituirlo al cittadino ed al pedone, sia di carattere ambientale. Le aree pedonali sono legate alla tutela della salute dei cittadini tramite un'attenta regolazione della circolazione di mezzi privati in aree ad alta densità di traffico. Il PUT - Piano Urbano del Traffico amplia pertanto il perimetro delle aree pedonali in Città Bassa. Attualmente, le uniche aree totalmente pedonalizzate risultano essere Piazza Dante ed il Sentierone (Figura 10.2 - a), le quali sono in vigore tutti i giorni dalle ore 00:00 alle ore 24:00.

Come mostrato in Tabella 10.8, le aree pedonali in questione ricoprono una superficie complessiva di 5.534,74 m² pari a circa lo 0,014% dell'intero territorio comunale. È evidente che per ottenere maggiori benefici occorre intensificare l'azione di potenziamento delle aree pedonali.

Figura 9.2 - Localizzazione delle aree pedonali attive nel Comune di Bergamo



Fonte: Comune di Bergamo, 2014.

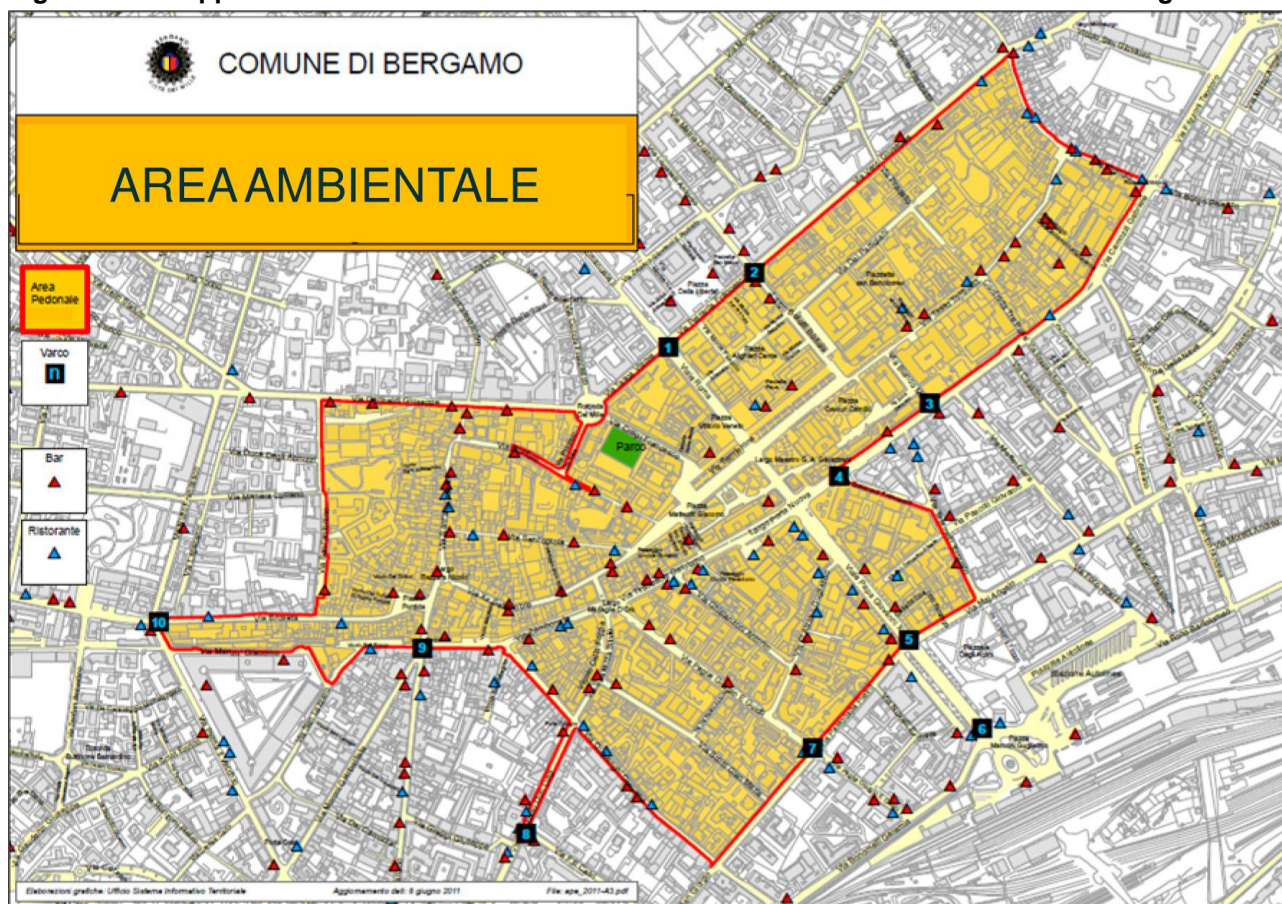
Tabella 9.8 - Localizzazione delle aree pedonali attive nel Comune di Bergamo

Aree Pedonali	Area (m ²)
Piazza Dante	3.171,34
Sentierone	1.828,72
Sentierone	534,68
Totale	5.534,74

Fonte: Comune di Bergamo, 2014.

Il principale intervento previsto nel PUT è invece costituito dalla pedonalizzazione, con attuazione in una prima fase sperimentale nell'ambito di un arco massimo compreso tra le ore 14.00 del sabato e le ore 24.00 della domenica, dell'intera Via Tasso per la realizzazione degli assi pedonali "Sentierone Allungato" tra Piazza Santo Spirito e Piazza Pontida e tra Via Roma e Via Papa Giovanni XXIII (Figura 10.3). L'intervento sul "Sentierone Allungato" si inquadra nella strategia di attivazione sistematica di una più estesa "area ambientale – centro storico", con particolare riguardo alle giornate di festività, come ad esempio quelle natalizie, ed in occasione di grandi eventi in Città, che, supportata, dalla progressiva estensione del controllo elettronico degli accessi e dalla conseguente opportunità di monitoraggio della tipologia di traffico transitante, potrà orientare le decisioni a favore della sicurezza della circolazione urbana, della qualità dell'aria e della sostenibilità della mobilità.

Figura 9.3 – Rappresentazione dell' "Area Ambientale – Centro Storico" del Comune di Bergamo



Fonte: PUT – Piano Urbano del Traffico, Comune di Bergamo, 2013.

Piedibus

Oltre alle Aree Pedonali, precedentemente descritte, nel territorio comunale di Bergamo è attivo il servizio “Piedibus”, un “autobus speciale” guidato da bambini che vanno a scuola a piedi, accompagnati da genitori ed insegnanti. Il progetto “Piedibus”, oltre ad essere promosso dal Comune di Bergamo, viene sostenuto dalla società ATB Mobilità S.p.A e collabora attraverso la gestione dell’opportuna segnaletica.

L’andare a scuola a piedi ha ormai una storia decennale: infatti, trova le sue origini nelle Linee Direttive e negli obiettivi indicati nel Progetto "Città Sane" presentato ad Ottawa nel 1986 dall’Organizzazione Mondiale della Sanità, nella “Conferenza Mondiale su Ambiente e Sviluppo” tenuta a Rio de Janeiro nel 1992, in Agenda 21 - Programma Globale di Azione sullo Sviluppo Sostenibile ed in particolare nella “Conferenza Europea sulle Città Sostenibili” tenuta ad Aalborg nel 1992.

A Bergamo, la prima iniziativa dell’andare a scuola a piedi è stata avviata il 21 marzo 2002 presso la Scuola Primaria Giovanni XXIII, nel quartiere di Monterosso, e negli anni l’iniziativa ha avuto modo di ampliarsi e comprendere più quartieri della città. La Tabella 10.12 riporta gli istituti comprensivi, le scuole primarie e i percorsi attivi del servizio “Piedibus” presenti ad oggi nel comune di Bergamo.

Tabella 9.12 - Linee “Piedibus” presenti nel Comune di Bergamo

Istituto Comprensivo	Scuola Primaria	Indirizzo
A. Da Rosciate	A. da Rosciate	Via Codussi
	Ghisleri	Via Cappuccini, 11
Camozzi	Papa Giovanni XXIII	Via Righi, 2/a
	Rosa	Via Conca Fiorita, 16
	Rosmini	Via Uccelli, 18
De amicis	De Amicis	Via delle Tofane, 1
	Savio	Via Isabetto, 2
	Valli	Via Rovelli, 32
Donadoni	Ghisleri	Largo Colle Aperto, 22
	Locatelli	Via Pradello, 3
Mazzi	Biffi	Via S. Tomaso de' Calvi, 11
	Don Bosco	Via Furietti, 16
	F.lli Calvi	Via F.lli Calvi, 3/b
V. Muzio	Calvino	Via Azzano, 2
	Don Milani	Via Feramolino, 1
	Manzoni	Via Don Vavassori
Nullò	Cavezzali	Via Bellini, 14
Petteni	Pascoli	Via Leone XIII
Savoia	Scuri	Via dei Galliani, 1
S. Lucia	Diaz	Via Cadorna, 1
	Rodari	Via Sylva, 8

Fonte: Comune di Bergamo, 2014.

Nonostante il servizio Piedibus non abbia una frequenza giornaliera ed attua solo il viaggio di andata verso le scuole, a seguito di interviste effettuate tramite gli organizzatori dei Piedibus, i genitori ed i bambini hanno esteso questa iniziativa anche ad altri giorni della settimana. La presenza di un percorso senza rischi e la socializzazione che si instaura tra i bambini ed i genitori, hanno incentivato a ripetere l’esperienza, anche in via

informale, e ad entrare a far parte di uno nuovo stile di vita. Inoltre, l'iniziativa porta il cittadino pedone, sia adulto sia bambino, a riappropriarsi e a vivere concretamente il proprio territorio.

E' importante quindi che "l'andare a scuola a piedi" sia assunto dalla scuola tra gli obiettivi della propria funzione educativa e dall'Istituzione Locale nelle proprie strategie di mobilità: la continuità istituzionale, che non si sostituisce e non può sostituirsi all'azione dei genitori, può aiutare a garantire la continuità dell'iniziativa pur nel naturale alternarsi dei genitori promotori.

Trasporto Pubblico Locale - TPL

In merito al Trasporto Pubblico Locale, la lunghezza di esercizio della rete di trasporto pubblico urbano presente nel Comune e nell'Area Urbana di Bergamo è pari a 302,1 km, di cui 289,184 km autobus, 12,5 km tramvia Bergamo-Albino e 0,846 km funicolare urbana. Le fermate ammontano a 1.068 con un bacino di utenza potenziale stimato intorno ai 120.000 utenti per il trasporto pubblico nel Comune di Bergamo e 370.000 utenti sulla rete urbana totale. La Tabella 10.13 riporta alcuni dati sul Trasporto Pubblico Urbano per gli anni dal 2005 al 2014: fino al 2010 i km totali percorsi si aggiravano intorno ai 7.250.000, mentre dal 2011 è in atto una progressiva contrazione. Contrariamente, i passeggeri trasportati sono costantemente aumentati, fino a raggiungere nel 2014 la somma di circa 32.800.000 passeggeri. È importante evidenziare che complessivamente, negli anni considerati, gli autobus totali in servizio sono diminuiti, mentre è stata favorita l'introduzione di mezzi a metano.

Tabella 9.13 – Dati sul Trasporto Pubblico Urbano ATB: km percorsi, passeggeri trasportati e n° autobus in servizio (2005-2014)

	Km percorsi				passeggeri trasportati				autobus in servizio	
	totale	autobus	tram	funicolare	totale	autobus	tram	funicolare	totali	metano
2005	7.200.000	7.157.380		42.620	28.000.000	27.000.000		1.000.000	201	N.D.
2006	7.289.599	6.896.519		393.080	29.635.144	28.635.144		1.000.000	201	N.D.
2007	7.294.185	6.891.485		402.700	30.605.760	29.587.720		1.018.040	206	N.D.
2008	7.245.562	6.889.542		356.020	31.033.212	29.316.537		1.716.675	204	N.D.
2009	7.359.289	6.636.168	323.821	399.300	32.450.172	29.152.108	1.372.700	1.925.364	204	N.D.
2010	7.334.844	6.390.128	576.956	367.760	33.433.666	28.497.562	3.053.970	1.882.134	189	20
2011	6.772.754	5.857.757	563.897	351.100	32.560.530	27.580.170	3.180.360	1.800.000	193	25
2012	6.666.550	5.746.790	551.560	368.200	32.683.780	29.403.920	3.279.860	N.D.	193	25
2013	6.636.155	5.712.478	555.687	367.990	32.620.674	27.466.137	3.318.170	1.836.367	195	31
2014	6.598.079	5.668.048	549.921	380.110	32.814.238	27.551.419	3.419.787	1.843.032	190	40

(*) Nel corso dell'anno 2009 è entra in esercizio anche la Tramvia T1 Bergamo – Albino.

N.D.: Dato Non Disponibile.

Fonte: Comune di Bergamo

Tramvie Elettriche Bergamasche - TEB

Dal 2009 è entrata in esercizio la linea tramviaria T1 Bergamo-Albino che riutilizza, con i relativi adeguamenti, il sedime delle ex "Ferrovie delle Valli", collegando il Comune di Bergamo a quello di Albino (Figura 10.8). Il tracciato della linea T1 Bergamo-Albino è lungo 12,5 km, di cui 3,2 km nella Città di Bergamo, con un numero complessivo di 16 fermate (comprese le 2 stazioni di testa). Ad oggi la tranvia attraversa i Comuni di Bergamo, Torre Boldone, Ranica, Alzano Lombardo, Nembro ed Albino, interessando una popolazione di oltre 220.000 abitanti. La linea tramviaria T1 Bergamo-Albino è il primo tratto del disegno di un sistema trasportistico che vedrà nel prossimo futuro sviluppi progettuali ed importanti investimenti e che ha tra le sue priorità, compatibilmente con le risorse finanziarie Statali e Regionali:

- il collegamento tra la Stazione FS Marconi-Bergamo e l'Aeroporto Internazionale di Bergamo-Orio al Serio (la cui progettazione è in corso);
- il sistema ferroviario metropolitano lungo le direttrici Ponte San Pietro-Albano Sant'Alessandro e Bergamo-Treviglio, utilizzando i binari ferroviari (per cui è stato predisposto lo studio di fattibilità);
- la linea tramviaria T2 Bergamo-Villa d'Almè o della Valle Brembana (di cui è stato recentemente aggiornato e completato il progetto preliminare);
- La linea tramviaria cittadina urbana T3 Via Corridoni-Nuovo Ospedale Papa Giovanni XXIII (per cui è stata predisposta la progettazione preliminare).

Figura 9.8 – Tracciato e fermate della Tramvia T1 Bergamo – Albino



Fonte: TEB - Tramvie Elettriche Bergamasche, 2010.

Indice di motorizzazione

La Tabella 10.14 e la Figura 10.9 riporta, dall'anno 2005 al 2015, l'indice di motorizzazione relativo al Comune di Bergamo. Tale indice esprime il numero di veicoli ogni 1.000 abitanti ed è ottenuto dal rapporto tra il numero totale di veicoli (parco veicoli), registrati all'ACI – Automobile Club d'Italia, ed il numero di abitanti (popolazione) presenti in un dato territorio.

Dalla Tabella 10.14 è possibile osservare che, dal 2005 al 2008, l'indice di motorizzazione è passato da un valore di 833 fino ad un massimo di 846: fino al 2007 la crescita di questo valore è legata all'incremento del numero di veicoli e alla decrescita della popolazione. Tuttavia, nel 2008 l'indice è aumentato nonostante l'incremento sia del parco veicoli sia della popolazione.

Invece, dal 2009 al 2015 l'indice di motorizzazione è diminuito in maniera sostanziale, passando da un massimo di 846 ad un minimo di 804: ad esclusione dell'anno 2011, tale risultato è dovuto ad una progressiva decrescita dei veicoli presenti nel territorio comunale e ad un incremento della popolazione locale. Al 2015 l'indice di motorizzazione è pari a questo minimo.

Da questa breve analisi è possibile dire che complessivamente nel decennio 2005-2015 il numero di veicoli ogni 1.000 abitanti è diminuito rispetto all'incremento demografico (Figura 10.9): ciò significa che sono presenti meno veicoli per abitante.

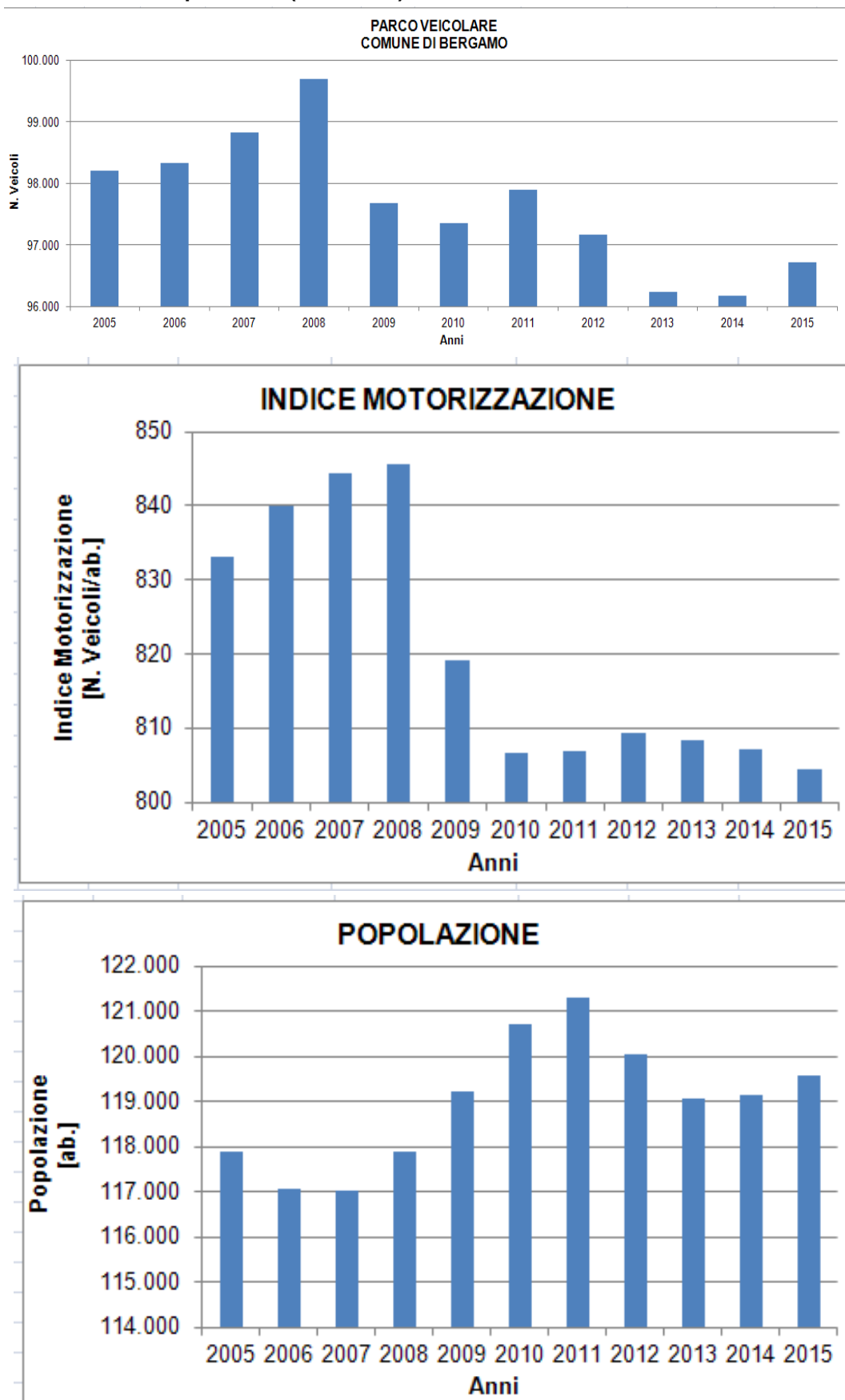
Un aspetto importante è capire quanto il parco veicolare locale incida a livello provinciale, regionale e nazionale. Nel 2014, il parco veicolare della provincia di Bergamo ha raggiunto le 865.832 unità; il parco veicolare regionale le 7.693.053 unità, mentre quello nazionale le 49.150.466 unità (Dati ACI – Automobile Club d'Italia). In termini percentuali, il numero complessivo di veicoli relativo al comune di Bergamo rappresenta circa il 12,5% di quello provinciale, circa il 1,25% di quello regionale e circa lo 0,20% di quello nazionale.

Tabella 9.14 – Parco veicoli, popolazione e Indice di motorizzazione relativo al Comune di Bergamo (2005-2015)

Anno	Parco Veicoli [N. Veicoli]	Popolazione [ab.]	Indice Motorizzazione [N. Veicoli/ab.]
2005	98.204	117.887	833
2006	98.331	117.072	840
2007	98.818	117.032	844
2008	99.686	117.890	846
2009	97.679	119.238	819
2010	97.357	120.694	807
2011	97.889	121.316	807
2012	97.175	120.050	809
2013	96.244	119.049	808
2014	96.171	119.144	807
2015	96.712	119.554	804

Fonte: ACI – Automobile Club d'Italia.

Figura 9.9 – Rappresentazione grafica tra il trend relativo al Parco Veicoli, all'Indice di Motorizzazione ed alla Popolazione (2005-2015)



Fonte: ACI – Automobile Club d'Italia.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Aria

L'analisi dei dati disponibili sulla qualità dell'aria nel Comune di Bergamo individua questo aspetto come il più critico tra tutti quelli affrontati nella Relazione sullo Stato dell'Ambiente - RSA.

Se da un lato, diversi inquinanti storicamente problematici come il Biossido di Zolfo (SO_2), il Monossido di Carbonio (CO) ed il Benzene (C_6H_6) non sono più una criticità, grazie ai numerosi progressi tecnologici che hanno interessato negli ultimi anni il settore dei trasporti ed in parte quello del riscaldamento degli edifici, vi sono altri inquinanti che presentano superamenti dei valori limite di Legge, in particolare il Biossido di Azoto (NO_2), il PM10 e l'Ozono (O_3).

Il Biossido di Azoto (NO_2) risulta più critico in corrispondenza della centralina di Via Garibaldi, nella quale il valore limite della media annua risulta sempre superato, con situazioni altalenanti. Tuttavia si è osservato che, negli ultimi anni, il numero delle ore dei superamenti è diminuito fortemente. Tra gli aspetti da considerare per valutare questa situazione, preme ricordare sia il fatto che il limite di Legge è sempre più restrittivo, sia che il comportamento dell'inquinante è influenzato da fattori meteo climatici particolari e quindi i dati rilevati potrebbero non essere indicativi di una nuova tendenza di medio – lungo termine.

Per quanto riguarda il PM₁₀, la criticità rilevata nelle centraline del Comune di Bergamo ricalca una situazione diffusa che interessa una vasta area della Pianura Padana: infatti, l'accumulo delle polveri fini negli strati bassi dell'atmosfera durante la stagione fredda e il conseguente superamento del valore limite normativo, è modulato principalmente dalle condizioni climatiche invernali, oltre alle caratteristiche geografiche della Regione. Durante le fasi di stabilità atmosferica, le calme di vento ed il raffreddamento radiativo del suolo determinano una diminuzione delle capacità dispersive dell'atmosfera, favorendo, così, l'accumulo dei inquinanti al suolo. Il PM₁₀ si conferma come l'inquinante più diffuso e più critico particolarmente in ambito urbano. Il numero dei superamenti delle soglie individuate per la protezione della salute umana è tendenzialmente diminuito negli anni considerati (2003-2016). È importante sottolineare che l'influenza dei fattori climatici, come la piovosità, porta a considerare con cautela i miglioramenti osservati negli scorsi anni: si tratta comunque di un fenomeno che deve essere maggiormente monitorato e sottoposto a più attenzione.

Anche per quanto riguarda l'Ozono (O_3), la situazione di criticità dei mesi estivi nel Comune di Bergamo trova riscontro anche a livello regionale. Dal 2007 al 2013 la media annua si è stabilizzata, come pure il numero di superamenti della soglia di informazione, eccezione fatta per il 2011 e 2013 in cui si è riscontrato un aumento, presumibilmente riconducibile alle particolari condizioni climatiche.

Acqua

In merito alla qualità delle acque superficiali, rispetto alla situazione delineata nella precedente Relazione sullo Stato dell'Ambiente (2009), si registra un lieve miglioramento del Torrente Morla: dai dati del primo triennio di monitoraggio (2009–2011) emerge che il torrente presenta uno Stato Ecologico scarso ed uno Stato Chimico buono. Tale stato di qualità è rimasto invariato anche al termine del 2012.

Per quanto riguarda le acque sotterranee, nel Comune di Bergamo è presente un unico punto di monitoraggio qualitativo: dalle indagini di ARPA Lombardia risulta che lo Stato Chimico del punto qualitativo per il triennio 2009-2011 e per l'anno 2012 presenta uno SCAS pari a 4, ossia caratterizzato da un impatto antropico rilevante e caratteristiche idrochimiche scadenti. La causa di un basso indice SCAS è legato principalmente alla presenza di Cromo VI nelle acque. Per l'anno 2012 le cause di attenzione sono anche da riporre principalmente sulla presenza dell'elemento Antimonio. Data la presenza di questi inquinanti, dal marzo 2014 è stata avviata la Messa In Sicurezza d'Emergenza – MISE.

Rispetto alla qualità delle acque potabili non si evidenziano superamenti dei valori definiti dalla Legislazione vigente in materia.

Dal punto di vista dei consumi idrici si evidenzia, dal 2007 al 2013, un progressivo calo contrariamente al valore della popolazione servita, che è invece aumentato. Invece, per l'anno 2014 si osserva un aumento dell'acqua fatturata, sia per il consumo delle utenze civili sia industriali ed irrigue, ma in relazione ad un numero minore di abitanti serviti. Rispetto alla prima edizione della Relazione sullo Stato dell'Ambiente (RSA 2005) si registra un calo generale dei consumi (15.475.149 m³/anno nel 2005).

La stima della perdita di rete oscilla da un minimo di 16,1%, registrato nel 2008, ad un massimo di 25%, registrato nel 2013. Per l'anno 2014 la perdita di rete è stata stimata pari al 22,9%.

La maggior parte delle zone urbanizzate è fornita di rete fognaria per un totale di 115.231 abitanti serviti, pari a 96,79% del totale dei residenti nel Comune di Bergamo. Inoltre, si registra una buona copertura dell'impianto di depurazione e l'assenza di problematiche ambientali rilevanti.

Suolo

La superficie urbanizzata del Comune di Bergamo ammonta a 19 km², ovvero il 47% dell'intera superficie comunale.

In merito alla densità abitativa, il Comune di Bergamo registra, alla fine del 2015, 119.554 abitanti residenti, con pressione sul territorio di circa 2.989 ab/km², che si innalza a 6.292 ab/km² se consideriamo la sola superficie urbanizzata. Tali valori sono di gran lunga superiori alla media provinciale e regionale, avvicinandosi così ad altre Città Capoluogo della Lombardia come Monza, Como e Brescia.

Per quanto riguarda i siti contaminati, negli ultimi anni risultano conclusi 91 interventi di bonifiche ambientali e sono tutt'ora in corso 30 bonifiche ambientali di cui 4 relativi al recupero della falda e 26 relativi a suolo e sottosuolo. Di quest'ultimi, 9 sono stati i casi di bonifica su punti vendita di carburante, 3 sono stati i casi relativi a sversamenti accidentali, mentre 14 sono state le bonifiche relative alla riqualificazione di ex aree industriali.

Rispetto alla tematica dei rischi naturali il Comune di Bergamo rientra nella classe di pericolosità sismica 3, secondo la definizione fornita dall'O.P.C.M. n. 3.274 del 20 marzo 2003 e presenta al proprio interno aree esposte ad esondazione ed aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti, per il 27% circa dell'intera superficie comunale. L'indice di frammentazione delle aree naturali e seminaturali è generalmente basso ad eccezione di alcuni terreni destinati a coltura agricola.

Dal punto di vista del regime di tutela delle aree di maggiore pregio naturalistico del Comune di Bergamo, è presente il Parco Regionale dei Colli Bergamaschi, che ospita al suo interno il Sito di Importanza Comunitaria Boschi dell'Astino e dell'Allegrezza.

Rifiuti

Nel 2015, la produzione di rifiuti urbani totali nel Comune di Bergamo è stata pari a 62.722,032 t con un lieve decremento rispetto all'anno precedente. È interessante notare come la quantità totale di rifiuti prodotti sia diminuita dal 2010 al 2013 anche in relazione a differenti oscillazioni nel numero degli abitanti residenti. Tuttavia, nell'anno 2014 si è verificato un incremento dei rifiuti raccolti, nonostante un lieve aumento della popolazione comunale.

La percentuale di raccolta differenziata, importante indicatore di sostenibilità a livello urbano, è in costante aumento: nel 2008 aveva già superato il 50% e nel 2014 e nel 2015 ha raggiunto il 65,5% dei rifiuti raccolti complessivamente, superando di conseguenza il livello minimo del 60%, obiettivo posto dal piano provinciale.

Energia

Nel 2010, ultimo dato disponibile, il 55,69% dei consumi energetici totali sono stati coperti da gas naturale. Il secondo vettore energetico più utilizzato è l'energia elettrica con una percentuale del 20,55%, seguono il gasolio con 13,27% e la benzina con 3,35%.

Uno degli elementi cardine della strategia di sviluppo energetico sostenibile a livello locale è sicuramente lo sviluppo del teleriscaldamento. Nel 2014 l'estensione della rete di teleriscaldamento ammonta a 65,6 km e 5,8 milioni di m³ di volumetria allacciata complessiva.

Il secondo elemento che caratterizza la sostenibilità energetica locale riguarda la diffusione delle fonti energetiche rinnovabili, come la produzione di energia attraverso la tecnologia solare fotovoltaica, la geotermia e il mini-idroelettrico.

Per quanto riguarda il fotovoltaico, dalle rilevazioni del GSE, risultano attivi nel Comune di Bergamo complessivamente attivi 353 impianti, per una potenza installata pari a circa 7.543,11 KW. Di questi, 23 impianti sono installati su edifici pubblici di proprietà comunale per una potenza totale di circa 1.209,295 KW (Fonte: Dati GSE, settembre 2015).

Nel Comune di Bergamo sono installati 166 impianti per lo sfruttamento dell'energia geotermica a bassa entalpia, che rappresentano circa il 5,08% degli impianti registrati in tutta la Regione Lombardia, per una potenza di riscaldamento complessiva pari a circa 8.784,800 KW (Fonte: Registro Regionale Sonde Geotermiche (RSG), settembre 2015).

Altra fonte energetica rinnovabile è il mini-idroelettrico: ad oggi, l'unico impianto esistente all'interno del territorio comunale è posto presso il Serbatoio S. Agostino, in Viale Vittorio Emanuele II, per una potenza termica complessiva pari a 55 KWh/anno e per una potenza elettrica complessiva pari a 405.072 KWh/anno.

Rumore

La prima zonizzazione acustica del Comune di Bergamo è stata approvata nel 2001, mentre l'ultimo aggiornamento e relativa procedura di VAS – Valutazione Ambientale Strategica sono stati approvati con Deliberazione Consiglio Comunale n. 183 Reg. Cons. del 28 dicembre 2015.

Secondo le indicazioni fornite dal D.P.C.M. 14 novembre 1997, il Piano di Zonizzazione Acustica del Comune di Bergamo suddivide la città in 6 classi, in base ai livelli di rumorosità ammessi.

Considerata la loro rilevanza per l'impatto acustico ambientale, anche strade, autostrade e ferrovie sono stati elementi di primaria importanza nella predisposizione della zonizzazione acustica. Infatti, queste infrastrutture di trasporto percorrono le parti da Sud, Est e Nord del territorio comunale, lasciando libera la parte Ovest al Parco dei Colli, area di particolare interesse dal punto di vista acustico.

Anche in merito all'attività aeroportuale di Orio al Serio sono state individuate delle classi acustiche coerenti con le funzioni insediate sul territorio, che vengono però regolate dalla zonizzazione acustica aeroportuale approvata da apposita Commissione. Per quanto concerne il rumore aeroportuale si sono registrati superamenti dell'indice LVA medio annuo di 60 dB(A) pressoché in tutte le stazioni di monitoraggio per quasi tutti gli anni considerati (dal 2003 al 2014); i maggiori superamenti sono stati rilevati presso la stazione di via Quasimodo.

Campi elettromagnetici e radiazioni ionizzanti

Sul territorio comunale risultano essere presenti 262 sorgenti a radiofrequenza (54 in più rispetto alla scorsa edizione della RSA del 2009), per lo più Stazioni Radio Base e Ponti Radio.

Le indagini effettuate per la valutazione dei livelli ambientali dei campi elettrici e magnetici non hanno evidenziato superamenti dei valori definiti dalla legislazione vigente. Il 29% degli elettrodotti aerei a 15 KV presenti sul territorio comunale attraversa aree urbanizzate.

Per quanto concerne la concentrazione di Radon, le analisi svolte nel corso del 2009 in alcuni edifici scolastici non mostrano superamenti dei livelli di riferimento.

Mobilità e trasporti

Le indagini del 2011 hanno evidenziato una sostanziale invarianza dei transiti rispetto al 2006, ad eccezione delle circonvallazioni, che presentano un incremento medio del flusso del 3%, e di Città Alta, che registra una significativa diminuzione del carico totale nell'ordine del 7%. I dati ottenuti mostrano che nelle ore di punta il maggiore traffico è presente sulle radiali esterne ed interne, seguite dalla circonvallazione e dalle altre strade urbane. In merito alla capacità di carico del sistema infrastrutturale è possibile constatare un sostanziale rispetto della capacità di carico con alcune eccezioni sulle radiali esterne e sulla circonvallazione.

Per quanto riguarda la tematica della mobilità dolce fanno parte di essa i percorsi pedonali, le piste ciclabili, le Zone a Traffico Limitato e le Zone 30.

Rispetto alla mobilità pedonale è previsto l'ampliamento del perimetro delle aree pedonali in Città Bassa. Il principale intervento è costituito dalla pedonalizzazione dell'intera via Tasso per la realizzazione degli assi pedonali "Sentierone Allungato", che si inquadra nella strategia di attivazione di una "area ambientale".

Oltre alle Aree Pedonali, nel Comune di Bergamo è attivo il servizio "Piedibus", un "autobus speciale" guidato da bambini che vanno a scuola a piedi, accompagnati da genitori ed insegnanti. Negli anni, tale iniziativa ha avuto modo di ampliarsi e di comprendere più quartieri della città.

Per quanto concerne la mobilità ciclabile è in atto il progetto "Bici-Plan" che prevede una rete complessiva di 58,237 km, comprendete piste esistenti, da riqualificare e di nuova realizzazione. Inoltre, il Comune di Bergamo dispone di un servizio di bike sharing, "La BiGi", attivo 24 ore su 24, con la presenza di 21 stazioni ed un totale di 231 biciclette.

Le Zone a Traffico Limitato presenti attualmente sul territorio comunale sono 21, per una superficie complessiva di circa 5,92 km², pari al 14,69 % dell'intera superficie comunale.

Ad oggi, anche le Zone 30 presenti nel Comune di Bergamo sono 21 e ricoprono una superficie di circa 0,55 km², corrispondente all'1,36% dell'intero territorio comunale.

In merito al Trasporto Pubblico Locale i passeggeri trasportati sono costantemente cresciuti ed è in corso un rinnovo della flotta di autobus con l'acquisto di nuovi mezzi a metano.

Dal 2009 è in esercizio la linea tramviaria T1 che riutilizza, con i relativi adeguamenti, il sedime delle ex "Ferrovie delle Valli", collegando Bergamo ad Albino.

BIBLIOGRAFIA

- A2A, Dati riferiti al teleriscaldamento, anni vari.
- ACI – Automobile Club d'Italia, anni vari.
- ARPA Lombardia, Relazione sullo Stato dell'Ambiente, anni vari.
- ARPA Lombardia – CASTEL – Catasto degli Impianti di Telecomunicazione e Radiotelevisione
- ARPA Lombardia - Dipartimento di Bergamo, Rapporti annuali sulla qualità dell'aria di Bergamo e Provincia, anni vari.
- ARPA Lombardia - Dipartimento di Bergamo - Laboratorio Mobile, Campagne temporanee di rilevamento della qualità dell'aria, anni vari.
- ARPA Lombardia - U.O. Modellistica del Settore Aria ed Agenti Fisici, Database INEMAR - INventario EMissioni ARia, anni vari.
- ARPA Lombardia - Dipartimento di Bergamo, Stato delle acque sotterranee della Provincia di Bergamo, anni vari.
- ARPA Lombardia - Dipartimento di Bergamo, Stato delle acque superficiali della Provincia di Bergamo, anni vari.
- ARPA Lombardia, Database O.R.SO. - Osservatorio Rifiuti SOvraregionale, anni vari.
- ARPA Lombardia – Settore Monitoraggi Ambientali, Verifica di conformità delle caratteristiche dei sistemi di monitoraggio del rumore aeroportuale - Sistema di Bergamo - Orio al Serio, anni vari.
- ARPA Lombardia, Piano di Monitoraggio per l'individuazione delle Radon Prone Areas nella Regione Lombardia, Atti del Convegno AIRP - Associazione Italiana di Radio-Protezione, Convegno Nazionale di Radioprotezione - Campi neutronici nella terapia medica, Catania, 15-17 settembre 2005.
- ARPA Lombardia, Campagna di Misura 2009/2010 della Concentrazione di Radon Indoor in Lombardia, Atti del Convegno AIRP - Associazione Italiana di Radio-Protezione, Convegno Nazionale di Radioprotezione, Reggio Calabria, 12-14 ottobre 2011.
- ARPA Lombardia - Dipartimento di Bergamo, Risanamenti da Radon in edifici scolastici in Provincia di Bergamo, Atti del Convegno AIRP - Associazione Italiana di Radio-Protezione, Convegno Nazionale di Radioprotezione, Reggio Calabria, 12-14 ottobre 2011.
- ASL – Dipartimento di Bergamo – Seminario “Presentazione linee guida risanamenti Radon ed esiti mappatura 2009/2010”.
- ATB – Agenzia della Mobilità.
- BAS SII; Dati riferiti ad acqua potabile e depurazione, anni vari.
- Camera di Commercio di Bergamo - Servizio Studi ed Informazione Economica, Osservatorio sulle Imprese, anni vari.

- Comune di Bergamo, Database Topografico del PGT, 2014.
- Comune di Bergamo – Ufficio Statistica ed ISTAT, Statistiche Demografiche, anni vari.
- Comune di Bergamo, Piano Energetico Comunale (PEC), 2011.
- Comune di Bergamo, Piano di Governo del Territorio (PGT), 2010.
- Comune di Bergamo, Piano di Zonizzazione Acustica, 2001.
- Comune di Bergamo, Piano di Classificazione Acustica del Territorio – Aggiornamento del Piano di Zonizzazione Acustica, 2014.
- Comune di Bergamo, Piano Urbano della Mobilità (PUM), 2008.
- Comune di Bergamo, Piano Urbano del Traffico (PUT), 2013.
- Dipartimento della Protezione Civile – Rischio sismico
- ERSAF - Regione Lombardia, Database DUSAF - Destinazione d'Uso dei Suoli Agricoli e Forestali, anni vari.
- GSE, Rapporto statistico Energia da fonti rinnovabili, anni vari.
- GSE, Rapporto statistico monografico sul Solare fotovoltaico, anni vari.
- GSE, Database SIMERI - Sistema Italiano per il Monitoraggio delle Energie Rinnovabili, anni vari.
- GSE, Database Atlasole, anni vari.
- GSE, Database Atlavento, anni vari.
- ISPRA, Mappatura dei pericoli di incidente rilevante in Italia, 2013.
- ISTAT, Annuario Statistico Italiano, anni vari.
- ISTAT, Annuario Statistico Regionale, anni vari.
- ISTAT, Qualità dell'Ambiente Urbano, anni vari.
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Inventario Nazionale degli stabilimenti a rischio di incidente rilevante, 2014.
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Schede e cartografie della Rete Natura 2000, 2014.
- NOAA – National Center for Environmental Information – National Oceanic and Atmospheric Administration.
- Provincia di Bergamo, Osservatorio Rifiuti, anni vari.
- Provincia di Bergamo - Settore Ambiente, Piano Provinciale di Gestione dei Rifiuti (PPGR), 2009.
- Regione Lombardia – Ambiente, Energia e Reti, Database SIRENa - Sistema Informativo Regionale ENergia Ambiente, anni vari.
- SACBO, Report analisi rumore aeroportuale - Sistema di Bergamo - Orio al Serio, anni vari.
- UniAcque SpA, Dati riferiti alla qualità delle acque potabili, 2013.
- Università degli Studi di Milano Bicocca - Dipartimento di Scienze dell'Ambiente e del Territorio e di Scienze della Terra, Indagini per la Riquilificazione Integrata del Torrente Morla, 2013.
- UrbiStat – AdminStat – Statistiche, dati socio-demografici ed economici, mappe tematiche e confini geografici di Comuni, Province e Regioni.

SCHEDE DI APPROFONDIMENTO DEGLI INDICATORI

Scheda di approfondimento degli indicatori	
Numero e nome dell'indicatore	Nome dell'indicatore ed eventuale numero identificativo.
Unità di misura	Unità di misura dell'indicatore.
Tipologia	Indicatori ambientali (suddivisi sulla base del Modello DPSIR - Driving forces, Pressure, State, Impact e Response), territoriali e socio-economici.
Descrizione	Giustificazione della scelta dell'indicatore e specificazione del campo d'azione.
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	Segnalazione delle principali interconnessioni tra le variabili del modello DPSIR che l'indicatore contribuisce a descrivere.
Metodologia di rilevamento	Disamina delle fonti disponibili e frequenza di rilevamento del dato grezzo.
Metodologia di calcolo	Specificazione delle procedure per il calcolo dell'indicatore.
Disponibilità	Segnalazione degli anni di disponibilità del dato e dunque calcolo dell'indicatore e, ove possibile, indicazione di futuri possibili aggiornamenti. Segnalazione della scala/copertura territoriale del dato.
Note	Altre informazioni sull'indicatore. Segnalazione dei principali collegamenti tra indicatori.

Capitolo 1 - CONTESTO DI RIFERIMENTO

Numero e nome dell'indicatore	Trend demografico.
Unità di misura	% (variazione percentuale annua popolazione residente).
Tipologia	Drivers.
Descrizione	L'indicatore evidenzia l'andamento della popolazione residente.
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	<p>Individua una determinante di pressioni ambientali di vario tipo in particolare:</p> <ul style="list-style-type: none"> - emissioni derivanti da traffico e riscaldamento/raffrescamento edifici; - consumi idrici; - esigenza di collettamento, depurazione e connessione alla rete acquedottistica; - produzione di rifiuti; - emissioni sonore; - traffico.
Metodologia di rilevamento	Dato rilevato direttamente dal Comune di Bergamo.
Metodologia di calcolo	Variazione percentuale rispetto alla popolazione residente.
Disponibilità	<p>Disponibilità del dato e di aggiornamento dell'indicatore annuale.</p> <p>Copertura territoriale del dato: comunale.</p>

Numero e nome dell'indicatore	Indici di struttura della popolazione residente.
Unità di misura	%.
Tipologia	Drivers.
Descrizione	<p>L'indicatore evidenzia alcuni aspetti legati alla struttura della popolazione residente, in particolare:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Indice di vecchiaia: rapporto percentuale tra la popolazione in età da 65 anni in poi e quella della classe 0-14 anni; - Indice di dipendenza totale: rapporto percentuale avente al numeratore la somma tra la popolazione in età 0-14 anni e quella in età da 65 anni in poi ed al denominatore la popolazione in età 15-64 anni; - Indice di dipendenza giovanile: rapporto percentuale tra la popolazione in età 0-14 anni e quella in età 15-64 anni; - Indice di dipendenza degli anziani: rapporto percentuale tra la popolazione in età da 65 in poi e quella in età 15-64 anni; - Indice di ricambio della popolazione in età lavorativa: rapporto percentuale tra la popolazione della classe 60-64 anni e quella della classe 15-19 anni.
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	L'indicatore individua una determinante di pressione ambientale e sociale.
Metodologia di rilevamento	Dato rilevato direttamente dal Comune di Bergamo.
Metodologia di calcolo	Rapporti percentuali (cfr. descrizione).
Disponibilità	<p>Disponibilità del dato e di aggiornamento dell'indicatore annuale.</p> <p>Copertura territoriale del dato: comunale.</p>

Numero e nome dell'indicatore	Imprese attive.
Unità di misura	n.
Tipologia	Determinante.
Descrizione	L'indicatore riporta il numero delle imprese attive sul territorio del Comune di Bergamo
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	L'indicatore individua una determinante di pressioni ambientali di vario tipo: <ul style="list-style-type: none"> - emissioni atmosferiche; - consumi/scarichi idrici; - produzione di rifiuti speciali; - emissioni sonore; - traffico.
Metodologia di rilevamento	Dato rilevato direttamente da Camera di Commercio.
Metodologia di calcolo	Disponibile tal quale.
Disponibilità	Disponibilità del dato e di aggiornamento dell'indicatore annuale. Copertura territoriale del dato: comunale.

Capitolo 2 - ARIA

Numero e nome dell'indicatore	Emissioni di inquinanti in atmosfera (SO₂, NO_x, COV, CH₄, CO, CO₂, N₂O, NH₃, PM_{2,5}, PM₁₀ e PTS).
Unità di misura	t (kt, per CO ₂) (% rispetto ai macrosettori di riferimento).
Tipologia	Pressione.
Descrizione	L'indicatore descrive le emissioni dei principali inquinanti dei seguenti macrosettori: <ul style="list-style-type: none"> - combustione non industriale; - combustione nell'industria; - processi produttivi; - estrazione e distribuzione di combustibili; - uso di solventi; - trasporto su strada; - altre sorgenti mobili e macchinari; - agricoltura; - altre sorgenti ed assorbimenti.
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	Fornisce un quadro comparabile nel tempo e tra realtà territoriali diverse delle pressioni sulla qualità dell'aria.
Metodologia di rilevamento	Dato fornito da Regione Lombardia attraverso il database INEMAR (INventario EMissioni in ARia).
Metodologia di calcolo	Il dato di emissione è fornito tal quale; % rispetto al totale per inquinante dei diversi macrosettori.
Disponibilità	Anno 2010. Aggiornamento dell'indicatore: non definito. Copertura territoriale del dato: comunale.

Numero e nome dell'indicatore	Emissioni in atmosfera indicatori di sintesi (CO₂_eq, Precursori di O₃ e Totale Emissioni Acidificanti H⁺)
Unità di misura	t (kt, per CO ₂ _eq) (% rispetto ai macrosettori di riferimento).
Tipologia	Pressione.
Descrizione	<p>L'indicatore sintetizza il contributo locale ad alcuni fenomeni di inquinamento globale (cambiamenti climatico – effetto serra, distruzione della fascia di ozono e piogge acide). L'indicatore evidenzia il ruolo dei seguenti macrosettori in relazione ai fenomeni citati rilevanti a livello globale:</p> <ul style="list-style-type: none"> - combustione non industriale; - combustione nell'industria; - processi produttivi; - estrazione e distribuzione di combustibili; - uso di solventi; - trasporto su strada; - altre sorgenti mobili e macchinari; - agricoltura; - altre sorgenti ed assorbimenti.
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	Fornisce un quadro comparabile nel tempo e tra realtà territoriali diverse delle pressioni sulla qualità dell'aria.
Metodologia di rilevamento	Dato fornito da Regione Lombardia attraverso il database INEMAR (INventario EMISSIONI in ARia)
Metodologia di calcolo	Il dato di emissione è fornito tal quale; % rispetto al totale per inquinante dei diversi macrosettori.
Disponibilità	Anno 2010. Aggiornamento dell'indicatore: non definito. Copertura territoriale del dato: comunale.

Numero e nome dell'indicatore	Indicatori di qualità dell'aria (inquinanti considerati SO₂, NO_x, CO, O₃, C₆H₆, PM₁₀ e PM_{2,5}) rilevata nelle centraline fisse di rilevamento o durante le campagne del laboratorio mobile.
Unità di misura	Varie (specifiche per inquinante come indicate dalle Norme di Riferimento).
Tipologia	Stato/Impatto.
Descrizione	L'indicatore descrive la qualità dell'aria espressa in termini di superamenti dei valori di riferimento definiti dalla Normativa.
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	Fornisce un quadro della qualità dell'aria locale.
Metodologia di rilevamento	Dato fornito da ARPA (rapporti annuali sulla qualità dell'aria a livello provinciale e relazioni sulle campagne di rilevamento dei mezzi mobili).
Metodologia di calcolo	I superamenti e le misure calcolate sono definite dalla Normativa in materia.
Disponibilità	Anni 2003 – 2013. Aggiornamento dell'indicatore: annuale (nel caso delle campagne del mezzo mobile, non prevedibile). Copertura territoriale del dato: puntuale.

Numero e nome dell'indicatore	Efficienza del monitoraggio della qualità dell'aria.
Unità di misura	% (percentuale di dati validi sul totale delle rilevazioni effettuate, per inquinante considerato e per centralina o per campagna del laboratorio mobile).
Tipologia	Risposta.
Descrizione	L'indicatore valuta l'affidabilità dei dati disponibili per la descrizione della qualità dell'aria.
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	Fornisce un'indicazione della qualità delle rilevazioni effettuate.
Metodologia di rilevamento	Dato fornito da ARPA (rapporti annuali sulla qualità dell'aria a livello provinciale e relazioni sulle campagne di rilevamento dei mezzi mobili).
Metodologia di calcolo	Dato fornito tal quale.
Disponibilità	Anno 2012. Aggiornamento dell'indicatore: annuale (nel caso delle campagne del mezzo mobile, non prevedibile). Copertura territoriale del dato: puntuale.

Capitolo 3 - ACQUA

Numero e nome dell'indicatore	Consumi idrici civili, industriali ed irrigui.
Unità di misura	m ³ /anno.
Tipologia	Pressione.
Descrizione	L'indicatore evidenzia i consumi di acque dettagliandone le principali tipologie di utenza.
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	Fornisce un dato sui consumi idrici.
Metodologia di rilevamento	Dato fornito dall'Ente Gestore delle Rete Acquedottistica (BAS SII).
Metodologia di calcolo	I consumi idrici vengono calcolati considerando i mc di acqua fatturata in un anno.
Disponibilità	Anni 2006 – 2012. Disponibilità del dato e di aggiornamento dell'indicatore: annuale. Copertura territoriale del dato: comunale.

Numero e nome dell'indicatore	Percentuale di abitanti serviti da rete fognaria.
Unità di misura	%.
Tipologia	Pressione/Risposta.
Descrizione	L'indicatore evidenzia il grado di copertura del servizio di fognatura.
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	Fornisce un dato sul recapito delle acque reflue in fognatura piuttosto che nel reticolo idrico.
Metodologia di rilevamento	Dato fornito dall'Ente Gestore delle Rete Acquedottistica (BAS SII)
Metodologia di calcolo	Dato fornito dall'Ente Gestore delle Rete Acquedottistica (BAS SII).
Disponibilità	Anni 2006 – 2012. Disponibilità del dato e di aggiornamento dell'indicatore: annuale. Copertura territoriale del dato: comunale.

Numero e nome dell'indicatore	Abitanti serviti da depuratore.
Unità di misura	Abitanti Equivalenti (serviti e capacità di depurazione).
Tipologia	Pressione/Risposta.
Descrizione	L'indicatore mette in luce gli abitanti equivalenti forniti dall'impianto di depurazione e la sua capacità effettiva. Effettua anche un approfondimento sui valori di COD in ingresso ed in uscita.
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	Fornisce un dato sul sistema di depurazione di un Comune.
Metodologia di rilevamento	Dato fornito dall'Ente Gestore dell'Impianto (BAS SII).
Metodologia di calcolo	Dato fornito dall'Ente Gestore dell'Impianto (BAS SII).
Disponibilità	Anni 2006 – 2012. Disponibilità del dato e di aggiornamento dell'indicatore: annuale. Copertura territoriale del dato: comunale.

Numero e nome dell'indicatore	Classificazione delle acque superficiali.
Unità di misura	Numero – Giudizio.
Tipologia	Pressione/Stato.
Descrizione	L'indicatore evidenzia la qualità delle acque superficiali considerando lo stato di qualità ambientale di un corso d'acqua, ottenuto combinando i dati relativi alla qualità biologica, al carico organico e microbiologico, al bilancio dell'ossigeno con i dati relativi alla presenza di determinati inquinanti chimici (D.Lgs. 258/2000).
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	Fornisce un dato sulla qualità delle acque superficiali.
Metodologia di rilevamento	Dato fornito da ARPA.
Metodologia di calcolo	Combinazione di diversi fattori relativi alla qualità biologica, al carico organico e microbiologico, al bilancio dell'ossigeno con i dati relativi alla presenza di determinati inquinanti chimici (D.Lgs. 258/2000).
Disponibilità	Anno 2012. Disponibilità del dato e di aggiornamento dell'indicatore: annuale. Copertura territoriale del dato: Torrente Morla.

Numero e nome dell'indicatore	Qualità dell'acqua potabile.
Unità di misura	Valori vari.
Tipologia	Stato.
Descrizione	L'indicatore evidenzia la qualità delle acque potabili.
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	Fornisce un dato sulla qualità delle acque destinate al consumo umano.
Metodologia di rilevamento	Dato fornito dall'Ente Gestore delle Rete del Ciclo Idrico Integrato (UniAcque SpA).
Metodologia di calcolo	Rilevazione delle quantità di alcune sostanze presenti in alcune fontanelle del Comune di Bergamo.
Disponibilità	Anno 20134. Disponibilità del dato e di aggiornamento dell'indicatore: trimestrale e semestrale. Copertura territoriale del dato: comunale.

Capitolo 4 - SUOLO

Numero e nome dell'indicatore	Tasso di urbanizzazione.
Unità di misura	%.
Tipologia	Drivers.
Descrizione	L'indicatore chiarisce il rapporto tra superficie urbanizzata e superficie totale del territorio comunale.
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	Fornisce un dato sul consumo di suolo e, per converso, un dato sulle aree non ancora edificate e/o urbanizzate.
Metodologia di rilevamento	Il tasso di urbanizzazione deriva dal database topografico realizzato per il PGT. La frequenza di rilevamento del dato grezzo è legata alla frequenza di aggiornamento del PGT; potenzialmente si potrebbe avere un aggiornamento costante ed in continuo.
Metodologia di calcolo	Il tasso di urbanizzazione si calcola aggregando le voci dedicate all'urbanizzato contenute nel database topografico realizzato per il PGT (viabilità, mobilità e trasporti, immobili ed antropizzazioni) rapportandole all'intera superficie comunale.
Disponibilità	Anno 2014. Disponibilità del dato e di aggiornamento dell'indicatore: legata alla frequenza di aggiornamento del PGT; potenzialmente si potrebbe avere un aggiornamento costante ed in continuo. Copertura territoriale del dato: comunale.
Note	Utilizzo di programmi GIS per calcolo e visualizzazione dell'indicatore.

Numero e nome dell'indicatore	Densità insediativa.
Unità di misura	Ab/km ² e ab/km ² urbanizzato.
Tipologia	Pressione.
Descrizione	L'indicatore valuta la densità abitativa presente nel Comune di Bergamo avendo come riferimento l'intera superficie comunale e la sola superficie urbanizzata.
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	Fornisce un dato sulla pressione antropica che viene esercitata nel Comune.
Metodologia di rilevamento	La densità abitativa prevede il rilevamento della popolazione residente nel Comune e della superficie sia territoriale che urbanizzata. La frequenza di rilevamento del dato grezzo è legata ai censimenti della popolazione ed alla frequenza di aggiornamento del PGT.
Metodologia di calcolo	La densità abitativa si calcola dividendo la popolazione residente per la superficie comunale; la densità abitativa rispetto alla sola superficie urbanizzata si calcola dividendo la popolazione residente per la superficie urbanizzata.
Disponibilità	Anno 2014. Disponibilità del dato e di aggiornamento dell'indicatore: legata alla frequenza di aggiornamento dei censimenti della popolazione e del PGT; si consiglia una frequenza annuale. Copertura territoriale del dato: comunale; possibilità di scendere alla scala delle sezioni censuarie.
Note	Sarebbe interessante valutare l'indicatore della densità abitativa non solo rispetto alla popolazione residente, ma anche a quella presente o che giornalmente permane nel Comune di Bergamo.

Numero e nome dell'indicatore	Presenza di siti contaminati.
Unità di misura	n.
Tipologia	Stato.
Descrizione	L'indicatore illustra la presenza di siti contaminati sul territorio comunale.
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	Fornisce un dato sullo stato dell'ambiente in termini di contaminazioni in atto del suolo e sottosuolo.
Metodologia di rilevamento	La presenza dei siti contaminati è un dato rilevato e trattato dal Servizio Ecologia e Ambiente del Comune di Bergamo.
Metodologia di calcolo	Calcolo del numero di siti contaminati suddivisi per tipologia di sito e stato attuale.
Disponibilità	Anno 2014. Dato presente presso il Servizio Ecologia e Ambiente del Comune di Bergamo. Copertura territoriale del dato: comunale.

Numero e nome dell'indicatore	Superficie esposta a rischi naturali ed antropici.
Unità di misura	%.
Tipologia	Stato.
Descrizione	L'indicatore illustra la superficie esposta a rischi naturali (idrogeologici ed alluvionali) ed antropici (aziende a rischio di incidente rilevante) presente sul territorio comunale.
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	Fornisce un dato sulle aree a rischio presenti sul territorio comunale.
Metodologia di rilevamento	La superficie esposta ai rischi naturali è stata ricavata dalla Studio Geologico Comunale; le aziende a rischio di incidente rilevante (ad oggi non presenti a Bergamo) vengono costantemente monitorate dal Ministero dell'Ambiente.
Metodologia di calcolo	Rapporto fra superficie esposta a rischi naturali e superficie comunale.
Disponibilità	Anno 2014. Dato presente nello Studio Geologico Comunale. Copertura territoriale del dato: comunale.
Note	Utilizzo di programmi GIS per calcolo e visualizzazione dell'indicatore.

Numero e nome dell'indicatore	Tasso di urbanizzazione.
Unità di misura	%.
Tipologia	Drivers.
Descrizione	L'indicatore chiarisce il rapporto tra superficie urbanizzata e superficie totale del territorio comunale.
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	Fornisce un dato sul consumo di suolo e, per converso, un dato sulle aree non ancora edificate e/o urbanizzate.
Metodologia di rilevamento	Il tasso di urbanizzazione deriva dal database topografico realizzato per il PGT. La frequenza di rilevamento del dato grezzo è legata alla frequenza di aggiornamento del PGT; potenzialmente si potrebbe avere un aggiornamento costante ed in continuo.
Metodologia di calcolo	Il tasso di urbanizzazione si calcola aggregando le voci dedicate all'urbanizzato contenute nel database topografico realizzato per il PGT (viabilità, mobilità e trasporti, immobili ed antropizzazioni) rapportandole all'intera superficie comunale.
Disponibilità	Anno 2014. Disponibilità del dato e di aggiornamento dell'indicatore: legata alla frequenza di aggiornamento del PGT; potenzialmente si potrebbe avere un aggiornamento costante ed in continuo. Copertura territoriale del dato: comunale.
Note	Utilizzo di programmi GIS per calcolo e visualizzazione dell'indicatore.

Numero e nome dell'indicatore	Superficie delle aree naturali e seminaturali.
Unità di misura	%.
Tipologia	Stato.
Descrizione	L'indicatore chiarisce il rapporto tra superficie delle aree naturali o seminaturali e superficie totale del territorio comunale.
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	Fornisce un dato sullo stato delle aree non edificate, distinguendo le aree naturali quali boschi, aree idriche, etc. da quelle seminaturali come le aree agricole, i parchi, gli orti, etc.
Metodologia di rilevamento	La superficie delle aree naturali e seminaturali deriva dal database topografico realizzato per il PGT. La frequenza di rilevamento del dato grezzo è legata alla frequenza di aggiornamento del PGT; potenzialmente si potrebbe avere un aggiornamento costante ed in continuo.
Metodologia di calcolo	La superficie delle aree naturali e seminaturali si calcola aggregando le voci dedicate al non urbanizzato contenute nel database topografico realizzato per il PGT (idrografia + vegetazione) rapportandole all'intera superficie comunale.
Disponibilità	Anno 2014. Disponibilità del dato e di aggiornamento dell'indicatore: legata alla frequenza di aggiornamento del PGT; potenzialmente si potrebbe avere un aggiornamento costante ed in continuo. Copertura territoriale del dato: comunale.
Note	Utilizzo di programmi GIS per calcolo e visualizzazione dell'indicatore.

Numero e nome dell'indicatore	Indice di frammentazione delle aree naturali e seminaturali.
Unità di misura	n.
Tipologia	Stato.
Descrizione	L'indicatore mette in luce la compattezza delle aree naturali e seminaturali.
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	Fornisce un dato sul grado di frammentazione delle aree naturali e seminaturali tramite un numero: valori bassi dell'indice richiamano forme semplici e piuttosto compatte, valori alti dell'indice alludono a forme complesse e maggiormente frammentate.
Metodologia di rilevamento	L'indice di frammentazione è un'elaborazione effettuata sui dati delle aree naturali e seminaturali che derivano dal database topografico realizzato per il PGT. La frequenza di rilevamento del dato grezzo è legata alla frequenza di aggiornamento del PGT; potenzialmente si potrebbe avere un aggiornamento costante ed in continuo.
Metodologia di calcolo	L'indice di frammentazione delle aree naturali e seminaturali si calcola facendo il rapporto fra perimetro ed area di ogni "tassello" individuato delle principali voci dedicate alle aree naturali e seminaturali contenute nel database topografico realizzato per il PGT (bosco + coltura agricola).
Disponibilità	Anno 2014. Disponibilità del dato e di aggiornamento dell'indicatore legata alla frequenza di aggiornamento del PGT; potenzialmente si potrebbe avere un aggiornamento costante ed in continuo. Copertura territoriale del dato: comunale.
Note	Utilizzo di programmi GIS per calcolo e visualizzazione dell'indicatore.

Numero e nome dell'indicatore	Superficie occupata da aree protette.
Unità di misura	ha.
Tipologia	Risposta.
Descrizione	L'indicatore mette in luce la presenza di aree protette sul territorio comunale.
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	Fornisce un dato sulla presenza e l'estensione di aree protette.
Metodologia di rilevamento	La superficie occupata da aree protette è un dato rilevato presso il Settore Aree Protette della Provincia di Bergamo e direttamente presso gli Enti gestori di tali aree. La frequenza di rilevamento del dato grezzo è legata alla frequenza di aggiornamento della Banca Dati Aree Protette.
Metodologia di calcolo	Dato fornito da Provincia di Bergamo e da Enti Gestori.
Disponibilità	Anno 2014. Copertura territoriale del dato: area protetta.

Numero e nome dell'indicatore	Specie faunistiche e floristiche presenti soggette ad interesse conservazioni stico.
Unità di misura	Elenco.
Tipologia	Stato/Risposta.
Descrizione	L'indicatore evidenzia la presenza e le forme di tutela delle specie faunistiche e flogistiche presenti sul territorio.
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	Fornisce un dato sulla presenza e la tutela di specie faunistiche e flogistiche di pregio.
Metodologia di rilevamento	Le specie faunistiche e floristiche presenti soggette ad interesse conservazionistico vengono rilevate dall'Ente Gestore di un'area protetta. La frequenza di rilevamento è legata alla frequenza di aggiornamento dell'elenco delle specie.
Metodologia di calcolo	Dato fornito da Enti Gestori.
Disponibilità	Anno 2014. Copertura territoriale del dato: area protetta.

Numero e nome dell'indicatore	Specie di vertebrati e di comunità vegetali indicatrici di qualità ambientale.
Unità di misura	Elenco.
Tipologia	Stato.
Descrizione	L'indicatore evidenzia la presenza di specie di vertebrati e di comunità vegetali indicatrici di qualità ambientale.
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	Fornisce un dato sulla presenza di specie particolari che per la loro delicatezza ed importanza fungono da indicatore di qualità ambientale di un luogo.
Metodologia di rilevamento	Le specie di vertebrati e di comunità vegetali indicatrici di qualità ambientale vengono rilevate dall'Ente Gestore di un'area protetta. La frequenza di rilevamento è legata alla frequenza di aggiornamento dell'elenco delle specie.
Metodologia di calcolo	Dato fornito da Enti Gestori.
Disponibilità	Anno 2014. Copertura territoriale del dato: area protetta.

Capitolo 5 - RIFIUTI

Numero e nome dell'indicatore	Produzione di rifiuti (totale e procapite).
Unità di misura	t e kg/ab/anno.
Tipologia	Pressione.
Descrizione	L'indicatore evidenzia la quantità totale e per residente di rifiuti solidi urbani prodotti ed il suo andamento nel tempo.
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	Fornisce un significativo elemento per valutare la sostenibilità dello sviluppo locale (in particolare se letto in relazione all'andamento della raccolta differenziata).
Metodologia di rilevamento	Dato rilevato dal Gestore del servizio di raccolta rifiuti (A2A) e sistematizzato dall'Osservatorio provinciale sui rifiuti.
Metodologia di calcolo	Dato rilevato tal quale (riaggregato per categorie merceologiche).
Disponibilità	Anno 2010 - 2013. Disponibilità del dato e di aggiornamento dell'indicatore: annuale. Copertura territoriale del dato: comunale.

Numero e nome dell'indicatore	Raccolta differenziata.
Unità di misura	% rispetto al totale RSU e % composizione merceologica.
Tipologia	Pressione/Risposta.
Descrizione	L'indicatore fornisce un elemento importante per valutare lo sviluppo sostenibile a livello locale e dev'essere analizzato in termini di: <ul style="list-style-type: none"> - performance annuale (% totale di RD sul totale RSU); - variazione % di anno in anno; - composizione merceologica della RD.
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	-
Metodologia di rilevamento	Dato rilevato dal Gestore del servizio di raccolta rifiuti (A2A) e sistematizzato dall'Osservatorio provinciale sui rifiuti.
Metodologia di calcolo	Dato rilevato tal quale (disaggregato per categorie merceologiche).
Disponibilità	Anno 2010 - 2013. Disponibilità del dato e di aggiornamento dell'indicatore: annuale. Copertura territoriale del dato: comunale.

Capitolo 6 – ENERGIA

Numero e nome dell'indicatore	Consumi energetici (totale, per vettore energetico e per settore finale).
Unità di misura	TEP e %.
Tipologia	Pressione.
Descrizione	L'indicatore serve per analizzare la composizione dei consumi energetici comunali disaggregati per vettore energetico (energia elettrica, gas naturale, gasolio, benzina, GPL, biocombustibili, olio combustibile biomasse, solare, TLR convenzionale e geotermia) e per settore di utilizzatori (residenziale, terziario, agricoltura, industria e trasporti).
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	Fornisce un elemento per la definizione della strategia di miglioramento della sostenibilità energetica a livello comunale.
Metodologia di rilevamento	Rilevazione ed elaborazione a cura di Cestec – SiReNa Regione Lombardia.
Metodologia di calcolo	Rilevazione ed elaborazione a cura di Cestec – SiReNa Regione Lombardia.
Disponibilità	Anno 2010. Copertura territoriale del dato: comunale.

Numero e nome dell'indicatore	Consumi gas naturale (totale e per principali utilizzatori).
Unità di misura	m ³ e %.
Tipologia	Pressione.
Descrizione	L'indicatore approfondisce rispetto al precedente l'aspetto dei consumi di gas naturale, il suo andamento e la relativa quota ad uso civile ed industriale.
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	Fornisce un elemento per la definizione della strategia di miglioramento della sostenibilità energetica a livello comunale.
Metodologia di rilevamento	Rilevazione ed elaborazione a cura di ISTAT.
Metodologia di calcolo	Rilevazione ed elaborazione a cura di ISTAT.
Disponibilità	Anni 2006 – 2013. Copertura territoriale del dato: comunale.

Numero e nome dell'indicatore	Sviluppo teleriscaldamento.
Unità di misura	km (lunghezza rete) e m ³ (volumetria allacciata).
Tipologia	Risposta.
Descrizione	L'utilizzo di forme di teleriscaldamento è uno degli strumenti prioritari per migliorare la sostenibilità energetica locale.
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	Fornisce un elemento per la definizione della strategia di miglioramento della sostenibilità energetica a livello comunale.
Metodologia di rilevamento	Rilevazione ed elaborazione a cura di A2A.
Metodologia di calcolo	Rilevazione ed elaborazione a cura di A2A.
Disponibilità	Anno 2005 – 2013. Aggiornamento dato: annuale. Copertura territoriale del dato: comunale.

Numero e nome dell'indicatore	Sviluppo FER (Fonti Energetiche Rinnovabili) – Solare Fotovoltaico.
Unità di misura	n. impianti e kWh (potenza complessiva).
Tipologia	Risposta.
Descrizione	L'indicatore mostra il numero di impianti per lo sfruttamento dell'energia solare fotovoltaica presenti nel Comune di Bergamo e la relativa potenza.
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	Fornisce un elemento per la definizione della strategia di miglioramento della sostenibilità energetica a livello comunale.
Metodologia di rilevamento	Rilevazione ed elaborazione a cura di GSE (Gestore Servizio Elettrico).
Metodologia di calcolo	Rilevazione ed elaborazione a cura di GSE (Gestore Servizio Elettrico).
Disponibilità	Anno 2014. Copertura territoriale del dato: comunale.

Numero e nome dell'indicatore	Sviluppo FER (Fonti Energetiche Rinnovabili) – Geotermia.
Unità di misura	n. impianti e kW (potenza complessiva).
Tipologia	Risposta.
Descrizione	L'indicatore mostra il numero di impianti per lo sfruttamento dell'energia solare fotovoltaica presenti nel Comune di Bergamo e la relativa potenza.
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	Fornisce un elemento per la definizione della strategia di miglioramento della sostenibilità energetica a livello comunale.
Metodologia di rilevamento	Rilevazione ed elaborazione a cura della Provincia di Bergamo.
Metodologia di calcolo	Rilevazione ed elaborazione a cura della Provincia di Bergamo.
Disponibilità	Anno 2014. Copertura territoriale del dato: comunale.

Capitolo 7 – RUMORE

Numero e nome dell'indicatore	Livelli di rumore aeroportuale..
Unità di misura	LVA.
Tipologia	Pressione.
Descrizione	L'indicatore riporta il rumore generato dal traffico aeroportuale.
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	Fornisce un dato sull'inquinamento acustico generato dal traffico aeroportuale di Orio al Serio nell'intorno dell'aeroporto.
Metodologia di rilevamento	Rilevamento diretto con apposita apparecchiatura.
Metodologia di calcolo	Dato fornito da SACBO.
Disponibilità	Anni 2003 - 2014. Copertura territoriale del dato: intorno dell'aeroporto di Orio al Serio.

Numero e nome dell'indicatore	Zonizzazione Acustica.
Unità di misura	-
Tipologia	Stato/Risposta.
Descrizione	L'indicatore illustra il Piano di Zonizzazione Acustica Comunale.
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	Fornisce un dato sulla diversa suddivisione del territorio comunale in classi acustiche. La Zonizzazione Acustica è utile per evidenziare incongruenze tra usi del suolo limitrofi e come base per effettuare indagini di rilevamento del rumore ad hoc e progettare eventuali interventi di risanamento acustico.
Metodologia di rilevamento	Identificazione delle classi acustiche effettuata su base cartografica attraverso l'interpretazione degli usi del suolo e delle destinazioni funzionali del territorio comunale.
Metodologia di calcolo	Dato elaborato dal Comune di Bergamo.
Disponibilità	Anno 2014. Copertura territoriale del dato: territorio comunale.

Capitolo 8 - CAMPI ELETTROMAGNETICI E RADIAZIONI IONIZZANTI

Numero e nome dell'indicatore	Linee elettriche e sorgenti a radiofrequenza in aree urbanizzate.
Unità di misura	km (linee elettriche) e n. (sorgenti a radiofrequenza).
Tipologia	Pressione.
Descrizione	L'indicatore fornisce un dato sulla presenza di linee elettriche e sorgenti a radiofrequenza in aree urbanizzate.
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	Fornisce un dato sulla presenza di linee elettriche e sorgenti a radiofrequenza in aree urbanizzate e dunque indirettamente sulla esposizione della popolazione.
Metodologia di rilevamento	Rilevamento mediante GIS per linee elettriche; dato fornito da ARPA per sorgenti a radiofrequenza.
Metodologia di calcolo	Linee elettriche – mappatura delle linee elettriche che transitano in aree urbanizzate mediante GIS e valutazione della relativa lunghezza. Sorgenti a radiofrequenza - Dato fornito da ARPA.
Disponibilità	Anno 2014.

Numero e nome dell'indicatore	Livelli ambientali di campi elettromagnetici.
Unità di misura	V/m (campi elettrici) e μ T (campi magnetici).
Tipologia	Stato.
Descrizione	L'indicatore fornisce un dato sui livelli ambientali dei campi elettromagnetici presenti sul territorio.
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	Fornisce un dato sul livello di inquinamento elettromagnetico presente nell'intorno di linee elettriche e stazioni radiobase.
Metodologia di rilevamento	Dato fornito da ARPA.
Metodologia di calcolo	Dato fornito da ARPA.
Disponibilità	Anno 2014.

Numero e nome dell'indicatore	Concentrazione di Radon nelle scuole.
Unità di misura	Bq/m ³ .
Tipologia	Stato.
Descrizione	L'indicatore fornisce un dato sulla concentrazione di gas Radon presente sul territorio.
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	Fornisce un dato sulla concentrazione di gas Radon presente sul territorio comunale, con particolare riferimento agli edifici scolastici.
Metodologia di rilevamento	Dato fornito da ARPA.
Metodologia di calcolo	Dato fornito da ARPA.
Disponibilità	Anno 2009.

Capitolo 9 - MOBILITA' E TRASPORTI

Numero e nome dell'indicatore	Taffico Giornaliero Medio.
Unità di misura	n. medio veicoli circolanti.
Tipologia	Pressione.
Descrizione	L'indicatore riporta il numero medio di veicoli transitanti su una strada.
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	Fornisce un dato sul traffico medio che giornalmente percorre la rete stradale del Comune.
Metodologia di rilevamento	Rilevamento diretto e stime effettuate per il Piano Urbano del Trafficità (PUT).
Metodologia di calcolo	Rilevamento diretto e stime. La frequenza di rilevamento è legata alla frequenza di aggiornamento del PUT.
Disponibilità	Anno 2013. Copertura territoriale del dato: rete stradale principale del territorio comunale.

Numero e nome dell'indicatore	Traffico Giornaliero di Punta.
Unità di misura	n. veicoli in orario di punta.
Tipologia	Pressione.
Descrizione	L'indicatore riporta il numero di veicoli transitanti su una strada nelle ore di punta (07.30 – 08.30 e 17.00 – 18.00).
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	Fornisce un dato sul traffico di punta che durante i giorni feriali, tra le 07.30 e le 08.30 e tra le 17.00 e le 18.00 percorre la rete stradale del Comune.
Metodologia di rilevamento	Rilevamento diretto e stime effettuate per il Piano Urbano del Trafficità (PUT).
Metodologia di calcolo	Rilevamento diretto e stime. La frequenza di rilevamento è legata alla frequenza di aggiornamento del PUT.
Disponibilità	Anno 2013. Copertura territoriale del dato: comunale.

Numero e nome dell'indicatore	Capacità di carico del sistema infrastrutturale.
Unità di misura	Veicolo/ora/corsia e veicoli/ora.
Tipologia	Pressione.
Descrizione	L'indicatore rileva la capacità di accogliere e smaltire un determinato quantitativo di veicoli da parte di una strada a secondo delle sue caratteristiche tecniche.
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	Fornisce un dato sulla capacità di carico e dunque di funzionamento del sistema infrastrutturale.
Metodologia di rilevamento	Rilevamento diretto delle caratteristiche della strada.
Metodologia di calcolo	Rilevamento diretto e confronto con i valori utilizzati in letteratura: - strade a doppia carreggiata - max 2.200 veicoli/ora/corsia; - strade ad una carreggiata - max 3.200/3.400 veicoli/ora.
Disponibilità	Anno 2013. Copertura territoriale del dato: comunale.

Numero e nome dell'indicatore	Lunghezza delle piste ciclabili e pedonali.
Unità di misura	km.
Tipologia	Stato/Risposta.
Descrizione	L'indicatore riporta la lunghezza delle piste cicabili e delle piste pedonali con una indicazione delle Zone a Transito Limitato – ZTL..
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	Fornisce un dato sull'offerta di infrastrutture dedicate alla mobilità dolce presenti sul Comune od in previsione.
Metodologia di rilevamento	La lunghezza delle piste ciclabili e pedonali deriva dalla cartografia realizzata per il PGT. La frequenza di rilevamento del dato legata alla frequenza di aggiornamento del PGT; potenzialmente si potrebbe avere un aggiornamento costante ed in continuo.
Metodologia di calcolo	Calcolato direttamente su cartografia con programma GIS.
Disponibilità	Anno 2014. Disponibilità del dato e di aggiornamento dell'indicatore legata alla frequenza di aggiornamento del PGT; potenzialmente si potrebbe avere un aggiornamento costante ed in continuo. Copertura territoriale del dato: comunale.

Numero e nome dell'indicatore	Trasporto Pubblico Locale – TPL.
Unità di misura	Varie.
Tipologia	Stato/Risposta.
Descrizione	L'indicatore riporta alcuni dati sul TPL (lunghezza di esercizio, bacino d'utenza potenziale, km percorsi, passeggeri trasportati, autobus in servizio, n. medio passeggeri per autobus, coefficiente di occupazione).
Aspetti ambientali e socio-economici correlati	Fornisce un dato sull'offerta e l'utilizzo del Trasporto Pubblico Urbano.
Metodologia di rilevamento	I dati sul TPL vengono rilevati dal Comune di Bergamo. Frequenza di rilevamento del dato: annuale.
Metodologia di calcolo	Calcolato da Comune di Bergamo.
Disponibilità	Anno 2014. Disponibilità del dato e di aggiornamento dell'indicatore legata alla frequenza di aggiornamento dei dati effettuata dal Comune; potenzialmente si potrebbe avere un aggiornamento costante ed in continuo. Copertura territoriale del dato: comunale.