



**Agenda21**



# RELAZIONE SULLO STATO DELL'AMBIENTE DEL COMUNE DI BERGAMO Aggiornamento 2009

Dicembre 2010

A cura di



PERCORSI SOSTENIBILI  
Studio Associato dott.sse Stefania Anghinelli e Sara Lodrini  
Via Volterra, 9 – 20146 MILANO

## **RELAZIONE SULLO STATO DELL'AMBIENTE DEL COMUNE DI BERGAMO**

### 1. Contesto di riferimento

Aspetti ambientali e territoriali (morfologia e geologia, idrografia, rischi naturali)

Aspetti socioeconomici (popolazione e modelli insediativi, industria, agricoltura e zootecnica, energia)

### 2. Aria

### 3. Acque superficiali e sotterranee

### 4. Suolo e sottosuolo

### 5. Rifiuti

### 6. Natura, biodiversità e paesaggio

### 7. Energia

### 8. Rumore

### 9. Campi elettromagnetici e Radiazioni ionizzanti

### 10. Mobilità e trasporti

Considerazioni conclusive

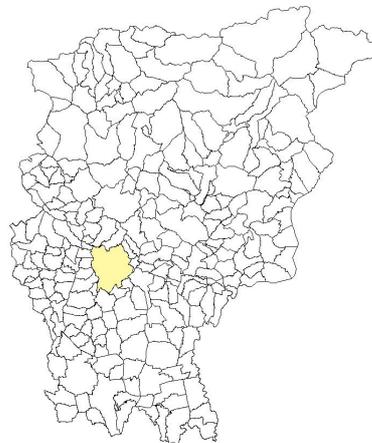
Bibliografia

## CAPITOLO 1 - CONTESTO DI RIFERIMENTO

### 1.1 Aspetti ambientali e territoriali

La città di Bergamo è situata al centro della provincia di cui è capoluogo, al confine con i Comuni di Bergamo 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 40,4 km<sup>2</sup> 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



Fonte: nostra elaborazione

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

Dal punto di vista dell'inquadramento meteorologico, il periodo più caldo dell'anno coincide con il mese di luglio, con temperature medie che oscillano tra i 22 ed i 27 °C, mentre il periodo più freddo è quello compreso tra i mesi di gennaio e febbraio, con una media che oscilla tra 0°C e 7°C. Le precipitazioni hanno una distribuzione approssimativamente sinusoidale, con i massimi concentrati nei mesi di agosto e settembre ed i minimi nel periodo invernale.

In merito all'inquadramento 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.

Il reticolo idrografico superficiale naturale è formato dai numerosi torrenti, a volte poco più di ruscelli, che scendono dai rilievi collinari, dal torrente Quisa e, per un breve tratto, dal 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, di circa 22 km<sup>2</sup>, comprende i territori 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 e un buon grado di naturalità, che perde entrando nell'abitato dove assume il carattere di un canale scolmatore.

Il torrente Quisa individua grossomodo il confine di Bergamo con il comune di Sorisole, dove nasce, dai rilievi montuosi del Monte Canto Alto. Raccoglie le acque di numerosi sottobacini dell'area pedecollinare e 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.

Il reticolo idrografico artificiale, comprende le rogge principali derivate dal Fiume Serio: roggia Morlana, Roggia Serio, Roggia Guidana e Roggia Ponte Perduto.

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 ha modificato l'originario tracciato rendendone, in alcuni casi, difficile l'individuazione.

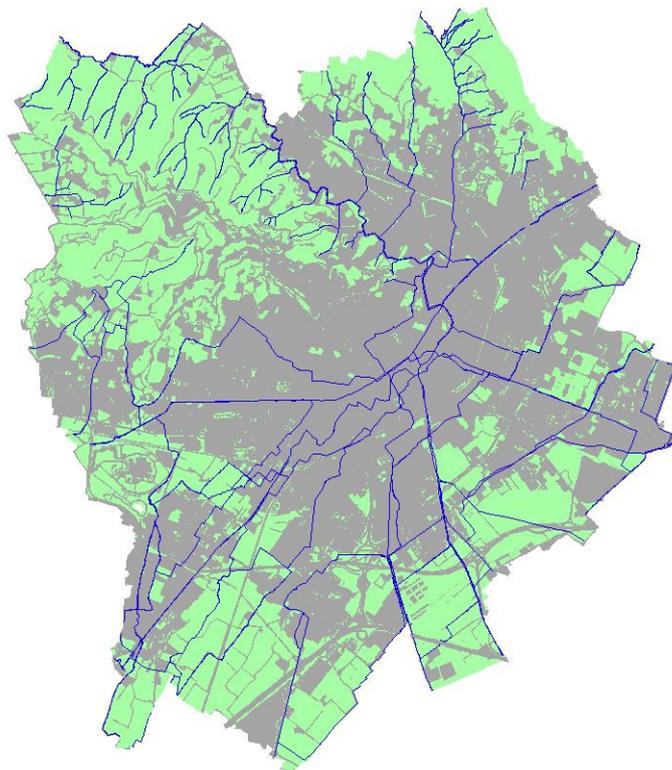
La roggia Morlana è derivata dalla sponda destra dal fiume Serio nel Comune di Nembro, oltre un chilometro a valle del Ponte di Albino, ed attraversa i comuni di Nembro, Alzano, Ranica, Gorle e Bergamo con un percorso di circa 10 km. Da essa si ramificano numerosi canali di presa secondari. La larghezza dell'alveo è variabile tra i 10 ed i 4 metri. 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, la 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 di Bergamo, Grumello del Piano e Lallio dove si divide ulteriormente in due rogge di rango inferiore.

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 verso sud, verso Colognola dove si divide in due rami che attraversano uno il comune di Stezzano e l'altro il comune di Azzano ed ancora Stezzano. La roggia Guidana si sviluppa per circa 6,2 km sino alla sua biforcazione in due rami della lunghezza di circa 5,6 km l'uno.

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 1.2 – Reticolo idrico**



Fonte: Comune di Bergamo, 2009

In merito ai rischi naturali sono presenti aree esposte ad esondazione e aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti; per quanto concerne il rischio sismico il territorio comunale rientra nella classe di pericolosità sismica 3, secondo la definizione fornita dall'O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003.

## **1.2 Aspetti socioeconomici**

Alla fine del 2009, la città di Bergamo contava 119.234 residenti con un incremento di 1344 abitanti (pari a circa 1,1%) rispetto all'anno precedente.

A partire dagli anni 60, la popolazione del comune di Bergamo ha subito molte e rilevanti variazioni: dopo un periodo di sostenuta crescita, culminato nel 1974 quando la popolazione ha sfiorato le 130.000 unità, si è assistito ad una altrettanto sostenuta diminuzione dei residenti che, nel 1992, ha riportato i valori della popolazione a quelli dell'inizio degli anni 60. Negli anni 90 la popolazione comunale è stata sostanzialmente stabile intorno a circa 116.000 unità. A partire dal 2000, si assiste ad una nuova fase di variabilità; dal 2007 il trend demografico è in aumento (cfr figura 1.3).

Per quanto riguarda la composizione per fasce di età, si evidenzia come le fasce demografiche più numerose sono quelle che vanno dai 35 ai 49 anni sia per i maschi che per le femmine, con una significativa popolazione anziana in particolare femminile (cfr. figura 1.4).

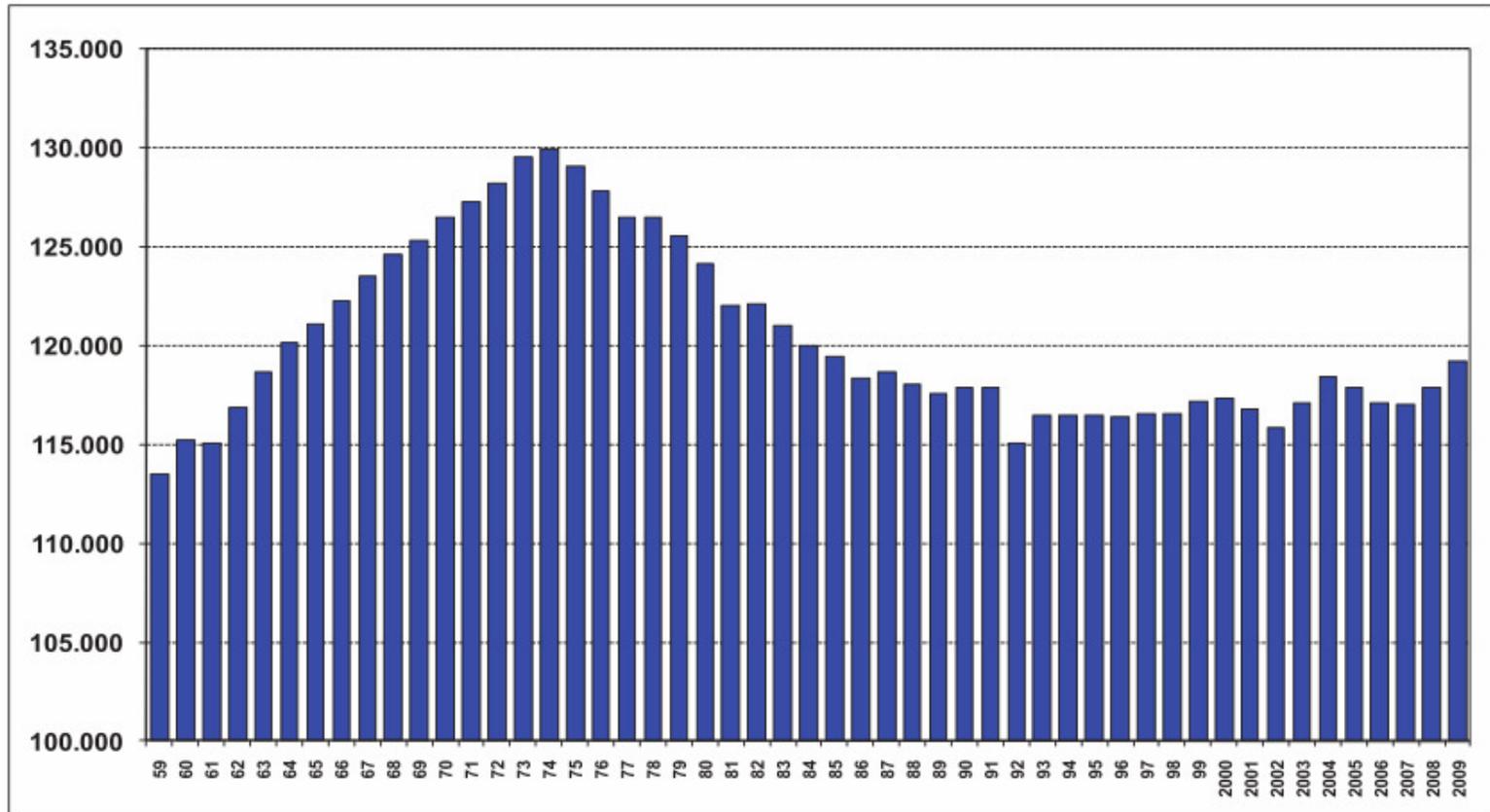
L'ultimo aspetto considerato per quanto riguarda l'analisi demografica è costituito dalla struttura della popolazione residente data da:

- 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 e 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.

Figura 1.3

### Serie storica della popolazione residente a fine anno dal 1959 al 2009

Anno	Residenti
1959	113.489
1960	115.225
1965	121.113
1970	126.504
1975	129.117
1980	124.150
1985	119.427
1990	117.886
1991	117.860
1992	115.053
1993	116.447
1994	116.520
1995	116.518
1996	116.366
1997	116.569
1998	116.549
1999	117.208
2000	117.325
2001	116.801
2002	115.883
2003	117.122
2004	118.426
2005	117.887
2006	117.072
2007	117.032
2008	117.890
2009	119.234

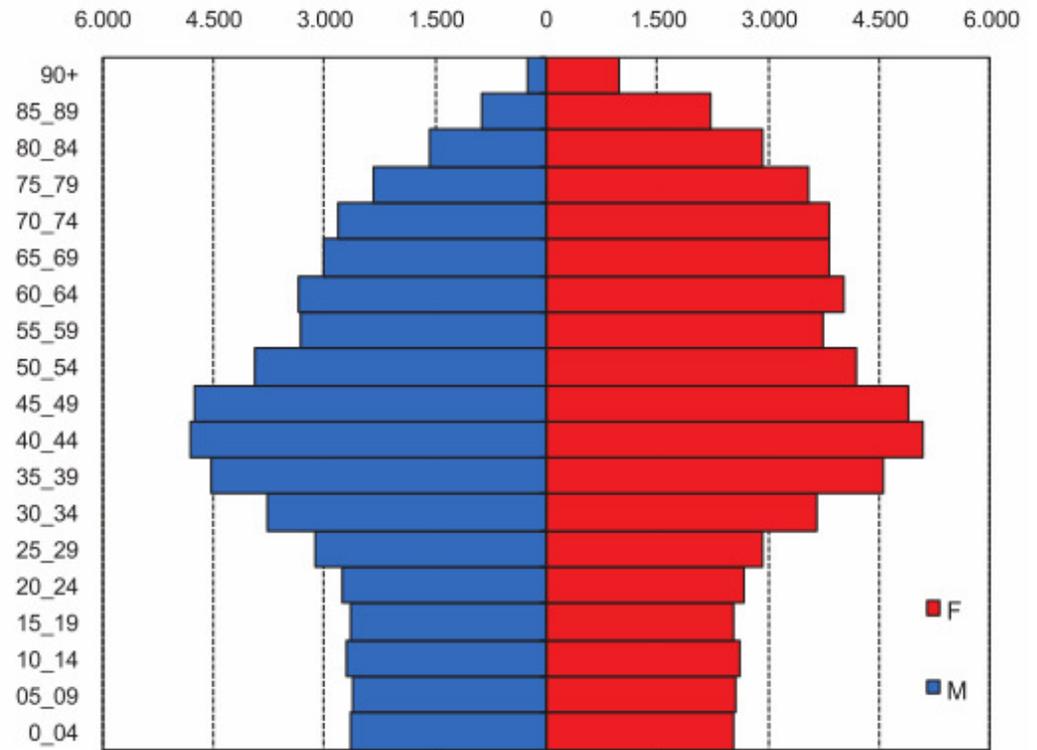


Fonte: Comune di Bergamo, Annuario Demografico 2010 – Agenzia Sistemi Informativi Comune di Bergamo

Figura 1.4

## Popolazione residente al 1/1/2010 Rappresentazione per fasce d'età (piramide dell'età)

Fascia	M	F	M+F
0_04	2.644	2.544	5.188
05_09	2.617	2.572	5.189
10_14	2.711	2.606	5.317
15_19	2.649	2.540	5.189
20_24	2.767	2.663	5.430
25_29	3.137	2.914	6.051
30_34	3.762	3.672	7.434
35_39	4.547	4.562	9.109
40_44	4.820	5.105	9.925
45_49	4.763	4.898	9.661
50_54	3.935	4.185	8.120
55_59	3.331	3.747	7.078
60_64	3.339	4.025	7.364
65_69	3.002	3.816	6.818
70_74	2.821	3.835	6.656
75_79	2.330	3.539	5.869
80_84	1.568	2.927	4.495
85_89	872	2.217	3.089
90+	258	994	1.252
<b>SOMMA</b>	<b>55.873</b>	<b>63.361</b>	<b>119.234</b>



Fonte: Comune di Bergamo, Annuario Demografico 2010 – Agenzia Sistemi Informativi Comune di Bergamo

**Tabella 1.5 – Indici di struttura della popolazione residente**

	Vecchiaia	Dipendenza			Ricambio popolaz. età lavorativa	Quota popolazione 65 e +
		Totale	Giovanile	Anziani		
<b>2002</b>	179,4	54,5	19,5	35,0	172,2	22,7
<b>2003</b>	179,6	55,1	19,7	35,4	166,3	22,8
<b>2004</b>	178,9	55,4	19,9	35,6	157,2	22,9
<b>2005</b>	181,1	56,9	20,2	36,6	142,2	23,4
<b>2006</b>	182,1	57,9	20,5	37,4	143,1	23,7
<b>2007</b>	182,2	58,4	20,7	37,7	141,7	23,8
<b>2008</b>	181,3	58,4	20,8	37,7	142,7	23,9
<b>2009</b>	179,6	58,2	20,8	37,4	141,9	23,6

Fonte: nostra elaborazione su dati comunali e Istat

Per quanto riguarda le imprese attive nella città di Bergamo, nel 2009 risultavano operative 13.160 imprese. Il numero di imprese attive nell'area considerata è in lieve, ma costante aumento: dal 2004 ad oggi le imprese sono aumentate, infatti, del 7,2% (cfr tabella 1.6).

**Tabella 1.6 – Imprese attive nel comune di Bergamo**

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	var % 04/09
Agricoltura caccia e silvicoltura	195	198	199	195	195	189	-3,08%
Attività manifatturiere	1.397	1.368	1.387	1.392	1.392	1.378	-1,36%
Costruzioni	1.095	1.150	1.184	1.309	1.309	1.318	20,37%
Comm. ingr. e dett.	3.410	3.350	3.338	3.271	3.271	3.270	-4,11%
Alberghi e ristoranti	632	649	656	680	680	704	11,39%
Trasporti magazzinaggio e comunicaz.	366	369	368	381	381	369	0,82%
Intermed. monetaria e finanziaria	549	541	550	559	559	558	1,64%
Attiv. immob. noleggio informatica e ricerca	3.649	3.849	4.007	4.234	4.234	4.276	17,18%
Altri servizi pubblici sociali e personali	655	664	665	705	705	732	11,76%
Altre imprese	328	352	334	375	375	366	11,59%
<b>Totale</b>	<b>12.276</b>	<b>12.490</b>	<b>12.688</b>	<b>13.101</b>	<b>13.101</b>	<b>13.160</b>	<b>7,20%</b>

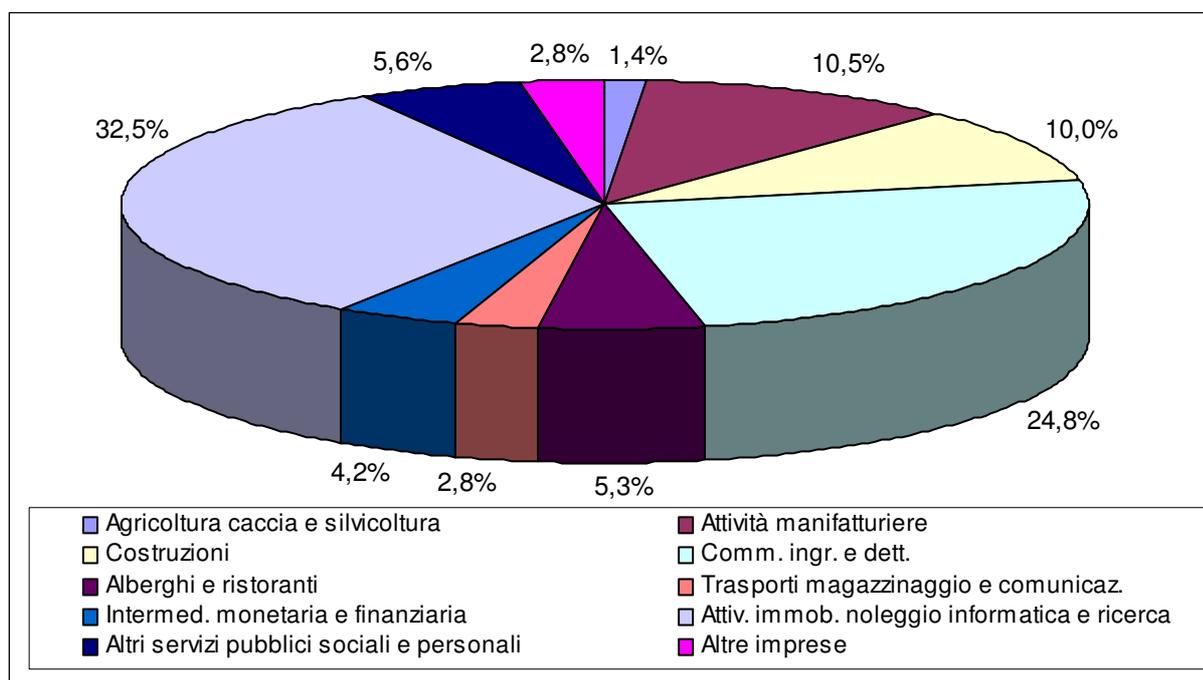
Fonte: nostra elaborazione su dati camera di commercio

Al di là della consistenza numerica complessiva è interessante analizzare la composizione settoriale delle imprese presenti sul territorio (cfr grafico 1.7)<sup>1</sup>:

<sup>1</sup> 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 impresa, rispetto ad altri, come il manifatturiero o le costruzioni, in cui il numero di addetti per impresa potrebbe essere anche molto consistente.

- il settore produttivo maggiormente presente in termini di numero di imprese attive è quello relativo alle attività tipicamente terziarie legate al settore immobiliare, al noleggio, all'informatica e alla ricerca.;
- il secondo raggruppamento per numerosità è quello del commercio all'ingrosso e al dettaglio con quasi il 25% delle imprese attive totali;
- si attestano intorno al 10% delle imprese attive le attività manifatturiere e le costruzioni.

**Grafico 1.7 – Composizione settoriale delle imprese attive (2009)**



Fonte: nostra elaborazione su dati camera di commercio

## CAPITOLO 2 - ARIA

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

- le emissioni di inquinanti;
- la concentrazione degli inquinanti nell'aria.

I dati disponibili per stimare le emissioni atmosferiche a livello comunale per l'anno 2007 sono raccolti nel database Inemar della Regione Lombardia che suddivide le possibili fonti emissive in macrosettori e per tipologia di combustibile, 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;
- Agricoltura;
- Altre sorgenti e assorbimenti

Gli inquinanti considerati sono<sup>2</sup>:

---

<sup>2</sup> Ai fini di una miglior comprensione delle informazioni e dei dati di analisi delle emissioni atmosferiche e di concentrazione di inquinanti nell'aria si riportano le principali caratteristiche degli inquinanti considerati.

### **Il particolato atmosferico (Pm10, Pm2,5)**

Il particolato atmosferico, o aerosol atmosferico, comprende una **miscela di particelle molto differenziata** per origine, composizione e distribuzione dimensionale. Oggi l'attenzione si concentra sulle particelle con diametro inferiore a 10 µm, il Pm10 o particolato fine, e su quelle con diametro inferiore a 2,5 µm, il Pm2,5 o particolato ultrafine. **La parte grossolana del Pm10, con diametro superiore a 2,5 µm, è originata in percentuale rilevante da processi meccanici, come l'erosione del terreno o la risospensione dal suolo.**

Le **particelle di dimensioni inferiori sono generate nei processi di combustione** (traffico, industria, riscaldamento domestico) e possono essere di origine primaria (generate direttamente) ovvero possono formarsi per trasformazione chimica dalle emissioni primarie di precursori (tipicamente ossidi di zolfo, ossidi di azoto e ammoniaca); **questa parte ultrafine del particolato costituisce la frazione definita respirabile.** E' da considerare che il **fattore dominante** che determina la variabilità negli anni di questo inquinante è **la meteorologia.**

### **Biossido di Azoto (NO<sub>2</sub>)**

Il biossido di azoto è un inquinante secondario e **si forma** in gran parte **durante i processi di combustione**; le fonti primarie sono: il traffico veicolare, le attività industriali, le centrali termoelettriche e il riscaldamento civile. I livelli di concentrazione in aria sono gradualmente diminuiti nel corso degli ultimi 15 anni in tutto il territorio regionale. Questo risultato è stato ottenuto grazie a una serie di interventi mirati in diversi ambiti: dalle limitazioni poste all'utilizzo di alcuni combustibili più inquinanti, all'evoluzione motoristica,

- SO<sub>2</sub> (biossido di zolfo);
- NO<sub>x</sub> (ossidi di azoto);
- COV (composti organici volatili);
- CH<sub>4</sub> (metano);
- CO (monossido di carbonio);
- CO<sub>2</sub> (biossido di carbonio);
- N<sub>2</sub>O (protossido di azoto);
- NH<sub>3</sub> (ammoniaca);
- PM<sub>2,5</sub> e PM<sub>10</sub> (particolato atmosferico con diametro di 2,5 o 10µm);
- PTS (polveri totali sospese).

A questi si aggiungono alcune misure di sintesi quali:

- CO<sub>2</sub> eq.: che rappresenta una misura del contributo complessivo alle emissioni di gas serra misurato in equivalenti di anidride carbonica;
- Precurs. O<sub>3</sub>: che raggruppa i gas responsabili dell'incremento di concentrazione dell'ozono;
- Tot. Acidif. (H<sup>+</sup>): che considera l'insieme delle emissioni di sostanze acidificanti causa primaria del fenomeno delle piogge acide.

come l'introduzione della marmitta catalitica, e all'aumento dell'efficienza degli impianti termoelettrici passati da ciclo convenzionale a ciclo turbogas.

#### **Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>)**

Il Biossido di Zolfo (SO<sub>2</sub>) è un gas incolore dall'odore pungente, viene rilasciato nell'aria attraverso la combustione di materiali contenenti zolfo, come carbone, gasoli e oli combustibili; la sua reattività con l'umidità dell'aria porta alla formazione dell'acido solforico presente nelle piogge acide. Le emissioni di questo gas in atmosfera sono dovute, in parte, alle attività umane (industria, riscaldamento domestico e traffico veicolare, in particolare i motori diesel) e, in parte, a fonti naturali quali, ad esempio, l'attività vulcanica. **La presenza di questo inquinante nelle città è notevolmente diminuita** in seguito alla trasformazione degli impianti di riscaldamento domestici e grazie alle innovazioni motoristiche.

#### **Monossido di Carbonio (CO)**

Il monossido di carbonio è un gas incolore, inodore, infiammabile e molto tossico che si forma durante la combustione incompleta degli idrocarburi presenti nei carburanti e nei combustibili. Le emissioni in atmosfera dell'ossido di carbonio sono dovute in prevalenza al traffico autoveicolare nelle aree urbane, oltre che alle attività legate al trattamento e allo smaltimento dei rifiuti, alle raffinerie di petrolio e alle fonderie.

Dalla fine degli anni Ottanta si è verificata una **progressiva diminuzione della presenza di questo inquinante** nelle aree urbane.

#### **Ozono (O<sub>3</sub>)**

L'ozono (O<sub>3</sub>) troposferico è un **inquinante secondario**, cioè non è emesso direttamente, ma **si forma a seguito di reazioni chimiche** che avvengono in atmosfera in presenza di precursori, riconoscibili negli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) e composti organici volatili (COV), al verificarsi di condizioni meteorologiche caratterizzate da intenso irraggiamento solare ed elevate temperature.

La riduzione degli attuali livelli di inquinamento fotochimico, di cui l'ozono è uno dei componenti più noti, rappresenta **uno dei temi prioritari e urgenti in materia di qualità dell'aria**: per diminuirne i livelli è necessario ridurre le emissioni dei suoi precursori, cioè dei composti organici volatili e degli ossidi di azoto.

**Tabella 2.1 – Emissioni atmosferiche (2007) (dati espressi in tonnellate, per CO<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>eq in chilotonnellate)**

Descrizione macrosettore	SO <sub>2</sub>	NOx	COV	CH <sub>4</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	NH <sub>3</sub>	PM2.5	PM10	PTS	CO <sub>2</sub> eq	PREC_OZ	SOST_AC
Combustione non industriale	40,64	174,59	67,09	25,40	322,03	243,41	18,16	0,35	12,42	12,84	13,30	249,58	315,87	5,09
Combustione nell'industria	7,76	49,02	9,79	2,14	17,23	40,07	2,26	0,13	1,47	2,17	2,87	40,82	71,52	1,32
Processi produttivi	-	-	51,21	-	-	-	-	-	2,97	5,33	6,03	-	51,21	-
Estrazione e distribuzione combustibili	-	-	122,71	1.187,43	-	-	0,00	-	-	-	-	24,94	139,33	-
Uso di solventi	-	-	997,82	-	0,00	-	-	-	0,07	0,19	0,23	13,09	997,82	-
Trasporto su strada	4,57	719,38	339,98	19,86	1.266,65	145,75	5,48	13,43	44,26	53,36	64,13	147,87	1.357,23	16,57
Altre sorgenti mobili e macchinari	4,83	174,05	30,21	0,61	95,60	18,20	4,73	0,00	17,05	17,11	18,94	19,68	253,07	3,93
Trattamento e smaltimento rifiuti	9,23	27,37	1,03	75,03	2,33	2,72	7,36	0,00	2,54	2,54	2,58	6,58	35,73	0,88
Agricoltura	-	0,31	0,05	60,34	-	-	3,80	28,25	0,03	0,09	0,21	2,44	1,27	1,67
Altre sorgenti e assorbimenti	-	-	45,72	-	9,23	-	-	-	5,90	5,90	5,90	0,00	46,73	-
<b>Totale</b>	<b>67,05</b>	<b>1144,72</b>	<b>1665,59</b>	<b>1370,80</b>	<b>1713,08</b>	<b>450,16</b>	<b>41,78</b>	<b>42,16</b>	<b>86,70</b>	<b>99,52</b>	<b>114,18</b>	<b>504,99</b>	<b>3269,78</b>	<b>29,46</b>
Totale provinciale	2073	21372	29372	36666	58117	8153	1553	9025	2053	2476	2886	9525	62354	1060
% comune di Bergamo	3,2	5,4	5,7	3,7	2,9	5,5	2,7	0,5	4,2	4,0	4,0	5,3	5,2	2,8

Descrizione macrosettore	SO <sub>2</sub>	NOx	COV	CH <sub>4</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	NH <sub>3</sub>	PM2.5	PM10	PTS	CO <sub>2</sub> eq	PREC_OZ	SOST_AC
Combustione non industriale	60,6%	15,3%	4,0%	1,9%	18,8%	54,1%	43,5%	0,8%	14,3%	12,9%	11,6%	49,4%	9,7%	17,3%
Combustione nell'industria	11,6%	4,3%	0,6%	0,2%	1,0%	8,9%	5,4%	0,3%	1,7%	2,2%	2,5%	8,1%	2,2%	4,5%
Processi produttivi	0,0%	0,0%	3,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,4%	5,4%	5,3%	0,0%	1,6%	0,0%
Estrazione e distribuzione combustibili	0,0%	0,0%	7,4%	86,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	4,9%	4,3%	0,0%
Uso di solventi	0,0%	0,0%	59,9%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,2%	0,2%	2,6%	30,5%	0,0%
Trasporto su strada	6,8%	62,8%	20,4%	1,4%	73,9%	32,4%	13,1%	31,9%	51,1%	53,6%	56,2%	29,3%	41,5%	56,3%
Altre sorgenti mobili e macchinari	7,2%	15,2%	1,8%	0,0%	5,6%	4,0%	11,3%	0,0%	19,7%	17,2%	16,6%	3,9%	7,7%	13,4%
Trattamento e smaltimento rifiuti	13,8%	2,4%	0,1%	5,5%	0,1%	0,6%	17,6%	0,0%	2,9%	2,6%	2,3%	1,3%	1,1%	3,0%
Agricoltura	0,0%	0,0%	0,0%	4,4%	0,0%	0,0%	9,1%	67,0%	0,0%	0,1%	0,2%	0,5%	0,0%	5,7%
Altre sorgenti e assorbimenti	0,0%	0,0%	2,7%	0,0%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	6,8%	5,9%	5,2%	0,0%	1,4%	0,0%
<b>Totale</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Fonte: nostra elaborazione su dati Inemar

**Tabella 2.2 – Emissioni atmosferiche (variazioni 2005 - 2007) (dati espressi in tonnellate, per CO<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> eq in chilotonnellate)**

Descrizione macrosettore	SO <sub>2</sub>	NOx	COV	CH <sub>4</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	NH <sub>3</sub>	PM2.5	PM10	PTS	CO <sub>2</sub> eq	PREC_OZ	SOST_AC
Combustione non industriale	-17,56	-54,57	-36,18	-13,51	-171,22	-12,38	-2,58	-0,38	-7,25	-7,52	-7,85	-13,46	-121,78	-1,76
Combustione nell'industria	-89,79	-69,07	-0,33	-1,40	-8,64	-21,05	-1,75	0,02	-2,71	-7,19	-7,95	-21,62	-85,57	-4,31
Processi produttivi	0,00	0,00	-9,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,09	-6,75	-6,89	0,00	-9,27	0,00
Estrazione e distribuzione combustibili	0,00	0,00	-7,28	-57,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,21	-8,09	0,00
Uso di solventi	0,00	0,00	-79,28	0,00	0,00	0,00	-1,11	0,00	0,03	0,08	0,10	2,57	-79,28	0,00
Trasporto su strada	-0,03	-62,96	-364,41	-10,18	-822,08	-3,53	-1,11	-5,76	-7,61	-7,53	-7,77	-4,09	-531,80	-1,71
Altre sorgenti mobili e macchinari	0,43	6,49	-2,38	-0,01	2,27	1,49	-0,03	0,00	-0,10	-0,10	-0,11	1,48	5,79	0,15
Trattamento e smaltimento rifiuti	8,27	11,83	0,26	0,00	0,67	-0,27	-0,23	0,00	2,16	2,16	2,15	-0,34	14,76	0,52
Agricoltura	0,00	-0,06	0,00	2,29	0,00	0,00	-0,06	0,53	0,00	0,00	0,01	0,03	-0,04	0,03
Altre sorgenti e assorbimenti	0,00	0,00	21,90	0,00	-0,18	0,00	0,00	0,00	-0,05	-0,05	-0,05	0,00	21,88	0,00
<b>Totale</b>	<b>-98,68</b>	<b>-168,35</b>	<b>-476,98</b>	<b>-80,33</b>	<b>-999,17</b>	<b>-35,74</b>	<b>-5,76</b>	<b>-5,59</b>	<b>-16,62</b>	<b>-26,91</b>	<b>-28,37</b>	<b>-36,64</b>	<b>-793,39</b>	<b>-7,07</b>

Descrizione macrosettore	SO <sub>2</sub>	NOx	COV	CH <sub>4</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	NH <sub>3</sub>	PM2.5	PM10	PTS	CO <sub>2</sub> eq	PREC_OZ	SOST_AC
Combustione non industriale	-30,2%	-23,8%	-35,0%	-34,7%	-34,7%	-4,8%	-12,4%	-52,4%	-36,9%	-36,9%	-37,1%	-5,1%	-27,8%	-25,7%
Combustione nell'industria	-92,0%	-58,5%	-3,3%	-39,5%	-33,4%	-34,4%	-43,7%	15,1%	-64,8%	-76,8%	-73,5%	-34,6%	-54,5%	-76,6%
Processi produttivi			-15,3%						-26,9%	-55,9%	-53,3%		-15,3%	
Estrazione e distribuzione combustibili			-5,6%	-4,6%								-4,6%	-5,5%	
Uso di solventi			-7,4%	0,0%	0,0%				72,8%	72,8%	72,8%	24,5%	-7,4%	
Trasporto su strada	-0,6%	-8,0%	-51,7%	-33,9%	-39,4%	-2,4%	-16,8%	-30,0%	-14,7%	-12,4%	-10,8%	-2,7%	-28,2%	-9,3%
Altre sorgenti mobili e macchinari	9,7%	3,9%	-7,3%	-1,0%	2,4%	8,9%	-0,6%	-17,6%	-0,6%	-0,6%	-0,6%	8,2%	2,3%	4,1%
Trattamento e smaltimento rifiuti	855,2%	76,1%	33,0%	0,0%	40,4%	-9,1%	-3,1%		567,5%	557,0%	502,2%	-5,0%	70,4%	140,1%
Agricoltura		-16,3%	3,1%	3,9%			-1,5%	1,9%	4,0%	3,7%	3,5%	1,3%	-3,1%	1,8%
Altre sorgenti e assorbimenti			91,9%		-1,9%				-0,8%	-0,8%	-0,8%		88,0%	
<b>Totale</b>	<b>-59,5%</b>	<b>-12,8%</b>	<b>-22,3%</b>	<b>-5,5%</b>	<b>-36,8%</b>	<b>-7,4%</b>	<b>-12,1%</b>	<b>-11,7%</b>	<b>-16,1%</b>	<b>-21,3%</b>	<b>-19,9%</b>	<b>-6,8%</b>	<b>-19,5%</b>	<b>-19,4%</b>

Fonte: Nostra elaborazione su dati Inemar

I dati presentati nella precedente tabella 2.1 mostrano come il contributo percentuale della città di Bergamo alle emissioni provinciali sia sempre significativamente inferiore al peso demografico del Comune stesso (dato del resto prevedibile data la vocazione terziaria e alle attività di fornitura di servizi tipica di un comune capoluogo, già evidenziata dalla composizione delle imprese attive).

Focalizzando l'attenzione sulle misure di sintesi, si evidenzia come:

- quasi la metà delle emissioni totali di CO<sub>2</sub><sub>eq</sub> sono da imputarsi ad attività di combustione non industriale e per quasi il 30% al trasporto su strada;
- i precursori dell'ozono troposferico sono emessi per il 30% circa dall'uso di solventi e per più del 40% dal trasporto su strada;
- anche nel caso delle sostanze acidificanti, il ruolo del trasporto su strada si conferma prioritario e critico con più del 56% delle emissioni con ruoli di minor peso intorno al 15% per combustione non industriale e altre sorgenti mobili.

Dal confronto dei dati Inemar al 2005 con quelli del 2007 (cfr tabella 2.2) emerge come, per tutti gli inquinanti considerati, le emissioni siano diminuite, in alcuni casi anche significativamente:

- il caso del biossido di zolfo è il più evidente con una diminuzione di quasi il 60% a conferma della progressiva diminuzione di importanza di questo inquinante;
- il monossido di carbonio diminuisce di quasi il 37% grazie ai miglioramenti nei processi di combustione, in particolare per il trasporto su strada;
- tutti gli aggregati che misurano il articolato atmosferico (PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub> e PTS) mostrano diminuzioni comprese tra il 16% del articolato ultrafine e il 21% del PM<sub>10</sub>.

Per quanto riguarda le misure di sintesi, complessivamente:

- le emissioni di CO<sub>2</sub><sub>eq</sub> sono diminuite del 6,8%, segnale positivo, ma indicatore dello sforzo che è necessario compiere per raggiungere gli obiettivi posti dal Pacchetto clima (riduzione del 20% delle emissioni) e dall'adesione della città di Bergamo al Patto dei Sindaci.
- Le emissioni di precursori dell'ozono troposferico e di sostanze acidificanti mostrano rispettivamente una riduzione del 19,5% e del 19,4% nel periodo considerato.

Prima di passare ad analizzare la concentrazione di inquinanti nell'aria rilevata dalle centraline, la tabella 2.3 riporta i limiti di legge di riferimento rispetto ai quali sarà valutata la qualità dell'aria locale.

**Tabella 2.3 – Valori limite dei principali inquinanti**

Inquinante	Definizione del limite	Valore del limite ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Periodo di mediazione
Biossido di zolfo ( $\text{SO}_2$ )	Valore limite protezione della salute umana (da non superare più di 24 volte per anno civile)	350	1 ora
	Valore limite protezione della salute umana (da non superare più di 3 volte per anno civile)	125	24 ore
	Valore limite protezione ecosistemi	20	Anno civile
	Soglia di allarme	500	1 ora (rilevati su 3 ore consecutive)
Biossido di azoto ( $\text{NO}_2$ )	Standard di qualità (98° percentile rilevato durante l'anno civile)	200	1 ora
	Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 18 volte per anno civile)	200 (+ 20)	1 ora
	Valore limite protezione della salute umana	40 (+ 4)	Anno civile
	Soglia di allarme	400	1 ora (rilevati su 3 ore consecutive)
Monossido di carbonio ( $\text{CO}$ )	Valore limite protezione della salute umana	10	8 ore
Ozono ( $\text{O}_3$ )	Valore bersaglio protezione salute umana	120	8 ore
	Soglia di informazione	180	1 ora
	Soglia di allarme	240	1 ora
Benzene ( $\text{C}_6\text{H}_6$ )	Valore obiettivo	5 (+2)	Anno civile
Particolato fine ( $\text{Pm}_{10}$ )	Valore limite protezione salute umana (da non superare più di 18 volte per anno civile)	50	24 ore
	Valore limite protezione della salute umana	40	Anno civile

Fonte: ARPA Lombardia, Relazione sullo stato dell'ambiente 2008 – 2009

Per valutare la qualità dell'aria nella città di Bergamo il riferimento principale è dato dall'analisi delle rilevazioni delle 4 centraline fisse di rilevamento della qualità dell'aria poste nel comune<sup>3</sup> e precisamente:

**Tabella 2.4 – Centraline di rilevamento della qualità dell'aria**

Nome stazione	Tipo zona Decisione 2001/752/CE	Tipo stazione Decisione 2001/752/CE
S. Giorgio(*)	Urbana	Traffico
Meucci	Urbana	Fondo
Garibaldi	Suburbana	Traffico
Goisis	Urbana	Fondo

(\*) In questa stazione sono presenti attualmente solo i sensori meteo e il misuratore di traffico.

Fonte: ARPA Dip. Bergamo

<sup>3</sup> La fonte dei dati e delle valutazioni sono i rapporti annuali sulla qualità dell'aria a cura di ARPA Dipartimento di Bergamo.

Gli inquinanti monitorati sono

Stazione	CO	NO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	Benzene	PM10
Meucci	X	X				X
Garibaldi	X	X		X	X	X (dal 2009)
Goisis	X	X	X			

Nel 2009, 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 mostrato nella tabella 2.5.

**Tabella 2.5 – Efficienza del monitoraggio (percentuale di dati validi per centralina) 2009**

Stazione	CO	NO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	SO <sub>2</sub>	Benzene	PM10
Meucci	94,8	92,8				X
Garibaldi	98,3	98,1		98,9%	98,6	X (dal 2009)
Goisis	89,9	95	95,9			

Fonte: ARPA Dip. Bergamo

Dal momento che le condizioni meteorologiche giocano un ruolo fondamentale nella concentrazione di inquinanti in aria e, quindi, sulla qualità dell'aria, è importante sottolineare alcuni aspetti rilevanti del clima nell'area di Bergamo:

- l'area di Bergamo è caratterizzata da un clima di tipo continentale, con inverni freddi e nebbiosi ed estati calde e afose;
- le principali caratteristiche fisiche sono quindi la spiccata continentalità dell'area, il debole regime del vento e la persistenza di condizioni di stabilità atmosferica;
- dal punto di vista dinamico in tutta la pianura padana, la presenza della barriera alpina influenza in modo determinante l'evoluzione delle perturbazioni di origine atlantica, determinando la prevalenza di situazioni di occlusione e un generale disaccoppiamento tra le circolazioni nei bassissimi strati e quelle degli strati superiori. Tutti questi fattori influenzano in modo determinante le capacità dispersive dell'atmosfera, e quindi le condizioni di accumulo degli inquinanti, soprattutto in periodo invernale, ma anche la presenza di fenomeni fotochimici nel periodo estivo;
- la zona centro-occidentale della pianura Padana, specie in prossimità delle Prealpi, è interessata dalla presenza di un vento particolare, il foehn, corrente di aria secca che si riscalda scendendo dai rilievi che ha effetti positivi sul ricambio della massa

d'aria quando giunge fino al suolo, può invece determinare intensi fenomeni di accumulo degli inquinanti quando permane in quota e comprime gli strati d'aria sottostanti, formando un'inversione di temperatura in quota.

Passando ad analizzare i singoli inquinanti si evidenzia che, per quanto riguarda il **biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>)**, monitorato nella sola centralina di Garibaldi, nell'arco di tempo considerato, **non si rilevano mai superamenti** dei valori limite.

**Tabella 2.6 - Biossido di zolfo**

Anno	Media annua (µg/m <sup>3</sup> )	Superamenti media 1h > 350 µg/m <sup>3</sup> (non più di 24 volte all'anno)	Superamenti media 24h > 125 µg/m <sup>3</sup> (non più di 3 volte all'anno)
2005	13	0	0
2006	10	0	0
2007	8	0	0
2008	8	0	0
2009	8	0	0

Fonte: ARPA Dipartimento di Bergamo, "Rapporti annuali sulla qualità dell'aria", anni vari

**Il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>) risulta mediamente poco critico nel periodo considerato, ad esclusione del 2009, in cui si sono verificati diversi superamenti della soglia limite di riferimento** per la protezione della salute umana.

**Tabella 2.7 - Biossido di azoto**

Anno	Centralina	Standard qualità 98° percentile (µg/m <sup>3</sup> )	Media annua (µg/m <sup>3</sup> )	Superamenti media 1h > 200 µg/m <sup>3</sup> (n. ore)	Superamenti media 1h > 200 + 10 µg/m <sup>3</sup> (n. ore) <sup>4</sup>
2005	Meucci	109	49	0	0
	Garibaldi	144	64	19	1
	Goisis	79	30	0	0
2006	Meucci	100	43	0	0
	Garibaldi	113	49	0	0
	Goisis	557	19	0	0
2007	Meucci	119	45	2	0
	Garibaldi	110	47	1	0
	Goisis	94	24	0	0
2008	Meucci	97	38	0	0
	Garibaldi	128	54	0	0
	Goisis	96	34	0	0
2009	Meucci	127	42	4	2
	Garibaldi	159	57	22	18
	Goisis	91	27	0	0

Fonte: ARPA Dipartimento di Bergamo, "Rapporti annuali sulla qualità dell'aria", anni vari

<sup>4</sup> Il valore comprende il margine di tolleranza decrescente che per il 2009 è stato, come indicato in tabella di 10 µg/m<sup>3</sup>. per gli anni precedenti i superamenti sono stati calcolati considerando i limiti vigenti nello specifico anno di riferimento.

Per quanto riguarda il **monossido di carbonio (CO)**, le concentrazioni rilevate non individuano alcun elemento di criticità.

**Tabella 2.8 - Monossido di carbonio**

Anno	Centralina	Media annua (mg/m <sup>3</sup> )	Superamenti media mobile 8h > 10 mg/m <sup>3</sup> (n. ore)	Media mobile massima giornaliera (mg/m <sup>3</sup> )
2005	Meucci	nr	0	4,3
	Garibaldi	nr	0	5,1
	Goisis	nr	0	2,6
2006	Meucci	0,9	0	4,7
	Garibaldi	1,3	0	4,0
	Goisis	1,1	0	3,5
2007	Meucci	1,1	0	4,3
	Garibaldi	1,1	0	4,5
	Goisis	0,8	0	3,8
2008	Meucci	1,1	0	3,5
	Garibaldi	1,1	0	3,3
	Goisis	0,4	0	2,4
2009	Meucci	0,8	0	2,8
	Garibaldi	1,6	0	4,2
	Goisis	0,6	0	2,8

nr: dato non rilevato

Fonte: ARPA Dipartimento di Bergamo, "Rapporti annuali sulla qualità dell'aria", anni vari

Le concentrazioni di **ozono (O<sub>3</sub>)** evidenziano la criticità di questo inquinante che, nella stazione di Goisis, unica a monitorarlo, mostra regolarmente **superamenti della soglia di informazione e sporadici superamenti della soglia di allarme**<sup>5</sup>.

**Tabella 2.9 Ozono troposferico**

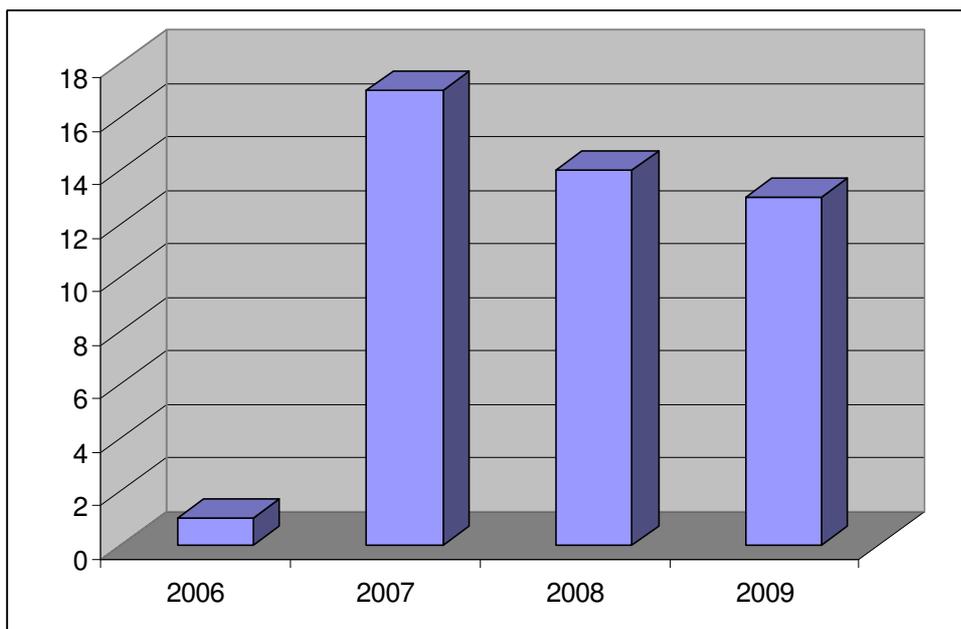
Anno	Media annua (µg/m <sup>3</sup> )	Giorni interessati da almeno un superamento della soglia di informazione	Giorni interessati da almeno un superamento della soglia di allarme
2005	nr	0	0
2006	46	1	1
2007	55	17	1
2008	55	14	0
2009	59	13	1

Nr: dato non rilevato

Fonte: ARPA Dipartimento di Bergamo, "Rapporti annuali sulla qualità dell'aria", anni vari

<sup>5</sup> La situazione appare ancor più critica se si considerano i valori bersaglio e gli obiettivi a lungo termine definiti dal D. Lgs 183/04.

**Grafico 2.10 – O<sub>3</sub> troposferico - Giorni di superamento della soglia di informazione**



Fonte: nostra elaborazione su dati ARPA

Il **benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)**, rilevato nella centralina di Garibaldi, **non ha mai superato il valore limite** negli anni considerati.

**Tabella 2.11 - Benzene**

Anno	Rendimento (%)	Media annua (µg/m <sup>3</sup> )
2006 <sup>6</sup>	95,1	2,4
2007	90,4	1,4
2008	90,7	1,4
2009	98,6	1,6

nd: dato non disponibile

Fonte: ARPA Dipartimento di Bergamo, "Rapporti annuali sulla qualità dell'aria", anni vari

Il **PM 10** 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 **sempre significativo**, in tutti gli anni considerati con un **lieve miglioramento a partire dal 2008**. L'influenza dei fattori climatici, in particolare la piovosità, porta a considerare con cautela questo trend positivo, ma sicuramente si tratta di un fenomeno che andrà monitorato con attenzione nei prossimi anni.

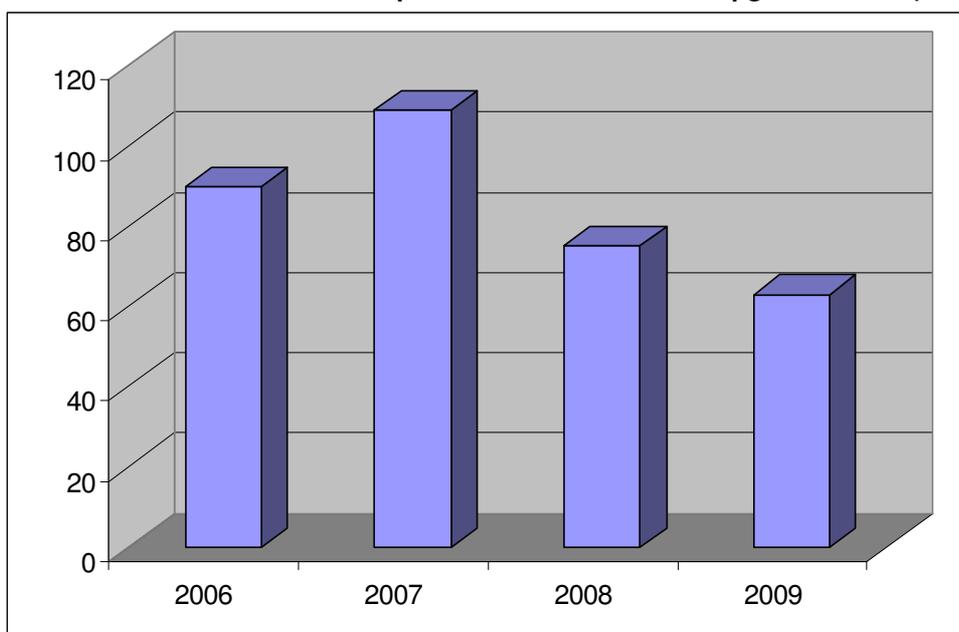
<sup>6</sup> Il rilevatore è stato installato in data 1/9/2006

**Tabella 2.12 - PM10 (Stazione di Meucci)**

Anno	Rendimento (%)	Media annua ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Superamenti media 24h $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (n)
2006	87,8	43	90
2007	95,4	44	109
2008	91,5	40	75
2009	99,2	36	63

Fonte: ARPA Dipartimento di Bergamo, "Rapporti annuali sulla qualità dell'aria", anni vari

**Grafico 2.13 – PM10 Numero superamenti media 24h  $> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  Meucci (2006 – 2009)**



Fonte: nostra elaborazione su dati ARPA

Dal 2009, il PM10 viene monitorato anche nella stazione di Garibaldi con una media annua di  $37\mu\text{g}/\text{m}^3$  e 72 superamenti della media sulle 24 ore del valore di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Un ultimo elemento da segnalare riguarda la rilevazione, nella centralina di Meucci, del **PM2,5** (particolato atmosferico con diametro inferiore a  $2,5 \mu\text{m}$ ) che, come accennato, costituisce la frazione più pericolosa per la salute. Nel 2009, primo anno di rilevamento, la media annua è stata pari a  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Nel periodo considerato sono state svolte, a cura di ARPA dipartimento di Bergamo, diverse **campagne di rilevamento della qualità dell'aria con l'utilizzo di un laboratorio mobile**:

- gennaio 2007 (dal 9 al 31 gennaio) in via Borgo Palazzo;
- gennaio – febbraio 2009 (dal 27 gennaio all'8 febbraio) in via Quasimodo;
- giugno 2009 (dal 4 al 21 giugno) in via Quasimodo.

Gli inquinanti monitorati dal laboratorio mobile sono:

- Biossido di azoto (SO<sub>2</sub>);
- Monossido di carbonio (CO);
- Ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>, NO, NO<sub>2</sub>);
- Particolato fine (PM10) – solo per la rilevazione del luglio 2009 anche particolato ultrafine (PM2,5);
- Ozono (O<sub>3</sub>);
- Benzene, Xilene e Toluene (BTX).

Nella rilevazione del **2007** svolta in **via Borgo Palazzo** si sono registrati i seguenti valori:

- i valori di **NO<sub>2</sub>** hanno presentato andamenti e livelli medi di concentrazione simili a quelli misurati presso le postazioni urbane come Meucci (BG) e Garibaldi (BG);
- i valori medi di **CO** sono paragonabili a quelli misurati nelle postazioni della rete e risultano inferiori ai limiti di legge;
- anche per quanto riguarda **SO<sub>2</sub>**, i valori e gli andamenti sono comparabili alle altre centraline della rete fissa;
- i valori e gli andamenti dell'**O<sub>3</sub>** sono inferiori a quelli rilevati presso le centraline della rete fissa;
- il **PM10** mostra un andamento del tutto sovrapponibile a quanto rilevato nella Zona Critica bergamasca con valori medi giornalieri superiori.

Per SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO e O<sub>3</sub> 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**<sup>7</sup>.

Per quanto riguarda la rilevazione del **gennaio 2009** in **via Quasimodo** (zona aereoporto):

- i valori di NO<sub>2</sub> hanno presentato andamenti e livelli medi di concentrazioni intermedie

---

<sup>7</sup> 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**.

rispetto alle centraline presenti nel comune di Bergamo (più basse rispetto a Garibaldi (BG) e più elevate rispetto a Meucci (BG) e Goisis (BG)) con valori comunque inferiori ai limiti di legge;

- i valori medi di CO sono confrontabili a quelli misurati nelle postazioni della Zona Critica A1 e comunque risultano inferiori ai limiti di legge;
- per quanto riguarda l'SO<sub>2</sub>, i valori e gli andamenti sono inferiori alle altre centraline della rete fissa con valori che rispettano i limiti di legge;
- i valori e gli andamenti dell'O<sub>3</sub> 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 Meucci (BG), inferiori alla centralina di Garibaldi (BG) e superiori alla centralina di Lallio.
- i valori medi di Benzene sono superiori a quelli misurati nelle postazioni della rete, ma risultano comunque inferiori ai limiti di legge

Durante il periodo di misura, la maggior parte degli inquinanti monitorati (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO e O<sub>3</sub>) 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.**

Nel **giugno 2009** è stata effettuata una seconda rilevazione in **via Quasimodo** (zona aeroporto) con i seguenti risultati:

- i valori di NO<sub>2</sub> hanno presentato andamenti e livelli medi di concentrazioni intermedie rispetto alle centraline presenti nel comune di Bergamo (più basse rispetto a Garibaldi (BG) e più elevate rispetto a Meucci (BG) e Goisis (BG)) con valori comunque inferiori ai limiti di legge;
- i valori medi di CO sono confrontabili a quelli misurati nelle postazioni della Zona Critica A1 (più basse rispetto a Garibaldi (BG) e simili a Meucci (BG) e Goisis (BG)) e comunque risultano inferiori ai limiti di legge;
- per quanto riguarda l'SO<sub>2</sub>, i valori e gli andamenti sono inferiori alle altre centraline della rete fissa con valori che rispettano i limiti di legge;
- i valori e gli andamenti dell'O<sub>3</sub> 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 alle centraline di

Meucci (BG), Garibaldi (BG) e 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 di Meucci (BG) e Seriate.
- valori medi di Benzene sono superiori a quelli misurati nelle postazioni della rete, ma risultano comunque inferiori ai limiti di legge.

Durante il periodo di misura, la maggior parte degli inquinanti monitorati (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO e PM10) non hanno fatto registrare superamenti dei limiti normativi. Solo **l'Ozono ha superato il valore limite di legge come 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.** Tali superi sono dovuti principalmente al periodo estivo che, con la forte insolazione, favorisce la formazione di ozono.

### CAPITOLO 3 - ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE

Dal punto di vista dei consumi idrici civili, industriali e irrigui effettuati nel Comune di Bergamo, la tabella seguente riassume i dati a disposizione per gli anni 2006, 2007, 2008 e 2009.

**Tabella 3.1 – Consumi idrici**

Anno	Acque fatturate mc/anno	Abitanti serviti	Consumi utenze civili mc/anno	Consumi utenze industriali e irrigue mc/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

Fonte: BAS SII, anni vari

Le acque fatturate ed i consumi per le utenze civili crescono dal 2006 al 2007 per poi diminuire dal 2007 al 2009, con un andamento in contrasto con la popolazione servita che prima decresce e poi aumenta evidenziando così con andamento differente i consumi delle utenze industriali e irrigue che crescono fino al 2008 e subiscono poi una contrazione. Rispetto alla scorsa edizione della RSA si registra un calo generale dei consumi (15.475.149 nel 2005).

A partire dal 2008 sono disponibili anche i dati sulla stima della perdita di rete che oscilla dal 16,1% (2008) al 18,6% (2009).

La rete fognaria sul territorio del Comune di Bergamo ha uno sviluppo di circa 278 km ed è quasi esclusivamente di tipo misto, con funzionamento a gravità. Nella rete di fognatura pubblica del Comune di Bergamo vengono immesse le acque nere di alcuni Comuni confinanti (Torre Boldone, Gorle, Mozzo in parte, Ponteranica in parte). Le acque di fognatura vengono raccolte tramite una rete con tre collettori principali, le acque nere vengono convogliate quasi esclusivamente all'impianto di depurazione di via Goltara (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), mentre le acque meteoriche vengono scaricate nei corsi d'acqua superficiali. La maggior parte delle zone urbanizzate è fornita di rete fognaria per un totale di abitanti serviti pari a 93% (sono escluse alcune porzioni di città alta e dei colli).

Dal punto di vista della presenza di depuratori, il Comune di Bergamo è servito per la quasi totalità dall'impianto di depurazione, situato nella zona a sud-ovest della città, in via Goltara; le acque depurate in uscita dall'impianto vengono recapitate nel fiume Brembo.

La tabella seguente riassume abitanti equivalenti serviti, capacità di depurazione dell'impianto e valori medi di COD (*Chemical Oxygen Demand*) in ingresso e in uscita per gli anni che vanno dal 2006 al 2009.

**Tabella 3.2 – Impianto di depurazione**

Anno	Abitanti equivalenti serviti	Capacità depurazione (Abitanti Equivalenti)	COD in ingresso (mg/l)	COD in uscita (mg/l)
2006	162.511	220.000	322	38
2007	162.511	220.000	320	30
2008	97%*	220.000	294	34
2009	97%*	220.000	296	47

Fonte: BAS SII, anni vari \* percentuale degli abitanti residenti serviti

I dati evidenziano una buona copertura dell'impianto di depurazione e l'assenza di problematiche ambientali rilevanti; rispetto ai dati contenuti nella scorsa edizione della RSA si nota un leggero incremento nei valori medi di COD in ingresso (nella scorsa edizione della RSA i COD in ingresso si attestavano intorno ai 220-280 mg/l mentre i COD uscita erano intorno ai 30-50 mg/l).

Passando alla valutazione della qualità delle acque, la classificazione delle acque superficiali in base allo stato di qualità ambientale permette di valutare lo stato ambientale di un corso d'acqua, 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 stabiliti dal D.Lgs. n. 258/2000.

Le indagini effettuate da ARPA presso il Torrente Morla nell'anno 2008 evidenziano un SECA (Stato Ecologico del Corso d'Acqua) pari a 4, ovvero qualità scadente, con un peggioramento rispetto alla situazione delineata nella precedente Relazione sullo Stato dell'Ambiente, dove il SECA era pari a 3. Nella determinazione dello stato ecologico del torrente Morla, il parametro discriminante nell'attribuzione della classe di appartenenza è stato l'Indice Biotico Esteso (IBE) che misura la qualità complessiva dell'ambiente acquatico basandosi sulla diversa sensibilità agli inquinanti di alcuni gruppi faunistici e sulla diversità biologica presente nella comunità dei macroinvertebrati bentonici.

Per le acque sotterranee le analisi effettuate negli anni 2008 e 2009 non rilevano superamenti dei limiti di legge nelle concentrazioni di inquinanti ad eccezione del Cromo VI; è in atto un accertamento da parte degli enti competenti per individuare la fonte di provenienza della contaminazione e conseguentemente provvedere ad avviare le necessarie misure di contenimento.

In merito alla qualità delle acque potabili, i dati forniti da BAS SII sono riassunti nella tabella seguente, dove non si evidenziano superamenti dei valori definiti dalla legislazione vigente in materia.

**Tabella 3.3 – Valori medi trimestrali 4° trimestre 2009**

Parametro	Unità Misura	Valore di parametro DL 31/01	Circoscriz. 1		Circoscriz. 2		Circoscriz. 3		Circoscriz. 4		Circoscriz. 5		Circoscriz. 6		Circoscriz. 7	
			A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
pH	unità ph	6,5 - 9,5	7,9	7,9	7,9	8,0	8,0	7,9	7,9	8,0	7,9	7,7	8,0	7,9	7,9	8,0
Conduttività	µS/cm a 20° C	2500	324	274	323	332	318	309	307	348	316	316	214	237	250	297
Cloruro	mg/l	250	4,6	3,6	4,7	4,1	6,0	5,8	5,9	2,5	5,5	6,5	1,7	2,3	2,6	3,4
Nitrato	mg/l	50	4,7	4,6	4,9	4,9	4,4	4,5	4,5	5,4	4,6	4,7	4,6	4,5	4,7	4,7
Solfato	mg/l	250	28,0	18,0	28,0	29,0	25,0	24,0	25,0	31,0	26,0	26,0	7,8	12,0	14,0	21,0
Ammonio	mg/l	0,5	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Nitrito	mg/l	0,50	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Fluoruro	mg/l	1,50	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05	< 0,05
Batteri Coliformi	n%/100ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Escherichia Coli	n%/100ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Enterococchi	n%/100ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fonte: BAS SII; 2009

**Tabella 3.4 – Valori semestrali 2° trimestre 2009**

Parametro	Unità Misura	Valore di parametro DL 31/01	Circoscriz. 1		Circoscriz. 2		Circoscriz. 3		Circoscriz. 4		Circoscriz. 5		Circoscriz. 6		Circoscriz. 7	
			A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Residuo secco	mg/l	val. max. 1500	226	188	220	228	227	213	211	248	223	220	150	170	170	205
Durezza	°F	valore 15-50	18,7	15,0	18,3	18,4	19,0	17,0	17,0	20,1	18,0	17,9	13,0	14,0	14,5	17,0
Calcio	mg/l		52,0	45,0	50,0	50,0	52,0	52,0	50,0	52,0	51,0	54,0	40,0	43,0	42,0	48,0
Magnesio	mg/l		15,7	12,0	14,0	16,0	14,0	12,0	12,0	21,0	14,0	13,0	7,9	9,7	9,9	13,0
Sodio	mg/l	200	2,3	1,3	2,8	2,1	3,2	2,6	2,7	1,13	2,9	2,9	0,7	0,9	0,9	1,5
Potassio	mg/l		0,8	< 0,5	0,9	0,5	1,0	0,9	0,9	< 0,5	0,98	1,03	< 0,5	0,13	< 0,5	0,55
Ferro	µg/l	200	9,0	29,0	17,0	11,2	24,0	35,0	32,0	13,0	28,0	30,0	33,0	48,0	57,0	67,0
Cadmio	µg/l	5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Cromo	µg/l	50	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Piombo	µg/l	25	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Alluminio	µg/l	200	12,0	14,0	18,7	11,0	9,0	51,0	13,0	12,0	8,0	29,0	37,0	60,0	71,0	69,0
Manganese	µg/l	50	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	3,0	2,5	3,4
Nichel	µg/l	20	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	--	< 2,0
Zinco	µg/l		12,0	18,0	31,0	12,0	59,0	21	23,0	18,0	71,0	36,0	13,0	25,0	62,0	35,0

Fonte: BAS SII; 2009

## CAPITOLO 4 - SUOLO E SOTTOSUOLO

La superficie urbanizzata del Comune di Bergamo ammonta a 22 kmq, ovvero il 55% dell'intera superficie comunale; rispetto alla precedente edizione della RSA si registra un incremento nel consumo di suolo del 10%.

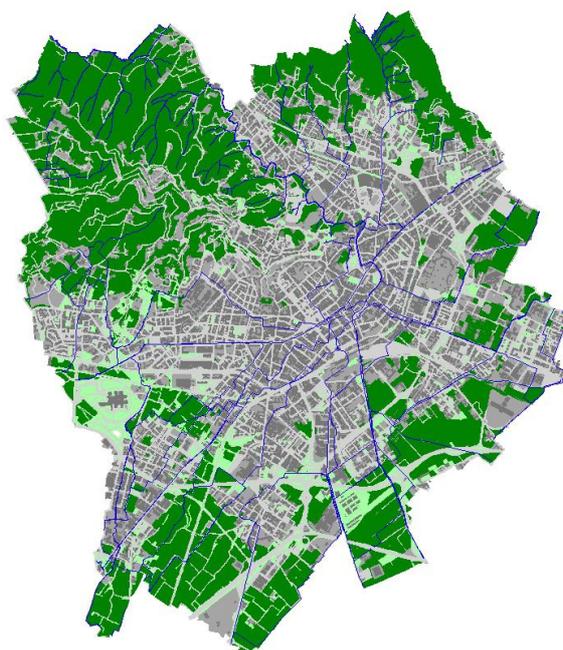
La tabella e la figura seguenti mostrano un approfondimento negli usi del suolo del Comune di Bergamo suddividendoli in urbanizzato/costruito (grigio), verde urbano (verde chiaro) e aree naturali (azzurro e verde scuro). Rispetto alle sole aree urbanizzate, prevalgono i manufatti, seguiti dalla viabilità e dagli edifici.

**Tabella 4.1 – Uso del suolo**

Uso del suolo	Superficie %
Viabilità, mobilità e trasporti	12,98
Manufatti	28,26
Edifici	12,77
Opere di sostegno e di difesa del suolo e opere idrauliche	1,01
<b>Totale superficie costruita</b>	<b>55,02</b>
Verde urbano	7,26
<b>Totale verde urbano</b>	<b>7,26</b>
Idrografia	0,24
Aree agro forestali	37,49
<b>Totale aree naturali</b>	<b>37,73</b>
<b>Totale</b>	<b>100,00</b>

Fonte: Comune di Bergamo, 2009

**Figura 4.2 – Uso del suolo**



Fonte: Comune di Bergamo, 2009

In merito alla densità abitativa, il Comune di Bergamo registra al 01.01.2010 119.234 abitanti residenti, con pressione sul territorio di circa 3.010 ab/kmq che si innalza a 5.420 ab/kmq se consideriamo la sola superficie urbanizzata. Tali valori sono di gran lunga superiori alla media provinciale (395 ab/kmq e 3.123 ab/kmq urb) anche della sola fascia di pianura (672 ab/kmq e 2.942 ab/kmq urb) e si avvicinano ad altre città capoluogo della Lombardia come Monza (3.681,68 ab/kmq), Como (2.264 ab/kmq) e Brescia (2.112 ab/kmq).

Per quanto riguarda i siti contaminati, negli ultimi anni risultano conclusi 43 interventi di bonifiche ambientali, il 60% dei quali riguardanti la rimozione di serbatoi. Sono tuttora in corso 14 bonifiche ambientali con interventi riguardanti scavo e smaltimento rifiuti. In 5 casi la contaminazione del sito coinvolge anche la sottostante falda acquifera.

Ci sono inoltre 2 situazioni di contaminazione che coinvolgono la falda con differenti tipologie di inquinanti.

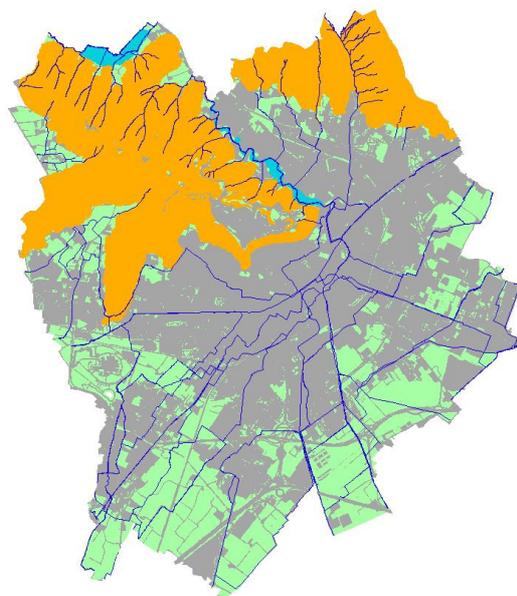
Per tutti i siti di cui sopra, si sta procedendo secondo le indicazioni della vigente normativa, secondo le fasi che di seguito vengono esplicitate.

Il processo di bonifica di un sito inquinato prevede una prima fase di caratterizzazione, volta all'individuazione dell'inquinamento in suolo e/o in falda; segue la fase di bonifica del sito attraverso sistemi di on-site o off-site e/o analisi di rischio sito-specifiche. Gli enti competenti provvedono 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.

Entrando nel merito dei rischi naturali si richiama quanto citato nel paragrafo dedicato al contesto ambientale e territoriale. Il comune di Bergamo rientra nella classe di pericolosità sismica 3, secondo la definizione fornita dall'O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 e presenta al proprio interno aree esposte ad esondazione (in azzurro nella figura) e aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti (in arancio nella figura).

**Figura 4.3 – Aree esposte ad esondazione e aree pericolose per l’instabilità dei versanti**



Fonte: Comune di Bergamo, 2009

Entrando nel dettaglio di tali aree, la tabella seguente riporta la superficie territoriale interessata; si tratta del 25% dell’intera superficie comunale, localizzata prevalentemente a nord, nella fascia collinare del territorio ed interessata per lo più da aree a pericolosità potenziale legata alla possibilità di innesco di scivolamenti di coperture detritiche a diversa tessitura su pendii con acclività variabile.

**Tabella 4.4 - Aree esposte ad esondazione e aree pericolose per l’instabilità dei versanti**

<b>Aree pericolose</b>	<b>Superficie mq</b>	<b>% totale</b>
Aree soggette a crolli di massi	35.408	0,09
Aree a pericolosità potenziale legata alla possibilità di innesco di scivolamenti di coperture detritiche fini su pendii ad elevata acclività	2.730.346	6,76
Aree a pericolosità potenziale legata alla possibilità di innesco di scivolamenti di coperture detritiche a tessitura mista su pendii mediamente acclivi	2.355.297	5,83
Aree a pericolosità potenziale legata alla possibilità di innesco di scivolamenti di coperture detritiche a tessitura mista su pendii a bassa acclività	4.325.701	10,71
Aree di pertinenza torrentizia le cui dinamiche sono governate dallo scorrimento di acque all’interno di solchi di ruscellamento concentrato. Le criticità sono causate dall’erosione accelerata delle sponde e possibilità di innesco di scivolamenti superficiali dei depositi sia coesivi che incoerenti	638.132	1,58
Aree potenzialmente inondabili	291.906	0,72
<b>Totale</b>	<b>10.376.790</b>	<b>25,69</b>

Fonte: Comune di Bergamo, 2009

Dal punto di vista delle aziende a rischio di incidente rilevante (RIR) non sono presenti sul territorio comunale attività che rientrano in tale tipologia.

## CAPITOLO 5 - RIFIUTI

La produzione di rifiuti urbani totali nel Comune di Bergamo nel 2009 è stata pari a 64.766,6 tonnellate con un decremento rispetto all'anno precedente pari al 2,9%. È interessante notare come la diminuzione della quantità totale di rifiuti prodotti si inserisca in un trend demografico in aumento che porta quindi la diminuzione della quantità procapite di rifiuti prodotti a quasi il 4%.

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

- rifiuti indifferenziati;
- raccolta differenziata.

Obiettivo del Piano Provinciale di gestione dei rifiuti è il raggiungimento del 60% di raccolta differenziata entro il 2013. Già nel 2006 la Provincia di Bergamo ha superato la percentuale del 50% di raccolta differenziata che la L. 269/2006 e la L.R. 10/09 hanno fissato come obiettivo da raggiungere entro il 2009.

Dall'analisi dei dati presentati nella tabella 5.1, emerge come la percentuale di raccolta differenziata sia in costante aumento e sia dal 2008 superiore al 50% dei rifiuti raccolti complessivamente, raggiungendo e superando così la soglia fissata per il 2009 dalla L. 269/2006 e la L.R. 10/09. L'obiettivo da raggiungere ora è quello contenuto nel Piano Provinciale di gestione dei rifiuti che fissa al 60% dei rifiuti totali la percentuale di raccolta differenziata da realizzare entro il 2013.

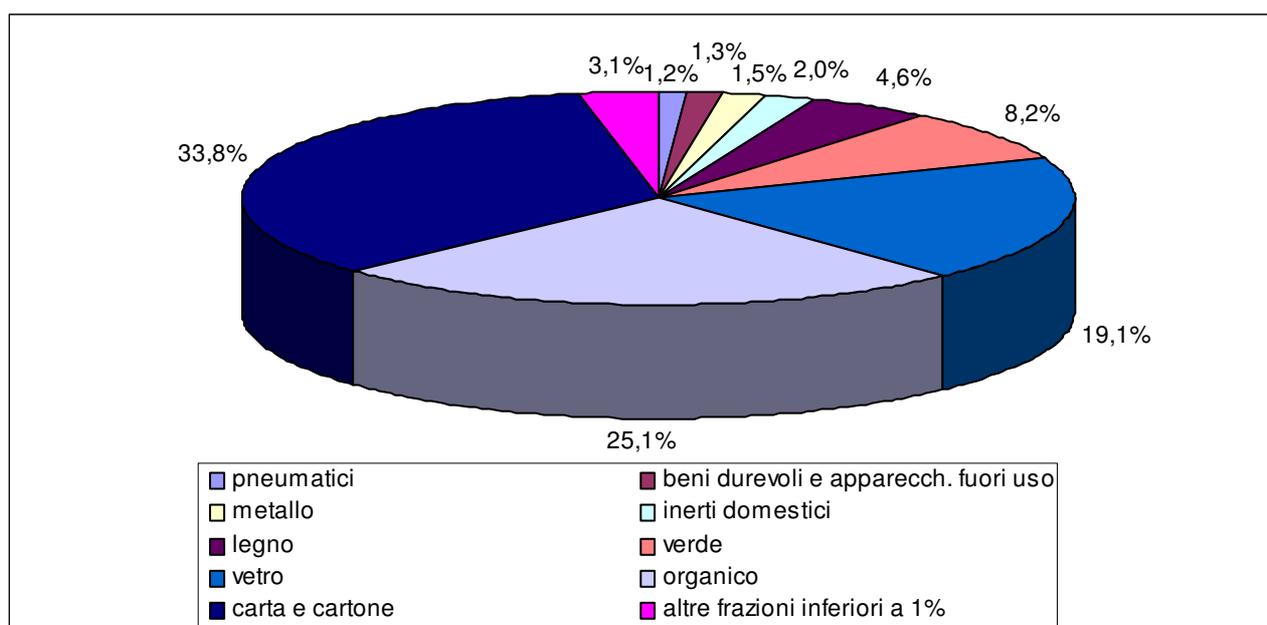
Molte sono le frazioni merceologiche raccolte in modo differenziato nel Comune di Bergamo. Quelle più significative in termini di quantità raccolta sono carta e cartone (33,8%), organico (25,1%), vetro (19,1%) e verde (8,2%) (cfr figura 5.2).

Tabella 5.1 – Produzione totale di rifiuti nella città di Bergamo

		2005	2006	2007	2008	2009
<b>RIFIUTI INDIFFERENZIATI (t)</b>	rifiuti urbani	32.727,3	32.876,50	30.565,40	30.212,90	29174,70
	rifiuti ingombranti	1.237,6	1.408,90	1.365,60	1.549,10	1278,00
	spazzamento	4.146,1	3.183,70	1.962,90	1.613,50	1661,80
	<b>TOTALE RIFIUTI INDIFFERENZIATI</b>	<b>38.111,00</b>	<b>37.469,10</b>	<b>33.893,90</b>	<b>33.375,50</b>	<b>32114,50</b>
<b>RIFIUTI DIFFERENZIATI (t)</b>	accumulatori per auto	25,2	33	24,8	17,7	23,10
	alluminio	1,2	1,2	0,8	0	0,50
	altri metalli e leghe	8,7	3,9	1,1	0,3	5,10
	altro	7,2	8,5	2,3	0	0,30
	beni durevoli e apparecch. Fuori uso	355,2	414,4	333,2	372,9	441,00
	carta e cartone	9.170,30	9.953,70	11.566,20	11.781,00	11160,80
	cartucce e toner per stampa	4,8	4,6	4,1	6,1	5,50
	farmaci e medicinali	13,2	13,5	13,9	15,8	15,00
	legno	1.248,00	1.540,50	1.545,90	1.643,80	1506,50
	metallo	661	629	599,4	639,1	503,90
	neon	2,4	14,2	130,2	153,1	158,80
	oli e grassi vegetali	45,6	46,8	44,4	47,8	43,60
	oli, filtri e grassi minerali	4,8	5,4	6,7	3,6	4,10
	organico	8.082,50	8.112,20	8.118,30	8.203,70	8267,10
	pile e batterie	9,6	11	12,3	13,3	13,30
	plastica	32,4	27,9	46,4	37,2	34,10
	pneumatici	319,2	414,2	433,2	437,8	411,20
	prodotti vari e relativi contenitori T e/o F	4,8	5,4	6	6,1	26,50
	inerti domestici	480	547,8	580,2	490,7	675,10
	siringhe				62,2	50,30
	stracci e indumenti smessi	327,8	308,5	317,5	326,9	306,40
	verde	2.149,80	2.342,30	2.315,20	2.667,80	2693,20
	vetro	5.151,20	5.514,10	6.159,00	6.402,50	6306,50
<b>TOTALE DIFFERENZIATA</b>	<b>28.104,90</b>	<b>29.952,10</b>	<b>32.261,10</b>	<b>33.329,40</b>	<b>32.651,90</b>	
ingombranti recuperati da selezione (forfait del 25%)	309,4	352,2	341,4	387,3	319,50	
<b>TOTALE RACCOLTO (t)</b>	<b>66.215,90</b>	<b>67.421,20</b>	<b>66.155,00</b>	<b>66.704,90</b>	<b>64.766,40</b>	
<b>% RACCOLTA DIFFERENZIATA</b>	<b>42,91</b>	<b>44,95</b>	<b>49,28</b>	<b>50,55</b>	<b>50,91</b>	
<b>abitanti residenti</b>		117.887	117.072	117.032	117.890	119.234
<b>produzione pro-capite (kg/anno)</b>		561,69	575,90	565,27	565,82	543,19

Fonte: rilevazione A2A

Gráfico 5.2 – Composizione merceologica della raccolta differenziata (2009)



Fonte: nostra elaborazione su dati A2A

Una delle possibili azioni che si intende incentivare per migliorare la sostenibilità ambientale nell'ambito della gestione dei rifiuti riguarda il **Green Public Procurement** (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 e di energia rispetto allo smaltimento finale.

## CAPITOLO 6 - NATURA E BIODIVERSITA'

Richiamando quanto già esposto nel capitolo suolo e sottosuolo in merito al tasso di urbanizzazione, pari al 55%, la restante superficie del territorio comunale è occupata da verde urbano (7%) e da aree naturali (38%) prevalentemente aree agroforestali.

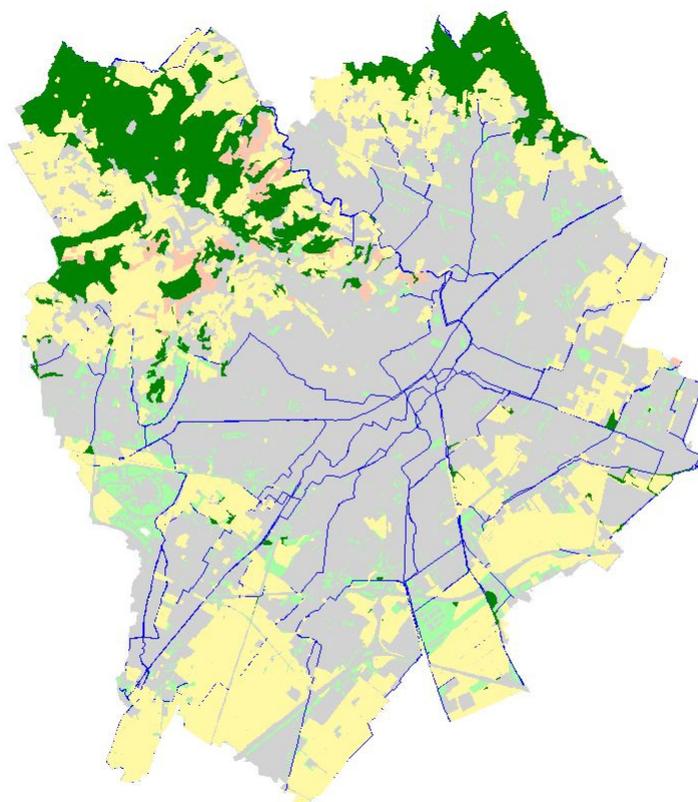
La tabella e l'immagine seguente mostrano un affondo su queste ultime aree, si tratta prevalentemente di colture agricole (ai margini dell'urbanizzato, lungo il confine comunale), bosco (posto a nord, nel territorio collinare) e verde urbano (negli spazi interstiziali del costruito).

**Tabella 6.1 – Uso del suolo aree naturali e seminaturali**

Uso del suolo	Superficie %
Verde urbano	7,26
Idrografia	0,24
Bosco	10,84
Pascolo	1,01
Coltura agricola	25,84
<b>Totale</b>	<b>45,19</b>

Fonte: Comune di Bergamo, 2009

**Figura 6.2 – Uso del suolo aree naturali e seminaturali**



Fonte: Comune di Bergamo, 2009

Dal punto di vista della compattezza delle aree naturali e seminaturali, è stato calcolato l'indice di frammentazione, come rapporto tra perimetro ed area di ogni singolo "tassello" di territorio con destinazione d'uso boscata o a coltura agricola. La tabella seguente 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 6.3 – Indice di frammentazione aree naturali e seminaturali**

	<b>Indice di frammentazione</b>	<b>N. Tasselli</b>
<b>Coltura agricola</b>	0,01 – 0,5	1573
	0,5 - 1	77
	1 - 5	26
	5 - 10	3
<b>Bosco</b>	0,01 - 1	178

Fonte: Comune di Bergamo, 2009

La maggior parte dei tasselli occupati da bosco o da aree agricole ha un indice di frammentazione basso, compreso tra 0,01 e 1; esclusivamente per i terreni destinati a coltura agricola si sono evidenziati indici di frammentazione più elevati (i tre tasselli con indici maggiori e compresi tra 5 e 10 sono dei piccoli erbai lunghi, assottigliati e di piccole dimensioni).

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.

Il Parco dei Colli di Bergamo ha un'estensione pari a 4.672,45 ettari e coinvolge altri Comuni oltre al capoluogo (Almè, Mozzo, Paladina, Ponteranica, Ranica, Sorisole, Torre Boldone, Valbrembo, Villa d'Almè). L'area racchiusa nel perimetro del Parco dei Colli presenta realtà molto diverse tra loro, che vanno dalla collina in senso stretto ad ambiti montani. 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 o il nucleo storico di Città Alta. Nel Parco dei Colli sono fin ora state rilevate: più di 400 specie di piante, circa 40 di mammiferi, circa 160 di uccelli, 10 di rettili, 11 di anfibi, 10 di pesci.

Il SIC Boschi dell'Astino e dell'Allegrezza, è interamente presente sul territorio del Comune di Bergamo, 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 40 ha circa,

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 tabella seguente riassume le caratteristiche e gli elementi di pregio dal punto di vista degli habitat e della fauna presente nel Sito.

**Tabella 6.4 – Sito di Importanza Comunitaria Boschi dell’Astino e dell’Allegrezza**

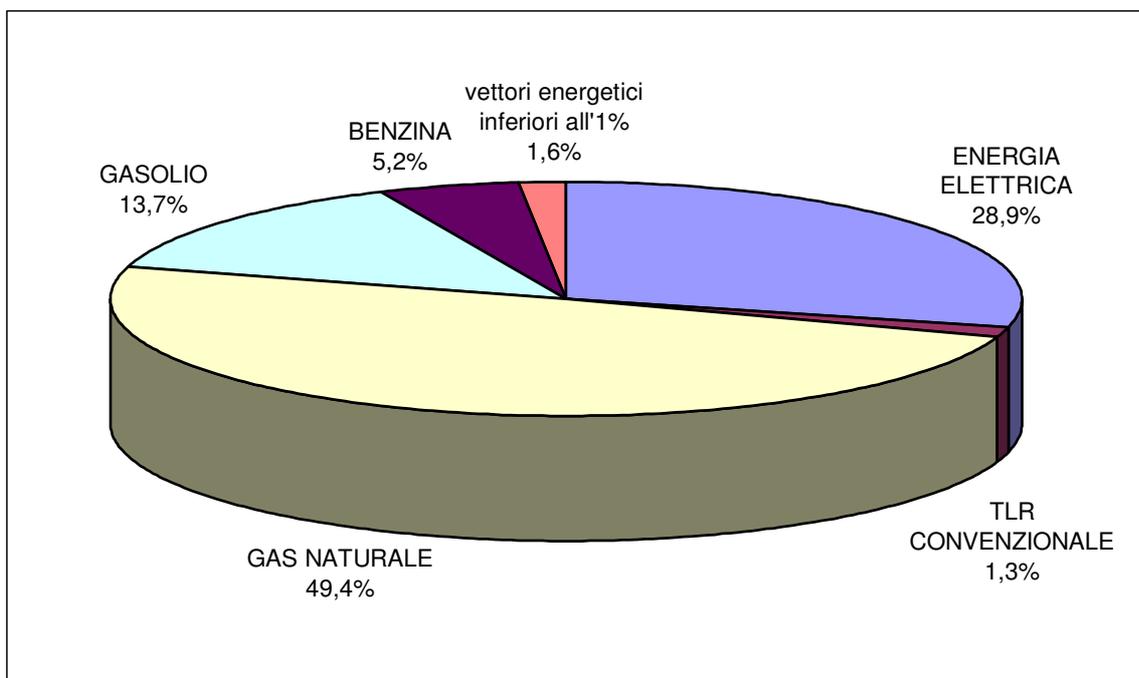
	<p><b>Provincia:</b> Bergamo  <b>Comune:</b> Bergamo  <b>Area:</b> 41 ettari  <b>Regione bio-geografica:</b> Alpina  <b>Altitudine:</b> 248/370 metri sul livello del mare  <b>Aree Protette:</b> Parco dei Colli di Bergamo  <b>Codice IT2060012</b></p>
<p><b>Inquadramento</b></p>	<p>L'area è compresa in 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 e i ruderi della cascina Allegrezza.</p>
<p><b>Habitat</b></p>	<p><b>Habitat indicati nelle schede Natura 2000</b>  Foreste alluvionali di <i>Alnus glutinosa</i> e <i>Fraxinus excelsior</i>  <b>Nuovi habitat rilevati</b>  Querceti di farnia o rovere subatlantici e dell'Europa centrale del <i>Carpinion betuli</i></p>
<p><b>Fauna</b></p>	<p><b>Inclusa nell' Ail. I della DIR 79/409/CEE e nell' Allegato II della DIR 92/43/CEE</b>  <i>Launius collurio</i></p> <p><i>Triturus carnifex</i>  <i>Rana latastei</i></p> <p><i>Lucanus cervus</i>  <i>Cerambyx cerdo</i></p> <p><b>Specie non confermate</b>  <i>Launius collurio</i></p> <p><b>Nuove specie rilevate</b>  <i>Pernis apivorus</i></p>
<p><b>Grado di conservazione</b></p>	<p>medio</p>
<p><b>Vulnerabilità</b></p>	<p><b>Cause della vulnerabilità</b>  Frequentazione turistica non regolata</p>

Fonte: Provincia di Bergamo, 2008 e Comune di Bergamo, 2009

## CAPITOLO 7 – ENERGIA

L'analisi del tema energia parte dall'approfondimento dei dati relativi al consumo energetico nel comune di Bergamo<sup>8</sup>. Come mostra il seguente grafico 7.1 e la tabella 7.2, nel 2007, ultimo dato disponibile, quasi la metà (il 49,4%) dei consumi energetici totali sono stati coperti da gas naturale. Il secondo vettore energetico più utilizzato è l'energia elettrica con una percentuale che sfiora il 30% seguono il gasolio con il 13,7% e la benzina con poco più del 5%.

**Grafico 7.1 – Consumi energetici nel Comune di Bergamo (2007)**



Fonte: Cestec – Sirena Regione Lombardia

Vi sono sostanziali e interessanti differenze tra i diversi settori.

---

<sup>8</sup> I dati utilizzati per inquadrare il tema del consumo energetico, articolati per fonti e utilizzatori, sono derivati da Cestec – Regione Lombardia e costituiscono la medesima base informativa utilizzata per l'elaborazione del Piano energetico comunale a cui si rimanda per gli eventuali approfondimenti sul tema.

**Tabella 7.2 – Consumi energetici – tep (2005-2007)**

<b>Settore RESIDENZIALE</b>												
Anni	ENERGIA ELETTRICA	GAS NATURALE	GASOLIO	BENZINA	GPL	BIOCOMBUSTIBILI	OLIO COMBUSTIBILE	BIOMAS SE	SOLARE TH	TLR CONVENZIONALE	GEOTERMIA	Totale
2005	10627,72	69552,37	9573,07		540,59		258,56	1284,18	3,19	523,90	6,08	92369,67
2006	10816,40	67863,47	7656,39		487,84		74,70	1172,15	28,37	943,25	7,57	89050,12
2007	10680,95	64033,36	6144,34		445,34		30,39	1076,45	42,85	1905,84	7,47	84367,00

<b>Settore TERZIARIO</b>												
Anni	ENERGIA ELETTRICA	GAS NATURALE	GASOLIO	BENZINA	GPL	BIOCOMBUSTIBILI	OLIO COMBUSTIBILE	BIOMAS SE	SOLARE TH	TLR CONVENZIONALE	GEOTERMIA	Totale
2005	31942,92	45877,88	1615,16		184,51		43,62		0,93	296,95	43,03	80005,00
2006	36040,23	45602,85	1304,33		170,50		12,73		1,49	536,81	54,34	83723,28
2007	35856,01	42895,11	1041,80		155,18		5,15		3,15	1089,05	54,34	81099,80

<b>Settore AGRICOLTURA</b>												
Anni	ENERGIA ELETTRICA	GAS NATURALE	GASOLIO	BENZINA	GPL	BIOCOMBUSTIBILI	OLIO COMBUSTIBILE	BIOMAS SE	SOLARE TH	TLR CONVENZIONALE	GEOTERMIA	Totale
2005	30,61	10,87	149,46	0,24								191,18
2006	32,15	10,08	148,94	0,23								191,40
2007	32,37	9,26	148,94	0,23								190,79

<b>Settore INDUSTRIA</b>												
Anni	ENERGIA ELETTRICA	GAS NATURALE	GASOLIO	BENZINA	GPL	BIOCOMBUSTIBILI	OLIO COMBUSTIBILE	BIOMAS SE	SOLARE TH	TLR CONVENZIONALE	GEOTERMIA	Totale
2005	23451,28	16980,75	111,00		175,37		857,43		0,17	27,57		41603,57
2006	24137,00	16856,35	87,18		159,12		829,17		0,34	53,68		42122,85
2007	24341,76	15734,18	95,60		141,53		775,39		0,85	116,68		41205,99

<b>Settore TRASPORTI</b>												
Anni	ENERGIA ELETTRICA	GAS NATURALE	GASOLIO	BENZINA	GPL	BIOCOMBUSTIBILI	OLIO COMBUSTIBILE	BIOMAS SE	SOLARE TH	TLR CONVENZIONALE	GEOTERMIA	Totale
2005	845,88	224,50	23436,16	14608,61	461,70	384,29						39961,15
2006	898,99	249,41	24891,81	14111,84	532,90	513,73						41198,67
2007	942,24	236,60	26546,72	12834,29	599,12	640,34						41799,30

Fonte: Cestec – Sirena Regione Lombardia

Per quanto riguarda il consumo energetico specifico del **settore residenziale** si nota come, nel 2007, quasi il 76% del consumo complessivo è costituito da gas naturale (rispetto ad un'incidenza complessiva, mostrata nel grafico 7 di poco meno del 50%). Il secondo vettore energetico più utilizzato è l'energia elettrica con il 12,6% e il gasolio con circa il 7%. Le altre fonti energetiche coprono frazioni trascurabili del consumo totale. Nell'arco di tempo considerato si nota come il consumo di energia elettrica è in costante crescita, la quota di gas naturale è pressoché costante, mentre diminuisce in modo netto l'uso di gasolio. Anche se ancora non significativo in termini quantitativi si segnala l'aumento del teleriscaldamento negli anni considerati.

Il **settore terziario** consuma per il 53% gas naturale e per il 44% energia elettrica. Dall'analisi del trend temporale emerge come progressivamente il consumo di gas naturale tenda a diminuire e quello di energia elettrica ad aumentare: solo nel 2005 il gas copriva più del 57% dei consumi e l'elettricità meno del 40%.

L'**agricoltura** dipende in modo preponderante dal consumo di gasolio che infatti copre circa il 78% dei consumi complessivi.

L'**industria** utilizza in prevalenza energia elettrica, per il 59% dei consumi complessivi, seguita da gas naturale per il 38% e il trend è il medesimo evidenziato per il settore terziario con un progressivo aumento percentuale nell'uso di energia elettrica a discapito del gas naturale.

Nel settore dei **trasporti** si evidenzia come il 63% del consumo sia costituito da gasolio, quota in costante crescita, seguito da 30% benzina.

Il consumo di gas ad uso civile e industriale nella città di Bergamo, nel 2009, si è attestato su poco più di 123 milioni di m<sup>3</sup> di cui l'87% circa a scopo civile. Negli anni considerati dal 2006 al 2009, ad eccezione del 2007, il consumo complessivo di gas è stato in costante aumento, in particolare però, dall'analisi dei settori utilizzatori, emerge che dal 2008 al 2009 l'aumento del consumo è provocato dal settore civile in quanto la quota industriale risulta in questi anni in contrazione.

**Tabella 7.3 – Consumi di gas (m<sup>3</sup>)**

	2006	2007	2008	2009
USO CIVILE	101.861.749	96.824.373	102.884.544	107.602.319
USO INDUSTRIALE	16.940.331	16.471.358	17.609.084	15.792.752
<b>Totale</b>	<b>118.802.080</b>	<b>113.295.731</b>	<b>120.493.627</b>	<b>123.395.071</b>

Fonte. A2A

L'amministrazione comunale di Bergamo 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 delinea 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.

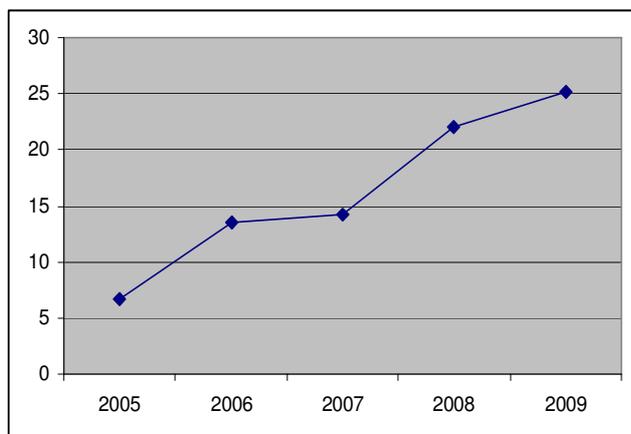
Uno degli elementi cardine della strategia di sviluppo energetico sostenibile a livello locale è sicuramente lo **sviluppo del teleriscaldamento**. Nel 2009 l'estensione della rete di teleriscaldamento ha superato i 25 km e 2,2 milioni di m<sup>3</sup> di volumetria allacciata complessiva (cfr tabella 7.4 e grafici 7.5 e 7.6).

**Tabella 7.4 – Sviluppo del servizio di teleriscaldamento**

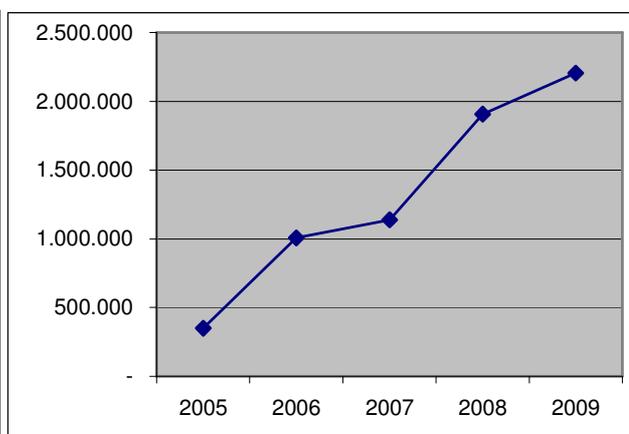
	Estensione rete (km)	Volumetria allacciata (m <sup>3</sup> )
<b>2005</b>	6,7	351.000
<b>2006</b>	13,5	1.005.382
<b>2007</b>	14,2	1.140.020
<b>2008</b>	22	1.907.072
<b>2009</b>	25,1	2.203.656

Fonte: A2A

**Grafico 7.5 – Estensione rete (km)**



**Grafico 7.6 – Volumetria allacciata (m<sup>3</sup>)**



Fonte: nostra elaborazione su dati A2A

All'interno delle previsioni del PGT (Piano di Governo del Territorio) del Comune di Bergamo nel PUGSS, si ipotizza uno sviluppo della rete in termini di volumetria, a regime, allacciata fino a circa 12 milioni di m<sup>3</sup>.

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**.

Per quanto riguarda il fotovoltaico, dalle rilevazioni del GSE, risultano attivi nel comune di Bergamo 67 impianti per una potenza complessiva pari a circa 413,6 kWh a cui si aggiunge l'impianto gestito da A2A (sulla copertura della sede in via Suardi) che, nel 2009 ha prodotto 20 MWh.

Nel comune di Bergamo sono installati 17 impianti (composti complessivamente da 265 sonde geotermiche) per lo sfruttamento dell'energia geotermica a bassa entalpia con una potenza pari a circa 788 kW (Fonte: Provincia di Bergamo).



notturno. La porzione di Asse Interurbano considerata va da Bonate Sopra a Seriate e riporta nel complesso i seguenti valori di esposizione della popolazione:

**Tabella 8.2 – Asse Interurbano Popolazione esposta al rumore**

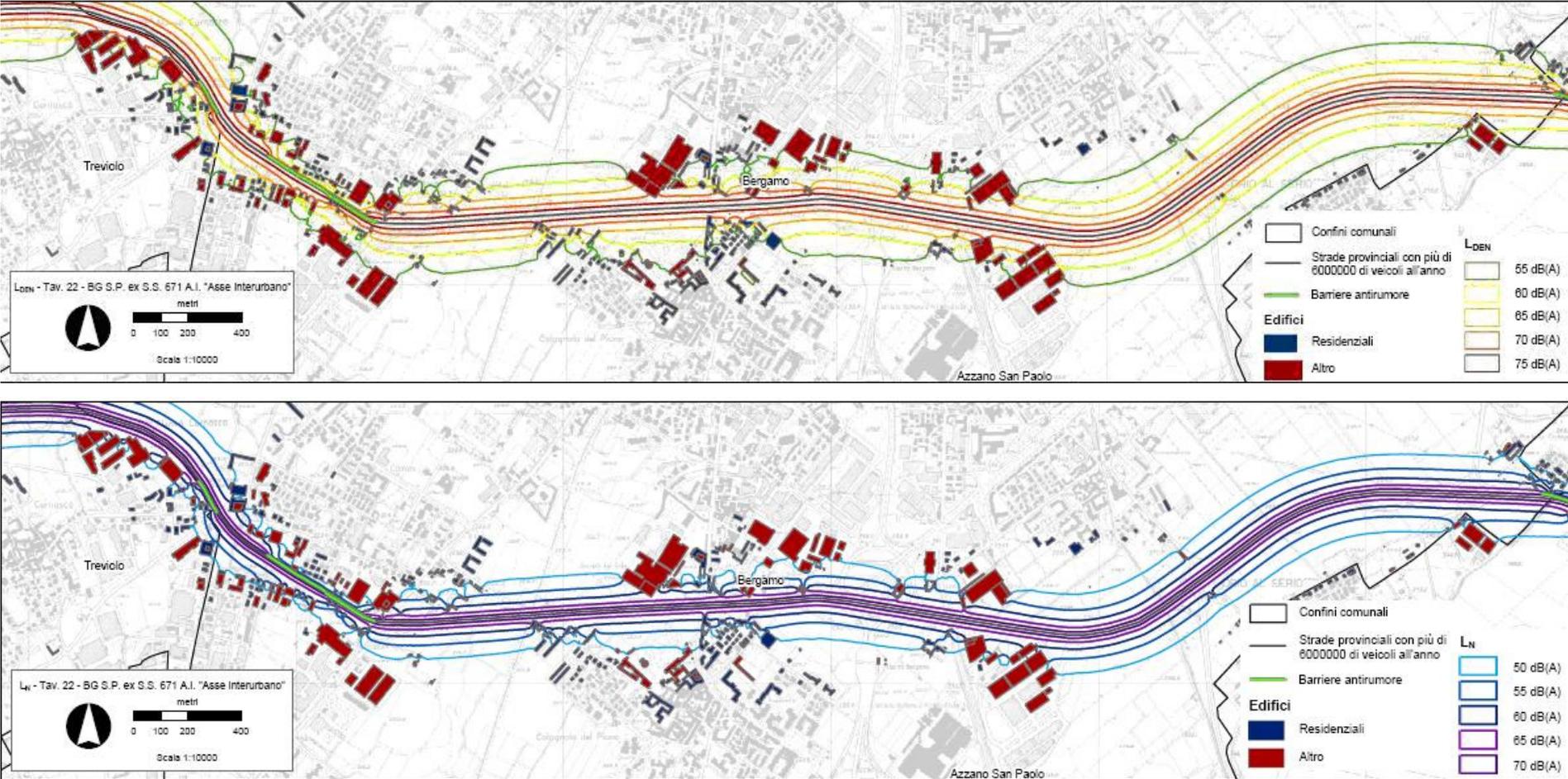
<b>L den</b>				
<b>55-59 dBA</b>	<b>60-64 dBA</b>	<b>65-69 dBA</b>	<b>70-74 dBA</b>	<b>&gt;75 dBA</b>
700	400	200	200	0
<b>L night</b>				
<b>50-54 dBA</b>	<b>55-59 dBA</b>	<b>60-64 dBA</b>	<b>65-69 dBA</b>	<b>&gt;70 dBA</b>
500	300	200	100	0

Fonte: Provincia di Bergamo, 2008

Metà della popolazione considerata è esposta a livelli di rumore diurni al di sotto dei 59 dBA, mentre la restante metà circa a livelli di rumore tra 60dBA e 74 dBA; analoga situazione per i livelli di rumore notturno, che vengono scalati di 5 dBA (50% popolazione sotto 54 dBA, 50% popolazione tra 55dBA e 69 dBA).

La figura riportata nella pagina seguente mostra gli edifici esposti ai livelli di rumore stradale dell'Asse interurbano nel tratto presente sul Comune di Bergamo.

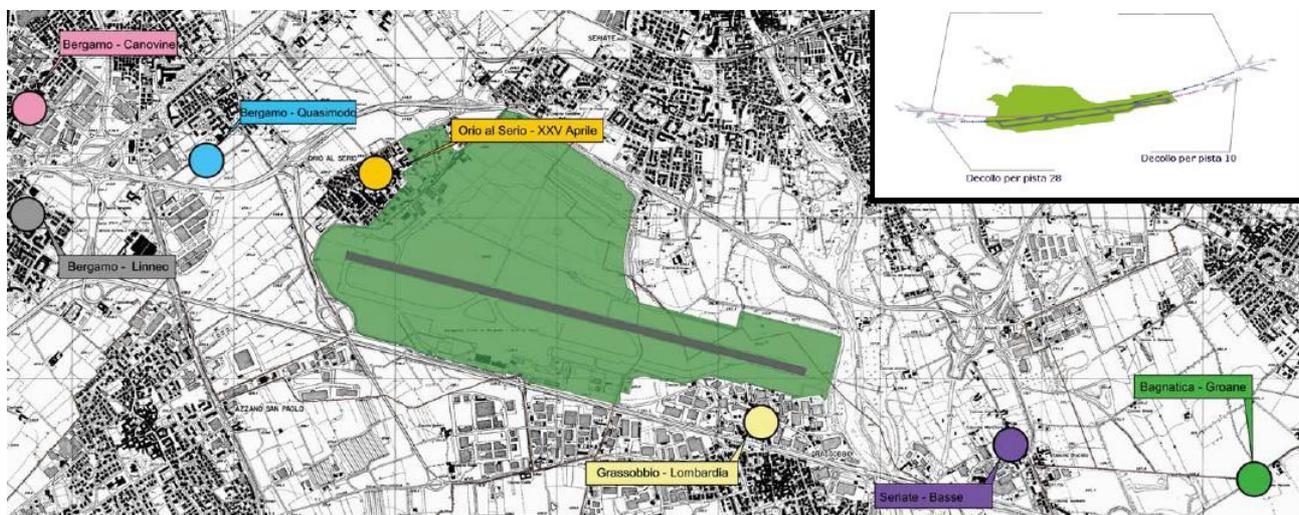
Figura 8.3 – Asse Interurbano Edifici esposti a rumore (Lden e Lnigt)



Fonte: Provincia di Bergamo, 2008

Per quanto riguarda il rumore aeroportuale, la rete di monitoraggio attiva nell'intorno dell'aeroporto di Orio al Serio, riporta i valori riassunti in tabella.

**Figura 8.4 – Rete di monitoraggio del rumore aeroportuale - aeroporto Orio al Serio**



Fonte: SACBO, 2009

I superamenti del valore di 60LVA si sono registrati in tutte le stazioni (ad eccezione della stazione di S. Pietro ai campi, oggi dismessa) per tutti gli anni considerati (ad eccezione della stazione di via Canovine nel 2009); i maggiori superamenti sono stati rilevati presso la stazione di via Quasimodo.

**Tabella 8.5 – Rumore aeroportuale annuale aeroporto Orio al Serio**

Stazione	2003	2004*	2005	2006	2007	2008	2009
Bergamo S. Pietro ai campi	54,7	53,0	55,8	55,4	55,2 <sup>1</sup>	-	-
Bergamo via Linneo	-	-	-	-	-	61,5	61,1
Bergamo via Quasimodo	-	-	-	61,3 <sup>2</sup>	62,5	63,1	63,0
Bergamo via Canovine	-	-	-	-	-	60,1	59,2

Fonte: SACBO, anni vari

1. La media annuale è stata effettuata considerando otto mesi anziché dodici a causa dell'indisponibilità di alcuni dati

2. La media annuale è stata effettuata considerando quattro mesi anziché dodici poiché il posizionamento della centralina è avvenuto verso la fine dell'anno

Per concludere la disamina del rumore generato dai mezzi e dalle infrastrutture di trasporto, la Società Rete Ferroviaria Italiana ha trasmesso, nel mese di novembre 2009, l'ultimo aggiornamento del Piano degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore ai sensi del D.M. 29.11.2000. Nella sintesi della caratterizzazione acustica del sito effettuata in tale sede si evidenziano 51 ricettori esposti complessivi, 4 ricettori isolati e 7 ricettori particolarmente sensibili (scuole, ospedali, case di cura e di riposo). Le analisi effettuate mostrano un livello continuo equivalente medio ante-operam pari a 64,0 dB(A) diurno e 56,7 dB(A) notturno; tali valori subiranno un abbassamento in seguito agli

interventi previsti stimato in 50,9 dB(A) per il livello continuo equivalente medio post-operam diurno e 43,6 dB(A) per il livello continuo equivalente medio post-operam notturno. Gli interventi di risanamento acustico previsti dal piano riguardano sia l'installazione di barriere antirumore (4 lungo la linea Seregno/Rovato e 8 lungo la linea Treviglio/Bergamo) che interventi diretti sui corpi ricettori (4 interventi diretti sui ricettori isolati) con un risultato atteso di miglioramento del livello di rumore per 44 ricettori.

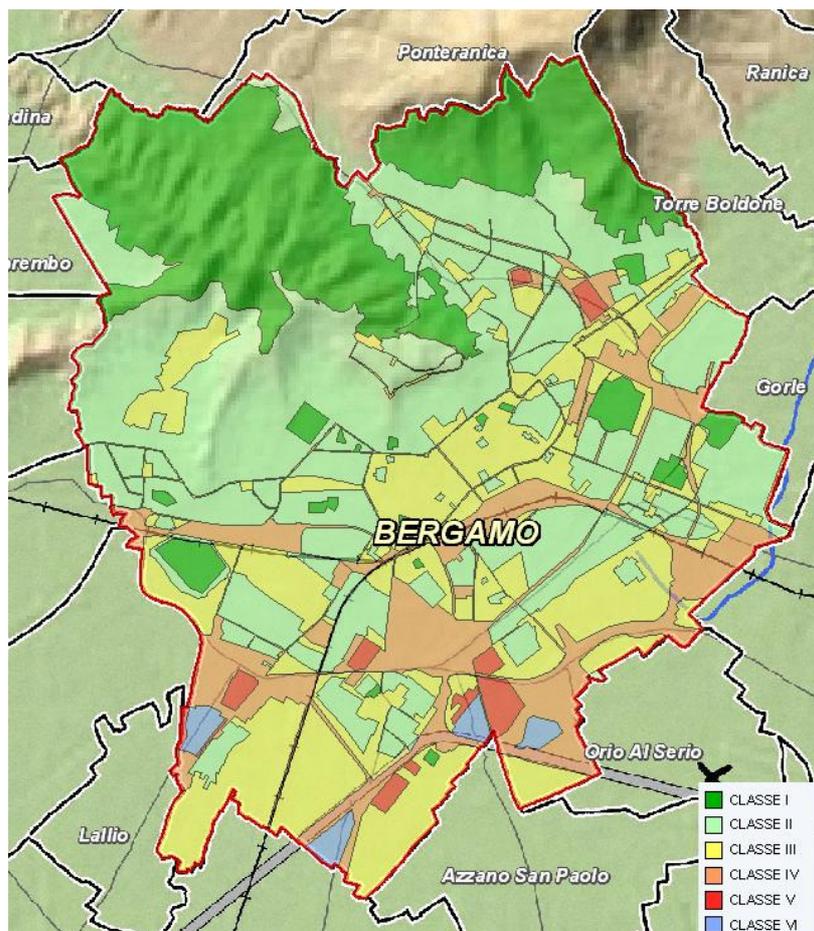
Il piano di zonizzazione acustica del Comune di Bergamo, in vigore dal 2001, suddivide la città in 6 "classi", in base ai livelli di rumorosità ammessi e riportati in tabella.

**Tabella 8.6 – Livelli di rumorosità ammessi**

	<b>Classe acustica</b>	<b>Valori limite di emissione in dB(A)</b>	<b>Valori limite assoluti di immissione in dB(A)</b>	<b>Valori di qualità in dB(A)</b>	<b>Valori di attenzione in dB(A) riferiti a un'ora</b>
Periodo diurno	I – Aree particolarmente protette	45	50	47	60
	II – Aree prevalentemente residenziali	50	55	52	65
	III – Aree di tipo misto	55	60	57	70
	IV – Aree di intensa attività umana	60	65	62	75
	V – Aree prevalentemente industriali	65	70	67	80
	VI – Aree esclusivamente industriali	65	70	70	70
Periodo notturno	I – Aree particolarmente protette	35	40	37	45
	II – Aree prevalentemente residenziali	40	45	42	50
	III – Aree di tipo misto	45	50	47	55
	IV – Aree di intensa attività umana	50	55	52	60
	V – Aree prevalentemente industriali	55	60	57	65
	VI – Aree esclusivamente industriali	65	70	70	70

Fonte: nostra elaborazione da legislazione

Figura 8.7 – Zonizzazione acustica del Comune di Bergamo



Fonte: Comune di Bergamo, 2001

Gran parte del territorio a nord del Comune rientra in classe I o II, mentre il restante rientra per lo più in classe III o IV, poche e relativamente piccole le porzioni di territorio in classe V o VI. Nell'ambito della redazione del Piano di Governo del Territorio è oggi in corso l'aggiornamento della zonizzazione acustica comunale.

Un piccolo approfondimento merita il rumore generato dalle attività di igiene ambientale svolte in fascia notturna: la relazione effettuata per la sua valutazione ha evidenziato un contributo in termini di fonti di inquinamento acustico da parte delle operazioni di raccolta del vetro e del barattolame, i cui effetti, pur essendo di brevissima durata, raggiungono livelli di rumorosità massima estremamente elevati. Al fine di mitigare l'impatto la società che si occupa della raccolta rifiuti ha messo in atto un intervento organizzativo tale da far concludere la raccolta dei predetti rifiuti entro le ore 22.30. La relazione tratta anche del rumore generato dallo spazzamento stradale che viene assimilato alle fonti di inquinamento acustico connesse al normale traffico veicolare.

Rispetto agli interventi di risanamento acustico posti in atto, la Relazione sui dati del Rumore ambientale ha evidenziato la posa di più di 6.000 mq di barriere fonoassorbenti, negli anni 2006 e 2007 (2006 – 3.603 mq, 2007 – 2.683 mq); a questi si aggiungono i 1.845 mq posati lungo il viadotto Boccaleone nel 2009 che a loro volta completano i 380 mq circa posati tra il 2000 e il 2003.

## CAPITOLO 9 - CAMPI ELETTROMAGNETICI E RADIAZIONI IONIZZANTI

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 radiobase, utilizzate per diffondere il segnale utilizzato dai telefoni cellulari e operanti alle bande di frequenza di 900 e 1.800 MHz e le stazioni radiotelevisive, operanti a frequenze variabili e indicativamente comprese tra alcune centinaia di kHz delle stazioni radio in modulazione di ampiezza e alcune centinaia di MHz delle trasmissioni televisive. Sul territorio comunale risultano essere presenti 208 sorgenti a radiofrequenza (33 in più rispetto alla scorsa edizione della RSA), per lo più stazioni radio base e Ponti radio, come mostra la tabella seguente.

**Tabella 9.1 – Sorgenti a radiofrequenza**

<b>Tipologia sorgente</b>	<b>N.</b>
Impianti Radio	10
Impianti TV	12
Stazioni Radio Base	107
Ponti radio	59
Microcelle	18
Impianti Wi-Fi	2
<b>Totale</b>	<b>208</b>

Fonte: ARPA Bergamo, 2009

Rispetto ai livelli ambientali dei campi elettrici generati sono state effettuate tra il 2005 e il 2009 175 rilevazioni sulle sorgenti a radio frequenza sopra descritte; tutte le analisi hanno prodotto valori compresi tra 0,3 V/m e 6,0 V/m, rivelandosi al di sotto dell'obiettivo di qualità del campo elettrico fissato in 6,0 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. La lunghezza dei tratti di linee elettriche in aree urbanizzate permette di valutare, in termini potenziali, la lunghezza complessiva delle linee per il trasporto di energia elettrica che possono, in alcuni casi, trovarsi in prossimità di ambienti abitativi. 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 metri di lunghezza il 29%

attraversa aree urbanizzate. Rispetto ai livelli ambientali dei campi magnetici generati sono state effettuate tra il 2005 e il 2009 20 rilevazioni sulle linee elettriche a 50 Hz; tutte le indagini hanno prodotto valori compresi fra 0,0  $\mu\text{T}$  e 2  $\mu\text{T}$ , ampiamente al sotto della soglia dei 3  $\mu\text{T}$ , obiettivo di qualità del campo magnetico.

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 di 200  $\text{Bq/m}^3$  e 400  $\text{Bq/m}^3$

**Tabella 9.2 – Campagna rilevamento Radon**

<b>Scuola</b>	<b>Piano</b>	<b>Bq/m<sup>3</sup></b>
<b>Scuola media Camozzi – via Pinetti 25</b>	terra	15 +/- 4
	terra	25 +/- 5
	terra	28 +/- 6
	terra	22 +/- 5
	terra	28 +/- 6
	terra	22 +/- 5
	terra	32 +/- 7
	terra	40 +/- 9
<b>Scuola primaria Papa Giovanni XXIII – via Righi 2</b>	seminterrato	31 +/- 7
	terra	11 +/- 3
	terra	19 +/- 4
<b>Scuola dell'infanzia Monterosso – via Righi 2/via G.Cesare</b>	terra	18 +/- 4
	terra	19 +/- 5
	terra	96 +/- 20
	seminterrato	31 +/- 7
<b>Asilo nido comunale Monterosso – via L. Da Vinci</b>	terra	27 +/- 7
	terra	35 +/- 8
	terra	46 +/- 9
	seminterrato	79 +/- 16
	seminterrato	80 +/- 17

Fonte: ARPA Bergamo, 2009

## CAPITOLO 10 - MOBILITA' E TRASPORTI

Dal punto di vista della mobilità e dei trasporti presenti nel Comune di Bergamo, l'indice di motorizzazione nel 2008 ammonta a 0,61 veicoli/abitanti, dato inferiore alle media provinciale (0,71 veicoli/ab) e invariato rispetto alla precedente edizione della RSA.

I dati ottenuti dalle indagini effettuate per l'aggiornamento del Piano Urbano del Traffico evidenziano sulle radiali della rete stradale del Comune di Bergamo i seguenti flussi medi:

- radiali interne - flusso complessivo di circa 91.000 veicoli, con una prevalenza del traffico in ingresso che conta circa 58.000 veicoli, rispetto ai circa 33.000 del traffico in uscita;
- radiali esterne - flusso bidirezionale complessivo di quasi 160.000 veicoli con una prevalenza del traffico in ingresso (86.000 ca. veicoli) rispetto a quello in uscita (70.600 ca. veicoli).

La relazione effettua anche un approfondimento del traffico presente nelle due ore di punta, corrispondenti, per la fascia del mattino, all'ora tra le 7:30 e le 8:30, mentre per la fascia pomeridiana all'ora tra le 17:00 e le 18:00. Le figure seguenti riportano i dati dei flussi registrati nelle ore di punta per singola sezione e direzione di rilievo. I dati sono stati raggruppati per gruppi di sezioni di cui si riportano i flussi totali (per le radiali) e medi (per tutti gli altri gruppi).

Il maggiore traffico nelle ore di punta si conferma essere presente sulle radiali esterne (circa 27.000 veicoli) ed interne (circa 13.500 veicoli), seguite dall'asse interurbano e dalle altre strade urbane e che sopportano nelle ore di punta circa 9.000 veicoli.

Per quanto concerne la composizione del traffico, per tutti i gruppi di sezioni interni alla città vi è una presenza di autovetture intorno al 90%, con punte del 93,6% nelle strade di accesso alla città alta. I veicoli commerciali in questi gruppi di sezioni corrispondono ad una quota compresa tra il 5,0% ed il 7,5%. La quota rappresentata dagli autobus è invece compresa tra l'1,0% ed il 2,5%. Per le sezioni della circonvallazione, dell'asse interurbano e delle radiali esterne, le autovetture rappresentano sempre la componente principale del traffico ma con un'incidenza inferiore.

**Figura 10.1 – Flussi di traffico delle ore di punta – Radiali interne**

Sezione	Strada	Mattina 7:30 - 8:30			Sera 17:00 - 18:00		
		Ingresso	Uscita	Totale	Ingresso	Uscita	Totale
1	Via Battisti	1012	685	1697	696	1443	2139
2	Via Suardi	958	-	958	783	-	783
3	Via Ghislandi	710	193	903	414	472	886
4	Via Borgo Palazzo	1148	236	1384	895	400	1295
5	Via Don Bosco	1043	839	1882	828	1020	1848
6	Via Autostrada	740	686	1426	533	714	1247
7	Via San Giorgio	1067	681	1748	943	1007	1950
8	Via San Bernardino	719	-	719	531	-	531
9	Via Moroni	-	480	480	-	562	562
10	Via Broseta	360	293	653	317	312	629
11	Via Mazzini	428	343	771	335	210	545
12	Via Statuto	248	379	627	202	193	395
13	V.le V. Emanuele II	750	-	750	614	-	614
<b>Totale</b>		<b>9183</b>	<b>4815</b>	<b>13998</b>	<b>7091</b>	<b>6333</b>	<b>13424</b>

Fonte: Comune di Bergamo, 2006

**Figura 10.2 – Flussi di traffico delle ore di punta – Strade urbane del centro**

Sezione	Strada	Mattina 7:30 - 8:30			Sera 17:00 - 18:00		
		Ingresso	Uscita	Totale	Ingresso	Uscita	Totale
14	Viale Papa Giovanni	1259	705	1964	1076	775	1851
15	Viale Roma	972	913	1885	944	421	1365
16	Via Verdi	521	489	1010	447	694	1141
17	Via Garibaldi	786	769	1555	778	757	1535
18	Via Camozzi	1204	383	1587	874	704	1578
19	Via Camozzi	1009	565	1574	1112	690	1802
20	Via Mai	1225	87	1312	1131	97	1228
21	Via Paleocapa	-	1487	1487	-	1888	1888
22	Via Bonomelli	1822	-	1822	2000	-	2000
23	Via Bono	-	770	770	-	868	868
<b>Media</b>		<b>1100</b>	<b>685</b>	<b>1497</b>	<b>1045</b>	<b>766</b>	<b>1526</b>

Fonte: Comune di Bergamo, 2006

**Figura 10.3 – Flussi di traffico delle ore di punta – Radiali esterne**

Sezione	Strada	Mattina 7:30 - 8:30			Sera 17:00 - 18:00		
		Ingresso	Uscita	Totale	Ingresso	Uscita	Totale
24	Via Pontesecco	2152	1308	3460	974	1259	2233
25	Via Corridoni	313	383	696	574	830	1404
26	Via Correnti	1786	1190	2976	1437	1727	3164
27	Via Bersaglieri	1156	612	1768	697	843	1540
28	Via Borgo Palazzo	670	576	1246	582	716	1298
29	Via Lunga	676	822	1498	725	945	1670
30	Via Orio	823	689	1512	764	777	1541
31	Via Zanica	1168	817	1985	967	1150	2117
32	Via Autostrada	2163	1946	4109	2115	2122	4237
33	Via Stezzano	666	782	1448	658	717	1375
34	Via Grumello	1184	1197	2381	1220	1141	2361
35	Treviolo	547	429	976	497	543	1040
36	Via Bergamo (SS342)	1576	1043	2619	1537	1232	2769
<b>Totale</b>		<b>14880</b>	<b>11794</b>	<b>26674</b>	<b>12747</b>	<b>14002</b>	<b>26749</b>

Fonte: Comune di Bergamo, 2006

**Figura 10.4 – Flussi di traffico delle ore di punta – Circonvallazione**

Sezione	Strada	Mattina 7:30 - 8:30			Sera 17:00 - 18:00		
		Orario	Antiorario	Totale	Orario	Antiorario	Totale
37	Circonv. Fabriciano	1071	639	1710	644	846	1490
38	Circonv. delle Valli	2902	2810	5712	2443	2562	5005
39	Circonv. Mugazzone	2021	2681	4702	2197	1711	3908
40	Circonv. Pompignano	3750	4011	7761	4157	3732	7889
41	Circonv. Leuceriano	2394	2095	4489	1835	2430	4265
Media		2428	2447	4875	2255	2256	4511

Fonte: Comune di Bergamo, 2006

**Figura 10.5 – Flussi di traffico delle ore di punta – Altre strade urbane**

Sezione	Strada	Mattina 7:30 - 8:30			Sera 17:00 - 18:00		
		Ingresso	Uscita	Totale	Ingresso	Uscita	Totale
42	Via Palma il Vecchio	561	804	1365	523	874	1397
43	Galleria Conca d'Oro	696	724	1420	556	633	1189
44	Via D'Acquisto	1226	889	2115	1105	914	2019
45	Via M.L. King	760	913	1673	708	877	1585
46	Via Broseta	992	513	1505	566	727	1293
47	Via Sombreno	222	965	1187	916	190	1106
Media		4457	4808	9265	4374	4215	8589

(\*) Orario - Antiorario

Fonte: Comune di Bergamo, 2006

**Figura 10.6 – Flussi di traffico delle ore di punta – Asse interurbano**

Sezione	Strada	Mattina 7:30 - 8:30			Sera 17:00 - 18:00		
		Ingresso	Uscita	Totale	Ingresso	Uscita	Totale
48	Asse Interurbano Est	3035	2727	5762	2920	2911	5831
49	Asse Interurbano Ovest	2182	1051	3233	2248	1021	3269
Media		2609	1889	4498	2584	1966	4550
Totale		5217	3778	8995	5168	3932	9100

Fonte: Comune di Bergamo, 2006

**Figura 10.7 – Flussi di traffico delle ore di punta – Città alta**

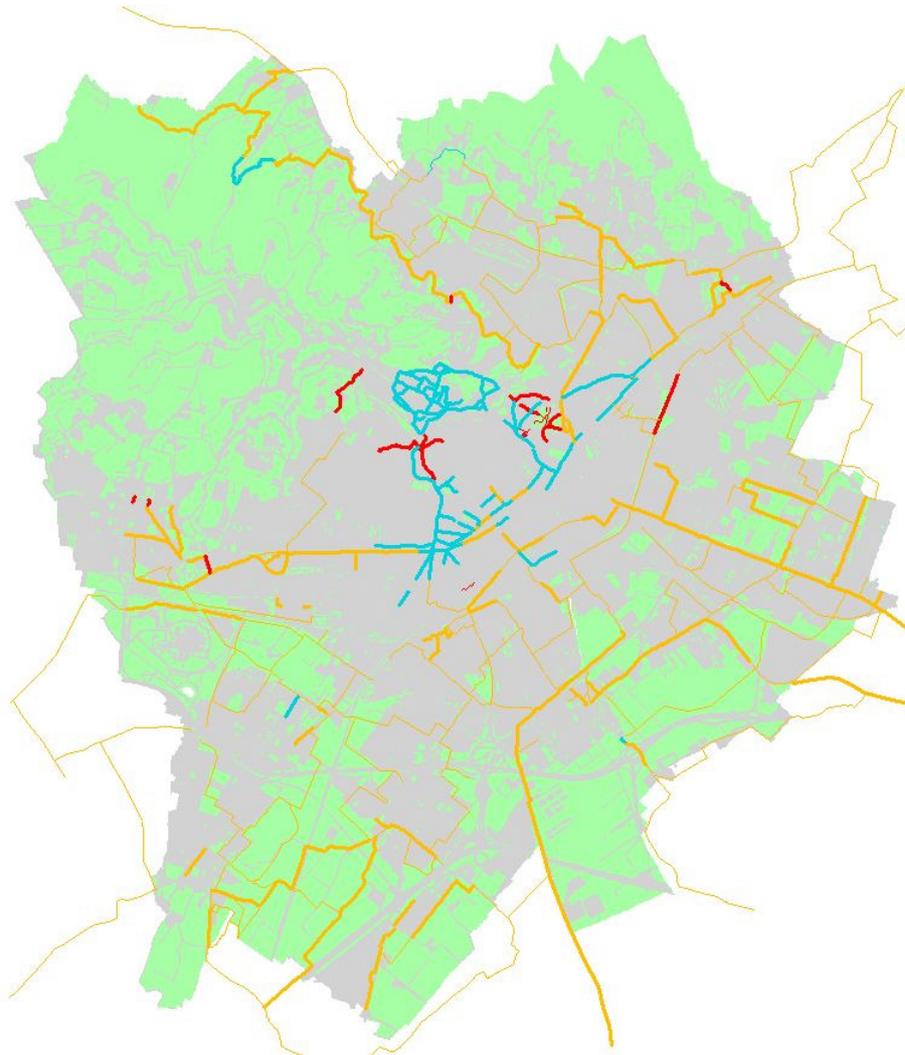
Sezione	Strada	Mattina 7:30 - 8:30			Sera 17:00 - 18:00		
		Ingresso	Uscita	Totale	Ingresso	Uscita	Totale
50	Porta Garibaldi	327	152	479	183	258	441
51	Via Beltrami	125	109	234	78	140	218
52	Via Sudorno	267	80	347	88	133	221
53	Via Borgo Canale	157	140	297	114	108	222
54	Viale delle Mura	364	214	578	278	241	519
55	Via della Fara	226	316	542	366	202	568
Totale		1466	1011	2477	1107	1082	2189

Fonte: Comune di Bergamo, 2006

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 2200 veicoli/ora/corsia) e alle strade a una carreggiata (max 3200/3400 veicoli/ora) è possibile constatare un sostanziale rispetto della capacità di carico con alcune eccezioni sulle radiali esterne e sulla circonvallazione.

Analizzando la tematica della mobilità dolce, la figura seguente mostra la rete dei percorsi ciclabili (arancio), pedonali (rosso) e delle Zone a Traffico Limitato (ZTL azzurro) prevista dal Piano di Governo del Territorio. Rispetto all'intera rete prevista (più di 130.000 kmq), il 34% è ad oggi esistente (con tratto più marcato è evidenziata la rete esistente rispetto a quella in previsione); tale ripartizione varia se consideriamo le singole tipologie: i percorsi pedonali sono al 75% già esistenti, le piste ciclabili al 31%, le ZPL raggiungono il 100%.

**Figura 10.8 – Rete mobilità dolce**



Fonte: Comune di Bergamo, 2009

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 290 km, di cui 289,154 km autobus e 0,846 km funicolare urbana; le fermate ammontano a 1.030 con un bacino di utenza potenziale stimato intorno ai 117.000 utenti per il trasporto pubblico nel Comune di Bergamo e 320.000 sulla rete urbana totale. La tabella seguente riporta alcuni dati sul Trasporto Pubblico Urbano per gli anni 2005, 2006, 2007, 2008 e 2009. I km percorsi totali si aggirano intorno ai 7.250.000 ad eccezione del 2009 dove subiscono una leggera contrazione. I passeggeri trasportati sono costantemente cresciuti, con particolare riferimento, negli ultimi anni, alla funicolare urbana.

**Tabella 10.9 – Trasporto Pubblico Urbano**

TPU		2005	2006	2007	2008	2009*
Km percorsi (vetture-km)	Totale	7.200.000	7.289.599	7.294.185	7.245.562	7.035.468
	Autobus	7.157.380	6.896.519	6.891.485	6.889.542	6.636.168
	Funicolare	42.620	393.080	402.700	356.020	399.300
Passeggeri trasportati (pass/anno)	Totale	28.000.000	29.635.144	30.605.760	31.033.212	31.077.472
	Autobus	27.000.000	28.635.144	29.587.720	29.316.537	29.152.108
	Funicolare	1.000.000	1.000.000	1.018.040	1.716.675	1.925.364
Autobus in servizio		201	201	206	204	204
N. medio passeggeri per autobus		n.r.	21,20	23,34	25,07	26,9
Coefficiente di occupazione autobus		n.r.	21,25%	23,45%	24,08%	26,01%

nr: non rilevato

Fonte: Comune di Bergamo, anni vari

\* Nel corso dell'anno 2009 entra in esercizio anche la Tramvia T1 Bergamo – Albino, maggiori dettagli vengono riportati di seguito.

Nel corso degli anni considerati si registra un incremento sia del numero medio di passeggeri per autobus sia del relativo coefficiente di occupazione che nel 2009 si attesta intorno al 26%, evidenziando comunque margini di miglioramento.

È importante citare anche la recente messa in esercizio della linea tramviaria T1 che riutilizza, con i relativi adeguamenti, il sedime delle ex "Ferrovie delle Valli", collegando Bergamo ad Albino. Il tracciato della linea T1 Bergamo-Albino è lungo 12,5 Km, con un numero complessivo di 16 fermate (comprese le due stazioni di testa).

**Figura 10.10 – Tracciato e fermate della Tramvia T1 Bergamo - Albino**



Fonte: TEB Tramvie Elettriche Bergamasche, 2010

La tranvia attraversa i Comuni di Bergamo, Torre Boldone, Ranica, Alzano Lombardo, Nembro ed Albino, interessando una popolazione di oltre 220.000 abitanti. Nel periodo tra il 27/04/2009 e il 31/12/2009, la tramvia T1 ha trasportato 1.372.700 passeggeri per un totale di 323.821 km percorsi.

## 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. Se da un lato, diversi inquinanti storicamente problematici come il biossido di zolfo, il monossido di carbonio e il benzene non sono più una criticità, grazie ai numerosi progressi tecnologici che hanno interessato negli ultimi anni il settore dei trasporti e in parte quello del riscaldamento degli edifici, vi sono altri inquinanti che presentano superamenti dei valori limite di legge, in particolare biossido di azoto, PM10 (particolato fine) e Ozono.

Il biossido di azoto ha presentato nel 2009 una situazione anomala rispetto agli anni precedenti considerati; mentre, infatti, non si sono avuti superamenti dei limiti di legge dal 2005 al 2008, nel 2009 i casi di concentrazioni superiori al valore di riferimento sono stati diversi. Tra gli aspetti da considerare per valutare questa situazione preme ricordare sia il fatto che il limite di legge è definito in modo di anno in anno più stringente, sia che un solo anno di comportamento critico per uno specifico inquinante potrebbe non essere significativo, in quanto influenzato da fattori meteo climatici particolari e, quindi, non essere indicativo 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, in cui 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 che si instaurano sulla pianura lombarda in inverno, oltre alle caratteristiche geografiche della regione. Durante le fasi di stabilità atmosferica, le calme di vento e 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 sempre significativo, in tutti gli anni considerati con un lieve miglioramento a partire dal 2008. L'influenza dei fattori climatici, in particolare la piovosità, porta a considerare con cautela questo trend positivo, ma sicuramente si tratta di un fenomeno che andrà monitorato con attenzione nei prossimi anni.

Anche per quanto riguarda l'ozono, la situazione di criticità nei mesi estivi per questo inquinante per il comune di Bergamo è anch'esso un aspetto condiviso a livello regionale. Negli ultimi anni dal 2007 al 2009 il numero di superamenti mostra una lieve tendenza alla diminuzione, individuando, come nel caso del PM10, un trend positivo da monitorare e confermare nei prossimi anni.

### **Acque superficiali e sotterranee**

Dal punto di vista dei consumi idrici si evidenzia un calo dalla precedente edizione della RSA datata 2005. La stima della perdita di rete oscilla negli ultimi due anni tra il 16,1% e il 18,6%. La maggior parte delle zone urbanizzate è fornita di rete fognaria per un totale di abitanti serviti pari a 93%. Si registra una buona copertura dell'impianto di depurazione e l'assenza di problematiche ambientali rilevanti. In merito alla qualità delle acque superficiali si registra un peggioramento della qualità ambientale del Torrente Morla da sufficiente a scadente (dato 2008) mentre per le acque sotterranee non è disponibile una classificazione ufficiale delle classi di qualità. Rispetto alla qualità delle acque potabili non si evidenziano superamenti dei valori definiti dalla legislazione vigente in materia.

### **Suolo e sottosuolo**

La superficie urbanizzata del Comune di Bergamo ammonta a 22 kmq, ovvero il 55% dell'intera superficie comunale; rispetto alla precedente edizione della RSA si registra un incremento nel consumo di suolo del 10%. In merito alla densità abitativa, il Comune di Bergamo registra alla fine del 2009 119.234 abitanti residenti, con pressione sul territorio di circa 3.010 ab/kmq che si innalza a 5.420 ab/kmq se consideriamo la sola superficie urbanizzata. Tali valori sono superiori alla media provinciale e si avvicinano ad altre città capoluogo della Lombardia come Monza, Como, Brescia. Per quanto riguarda i siti contaminati, negli ultimi anni risultano conclusi 43 interventi di bonifiche ambientali, il 60% dei quali riguardanti la rimozione di serbatoi. Sono tuttora in corso 14 bonifiche ambientali con interventi riguardanti scavo e smaltimento rifiuti. In 5 casi la contaminazione del sito coinvolge anche la sottostante falda acquifera. Ci sono inoltre 2 situazioni di contaminazione che coinvolgono la falda con differenti tipologie di inquinanti. 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. 3274 del 20 marzo 2003 e presenta al proprio interno aree esposte ad esondazione e aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti, per il 25% circa dell'intera superficie comunale.

## **Rifiuti**

La produzione di rifiuti urbani totali nel Comune di Bergamo nel 2009 è stata pari a 64.766,6 tonnellate con un decremento rispetto all'anno precedente pari al 2,9%, valore che sale a quasi il 4% se si considera in termini di diminuzione di produzione procapite di RSU.

La percentuale di raccolta differenziata, importante indicatore di sostenibilità a livello urbano, è in costante aumento e, dal 2008, ha superato il 50% dei rifiuti raccolti complessivamente, raggiungendo e superando così la soglia fissata per il 2009 dalla L. 269/2006 e la L.R. 10/09.

## **Natura, biodiversità e paesaggio**

Il 45% della superficie del territorio comunale è occupata da verde urbano (7%) e da aree naturali (38%) prevalentemente aree agroforestali. L'indice di frammentazione delle aree matura 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.

## **Energia**

Nel 2007, ultimo dato disponibile, quasi la metà (il 49,4%) dei consumi energetici totali sono stati coperti da gas naturale. Il secondo vettore energetico più utilizzato è l'energia elettrica con una percentuale che sfiora il 30%, seguono il gasolio con il 13,7% e la benzina con poco più del 5%.

Uno degli elementi cardine della strategia di sviluppo energetico sostenibile a livello locale è sicuramente lo sviluppo del teleriscaldamento. Nel 2009 l'estensione della rete di teleriscaldamento ha superato i 25 km e 2,2 milioni di m<sup>3</sup> 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 e la geotermia.

Per quanto riguarda il fotovoltaico, dalle rilevazioni del GSE, risultano attivi nel comune di Bergamo 67 impianti per una potenza complessiva pari a circa 413,6 kWh a cui si

aggiunge l'impianto gestito da A2A (sulla copertura della sede in via Suardi) che, nel 2009 ha prodotto 20 MWh.

Nel comune di Bergamo sono installati 17 impianti (composti complessivamente da 265 sonde geotermiche) per lo sfruttamento dell'energia geotermica a bassa entalpia con una potenza pari a circa 788 kW.

### **Rumore**

In merito al rumore generato dal traffico stradale, i dati relativi all'Asse interurbano mostrano che metà della popolazione considerata è esposta a livelli di rumore diurni al di sotto dei 59 dBA, mentre la restante metà circa a livelli di rumore tra 60dBA e 74 dBA; analoga situazione per i livelli di rumore notturno.

Per quanto concerne il rumore aeroportuale si sono registrati superamenti del valore di 60LVA pressoché in tutte le stazioni di monitoraggio per quasi tutti gli anni considerati (dal 2003 al 2009); i maggiori superamenti sono stati rilevati presso la stazione di via Quasimodo.

### **Campi elettromagnetici e Radiazioni ionizzanti**

Sul territorio comunale risultano essere presenti 208 sorgenti a radiofrequenza (33 in più rispetto alla scorsa edizione della RSA), 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**

Dal punto di vista della mobilità e dei trasporti presenti nel Comune di Bergamo, l'indice di motorizzazione nel 2008 ammonta a 0,61 veicoli/abitanti, dato inferiore alle media provinciale e invariato rispetto alla precedente edizione della RSA. I dati ottenuti dalle indagini effettuate per l'aggiornamento del Piano Urbano del Traffico mostrano che nelle ore di punta il maggiore traffico è presente sulle radiali esterne e interne, seguite dall'asse interurbano 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. Analizzando la tematica

della mobilità dolce, rispetto all'intera rete prevista dal PGT, il 34% è ad oggi esistente (tale ripartizione varia se consideriamo le singole tipologie: i percorsi pedonali sono al 75% già esistenti, le piste ciclabili al 31%, le ZPL raggiungono il 100%). In merito al TPL i passeggeri trasportati sono costantemente cresciuti dal 2006 al 2009, con particolare riferimento alla funicolare urbana; risultano in costante aumento anche il numero medio di passeggeri per autobus e il relativo coefficiente di occupazione, anche se permangono margini di miglioramento. Infine è importante citare la recente messa in esercizio della linea tramviaria T1 che riutilizza, con i relativi adeguamenti, il sedime delle ex "Ferrovie delle Valli", collegando Bergamo ad Albino: nel periodo tra il 27/04/2009 e il 31/12/2009, la tramvia T1 ha trasportato 1.372.700 passeggeri per un totale di 323.821 km percorsi.

## BIBLIOGRAFIA

- APRICA, *Piano Annuale Impatto Acustico – Relazione inerente il Piano Annuale di Impatto Acustico derivante dalle attività di igiene ambientale svolte in fascia notturna*, 2010
- ARPA BG, *Rapporto sulla qualità dell'aria di Bergamo e provincia*, anni vari
- ARPA BG, *Classificazione delle acque superficiali e sotterranee*, 2008, 2009
- ARPA BG, *Sorgenti e livelli ambientali dei campi elettromagnetici*, 2009
- ARPA BG, *Campagna di misurazione del Radon in edifici scolastici*, 2009
- ARPA Lombardia, *Relazione sullo stato dell'ambiente 2008 – 2009*.
- BAS SII; *Dati acqua potabile e depurazione*, anni 2006 - 2009
- Comune di Bergamo, *Statistiche demografiche*, 2010
- Comune di Bergamo, *Data Base topografico del PGT*, 2009
- Comune di Bergamo, *Studio di settore del PGT - Studio geologico e idrogeologico*, 2009
- Comune di Bergamo, *PGT – Piano dei Servizi – Piano Urbano Generale dei Servizi del Sottosuolo*, 2009
- Comune di Bergamo, *PGT – Rete dei percorsi ciclo-pedonali*, 2009
- Comune di Bergamo, *Valutazione di Incidenza sui Siti Rete Natura 2000 del PGT*, 2009
- Comune di Bergamo, *Pratiche relative ai siti contaminati*, anni vari
- Comune di Bergamo, *Zonizzazione acustica*, 2001
- Comune di Bergamo, *Aggiornamento delle banche dati del traffico del Piano della Mobilità. Indagini per il conteggio dei flussi veicolari, indagine origine/destinazione, indagini sulla sosta e analisi dell'incidentalità*. Relazione, 2006
- Comune di Bergamo, *Dati Trasporto Pubblico Locale*, anni 2006 – 2008
- Comune di Bergamo, Istat, *Rilevazione Dati Ambientali nelle città - Rumore*, anni 2006 – 2007
- Istat, *Annuario statistico regionale*, 2010
- Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, *Inventario Nazionale degli Stabilimenti a Rischio di incidente Rilevante*, 2009
- Provincia di Bergamo, *Relazione sulla mappatura acustica delle strade provinciali con più di 6.000.000 di veicoli l'anno*, 2008
- Provincia di Bergamo, *Osservatorio sui rifiuti urbani*, anni vari
- RFI, *Piano degli interventi di contenimento e abbattimento del rumore ai sensi del DM Ambiente 29/11/00*, 2009
- SACBO, *Report analisi rumore aeroportuale*, anni vari
- TEB, *Valutazione di Impatto acustico tramvia T1 Bergamo – Albino*, 2009