

RESPONSABILE SCIENTIFICO
Prof. Arch. Francesco Karrer

COORDINAMENTO GENERALE E R.U.P.
Arch. Gianpiero Ribolla

UFFICIO DI PIANO

Ermes Barba & Mauro Salvadori
Architetti Associati

Arch. Lorenza Barbaglio

Ing. Laura Boldi

Arch. Ornella Fogliata

Arch. Mariarosa Maifrini

Arch. Daniela Marini

Arch. Elena Pivato

Ing. Claudia Rebuffoni
Studio Rossi e Associati

Arch. Mattia Romani

Arch. Pierfrancesco Terlizzi
Studio G & T Gallucci e Terlizzi Architetti Associati

Arch. Paolo Livi

Geom. Paolo Martinelli

Dott. Davide Moretti

COLLABORATORI

Arch. Marco Agostini - Ing. Susi Canti

Alberto Gadola - Arch. Laura Treccani

Avv. Diana Mastrilli

Servizio Amministrativo del Settore Urbanistica

CONSULENZA INFORMATICA

Ing. Marino Bocchi

CONSULENZA LEGALE

Avv. Mauro Ballerini

COMPONENTE AGRONOMICA

Dott. Agr. Benedetto Rebecchi

D.ssa Agr. A. Mazzoleni - D.ssa For. E. Zanotti

COMPONENTE GEOLOGICA

Dott. Pier Luigi Vercesi

COMPONENTE COMMERCIO

Settore Marketing Urbano,
Commercio e tutela consumatori

Adozione: Straolzini & Partners Srl

Approvazione: Prassicoop Scrl

MOBILITA' E TRAFFICO

Settore Mobilità e Traffico

Brescia Mobilità Spa

AUTORITA' COMPETENTE PER LA V.A.S.

Ing. Angelantonio Capretti

Tavola N.

ALa1107

Allegati - Piano Energetico Comunale

Relazione

Sindaco

On. Av. Adriano Paroli

Assessore all'Urbanistica

Avv. Paola Vilardi

Responsabile Area Gestione del Territorio

D.ssa Daria Rossi

Responsabile Settore Urbanistica

Responsabile Unico del Procedimento - Progettista
Arch. Gianpiero Ribolla

Quadro:

Adozione: Delibera n°163/71826 del 29/09/2011

Scala:

Approvazione: Delibera n 57/19378 del 19/03/2012

Data:

Settembre 2012

Publicazione:

Piano Energetico Comunale

**BILANCIO ENERGETICO
DELLA
CITTÀ DI BRESCIA**

21 settembre 2011

(questa pagina è stata lasciata intenzionalmente bianca)

Sommario

SINTESI DEL DOCUMENTO.....	V
1 - PREMESSA.....	1
2 - ASPETTI GENERALI.....	2
2.1 - PIANI ENERGETICI.....	2
2.2 - INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELLA CITTÀ DI BRESCIA	3
2.3 - PECULIARITÀ DELL'APPROVVIGIONAMENTO ENERGETICO A BRESCIA.....	3
2.3.1 - Rete di teleriscaldamento	3
2.3.2 - Centrali di cogenerazione.....	4
2.3.3 - Logica A2A di risposta alla domanda di energia	6
2.3.4 - Fonti energetiche.....	7
2.3.5 - Altre fonti energetiche - fotovoltaico.....	8
3 - BILANCIO ENERGETICO.....	9
3.1 - PREMESSE.....	9
3.2 - ENERGIA ELETTRICA.....	9
3.3 - ENERGIA TERMICA.....	12
3.3.1 - Teleriscaldamento	12
3.3.2 - Teleraffrescamento	13
3.3.3 - Gas naturale e gasolio.....	14
4 - BILANCIO AMBIENTALE.....	16
4.1 - PREMESSE.....	16
4.2 - CENTRALI DI TIPO COGENERATIVO	16
4.3 - ENERGIA ELETTRICA.....	16
4.4 - ENERGIA TERMICA.....	17
4.4.1 - Teleriscaldamento	17
4.4.2 - Gas naturale e gasolio.....	17
4.5 - EMISSIONI DI GAS SERRA DEL SISTEMA A2A	17
4.6 - OSSERVAZIONI GENERALI	18
5 - SCENARIO AL 2020	19
5.1 - IMPIANTI DI PRODUZIONE	19
5.2 - RETE DI TELERISCALDAMENTO.....	19
5.3 - BILANCIO ENERGETICO.....	21
5.4 - BILANCIO AMBIENTALE	21
6 - POSSIBILITÀ DI INTERVENTO	22
6.1 - PREMESSE.....	22
6.2 - CONSEGUIMENTO DI UNA MAGGIORE CONSAPEVOLEZZA.....	22
6.3 - RIDUZIONE DEI CONSUMI DI RISORSE PRIMARIE	22
7 - APPENDICE N.1	23
ANALISI DEI FABBISOGNI TERMICI DELLA RETE DI TELERISCALDAMENTO	23
7 - APPENDICE N.2.....	25
RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DI CO ₂	25

(questa pagina è stata lasciata intenzionalmente bianca)

SINTESI DEL DOCUMENTO

Il Bilancio Energetico 2011 della città di Brescia (chiamato nel seguito anche “Studio”) prende in considerazione i seguenti temi:

- analisi del bilancio energetico e ambientale con riferimento all’anno 2009¹;
- analisi del bilancio energetico degli anni precedenti, dal 2002 al 2008¹;
- previsioni sullo sviluppo del sistema di teleriscaldamento al 2020.

Si osserva che il bilancio energetico della città di Brescia è positivamente caratterizzato dalla presenza del sistema di teleriscaldamento che consente di conseguire notevoli risultati sia sul piano del risparmio energetico che del contenimento degli impatti ambientali. Infatti, la cogenerazione, ovvero la produzione simultanea di elettricità e calore, a differenza della produzione separata, richiede minori risorse e diminuisce le emissioni in atmosfera. L’introduzione del Termoutilizzatore, inoltre, ha permesso l’utilizzazione di combustibili rinnovabili e di recupero (biomasse e rifiuti).

Tutto ciò rende la città di Brescia un esempio di avanguardia non solo a livello nazionale ma anche internazionale.

Sul fronte energetico, i consumi elettrici delle utenze sono aumentati fino al 2008, mentre hanno subito una decisa diminuzione nel 2009 (oltre 500 GWh; - 20% rispetto all’anno precedente) evidentemente a causa della sfavorevole congiuntura che ha colpito in modo particolare il settore industriale.

I consumi di energia termica hanno invece continuato ad aumentare, anche a seguito dell’accresciuta volumetria teleriscaldata (oltre 40 Mm³ nel 2009 con una stima di oltre 45 Mm³ per il 2020).

Sul fronte ambientale si evidenzia, con riferimento all’anno 2009, che la quasi totalità delle emissioni di polveri (circa l’80%), il 40% di quelle di NO_x e il 50% di SO₂ sono da attribuire all’elettricità importata da impianti termoelettrici posti al fuori dal Comune (come più dettagliatamente riportato al Capitolo 4).

A partire dal 2009 A2A ha avviato una serie di migliorie ai propri impianti.

Al Termoutilizzatore sono stati sostituiti i filtri a maniche con incremento della superficie filtrante, è proseguita l’installazione di catalizzatori DeNO_x, è stata migliorata la prestazione termodinamica del ciclo a vapore, anche mediante la sostituzione del turboalternatore. Invece presso la Centrale Lamarmora, sulla caldaia policombustibile, sono state effettuate azioni di miglioramento ambientale con l’installazione di un catalizzatore DeNO_x, ed è in corso un intervento sul filtro a maniche per incrementarne la superficie filtrante e per migliorarne la resa.

Tali interventi porteranno, nel tempo, importanti benefici energetici e ambientali.

In termini complessivi pertanto si rilevano consistenti progressi conseguiti dal Comune per uno sviluppo sostenibile e per la tutela ambientale.

¹ Il presente Studio non tratta i consumi energetici e le ricadute ambientali del settore dei trasporti.

(questa pagina è stata lasciata intenzionalmente bianca)

1 - PREMESSA

Obiettivo del presente Studio è la definizione del bilancio energetico e ambientale² del comune di Brescia.

Tale analisi può essere sinteticamente trascritta da una *matrice vettori/settori*, che mette in relazione i diversi beni energetici scambiati (offerta di energia) con i diversi ambiti socio-economici nei quali si verifica il loro impiego finale (domanda).

In questa ottica, vengono affrontati i seguenti aspetti:

- analisi del fabbisogno energetico degli ultimi anni (dal 2002 al 2009);
- analisi delle principali emissioni atmosferiche (NO_x, SO₂ e polveri³) dovute a fonti fisse⁴ (generazione energetica);
- analisi delle emissioni climalteranti (espresse in termini di CO₂ equivalente) delle fonti fisse necessarie per il soddisfacimento dei principali fabbisogni energetici del Comune;
- stima del futuro sviluppo della rete di teleriscaldamento.

Lo Studio si basa anche sui risultati ottenuti da precedenti analisi svolte da A2A e su altri dati ed elaborazioni relative alla realtà locale e nazionale.

In particolare, l'analisi viene condotta tenendo distinti i settori ritenuti fondamentali per un corretto inquadramento del tema energetico e ambientale: industria e comparto civile. Vengono inoltre considerate le modalità di approvvigionamento energetico e la penetrazione delle energie rinnovabili.

Va osservato che in tutte le valutazioni di questo tipo vengono normalmente introdotte delle assunzioni di calcolo che, al momento, non sono sufficientemente standardizzate. Infatti, l'esistenza di apposite norme tecniche permetterebbe di impostare un efficiente confronto tra diverse realtà.

Nel presente Studio sono state quindi considerate le assunzioni prevalenti e/o ritenute più ragionevoli, tenendo conto delle peculiarità del caso in analisi.

² Il bilancio ambientale è riferito a quello delle emissioni atmosferiche che sono strettamente connesse con le attività di natura energetica.

³ Il set di emissioni scelte è quello ritenuto più rappresentativo: NO_x, SO₂ e polveri.

⁴ In questa versione del bilancio energetico - ambientale non viene considerato il traffico (utenze mobili).

2 - ASPETTI GENERALI

2.1 - Piani energetici

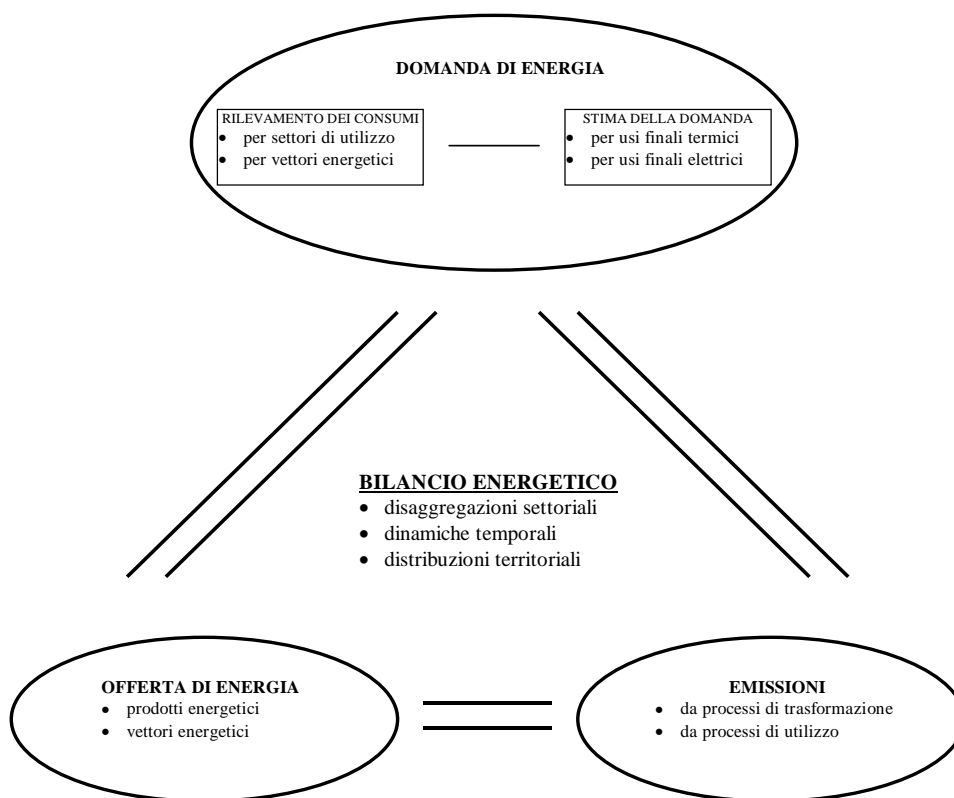
I piani energetici analizzano le esigenze energetiche dell'utenza, con verifica della sostenibilità del soddisfacimento energetico .

Lo strumento principale è il bilancio energetico, al quale viene sempre associato un bilancio ambientale. A livello metodologico (**Figura 2.1**), il bilancio energetico permette infatti di approfondire le dinamiche di scambio energetico, valutare le interrelazioni con il sistema socio-economico e seguire l'evoluzione della domanda di energia attraverso il confronto su diversi anni.

In generale, il bilancio energetico è pertanto caratterizzato dai seguenti obiettivi:

- esame delle infrastrutture presenti sul territorio;
- caratterizzazione del territorio in ragione della distribuzione dei flussi energetici;
- valutazione del livello di efficienza energetica;
- previsione delle tendenze di sviluppo a breve e medio termine.

Figura 2.1- Schema metodologico per la stesura di un bilancio energetico – ambientale.



L'elaborazione dei bilanci dovrebbe comprendere anche l'analisi di piani d'azione, le cui linee di intervento dovranno essere rivolte con priorità alla razionalizzazione della domanda, prima ancora che alla ristrutturazione dell'offerta o produzione di energia.

2.2 - Inquadramento territoriale della Città di Brescia

La Città e la sua popolazione, in cifra tonda di 200.000 abitanti, insistono su una superficie di 90 km² (oltre 2.200 abitanti/km²).

L'area urbana (**Figura 2.2**) si estende per circa 5 km in direzione W-E e per quasi 10 km in direzione N-S.

La città si colloca ai limiti della Pianura Padana ed è protetta dalle Prealpi, soprattutto nelle direzioni tra E e N-W.

L'area è percorsa da numerosi corsi d'acqua, che corrono tutti verso il Po a sud, tra cui i fiumi Mella (che proviene dalla Val Trompia da N) ed il torrente Garza.

Nel contesto cittadino e nell'immediato circondario è presente una notevole attività industriale.

Il territorio comunale è inoltre interessato a sud dall'autostrada A4 Milano - Venezia, da cui si dirama verso S la A21 Brescia - Piacenza. La prima è uno dei principali assi di comunicazione a livello nazionale e comporta un notevole traffico veicolare che interessa anche il tracciato della tangenziale e, conseguentemente, la viabilità urbana.

Figura 2.2 - L'area del Comune di Brescia.



2.3 - Peculiarità dell'approvvigionamento energetico a Brescia⁵

2.3.1 - Rete di teleriscaldamento

L'approvvigionamento energetico della città di Brescia fa per buona parte riferimento al Gruppo A2A.

Il Gruppo A2A, nato dalla volontà di creare una *multiutility* di dimensioni coerenti con la progressiva apertura dei mercati dei servizi, mantiene un rapporto stretto e particolare con il territorio e il sistema di relazioni che lo contraddistinguono.

Nato nel 2008 dalla fusione tra ASM, AEM ed AMSA, tre aziende con una storia di 100 anni, oggi il Gruppo A2A è la prima *multiutility* locale in Italia⁶.

⁵ Il Capitolo sottolinea alcuni aspetti relativi all'approvvigionamento energetico di Brescia che per molti versi pongono la Città all'avanguardia a livello nazionale. I bilanci energetici e ambientali completi, pur nei limiti del presente Studio, sono riportati nei Capitoli successivi.

⁶ Per ricavi, margini operativi e capitalizzazione di mercato. Il Gruppo A2A presenta una base clienti radicata nel nord, un portafoglio di *asset* distribuiti in Italia e una crescita selettiva a livello internazionale. In particolare: in Montenegro (produzione e distribuzione di energia), Francia (cogenerazione e teleriscaldamento), Regno Unito,

Il modello di attività di A2A comprende un *mix* di attività *green* - che rappresentano una realtà in crescita – basate sulla produzione di elettricità da fonti rinnovabili (idroelettrico, termovalorizzazione dei rifiuti e biomasse) e sul risparmio energetico (cogenerazione e teleriscaldamento).

Sul territorio comunale, A2A attualmente gestisce i principali servizi locali di pubblica utilità: energia elettrica, teleriscaldamento, acqua potabile, gas, illuminazione pubblica, reti, igiene urbana, fognature e depurazione.

Il sistema di teleriscaldamento di Brescia è stato avviato nel 1972 nel quartiere di Brescia Due, inizialmente utilizzando solamente caldaie semplici per la sola produzione di calore. Nei decenni seguenti si è sviluppato nell'intera città, utilizzando le tecnologie più efficienti e all'avanguardia, sia in termini di efficienza energetica, sia in termini di sostenibilità ambientale. Ciò principalmente attraverso la *cogenerazione* (recupero del calore dagli impianti di produzione di elettricità che altrimenti sarebbe smaltito e dissipato in ambiente) e la *termoutilizzazione dei rifiuti* (recupero del contenuto energetico dei rifiuti a valle della raccolta differenziata, per la produzione combinata di elettricità e calore per il teleriscaldamento).

Tale strategia ha permesso di diversificare il combustibile impiegato in funzione della disponibilità di mercato, di ottenere una migliore utilizzazione dell'energia primaria e di contribuire alla riduzione delle emissioni atmosferiche, attraverso l'installazione dei più idonei impianti di depurazione dei gas di combustione.

Oggi il sistema di teleriscaldamento di Brescia rappresenta una delle migliori esperienze italiane in materia di teleriscaldamento e caratterizza fortemente l'approvvigionamento di energia termica delle utenze del territorio comunale.

Nel quadro nazionale relativo all'anno 2009, il sistema di teleriscaldamento A2A di Brescia – che copre i fabbisogni di oltre il 65% della volumetria cittadina - rappresenta il 18% del totale della volumetria edificata italiana servita da teleriscaldamento.

I principali componenti del sistema sono i seguenti:

- centrali di produzione;
- rete di distribuzione (si tratta di una rete chiusa che non cede acqua all'esterno);
- sottocentrali di utenza: consentono la cessione del calore dalla rete di distribuzione all'impianto utilizzatore senza miscelazione di acqua fra i due circuiti.

Il sistema di produzione che alimenta la rete di teleriscaldamento è composto essenzialmente dalla Centrale Lamarmora e dal Termoutilizzatore, ubicati nella zona sud del territorio comunale, e dalla Centrale Nord, ubicata a nord.

A2A gestisce anche alcune reti di teleraffrescamento, attraverso appositi impianti.

2.3.2 - Centrali di cogenerazione

In **Tabella 2.1** si riportano alcuni dati relativi agli impianti A2A per la produzione di elettricità e calore, situati all'interno del Comune. Altri dettagli vengono forniti successivamente; anche la produzione da fotovoltaico è trattata nel seguito in un paragrafo dedicato.

Grecia e Spagna (sviluppo di impianti di trattamento dei rifiuti). Sviluppa, infine, delle attività di *trading* a livello europeo.

Tabella 2.1 – Riepilogo degli impianti A2A, ubicati in città, di produzione di elettricità e calore.

<i>IMPIANTO</i>	<i>Anno di costruzione</i>	<i>Potenza Termica al TLR⁷ (MW)</i>	<i>Potenza Elettrica Lorda (MW)</i>	<i>Combustibile, fonte</i>
<i>Sistemi di tipo cogenerativo</i>				
Centrale Lamarmora - Gruppo 1	1978	84	31	Gas Naturale
Centrale Lamarmora - Gruppo 2	1981	87	33	Gas Naturale
Centrale Lamarmora - Gruppo 3	1987	130	75	Gas Naturale/Carbone
Termoutilizzatore	1998	160	117 ⁸	RSU/Biomasse
<i>Sistemi di tipo semplice</i>				
Centrale Lamarmora - caldaia Macchi 3	1977	58	-	Gas Naturale
Centrale Nord – caldaie	Vari	162	-	Gas Naturale
Altri (Bovezzo, Concesio)	Vari	15	-	Gas Naturale

Termoutilizzatore (TU). E' composto da 3 linee di combustione: le prime due sono entrate in funzione nel 1998 e la terza nel 2004. L'impianto tratta rifiuti urbani (quelli non recuperabili con la raccolta differenziata), rifiuti speciali e biomasse. Le prestazioni del 2009 sono state le seguenti: energia termica immessa in rete 614 GWh ed energia elettrica netta 430 GWh.

Le produzioni del 2009 sono risultate inferiori rispetto a quelle degli anni precedenti poiché sull'impianto sono stati svolti gli interventi migliorativi, di cui si è accennato in precedenza e che verranno descritti più avanti, che hanno richiesto una fermata straordinaria programmata. Pertanto è opportuno riportare anche le produzioni del 2010, anno in cui l'impianto ha funzionato con maggior regolarità:

- rifiuti/biomasse complessivamente trattate: circa 800.000 t;
- energia termica immessa in rete: 795 GWh;
- energia elettrica netta in rete: 575 GWh.

Centrale Lamarmora. È composta da tre gruppi di cogenerazione (gruppi 1, 2 e 3) e da una caldaia semplice (Macchi 3). La potenza elettrica lorda è di circa 139 MW.

I gruppi 1 e 2 sono alimentati con gas naturale, mentre il gruppo 3 è di norma alimentato con carbone. Le prestazioni dei gruppi 1, 2 e 3, per il 2009, sono state le seguenti:

- energia termica immessa in rete: 681 GWh;
- energia elettrica netta in rete: 233 GWh.

La caldaia semplice ha prodotto circa 6 GWh di calore per la rete.

Centrale Nord. È composta da caldaie semplici per una potenza di circa 162 MW termici. I gruppi diesel sono stati disattivati e smantellati nel corso del 2005-06. Il combustibile di normale funzionamento è il gas naturale.

Nel 2009 la produzione di calore è stata di circa 48 GWh per il teleriscaldamento.

Inoltre presso la Centrale Nord sono installati impianti per la produzione del freddo, a servizio di una rete di teleraffrescamento sviluppata intorno alla Centrale stessa, come meglio descritto nel seguito del presente Studio.

⁷ Teleriscaldamento.

⁸ Valore di targa della turbina.

2.3.3 - Logica A2A di risposta alla domanda di energia

La logica di funzionamento del sistema di produzione di energia termica ed elettrica è influenzata da numerosi fattori: richiesta di calore dalla rete di teleriscaldamento, esigenza di garantire i minimi tecnici e di affidabilità degli impianti, margine di riserva necessario, approvvigionamento dei combustibili, richiesta di energia elettrica (quest'ultima peraltro influenzata dalle regole introdotte dalla liberalizzazione del mercato elettrico).

La produzione di energia termica è legata alla copertura del fabbisogno della rete di teleriscaldamento, alimentata dagli impianti di A2A.

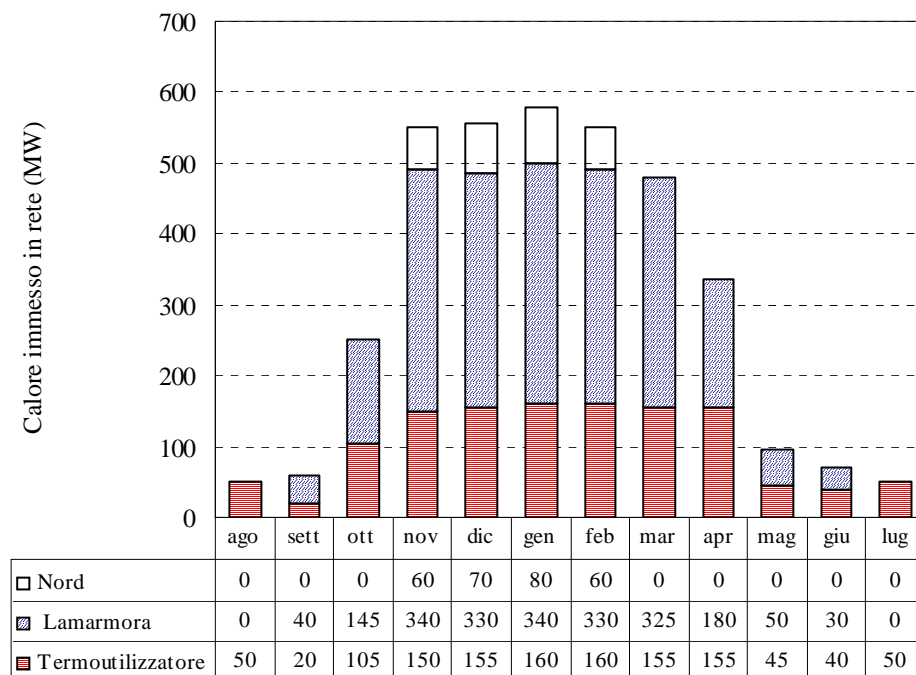
La strategia di produzione vede la copertura del fabbisogno del carico di base di calore da parte del Termoutilizzatore, dal momento che deve assolvere anche al servizio di smaltimento e recupero dei rifiuti: l'energia termica cogenerata viene di norma utilizzata come copertura del fabbisogno di base del teleriscaldamento.

Il fabbisogno termico della rete, nel corso della stagione termica, viene poi integrato dalla produzione della Centrale Lamarmora.

La Centrale Nord infine viene utilizzata generalmente nei periodi più freddi.

La **Figura 2.3** sintetizza l'utilizzo delle diverse centrali nelle ore di massima richiesta di potenza termica (si è scelto, come esempio, l'anno 2005/06).

Figura 2.3 - Utilizzo delle centrali A2A nelle ore di massima richiesta di potenza termica (2005-2006).



2.3.4 - Fonti energetiche

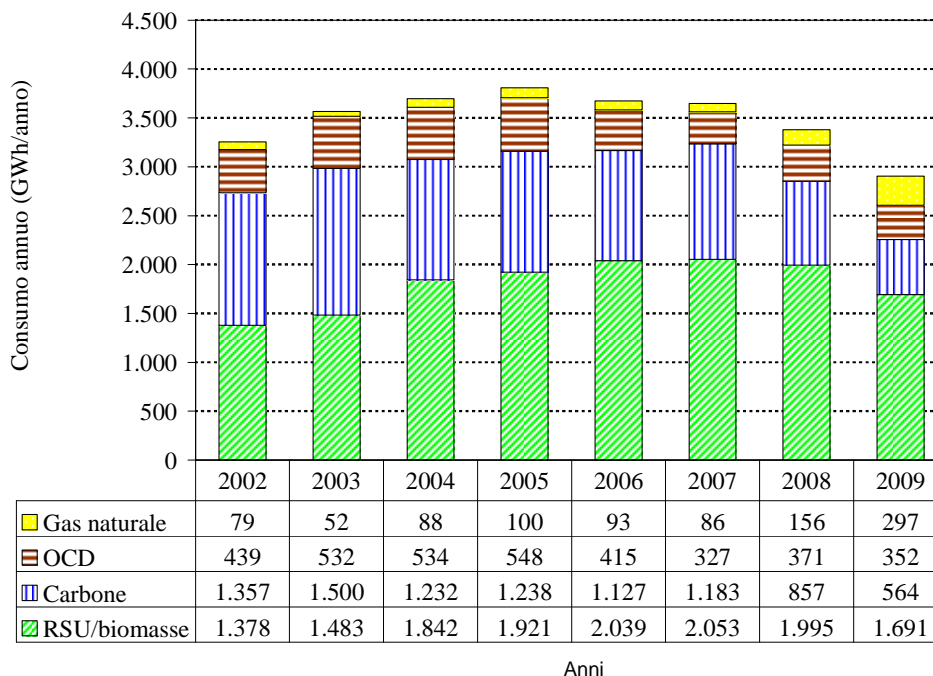
Per quanto riguarda i diversi combustibili utilizzati nelle centrali termoelettriche di tipo cogenerativo localizzate entro i confini comunali, nella **Tabella 2.2** è riportata la suddivisione per tipologia.

Come si può osservare (**Figura 2.4**), l'uso di olio combustibile denso (OCD) è diminuito e di norma non è più previsto un suo utilizzo nel prossimo futuro. Il gas naturale ha avuto un andamento altalenante, con un incremento marcato nel corso del 2009. L'utilizzo di rifiuti/biomasse è incrementato a partire dal 2004/05 con l'entrata a regime della terza linea di combustione. Il carbone ha invece registrato un costante calo.

Tabella 2.2 – Combustibili utilizzati per la produzione di energia elettrica e calore di A2A (valori espressi in GWh).

Anno	RSU/biomasse	Carbone	OCD	Gas naturale	Totale
2002	1.378	1.357	439	79	3.253
2003	1.483	1.500	532	52	3.567
2004	1.842	1.232	534	88	3.696
2005	1.921	1.238	548	100	3.807
2006	2.039	1.127	415	93	3.674
2007	2.053	1.183	327	86	3.649
2008	1.995	857	371	156	3.379
2009	1.691	564	352	297	2.904

Figura 2.4 – Utilizzo di combustibili negli impianti A2A di Brescia a partire dal 2002. Dal basso verso l'alto, è rappresentato l'andamento dei consumi di: RSU/biomasse, carbone, OCD, gas naturale.



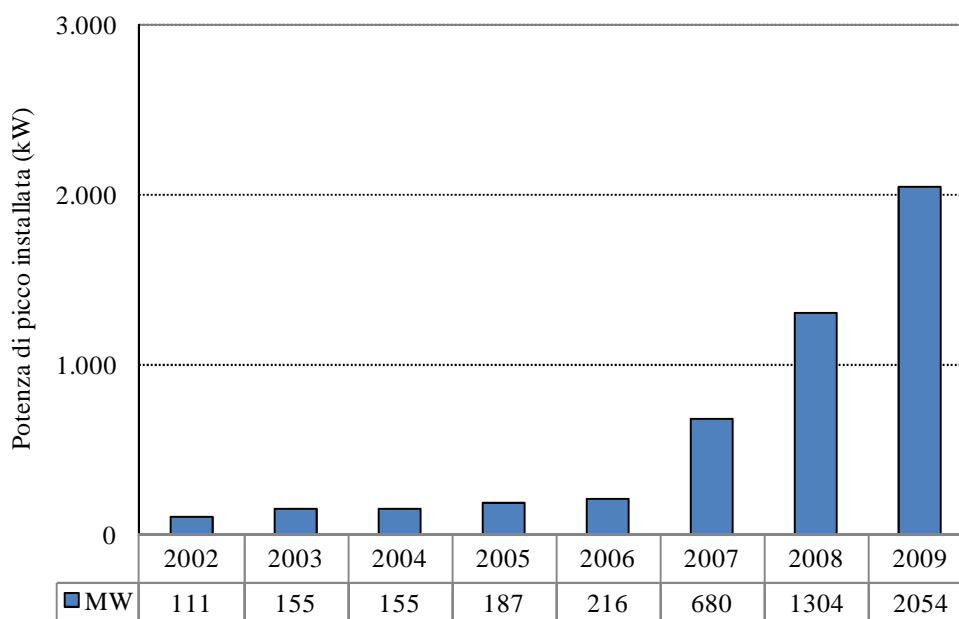
2.3.5 - Altre fonti energetiche - fotovoltaico⁹

Nell'ambito dello sviluppo urbano, al fine di perseguire la sostenibilità ambientale per contenere i consumi energetici cittadini anche attraverso l'utilizzo delle fonti d'energia rinnovabile, era stato predisposto un piano per la realizzazione di impianti fotovoltaici negli edifici realizzati nei nuovi quartieri del Villaggio Violino e Sanpolino. Quindi sono stati installati 333 impianti, dei quali 304 in singole unità abitative a schiera e i restanti 29 a servizio delle parti comuni degli edifici condominiali per una potenza complessiva di 723 kW. Ad oggi si tratta di uno dei più importanti interventi di questo tipo in Italia, per potenza installata e diffusione degli impianti fotovoltaici in ambito residenziale urbano.

Per questo progetto, il Comune di Brescia ha ricevuto il premio "Enti Locali per Kyoto 2007 - Buone Pratiche per il Clima" e ad A2A è stato assegnato il premio "Innovazione amica per l'ambiente 2007" nella sezione relativa all'efficienza per il clima.

Oltre a quanto sopra, si è riscontrata altresì una generale diffusione del fotovoltaico, anche a seguito dell'incentivazione, che ha portato la potenza complessiva installata ad oltre 2 MW nel 2009 (Figura 2.5). Anche nel corso del 2010 il fotovoltaico ha subito un'ulteriore accelerazione che ha innalzato ulteriormente, in maniera significativa, la potenza complessiva.

Figura 2.5 – Potenza degli impianti fotovoltaici installati nel territorio del Comune di Brescia (Fonte: Rapporto sullo Stato dell'Ambiente del Comune di Brescia).



⁹ Riferimento: Rapporto sullo Stato dell'Ambiente del Comune di Brescia.

3 - BILANCIO ENERGETICO

3.1 - Premesse

In generale, il bilancio energetico si basa su dati ed informazioni relative ai consumi di energia fornita all'utenza da reti urbane (energia elettrica, energia termica e gas) e ai consumi di fonti non da rete (prodotti petroliferi e combustibili solidi).

Tali dati sono normalmente reperibili presso le concessionarie del pubblico servizio, le aziende *multiutility* o speciali che forniscono il servizio, nonché da uffici delle finanze dei Ministeri, dai distributori, dai depositi urbani e provinciali delle società petrolifere e dai grossisti.

Risulta inoltre opportuno ripartire le informazioni con i seguenti criteri:

- *per vettori*: energia elettrica, combustibili (gas naturale, gasolio, ecc.);
- *per settori*: civile (terziario, domestico, ecc.), industria, ecc.

Nel presente Studio, l'analisi viene analizzata con riferimento agli anni dal 2002 al 2009, in quanto si ritiene che questo periodo temporale possa rappresentare adeguatamente la recente evoluzione socio-economica del territorio.

3.2 - Energia elettrica

Per il reperimento delle informazioni sui consumi di energia elettrica si è fatto riferimento a dati A2A, che vengono di seguito disaggregati per tipo di utenza (illuminazione pubblica, usi domestici, settore industriale e terziario).

Nelle **Tabelle 3.1** e **3.2** e nelle **Figure 3.1** e **3.2** viene evidenziato l'andamento dell'energia immessa in rete in relazione ai fabbisogni di energia finale delle varie utenze. È evidente la forte incidenza del terziario e dell'industria che complessivamente assorbono, in tutto il periodo considerato, il 90% del consumo complessivo di energia elettrica. Inoltre, va osservato che le utenze di tipo industriale ad alta tensione (AT) rappresentano una percentuale superiore al 60% dei consumi totali, mentre i consumi domestici sono limitati a meno del 10%. L'industria, quindi, è la componente che più delle altre assorbe elettricità.

Per quanto riguarda l'evoluzione temporale dei consumi, si nota che, complessivamente, vi è stato un continuo aumento fino al 2008, mentre nel 2009 si è riscontrata una decisa contrazione – di oltre 500 GWh - rispetto all'anno precedente, da attribuire quasi completamente al settore industriale.

Non è quindi possibile estrapolare la tendenza di crescita dei consumi per il futuro, dopo il calo verificatosi nel 2009.

Si nota, invece, una certa stabilità dei consumi domestici e della illuminazione pubblica.

Infine si osserva che la maggior parte dell'energia elettrica richiesta viene prodotta al di fuori del comune (**Tabelle 3.3** e **3.4**).

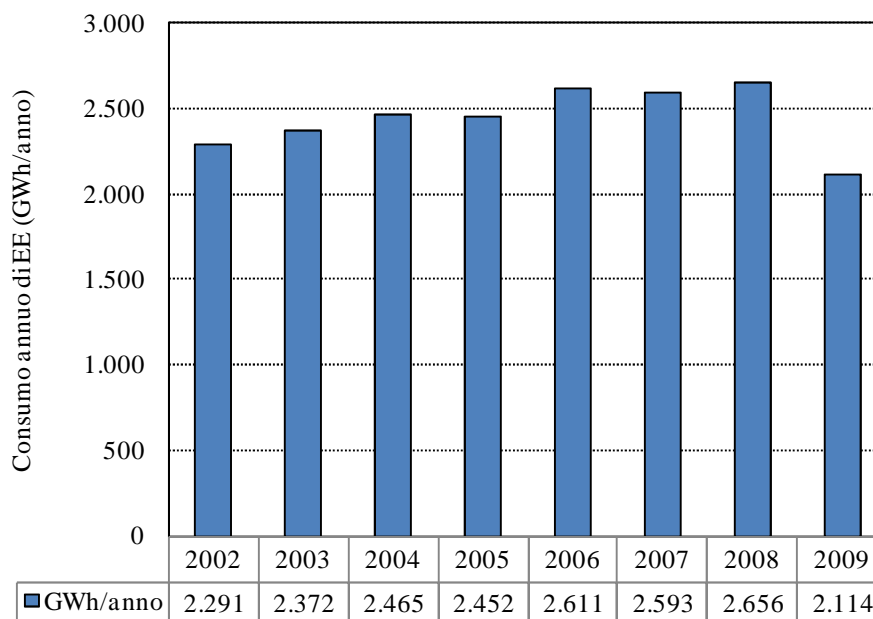
Tabella 3.1 – Fabbisogno di energia elettrica del Comune di Brescia.

Anno	Fabbisogno totale di Energia Elettrica (GWh/anno)	Consumi (GWh/anno)			
		Illuminazione pubblica	Utenza domestica	Piccola industria e terziario (MT/BT)	Utenze industriali (AT) ¹⁰
2002	2.291	20	215	656	1.400
2003	2.372	20	217	696	1.439
2004	2.465	21	217	712	1.515
2005	2.452	21	214	736	1.481
2006	2.611	20	215	735	1.641
2007	2.593	23	215	761	1.594
2008	2.656	21	208	788	1.639
2009	2.114	20	209	759	1.126

Tabella 3.2 – Ripartizione tra le diverse tipologie di utenza dell'energia elettrica (valori percentuali).

Anno	Fabbisogno totale di Energia Elettrica (%)	Consumi (%)			
		Illuminazione pubblica	Utenza domestica	Piccola industria e terziario (MT/BT)	Utenze industriali (AT)
2002	100	0,9	9,4	28,6	61,1
2003	100	0,8	9,1	29,3	60,7
2004	100	0,9	8,8	28,9	61,5
2005	100	0,9	8,7	30,0	60,4
2006	100	0,8	8,2	28,2	62,8
2007	100	0,9	8,3	29,3	61,5
2008	100	0,8	7,8	29,7	61,7
2009	100	0,9	9,9	35,9	53,3

Figura 3.1 - Domanda di elettricità del Comune di Brescia.



¹⁰ Nel 2002, 2003 e 2004 alcune utenze industriali non erano ancora misurate direttamente da A2A, pertanto i corrispondenti fabbisogni sono stati stimati.

Figura 3.2 - Ripartizione percentuale dei consumi di energia elettrica. Dal basso verso l'alto sono rappresentati i consumi percentuali di: illuminazione pubblica, utenze domestiche, piccola industria e terziario (BT/MT) ed industria (AT).

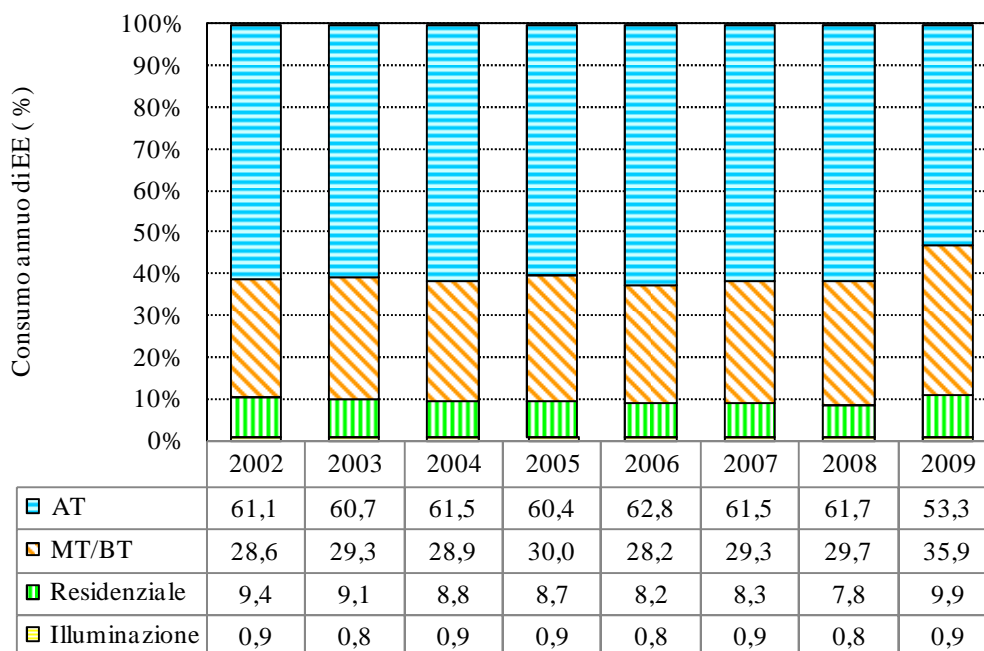


Tabella 3.3 – Ripartizione territoriale della produzione dell'energia elettrica consumata a Brescia.

Anno	Fabbisogno totale di Energia Elettrica (GWh)	Energia Elettrica da impianti A2A di Brescia (GWh)	Energia Elettrica da impianti esterni a Brescia (GWh)	Copertura del fabbisogno da impianti A2A di Brescia (%)
2002	2.291	768	1.523	34
2003	2.372	868	1.504	37
2004	2.465	891	1.574	36
2005	2.452	926	1.526	38
2006	2.611	887	1.724	34
2007	2.593	927	1.666	36
2008	2.656	857	1.799	32
2009	2.114	663	1.451	31

Tabella 3.4 – Energia elettrica netta prodotta dagli impianti A2A nel territorio comunale.

Anno	Produzione totale (GWh)	Termoutilizzatore (GWh)	Centrale Lamarmora (GWh)	Centrale Nord (GWh)
2002	768	334	434	0
2003	868	361	507	0
2004	891	475	416	0
2005	926	510	416	0
2006	887	528	359	0
2007	927	569	358	0
2008	857	570	287	0
2009	663	430	233	0

3.3 - Energia termica

3.3.1 - Teleriscaldamento

I dati salienti relativi agli anni dal 2002 al 2009 sono riportati nella **Tabella 3.5**.

Nella **Tabella 3.6** è invece riportata la suddivisione dei consumi di calore per tipo di utenza, con riferimento all'anno 2006 (scelto come esempio). Risulta evidente come l'utenza residenziale sia quella più importante (circa il 57% del calore erogato per l'anno scelto). Seguono quelle ospedaliere (~6%), industriali (~5%), artigianali (~4%) e le altre utenze (~27%).

Infine, la **Tabella 3.7** evidenzia come la quasi totalità dell'energia termica (97-99%) provenga dagli impianti di cogenerazione.

Tabella 3.5 – Energia termica immessa nella rete di teleriscaldamento di Brescia.

Anno	Calore immesso in rete (GWh) ¹¹	Perdite di rete (%)	Calore erogato all'utenza (GWh)	Volumetria servita (milioni di m ³)	Volumetria servita nel Comune di Brescia (milioni di m ³)
2002	1.164	17	962	33,9	33,4
2003	1.251	16	1.055	34,5	34,0
2004	1.299	14	1.116	35,2	34,6
2005	1.395	17	1.152	36,5	35,5
2006	1.289	15	1.103	37,5	36,3
2007	1.213	15	1.027	38,5	37,2
2008	1.292	18	1.053	39,4	38,0
2009	1.350	14	1.161	40,1	38,6

Tabella 3.6 – Energia termica erogata dalla rete di teleriscaldamento per categorie di utenza (anno 2006, valori in GWh/anno).

Anno	Utenze domestiche	Utenze ospedaliere	Utenze artigianali	Utenze industriali	Altri usi	Totale erogato
2006	630	71	44	60	298	1.103

Tabella 3.7 – Energia termica immessa nella rete di teleriscaldamento di Brescia derivante da cogenerazione.

Anno	Calore immesso in rete da impianti di cogenerazione (%) ¹²
2002	98
2003	98
2004	98
2005	98
2006	98
2007	98
2008	97
2009	96

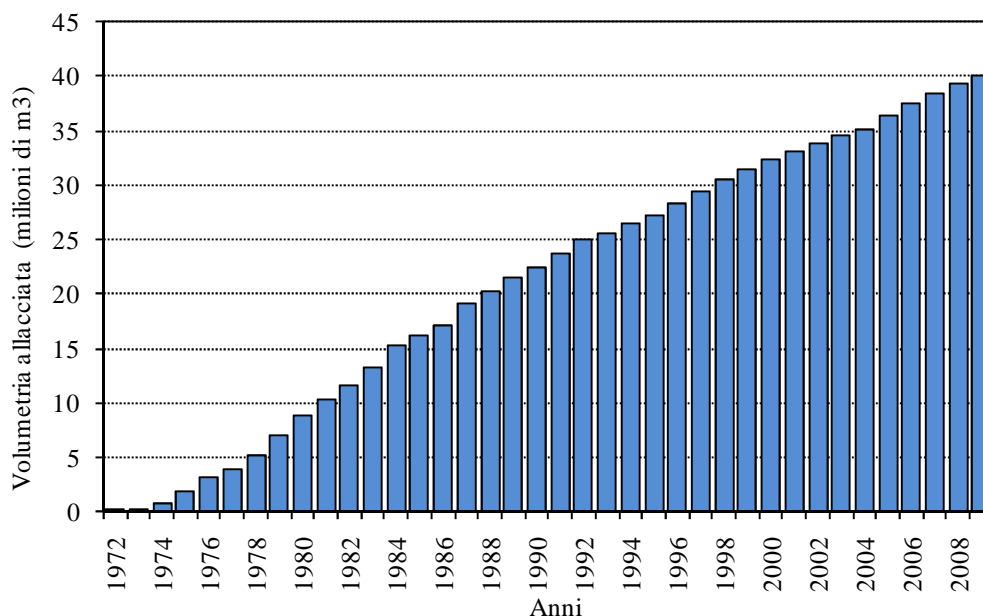
L'attuale grado di copertura della volumetria servita è significativamente elevato, ma rimane un non trascurabile margine di sviluppo, soprattutto nelle zone periferiche, raggiunte solo recentemente dalla rete e nelle nuove zone residenziali di futura realizzazione.

¹¹ Nel computo è conteggiata l'energia immessa nell'intera rete, che serve anche utenze esterne al Comune di Brescia. La volumetria esterna al territorio comunale è comunque trascurabile, essendo una frazione variabile tra l'1 ed il 4% della volumetria riscaldata, a seconda degli anni considerati.

¹² Produzione combinata di energia termica ed elettrica.

Nella **Figura 3.3** è evidenziato l'andamento nel tempo della volumetria complessivamente servita, a partire dal 1972 fino al 2009.

Figura 3.3 – Volumetria degli edifici serviti dalla rete di teleriscaldamento.



3.3.2 - Teleraffrescamento

A2A gestisce un servizio di teleraffrescamento attraverso reti ed impianti appositi (**Tabella 3.8**). Nel 2009 la produzione energetica ha raggiunto i 26 GWh_f, con una volumetria servita di 575.000 m³. Si tratta, comunque, di un servizio con caratteristiche energetiche di grande interesse.

Tabella 3.8 – Sistema di teleraffrescamento di A2A di Brescia.

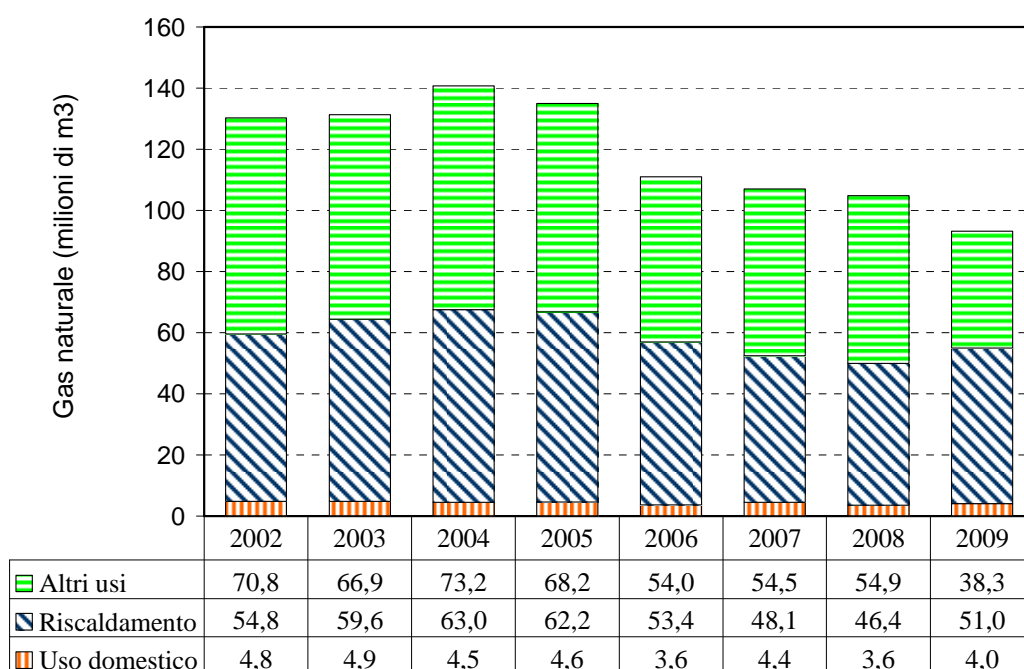
Anno	Energia frigorifera erogata all'utenza (GWh _f)	Volumetria raffrescata (m ³)
2002	9	200.000
2003	15	280.000
2004	19	420.000
2005	23	465.000
2006	21	490.000
2007	23	490.000
2008	25	575.000
2009	26	575.000

3.3.3 - Gas naturale e gasolio¹³

Il gas naturale è un combustibile che può essere utilizzato anche per soddisfare le principali esigenze domestiche, tra le quali l'uso in cucina (di seguito denominato uso domestico), il riscaldamento e la produzione d'acqua calda sanitaria, oltre che per altri usi.

I volumi di gas erogato in città da A2A dal 2002 al 2009, suddivisi per tipologia d'uso, sono riportati in **Figura 3.4**.

Figura 3.4 – Gas naturale erogato a Brescia da A2A dal 2002 al 2009 suddiviso per tipologia d'uso (altri usi: utenze commerciali, terziario e utenze industriali).

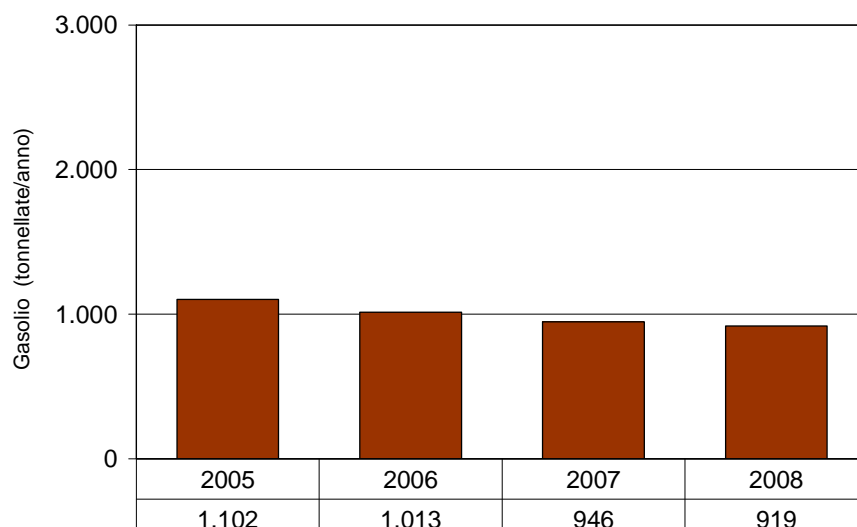


¹³ Fonte: Rapporto sullo Stato dell'Ambiente del Comune di Brescia.

Per quanto riguarda il gasolio, l'andamento dei consumi nel Comune di Brescia è riportato in **Figura 3.5**.

Non è stato riportato il consumo relativo ai trasporti, settore non trattato nel presente Studio, sebbene i più considerevoli consumi di gasolio siano attribuibili effettivamente a tale settore.

Figura 3.5 – Consumi di gasolio, escluso il settore dei trasporti, nel Comune di Brescia dal 2005 al 2008 (t/anno).



4 - BILANCIO AMBIENTALE

4.1 - Premesse

Vengono di seguito stimati i livelli di emissione in atmosfera derivanti dalla copertura del fabbisogno energetico del comune di Brescia con riferimento all'anno 2009, in quanto l'analisi dell'andamento nel tempo dal 2002 non risulta possibile per la mancanza di numerose informazioni¹⁴.

4.2 - Centrali di tipo cogenerativo

Lo scenario relativo alle emissioni determinate dal sistema di produzione A2A sono basate sui dati consuntivi della stessa Azienda, sintetizzati nella **Tabella 4.1**.

Tabella 4.1 – Dati consuntivi delle emissioni del sistema A2A all'interno del Comune, per l'anno 2009.

Centrale	EE ¹⁵ immessa in rete (GWh/anno)	ET ¹⁶ immessa in rete (GWh/anno)	NO _x (t/anno)	SO ₂ (t/anno)	Polveri (t/anno)
Termoutilizzatore	430	614	257	6	1,8
Lamarmora (Gruppi 1, 2, 3)	233	681	597	570	4,5
Totale	664	1.295	854	576	6,3

4.3 - Energia elettrica

Il bilancio elettrico vede il contributo sia degli impianti A2A ubicati nell'ambito dei confini comunali, sia degli impianti di produzione ubicati fuori dai confini comunali e che alimentano la città attraverso la rete di trasporto e di distribuzione dell'elettricità.

Per quanto riguarda le produzioni da impianti siti sul territorio comunale, lo scenario emissivo è quello riportato al paragrafo precedente.

Per quanto riguarda l'elettricità importata (1.451 GWh nell'anno 2009) occorre invece fare riferimento alle emissioni medie relative all'insieme di centrali termoelettriche che caratterizzano il sistema nazionale¹⁷ (**Tabella 4.2**).

Tabella 4.2 – Valutazione delle emissioni relative alla generazione di energia elettrica prelevata dalla rete e prodotta al di fuori del Comune (anno 2009).

Fonte energetica	Emissioni (t/anno)		
	NO _x	SO ₂	Polveri
Energia elettrica da rete esterna	723	762	35

¹⁴ Di fatto l'analisi storica sarebbe agevole per i soli impianti A2A per i quali si conosce l'andamento nel tempo del mix di combustibili utilizzati. Ben poco si può dire invece a riguardo degli altri impianti di combustione, a meno di introdurre dei coefficienti di variazione legati ai trend nazionali. Al fine di ridurre le incertezze, si preferisce quindi limitare l'analisi all'anno 2009.

¹⁵ Energia elettrica.

¹⁶ Energia termica.

¹⁷ Considerato che l'energia elettrica importata dalla rete nazionale al di fuori dei confini comunali proviene sia da impianti A2A sia da impianti di terzi, si assume, come ipotesi semplificativa ma comunque valida ai fini del presente Studio, come riferimento per la stima delle emissioni di NO_x, SO₂ e polveri per l'elettricità importata, il mix della produzione termoelettrica semplice 2009 di Enel S.p.A. (Rapporto Ambientale Enel 2010).

4.4 - Energia termica

4.4.1 - Teleriscaldamento

Per la produzione di energia termica si considera, tra gli impianti gestiti da A2A, l'impatto ambientale delle caldaie di tipo semplice (installate presso la Centrale Nord e la Centrale Lamarmora), che nel 2009 hanno prodotto 54 GWh di calore (**Tabella 4.3**).

Le emissioni degli altri impianti A2A di tipo cogenerativo sono invece incluse nelle valutazioni riportate nel Paragrafo 4.2.

Tabella 4.3 – Emissioni delle caldaie semplici che forniscono calore alla rete di teleriscaldamento di Brescia (anno 2006).

Tipologia di impianti	ET immessa in rete nel 2009 (GWh/anno)	NO _x (t/anno)	SO ₂ (t/anno)	Polveri (t/anno)
Caldaie semplici	54	8,9	-	-

4.4.2 - Gas naturale e gasolio

Il consumo di gas naturale per le utenze del Comune di Brescia, come evidenziato nel Capitolo 3, è significativo (886 GWh nel 2009). Invece l'utilizzo di gasolio, escluso quello per i trasporti, è estremamente ridotto (il dato riportato è relativo al 2008, ma il suo contributo si assume pari a quello del 2009 per la stima delle emissioni).

Le emissioni derivanti dalla combustione di gas naturale e gasolio (escludendo i trasporti) sono stimate¹⁸ nella **Tabella 4.4**.

Tabella 4.4 – Stima¹⁸ delle emissioni degli impianti del Comune di Brescia, non gestiti da A2A (anno 2009).

Tipologia di impianti	NO _x (t/anno)	SO ₂ (t/anno)	Polveri (t/anno)
Combustione gas naturale	159,4	1,6	0,6
Combustione gasolio	1,9	3,8	0,2
Totale impianti di combustione non A2A	161,3	5,4	0,8

4.5 - Emissioni di gas serra del sistema A2A

Parallelamente all'elevata efficienza di conversione energetica, il sistema di cogenerazione, termoutilizzazione e teleriscaldamento di A2A garantisce elevate prestazioni ambientali anche in termini di emissioni di gas serra.

Infatti, oltre alla cogenerazione, le emissioni di CO₂ equivalente derivanti dalla combustione di biomasse e di rifiuti sono sostanzialmente nulle¹⁹: le prime sono di origine vegetale, per le quali è convenzionalmente riconosciuto un bilancio nullo²⁰; per i rifiuti, invece, si assume che

¹⁸ Sono stati considerati i fattori di emissione degli impianti termici civili come da Delibera Giunta Regione Lombardia n.7/17533 del 17/5/2004, alla tabella 8.2 "sintesi delle migliori stime".

¹⁹ Analisi più di dettaglio, che utilizzano modelli di calcolo IPCC, portano a determinare un contributo di CO₂ equivalente non solo nullo, ma anche negativo. Tale modello di calcolo è riportato in Appendice n.2 del presente Studio.

²⁰ Ciò in quanto la materia vegetale assorbe una quantità di CO₂ pari a quella emessa con la sua combustione.

la combustione emetta una quantità di CO₂ equivalente simile a quella rilasciata se lo stesso materiale fosse smaltito in discarica²¹ (quindi con differenziale tra le due destinazioni nullo).

La sintesi, riferita al 2009, è riportata in **Tabella 4.5**.

Tabella 4.5 – Emissioni di CO₂ riconducibili ai consumi energetici del Comune di Brescia (anno 2009).

Impianti A2A (kt/anno)			Altre fonti (kt/anno)		Totale (kt/anno)
Termoutilizzatore	Centrale Lamarmora	Caldaje semplici	EE da rete esterna ²²	Combustione gas naturale e gasolio	
-	321	12	853	178	1.364

4.6 – Osservazioni generali

La sintesi delle emissioni per l’approvvigionamento energetico dell’intero Comune di Brescia, nell’ambito trattato nel presente Studio, è riportata nella **Tabella 4.6**.

È possibile osservare che la quasi totalità delle emissioni di polveri sono da attribuire agli impianti di produzione di elettricità posti fuori dal Comune (circa l’80%).

Analogamente, circa il 40% delle emissioni di NO_x e il 50% di quelle di SO₂ sono attribuibili a impianti ubicati al di fuori del Comune.

È quindi evidente che un sostanziale contributo all’impatto ambientale complessivo sia derivante dalla produzione di energia elettrica importata da impianti ubicati al di fuori del Comune.

Tabella 4.6 – Stima delle emissioni atmosferiche totali per soddisfare il fabbisogno energetico del Comune di Brescia (anno 2009).

Fonte energetica	Emissioni (t/anno)			
	NO _x	SO ₂	Polveri	CO ₂ (kt)
Centrali del teleriscaldamento di A2A ²³	863	576	6	333
Elettricità da impianti fuori Brescia	723	762	35	853
Combustione gas naturale	159	1,6	<1	175
Combustione gasolio ²⁴	1,9	3,8	<1	3
Totale emissioni²³	1.747	1.343	42	1.364

²¹ Conseguentemente la combustione non introduce una emissione addizionale di CO₂ rispetto alla discarica pur tenendo conto di un recupero energetico del biogas prodotto.

²² Per la stima delle emissioni di CO₂ derivanti dagli impianti di produzione di elettricità ubicati fuori dal territorio comunale, per quanto attiene l’elettricità importata, si fa riferimento ad un fattore di emissione medio specifico di CO₂ derivante dal Rapporto “ISPRA Italian Greenhouse Gas Inventory – Report 2010”.

²³ Termoutilizzatore, Centrale Lamarmora e Centrale Nord.

²⁴ Escluso il settore dei trasporti.

5 - SCENARIO AL 2020

5.1 - Impianti di produzione

Per quanto riguarda la Centrale Lamarmora, sul Gruppo n.3, nel corso del 2010 è stato installato - in aggiunta all'esistente sistema di trattamento fumi della caldaia policombustibile, che già comprendeva un precipitatore elettrostatico, un desolforatore e un filtro a maniche – anche un catalizzatore DeNOx SCR high dust per la riduzione degli ossidi di azoto.

Tale intervento, indicato come *Best Available Techniques* (BAT) dalle linee guida IPPC 2006, consente di ridurre le emissioni specifiche di NO_x e quindi di migliorare il bilancio delle emissioni illustrato nel Capitolo precedente.

Oltre a questo intervento, sono in corso di attuazione delle migliorie sul sistema di abbattimento degli ossidi di zolfo, già oggi comunque molto contenuti grazie al desolforatore e al filtro a maniche.

Anche il Termoutilizzatore è stato oggetto di migliorie che, sebbene in parte già concluse, avranno una ricaduta positiva sui bilanci energetici e ambientali futuri.

In particolare, sono stati effettuati (o sono in corso di completamento) i seguenti interventi:

- inserimento di catalizzatori DeNOx sulle linee fumi delle tre caldaie, allo scopo di ridurre ulteriormente le emissioni di ossidi di azoto e ammoniaca;
- sostituzione dei filtri a maniche delle linee 1 e 2, con incremento della superficie filtrante per migliorare le prestazioni ambientali;
- miglioramento del rendimento termodinamico del ciclo a vapore, mediante incremento della superficie di scambio termico del condensatore;
- incremento della superficie evaporante delle caldaie, mediante sostituzione dei banchi evaporativi nel 3° giro fumi, e sostituzione delle tramogge fra il 2° e il 3° giro fumi, attualmente realizzate in materiale refrattario, con pareti a tubi membranati, allo scopo di migliorare lo scambio termico, quindi la resa energetica e l'affidabilità di esercizio;
- sostituzione della turbina e dell'alternatore;
- installazione di un terzo carroponte nella vasca di accumulo rifiuti ed implementazione di un sistema automatico di movimentazione dei rifiuti, allo scopo di migliorarne la miscelazione e rendere più stabili ed efficienti le condizioni di combustione.

Si sottolinea che i principali interventi già effettuati presso il Termoutilizzatore e presso la Centrale Lamarmora, nonché quelli attualmente in corso, sono finalizzati al miglioramento delle prestazioni ambientali e dell'efficienza energetica.

Quanto sopra rafforza significativamente le strategie di sviluppo sostenibile della Città.

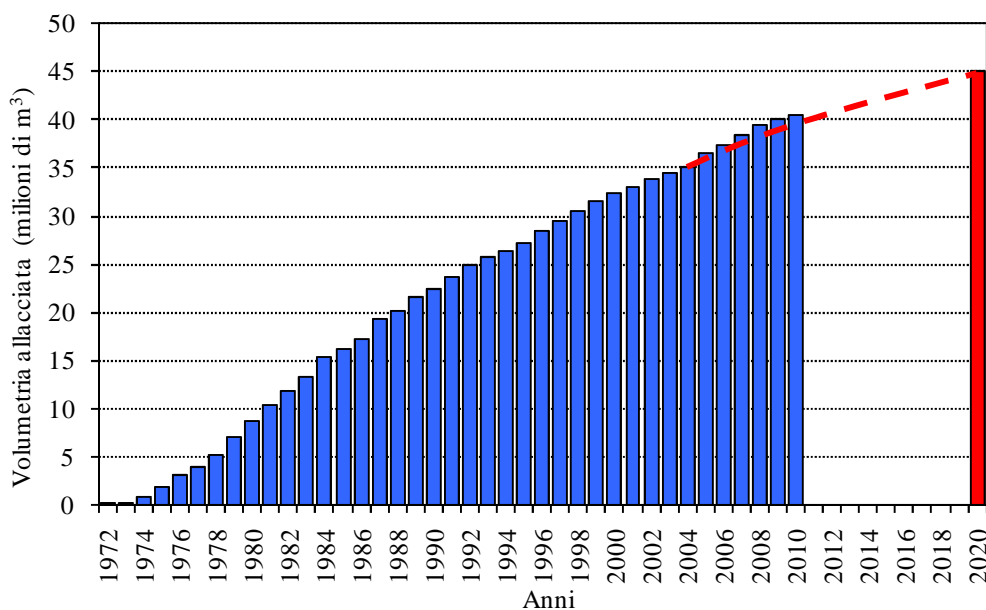
5.2 - Rete di teleriscaldamento

L'anno 2020 è stato scelto come anno di riferimento per la stima del futuro scenario del sistema di teleriscaldamento.

Nel 2005 era già stata sviluppata una previsione di espansione della rete di teleriscaldamento. In quell'anno la rete serviva una volumetria di 35,2 Mm³ (dicembre 2004), ed era stata stimata una crescita progressiva fino alla copertura di circa 45 Mm³ al 2020.

La stima viene oggi confermata, avendo riscontrato che la crescita effettiva della rete dal 2005 al 2010 è sostanzialmente in linea, se non superiore, alla previsione stimata nel 2005 (**Figura 5.1**: curva tratteggiata -previsione- da mettere a confronto con i valori dell'istogramma -consuntivi-).

Figura 5.1 – *Curva di crescita della volumetria allacciata alla rete di teleriscaldamento: dati storici a consuntivo (istogramma), curva previsionale 2004-2020 (tratteggiata, stimata nel 2005) e valore attualmente atteso per il 2020.*



Le ipotesi di espansione sopra esposte sono rafforzate anche grazie alla possibilità di utilizzare la rete di teleriscaldamento per il servizio di raffrescamento durante la stagione estiva.

Gli sviluppi della tecnologia hanno reso infatti disponibili degli assorbitori (apparecchiature alimentate con fluido caldo per la produzione di acqua refrigerata ad uso condizionamento) caratterizzati da parametri di funzionamento compatibili con quelli di esercizio estivo della rete di teleriscaldamento.

Il consolidamento di tali tecnologie renderà quindi utilizzabile il teleriscaldamento anche per soddisfare le necessità di condizionamento estivo degli edifici di adeguate caratteristiche.

Per quanto riguarda il sistema del gas naturale, sono in corso di definizione alcuni studi riguardanti gli impianti primari di adduzione e le relative dorsali di trasporto e distribuzione, al fine di garantirne sempre un'elevata affidabilità di approvvigionamento e disponibilità del servizio.

5.3 - Bilancio energetico

Il bilancio energetico nello scenario futuro al 2020 sarà fortemente caratterizzato dalla presenza del teleriscaldamento, che consentirà il raggiungimento di prestazioni ad alta efficienza e ad alta sostenibilità.

Infatti, anche a fronte di un stimato incremento degli abitanti a livello comunale, come più ampiamente descritto nella documentazione di PGT²⁵ del Comune di Brescia, la crescita della rete del teleriscaldamento, come pianificata da A2A già nel 2005 e descritta nel paragrafo precedente, riuscirà a soddisfare la copertura anche dei nuovi fabbisogni di calore.

5.4 - Bilancio ambientale

Il bilancio ambientale nello scenario futuro sarà caratterizzato dai seguenti aspetti:

- si potrà osservare un incremento del fabbisogno energetico della città;
- peraltro, alcuni impianti del teleriscaldamento di A2A sul territorio saranno caratterizzati da fattori di emissione inferiori a quelli degli anni passati, grazie anche agli interventi appena conclusi e a quelli tuttora in corso.

Sulla base di queste considerazioni, si stima un quadro emissivo, nel suo complesso, inferiore a quello attuale.

Inoltre, è opportuno tenere conto che gli obiettivi di sostenibilità ambientale, definiti a livello internazionale per lo scenario europeo al 2020, possono essere sintetizzati come segue:

- ridurre del 20% le emissioni di gas a effetto serra;
- portare al 20% il risparmio energetico;
- aumentare al 20% il consumo di fonti rinnovabili.

Il sistema energetico integrato del Comune di Brescia, come descritto nei paragrafi precedenti, e come ipotizzato per lo scenario al 2020, è orientato nella direzione degli obiettivi comunitari sopra richiamati.

²⁵ PGT Brescia 2011 - Relazione di accompagnamento degli elaborati costituenti il Piano di Governo del Territorio (PGT)

6 - POSSIBILITÀ DI INTERVENTO

6.1 - Premesse

I temi qui affrontati costituiscono delle proposte operative che vanno ad aggiungersi alla programmazione in atto.

Più in particolare, si pongono all'attenzione due linee di attività mirate alla:

- diffusione di una maggiore consapevolezza sul tema energetico;
- riduzione dei consumi.

6.2 - Conseguimento di una maggiore consapevolezza

Lo sviluppo sostenibile del Comune passa soprattutto attraverso l'informazione degli utenti e l'offerta di servizi che consentano di raggiungere concreti obiettivi di risparmio energetico e, conseguentemente, di minore impatto ambientale. Su questa linea il Comune sta già operando.

In aggiunta potrebbe essere prevista una serie di attività finalizzate a:

- diffondere un'ancora più approfondita cultura dell'energia e dell'ambiente;
- offrire un'ancor più ampia consulenza agli utenti;
- coordinare le attività di studio e ricerca.

Inoltre si suggerisce di promuovere:

- ulteriori campagne di risparmio energetico (rivolte soprattutto alle scuole di tutti i livelli);
- l'utilizzo efficiente degli elettrodomestici e dei sistemi di illuminazione.

Non è agevole prevedere le ricadute dirette di queste azioni in termini di bilancio energetico e ambientale, ma si ritiene si tratti di azioni necessarie per preparare al meglio i futuri programmi d'azione.

6.3 - Riduzione dei consumi di risorse primarie

Per perseguire la filosofia dello sviluppo sostenibile è importante valutare con continuità le diverse opportunità per la riduzione dei consumi di energia primaria e di risorse fossili.

A tal fine dovrebbero essere svolti degli appositi studi impostati su analisi di campo, in modo da mettere in luce con chiarezza le principali tipologie di utenza e le loro caratteristiche.

In aggiunta, potrebbero essere individuati alcuni casi applicativi significativi per il territorio dove intervenire con azioni dimostrative.

7 - APPENDICE N.1

ANALISI DEI FABBISOGNI TERMICI DELLA RETE DI TELERISCALDAMENTO

Si ritiene di particolare interesse approfondire le informazioni disponibili per la rete di teleriscaldamento, con particolare riferimento alle utenze dell'energia termica.

Un'analisi accurata dei dati disponibili (riportati di seguito), riferita principalmente all'anno 2006 scelto a titolo di esempio, permette anche di delineare ipotesi di interventi diffusi sul territorio che portino ad una riduzione dei consumi energetici e quindi ad ulteriori contenimenti dei consumi di combustibili e delle emissioni in atmosfera.

Le **Tabelle 7.1, 7.2 e 7.3** mettono in luce che:

- le utenze domestiche sono le più numerose (oltre l'80%) e tali da interessare il 57% dei consumi totali di energia termica;
- suddividendo i consumi per classi (**Tabella 7.3**), la rete di teleriscaldamento serve utenze domestiche nella fascia di consumo 1, 2 e in misura limitata 3;
- la fascia di consumo 1 è attribuibile alle utenze domestiche unifamiliari, alle quali compete il 21% del consumo delle utenze domestiche. Il restante consumo delle utenze domestiche - pari a 498 GWh - è attribuibile a edifici condominiali di media e grande taglia, distribuiti nelle fasce 2 e 3;
- il consumo delle utenze ospedaliere e industriali, pari all'11,8% del consumo totale, è ripartito su poche utenze a elevato consumo medio per utenza ed è attribuibile tutto alla fascia 4;
- le utenze artigianali e "altre" sono attribuibili alla fascia 2 e in parte alla fascia 3.

Analizzando i dati riportati nella **Tabella 7.4**, si può stimare una ripartizione media di consumi tra climatizzazione invernale e altri usi, indicata nella **Tabella 7.5**.

Tabella 7.1 - *Composizione degli utenti della rete di teleriscaldamento.*

Anno	N. Utenze (% sul totale)				
	Domestiche	Ospedaliere	Artigianali	Industriali	Altri usi
2002	83,7	< 0,1	1,7	< 0,1	14,5
2003	83,9	< 0,1	1,7	< 0,1	14,2
2004	84,0	< 0,1	1,7	< 0,1	14,1
2005	84,2	< 0,1	1,9	< 0,1	13,8
2006	84,7	< 0,1	1,8	< 0,1	13,4

Tabella 7.2 – *Suddivisione dei fabbisogni di energia termica tra le diverse tipologie di utenze della rete di teleriscaldamento (anno 2006).*

Utenze	N. totale	Consumi (GWh/anno)	Consumi medi (MWh/utenza)
Domestiche	13.673	630	46
Ospedaliere/industriali	16	131	8.187
Artigianali	290	44	152
Altre	2.164	298	138
Totali	16.143	1.103	68

Tabella 7.3 – *Suddivisione dei consumi energetici per fasce di consumo (anno 2006).*

Fascia	Consumo (MWh/anno, energia erogata)		Numero utenze	Consumo totale (GWh/anno)	Consumo medio per utenza (kWh/anno)
	Min.	Max.			
1	-	25	12.269	132	10.760
2	25	200	2.744	276	100.583
3	200	500	807	287	355.638
4	500	Oltre	323	408	1.263.158
Totali	-	-	16.143	1.103	-

Tabella 7.4 – *Variatione mensile dei consumi energetici per tipologia di utenza allacciata a teleriscaldamento per l'anno 2006 (valori percentuali).*

Utenze	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Tot
Domestiche	19,8	16,0	12,5	5,3	1,5	1,1	1,1	1,0	1,2	5,4	15,5	19,6	100
Ospedaliere	18,3	12,8	12,1	7,7	4,0	3,3	3,2	3,2	3,6	6,2	10,7	14,9	100
Artigianali	19,2	15,3	11,9	5,2	1,8	1,6	1,9	1,7	2,0	5,5	15,0	18,8	100
Industriali	26,7	18,7	10,1	4,7	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	3,7	14,0	20,2	100
Altri usi	20,7	16,8	12,6	5,0	1,2	0,8	0,8	0,7	0,9	4,8	15,5	20,2	100

Tabella 7.5 – *Ripartizione dei consumi di energia termica per tipologia di utenza ed utilizzo (anno 2006).*

Utenze	Consumo per climatizzazione invernale (%)	Acqua Calda Sanitaria e/o altri usi (%)
Domestiche	85,8	14,2
Ospedaliere	58,5	41,5
Artigianali	78,3	21,6
Industriali	95,4	4,6
Altri usi	89,4	10,6

La ripartizione mensile dei consumi per solo riscaldamento (**Tabella 7.6**) evidenzia importanti differenze tra le varie tipologie di utenze²⁶: quelle domestiche mostrano una suddivisione dei consumi in linea con i valori tipici; al contrario, per le utenze industriali e le “altre utenze”, si evidenzia un consumo anomalo nei mesi più freddi²⁷. Le utenze ospedaliere indicano invece un buon andamento, dovuto probabilmente alla presenza di adeguati impianti di climatizzazione invernale con sistemi di regolazione e di recupero termico.

In ogni caso, sussistono le condizioni per importanti miglioramenti il che evidenzia la necessità di approfondire queste informazioni con studi e ricerche mirate.

Tabella 7.6 – *Variatione mensile dei consumi energetici per tipologia di utenza allacciata a teleriscaldamento per l'anno 2006 (valori percentuali), relativamente al solo riscaldamento.*

	Ottobre	Novembre	Dicembre	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile
Domestiche	4,2	14,3	18,4	18,6	14,8	11,3	4,1
Ospedaliere	2,7	7,2	11,4	14,8	9,3	8,6	4,2
Artigianali	3,7	13,2	17	17,4	13,5	10,1	3,4
Industriali	3,3	13,6	19,8	26,3	18,3	9,7	4,3
Altre	3,9	14,6	19,3	19,8	15,9	11,7	4,1

²⁶ Alla buona gestione dell'energia all'interno degli edifici residenziali contribuiscono certamente le utenze domestiche singole e quelle centralizzate, con contabilizzazione del calore per unità immobiliare.

²⁷ Tali utenze comprendono certamente una quota importante di grandi edifici riscaldati prevalentemente con impianti di termoventilazione (aerotermi, distribuzione di aria calda). Le perdite di emissione di questo tipo di impianti raggiungono spesso valori molto elevati, particolarmente nei mesi più freddi attribuibili a: stratificazione dell'aria; non buona tenuta delle coperture; modalità di regolazione.

7 - APPENDICE N.2

RIDUZIONE DELLE EMISSIONI DI CO₂

Gli organismi internazionali (protocollo di Kyoto), comunitari e nazionali sollecitano l'attuazione di ogni possibile sforzo per ridurre le emissioni di CO₂ in quanto ritenute causa, attraverso il cosiddetto "effetto serra", del riscaldamento globale del nostro pianeta e dei conseguenti cambiamenti climatici.

Il Termoutilizzatore contribuisce in maniera significativamente positiva alla riduzione di tali emissioni.

Infatti, tra le misure più rilevanti per attuare la riduzione delle emissioni di CO₂ è stato individuato l'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili (sole, vento, moto dell'acqua, biomasse intese come materia biodegradabile) le quali, a differenza dei combustibili fossili, non solo appartengono ad un ciclo della natura che le rende continuamente disponibili, ma consentono di produrre energia senza aumentare il contenuto di CO₂ nell'atmosfera.

In particolare, per quanto riguarda le biomasse, siamo di fronte al mantenimento di un sostanziale equilibrio della CO₂ in quanto la loro combustione, anche in impianti industriali, emette la stessa quantità di carbonio che era stata precedentemente sottratta dall'atmosfera e immagazzinata nella materia vegetale (biogenica) attraverso il processo della fotosintesi; tale quantità sarebbe stata comunque emessa per decomposizione naturale delle stesse biomasse al termine del loro ciclo di vita.

Anche i rifiuti urbani e i rifiuti speciali sono costituiti per oltre il 50% da materiali biogenici (carta, cartone, rifiuti organici, ecc.). Quindi circa la metà dell'energia prodotta dalla combustione di questi rifiuti è da considerare energia rinnovabile, come riconosciuto dalle normative nazionali ed europee sulle fonti rinnovabili e sullo scambio di quote di emissioni di CO₂.

Solo il carbonio di origine fossile (plastiche, fibre sintetiche, gomme sintetiche, ecc.) contribuisce all'accumulo di CO₂ nell'atmosfera, ma questo effetto, per il caso del Termoutilizzatore, è più che compensato dal mancato conferimento in discarica dei rifiuti e dalla produzione contemporanea di elettricità e calore, come più ampiamente descritto nel seguito.

Utilizzando le biomasse e i rifiuti come combustibile, il Termoutilizzatore non solo impiega una fonte di energia rinnovabile, ma evita l'emissione aggiuntiva di gas ad effetto serra; si evitano in particolare le emissioni di metano (un gas con un potenziale di effetto serra molto più alto) che deriverebbero dai processi di degradazione della biomassa smaltita in discariche o riutilizzata nei suoli.

Si deve inoltre considerare che i rifiuti conferiti al Termoutilizzatore sono rifiuti urbani raccolti a valle della raccolta differenziata o rifiuti da attività commerciali e industriali per i quali è stata esaurita ogni altra possibilità di recupero. Quindi l'unica alternativa al Termoutilizzatore è la discarica.

L'emissione di CO₂ equivalente emessa dalle discariche può essere calcolata utilizzando i parametri indicati nelle linee guida "2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas

inventories - Volume 5 - Waste” (IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change) in cui si tiene conto della frazione biodegradabile dei rifiuti e della possibilità di recuperare parte del biogas e inviarlo al recupero energetico.

Il Termoutilizzatore, inoltre, consente di ridurre ulteriormente le emissioni di CO₂ in virtù di alcune sue caratteristiche. Anzitutto, produce energia elettrica dai rifiuti (non si limita ad incenerirli) e in tal modo risparmia combustibili fossili che verrebbero altrimenti impiegati in centrali termoelettriche.

Le emissioni evitate di CO₂ sono calcolate considerando il fattore di emissione medio delle centrali termoelettriche italiane, che tiene conto del mix di combustibili utilizzati a livello nazionale, moltiplicato per l’energia elettrica netta prodotta dal Termoutilizzatore e immessa nella rete nazionale.

Inoltre, il recupero dell’energia avviene attraverso la cogenerazione di elettricità e calore (utilizzato per il teleriscaldamento) e ciò consente un ulteriore risparmio dovuto al recupero a fini termici dell’energia altrimenti dissipata nell’ambiente quando si produce solo energia elettrica.

Si considera che il calore immesso nella rete del teleriscaldamento dal Termoutilizzatore sostituisca una quantità analoga di calore prodotto da caldaie alimentate a metano.

Il calcolo del bilancio delle emissioni di CO₂ del Termoutilizzatore, tenuto conto dei criteri sopra esposti, evidenzia come il contributo netto del Termoutilizzatore al fenomeno di accumulo di CO₂ nell’atmosfera terrestre sia rappresentato da un numero negativo. Quindi il recupero energetico dai rifiuti contribuisce a ridurre le emissioni di CO₂.