



Comune di Milano

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

*PROCEDURA DI VALUTAZIONE AMBIENTALE STRATEGICA*

*(ai sensi dell'art. 4 della LR 12/2005)*

**RAPPORTO AMBIENTALE FINALE**

**Allegato 5. SETTORI DEI TRASPORTI, CIVILE E  
PRODUZIONE DI ENERGIA**

Gennaio 2012

## Piano di Governo del Territorio

### Procedura di Valutazione Ambientale Strategica – Rapporto ambientale

### Settori dei trasporti, civile e produzione di energia

<b>RELAZIONE</b>		<i>codifica:</i>	110070023_00
		<i>revisione:</i>	00
<i>data:</i> 23/12/11	<i>Redatto</i>	<i>Verificato</i>	<i>Approvato</i>

**Agenzia Mobilità Ambiente e Territorio Srl**

Via Deledda 9/A – 20123 Milano  
Telefono +39 02 8846 7298  
Fax + 39 02 8846 7349  
e-mail: [info@amat-mi.it](mailto:info@amat-mi.it)  
*Amministratore Unico*  
Arch. Maria Berrini

**Tutti i diritti sono riservati**

Tutti i diritti di riproduzione e rielaborazione anche parziale dei testi sono riservati; l'eventuale utilizzo e pubblicazione anche di parti di testo, delle tavole o delle tabelle dovrà prevedere la citazione della fonte.

## INDICE

<b>RELAZIONE.....</b>	<b>1</b>
<b>1 PREMESSA.....</b>	<b>4</b>
<b>2 SETTORE TRASPORTI .....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Gli scenari considerati.....</b>	<b>5</b>
2.1.1 Indirizzi del Piano clima nel settore dei trasporti .....	6
<b>2.2 I fattori di emissione .....</b>	<b>7</b>
2.2.1 La ripartizione del parco veicolare immatricolato .....	9
2.2.2 I fattori medi di emissione per macroclasse .....	11
2.2.3 L'utilizzo dei fattori medi di emissione .....	12
<b>2.3 I RISULTATI OTTENUTI NEGLI scenari emissivi relativi al settore trasporti stradali.....</b>	<b>12</b>
<b>3 SETTORE CIVILE E PRODUZIONE DI ENERGIA .....</b>	<b>16</b>
<b>3.1 Gli scenari considerati.....</b>	<b>17</b>
3.1.1 Indirizzi del Piano clima nel settore civile .....	19
<b>3.2 I RISULTATI OTTENUTI NEGLI scenari relativi al settore civile .....</b>	<b>20</b>
3.2.1 Scenario tendenziale .....	20
3.2.2 Scenario a legislazione vigente .....	21
3.2.3 Scenario con interventi .....	22
<b>4 CONCLUSIONI.....</b>	<b>29</b>

## 1 PREMESSA

Le analisi descritte nel presente documento sono finalizzate alla valutazione ambientale delle previsioni di sviluppo contenute nel PGT, con riferimento agli impatti sulla qualità dell'aria e alle emissioni di CO<sub>2</sub> del settore dei trasporti stradali e del settore civile (domestico, riscaldamento e teleriscaldamento).

La analisi effettuate prendono in considerazione, oltre ai contenuti del PGT adottato, le previsioni di sviluppo maggiormente consolidate relative ai settori in esame, già adottate dall'amministrazione o elaborate in ambiti di competenza esterni al Comune di Milano.

In particolare, relativamente al settore dei trasporti, sono stati analizzati gli effetti sulla qualità dell'aria e sulle emissioni di CO<sub>2</sub> conseguenti allo sviluppo infrastrutturale e agli scenari di mobilità descritti nell'allegato 3 al Rapporto Ambientale, dal titolo "*Valutazioni Trasportistiche*". Sono state inoltre prese in considerazione le ipotesi di evoluzione del parco circolante e dei fattori di emissione dei veicoli ad oggi ipotizzabili, in base a quanto illustrato nel dettaglio nei *paragrafi 2.1 e 2.2*.

Per quanto riguarda il settore civile, si è fatto riferimento ai prevedibili miglioramenti delle prestazioni energetiche in edilizia, che potranno determinarsi per effetto dei contenuti del PGT o come conseguenza dell'evoluzione della normativa di settore.

Si sono inoltre considerate le possibilità di sviluppo dei sistemi di teleriscaldamento che si potranno ottenere grazie agli investimenti pianificati dall'utility locale e, infine, si è fatto riferimento all'andamento dei principali indicatori energetici monitorati negli strumenti di rendicontazione ambientale dell'amministrazione. Il dettaglio delle ipotesi adottate per la formulazione degli scenari relativi al settore civile sono contenute nel *par.3.1 e 3.2*.

In considerazione delle osservazioni espresse al precedente documento 90200002\_00, si sottolinea che gli scenari individuati recepiscono solo in parte i contenuti del Piano Clima di cui al paragrafo 3.6.1 del Rapporto Ambientale, in quanto vengono prese in considerazione esclusivamente le previsioni di sviluppo maggiormente consolidate, secondo una logica conservativa e improntata a principi di cautela.

Le ulteriori opportunità di intervento individuate nel Piano Clima, non adottato dall'Amministrazione comunale, saranno oggetto del Piano per l'Energia Sostenibile e il Clima definitivo (PAES), che diverrà lo strumento ufficiale dell'Amministrazione comunale per le politiche di mitigazione delle emissioni di CO<sub>2</sub>.

Si ricorda infatti che il Piano Clima è attualmente in corso di aggiornamento per poter essere adeguato alle linee guida della Covenant of Mayors nel frattempo emesse dalla Commissione Europea. Nella definizione della propria strategia consolidata per la mitigazione dei cambiamenti climatici, il Comune di Milano potrà avvalersi anche dei risultati e delle elaborazioni svolte nell'ambito del progetto LAIKA (Local Authorities Improving Kyoto Actions), cofinanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del bando LIFE+ Environmental, al quale partecipa in qualità di capofila.

## 2 SETTORE TRASPORTI

In accordo con quanto effettuato nell'ambito delle analisi e valutazioni trasportistiche descritte nell'Allegato 3 del Rapporto Ambientale, questo capitolo ha come obiettivo la stima dell'impatto sulla qualità dell'aria del settore relativo ai trasporti stradali al 2030, così come prefigurabile da scenari di massimo sviluppo delineati dal Piano di Governo del Territorio (PGT), rispetto allo stato di fatto.

La valutazione è consistita nella stima delle emissioni atmosferiche dovute al traffico veicolare circolante in città. Per la suddetta stima sono stati utilizzati i dati di percorrenza media giornaliera urbana (con esclusione delle tangenziali) sia per lo scenario base che per quelli relativi al PGT, questi ultimi indicativamente collocati all'orizzonte temporale del 2030 e già descritti nella relazione relativa alle analisi trasportistiche (Allegato 3 del Rapporto Ambientale).

Oltre alle suddette percorrenze complessive giornaliere, la stima delle emissioni atmosferiche è stata eseguita considerando specifici fattori di emissione (ovvero la massa di inquinante rilasciata da un veicolo per unità di percorrenza) distinti per tipo di veicolo e per inquinante.

### 2.1 GLI SCENARI CONSIDERATI

Le stime effettuate si riferiscono a cinque scenari:

- 1) scenario base (stato di fatto);
- 2a) scenario PGT base al 2030 utilizzando gli stessi fattori di emissione dello stato di fatto;
- 2b) scenario PGT obiettivo (ove si ipotizza una diversa ripartizione modale del trasporto passeggeri) al 2030 utilizzando gli stessi fattori di emissione dello stato di fatto;
- 3a) scenario PGT base al 2030 utilizzando i fattori di emissione che possono essere ragionevolmente stimati per l'anno 2030;
- 3b) scenario PGT obiettivo al 2030 utilizzando i fattori di emissione che possono essere ragionevolmente stimati per l'anno 2030.

Gli scenari al 2030 sono comprensivi degli effetti del post-Expo 2015, già inclusi nelle analisi trasportistiche. I risultati ottenuti per i suddetti scenari sono stati confrontati tra loro per valutare gli incrementi, assoluti e percentuali, delle emissioni legate al traffico aggiuntivo degli scenari obiettivo rispetto allo stato di fatto. Più in particolare, il confronto tra gli scenari 1 e 2a/2b permette di valutare gli ipotetici effetti della variazione del traffico stradale legato al quadro complessivo delineato dal Piano di Governo del Territorio indipendentemente da ogni altro fattore, mentre il confronto tra gli scenari 1 e 3a/3b fornisce la stima dell'impatto effettivo sulle emissioni atmosferiche

da traffico stradale tenendo conto anche dell'evoluzione tecnologica dei veicoli a motore e del ricambio del parco veicolare circolante.

Le ipotesi effettuate per determinare l'evoluzione del parco veicolare al 2030 e le relative tecnologie motoristiche sono quanto di meglio si possa attualmente reperire, ma per certi versi sono ovviamente molto incerte. Per esempio, a livello europeo la fascia tecnologica più avanzata attualmente definita è Euro 6 per gli autoveicoli, che entrerà in vigore tra il 2014 e il 2016, ed Euro 3 per i motoveicoli, già in vigore per i motocicli ma non ancora per i ciclomotori, e al momento attuale non vi sono elementi sufficientemente certi per ipotizzare come evolverà la normativa europea al 2030.

Supponendo, tuttavia, che ad ogni progresso tecnologico corrisponda un miglioramento in termini di riduzione delle emissioni atmosferiche, impone nell'ambito delle presenti stime che la migliore classe tecnologica disponibile al 2030 sia Euro 6 per gli autoveicoli ed Euro 3 per i motoveicoli costituisce un'ipotesi di lavoro cautelativa. In effetti, è lecito attendersi ulteriori miglioramenti in termini di impatto dei veicoli stradali sulla qualità dell'aria per almeno qualcuno degli inquinanti qui trattati, ma la scelta di adottare Euro 6 quale classe tecnologica corrente ancora nel 2030 per gli autoveicoli ed Euro 3 per i motocicli rappresenta un'ipotesi cautelativa che tende a ridurre il rischio di sovrastimare l'efficacia di riduzione delle emissioni atmosferiche dovuta all'evoluzione tecnologica a quella scadenza temporale.

### **2.1.1 Indirizzi del Piano clima nel settore dei trasporti**

Come specificato in premessa, gli scenari emissivi relativi al settore dei trasporti si basano sugli scenari di mobilità elaborati nell'allegato 3 "Valutazioni Trasportistiche" al Rapporto Ambientale.

Tali scenari, in particolare gli scenari 'obiettivo', comprendono in parte gli indirizzi contenuti nell'ultimo aggiornamento del Piano Clima (si veda paragrafo 3.6.1 del Rapporto Ambientale):

- sviluppo dell'offerta di trasporto pubblico (metropolitana e mezzi di superficie), sia in termini di miglioramento della qualità del servizio sia in termini quantitativi (aumento dell'offerta infrastrutturale), coerentemente con lo sviluppo insediativo previsto nel PGT;
- adozione di politiche di orientamento della domanda di mobilità e di trasferimento modale verso modalità di trasporto più sostenibili, che comprendono principalmente:
  - sviluppo della mobilità ciclabile con l'obiettivo del raggiungimento entro il 2020 di una quota modale di spostamenti urbani effettuati in bicicletta pari al 15%;
  - sviluppo di politiche finalizzate al trasferimento modale della domanda di mobilità privata (autovetture e mezzi commerciali) verso modi di trasporto a minore impatto ambientale.

Come già sottolineato in premessa, nell'ottica di adottare un approccio conservativo, si sottolinea che detti scenari non tengono conto di tutti gli indirizzi del Piano Clima, alcuni dei quali, ad esempio quelli volti al miglioramento dei fattori di emissione specifici dei mezzi privati, troveranno una più dettagliata specificazione nella stesura del PAES definitivo (Piano per l'Energia Sostenibile e il Clima, previsto dalla Covenant of mayors), che costituirà lo strumento ufficiale dell'Amministrazione per le politiche locali di mitigazione dei cambiamenti climatici

Tali indirizzi troveranno poi un maggior dettaglio di analisi, in termini di fattibilità tecnica ed economica, negli strumenti di programmazione settoriale del Comune, come ad esempio nel Piano Urbano della Mobilità 2010-2020, in corso di elaborazione, che pianifica il complesso degli interventi nel settore dei trasporti mirati ad obiettivi di sostenibilità ambientale ed energetica.

## **2.2 I FATTORI DI EMISSIONE**

I fattori medi di emissione utilizzati per le presenti stime si riferiscono alle principali macroclassi veicolari (autovetture, veicoli commerciali leggeri, veicoli commerciali medi, veicoli commerciali pesanti, motoveicoli) e sono stati ricavati come media pesata dei fattori di emissione forniti dal programma COPERT4 (COmputer Programme to calculate Emissions from Road Transport) versione 8.1, applicato alla realtà urbana di Milano. Il suddetto programma, appositamente realizzato per la stima delle emissioni da traffico veicolare e pubblicamente disponibile, costituisce l'implementazione informatica della metodologia ufficiale comunitaria per la stima delle emissioni, sviluppata dal Laboratory of Applied Thermodynamics dell'Università Aristotele di Salonicco sotto il patrocinio dell'EEA, Environment European Agency, che costituisce parte integrante del capitolo 1.A.3.b della EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook del 2009 (aggiornata al giugno 2010). Pertanto i fattori di emissione così determinati sono frutto di una metodologia condivisa a livello europeo e frutto di un lavoro di sintesi di molti progetti a scala Europea dedicati alla quantificazione delle emissioni di veicoli stradali in condizioni diverse dal ciclo di omologazione.

Dunque, per la determinazione dei fattori medi di emissione per macroclassi innanzi tutto è stato applicato il programma COPERT4, opportunamente calibrato sulla realtà di Milano e impostato in modo da avere il fattore di emissione specifico per ognuna delle oltre 200 classi veicolari trattate da COPERT4. A tal fine sono state effettuate le seguenti scelte:

- per le velocità medie di percorrenza, non tenendo conto dei tratti urbani delle tangenziali e riguardando la presente valutazione lo studio dell'impatto del solo trasporto privato, coerentemente alle analisi trasportistiche è stata presa come riferimento una velocità media giornaliera pari a 20 km/h per gli scenari "base" e "PGT base", e pari a 23 km/h per gli scenari "PGT obiettivo";

- come valori di temperatura ambiente sono stati adottati i dati rilevati in centro città nel corso dell'anno 2009, fornendo in particolare a COPERT i valori medi mensili delle temperature minime e massime giornaliere;
- sono state inoltre utilizzate le caratteristiche dei carburanti così come rilevate nell'ambito delle indagini periodicamente eseguite a livello nazionale dal CUNA (Commissione Tecnica di Unificazione nell'Autoveicolo) sulla qualità dei carburanti per trazione (fonte: Unione Petrolifera, 2009).

Il secondo passaggio è consistito nell'integrare (basandosi su dati pubblicamente disponibili) le informazioni così ottenute con i fattori di emissione relativi alle classi veicolari non trattate da COPERT, quali i veicoli a metano, gli autoveicoli diesel dotati di sistemi di riduzione della massa di particolato ecc.. Da questo punto di vista val la pena evidenziare che anche i fattori di consumo (e di conseguenza anche i fattori di emissione di anidride carbonica) sono stati oggetto di opportune integrazioni. Infatti, COPERT pone i consumi specifici dei veicoli Euro 5 ed Euro 6 uguali a quelli di Euro 4, ma ciò non appare realistico alla luce delle politiche comunitarie ed internazionali già in atto sul contenimento delle emissioni di gas serra, che prevedono per i veicoli nuovi emissioni di CO<sub>2</sub> sempre più basse. Tenendo conto di ragionevoli ipotesi in funzione degli obiettivi prefissati a livello comunitario (riduzione del 36% delle emissioni specifiche di CO<sub>2</sub> del parco auto venduto dal 2005 al 2020), le impostazioni (prudenziali) adottate per il parametro dei consumi specifici sono state:

- ✓ rispetto ad Euro 4, riduzione del 10% dei consumi per le auto Euro 5 e del 20% per le auto Euro 6;
- ✓ rispetto ad Euro 4, riduzione del 5% dei consumi per i veicoli commerciali leggeri Euro 5 e del 10% per i veicoli commerciali leggeri Euro 6;
- ✓ rispetto ad Euro 4, riduzione del 2% dei consumi per i veicoli pesanti (commerciali e autobus) Euro 5 e del 5% per i veicoli pesanti Euro 6;
- ✓ per i motoveicoli, dati i già limitati consumi e l'incertezza delle informazioni in merito, non è stata introdotta alcuna ipotesi

Infine, come ultimo passaggio, è stata effettuata una media pesata dei fattori di emissione specifici così ottenuti al fine di ottenere un fattore di emissione medio per ciascuna macroclasse veicolare adottata nell'ambito delle sopra citate analisi trasportistiche (autovetture, veicoli trasporto cose, motocicli).

L'informazione di base utilizzata come fattore peso per la suddetta media è stata la composizione del parco veicolare immatricolato in provincia di Milano. Per lo scenario base, la composizione del parco veicolare milanese al 31/12/2010 è un dato consolidato e pubblicamente messo a disposizione da ACI, Automobile Club d'Italia ([www.aci.it](http://www.aci.it)). Per lo scenario al 2030, la ripartizione veicolare è stata fatta evolvere secondo le modalità descritte in dettaglio nel successivo paragrafo.

La ripartizione così ottenuta è stata rinormalizzata sulla base dei dati di composizione veicolare su strada rilevati dai sistemi di monitoraggio del Comune di Milano. In questo modo si è evitato di sovrastimare il contributo emissivo dei veicoli più vecchi, che

rappresentano una quota importante del parco immatricolato ma che, in generale, circolano su strada molto meno rispetto ai veicoli più nuovi.

Per quanto riguarda il parco immatricolato di ciclomotori, la cui consistenza non viene fornita da ACI, è stata eseguita un'estrapolazione basata sui dati pubblicamente forniti da ANCMA, Associazione Nazionale Ciclo Motociclo Accessori ([www.ancma.it](http://www.ancma.it)) nonché su conteggi manuali eseguiti periodicamente in città.

## **2.2.1 La ripartizione del parco veicolare immatricolato**

Come già accennato, ai fini della determinazione dei fattori peso per il calcolo dei fattori medi di emissione, per lo stato di fatto sono stati utilizzati gli ultimi dati consolidati pubblicamente forniti da ACI (Automobile Club d'Italia) e relativi al parco veicolare immatricolato in Provincia di Milano all'anno 2010, a loro volta rinormalizzati su ulteriori indici numerici legati all'effettiva presenza su strada.

Per quanto riguarda gli scenari futuri, la ripartizione del parco veicolare immatricolato in provincia di Milano è stata stimata innanzi tutto proiettando al 2030 il trend di immatricolazione di ogni singola classe veicolare così come risultante dai dati storici ACI dal 2000 al 2010, e supponendo (come già accennato in precedenza) che le migliori classi tecnologiche dal punto di vista emissivo siano Euro 6 per gli autoveicoli e Euro 3 per i motoveicoli. Tale ripartizione è stata poi rinormalizzata sulla base degli indici numerici sopra citati e legati alle effettive percorrenze su strada. Infine, è stata introdotta un'ulteriore correzione, con riferimento soprattutto alla macroclasse "autovetture", che si suppone possa essere la più influenzata dall'introduzione di nuove tecnologie motoristiche: basandosi sulle proiezioni al 2030 della composizione parco veicolare nella Comunità Europea così come emerso negli scenari futuri del Progetto Europeo iTREN-2030 (Integrated TRansport and ENergy baseline until 2030), rispetto allo stato di fatto è stata ipotizzata una riduzione della presenza percentuale delle auto a benzina del 10% circa e delle auto diesel del 5%, a fronte di una corrispondente crescita delle altre tipologie di trazione, in particolare GPL, gas naturale, veicoli ibridi ed elettrici (Figura 2.1).

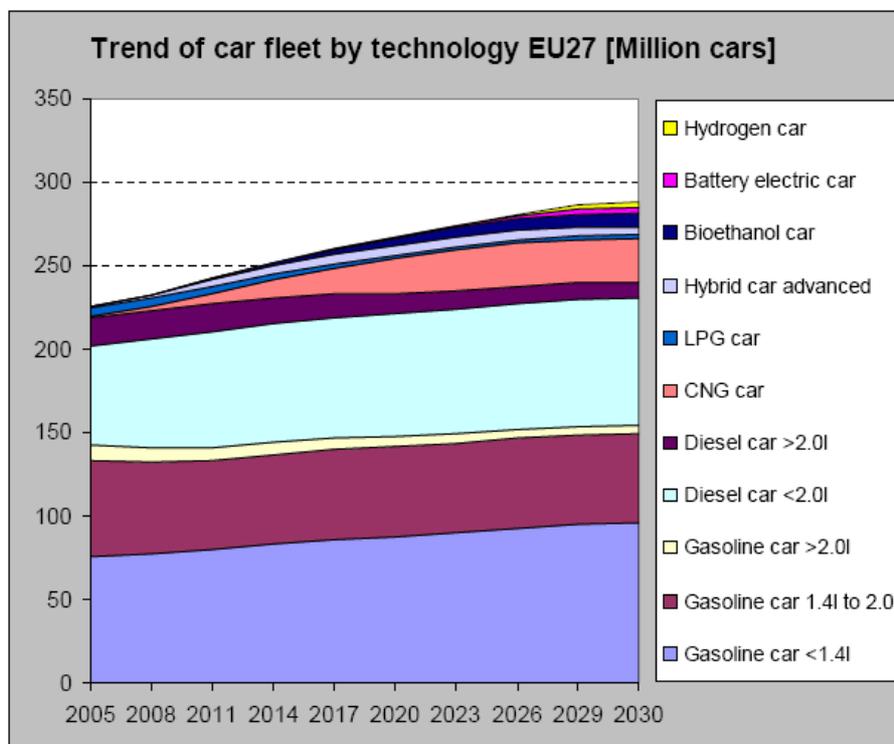
Per le altre due macroclassi si è supposto invece, a titolo cautelativo, che anche al 2030 le tecnologie dominanti continuino a basarsi su motori a benzina per i motoveicoli e su motori a gasolio per i veicoli commerciali, pur ipotizzando in quest'ultimo caso una contenuta crescita della presenza di veicoli GPL, metano ed elettrici.

Il risultato così ottenuto al 2030 in termini di parco veicolare immatricolato, in sintesi, è il seguente:

- ✓ quasi l'80% delle autovetture aventi motore a benzina, gasolio, GPL o metano risulterebbe di classe tecnologica almeno Euro 6;

- ✓ la presenza su strada di autovetture a benzina o gasolio di classe tecnologica non superiore a Euro 4 risulterebbe pari a pochi punti percentuali rispetto alla totalità delle autovetture;
- ✓ il 20% circa delle autovetture sarebbe dotato di trazioni alternative a benzina e gasolio puri;
- ✓ il 56% dei veicoli commerciali risulterebbe di classe tecnologica almeno Euro 6;
- ✓ l'80% dei motoveicoli risulterebbe di classe tecnologica almeno Euro 3.

**Figura 2.1** Proiezioni al 2030 della composizione per tecnologia del parco autovetture in Europa



Fonte: 3<sup>rd</sup> iTREN-2030 workshop. Scenarios and policies for the iTREN-2030 baseline: Energy, transport technology and emissions policies  
<http://www.isi.fraunhofer.de/projects/itren-2030/workshop-nov-2008.htm#topic0>

Evidentemente queste cifre sono da prendere con le dovute cautele, sia per l'incertezza intrinseca di una previsione di composizione veicolare a così lungo periodo sia perché lo scenario iTREN-2030, a cui si è fatto riferimento, è relativo alla totalità del parco veicolare dell'Unione Europea 27, e pertanto include le realtà di Paesi ove si può ragionevolmente supporre che la ripartizione veicolare sia molto diversa da quella di Milano.

## 2.2.2 I fattori medi di emissione per macroclasse

Una volta compiute le operazioni sopra descritte, sono stati determinati i fattori medi di emissione per ciascuna macroclasse veicolare. Gli inquinanti trattati sono i seguenti:

- PM10 allo scarico
- PM10 totale (ovvero particolato allo scarico e contributi dovuti ad usura pneumatici, usura freni e abrasione manto stradale)
- ossidi di azoto totali (NO<sub>x</sub>)
- biossido d'azoto (NO<sub>2</sub>)
- composti organici volatili non metanici (COVNM)
- benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)
- monossido di carbonio (CO)
- ammoniaca (NH<sub>3</sub>)
- anidride carbonica (CO<sub>2</sub>)
- metano (CH<sub>4</sub>)
- protossido d'azoto (N<sub>2</sub>O)

In Tabella 2.1 e Tabella 2.2 sono riassunti i fattori di emissione che sono stati così stimati, ad eccezione dell'anidride carbonica per la quale sono stati adottati per lo scenario base (stato di fatto) i valori utilizzati nell'ambito dell'attuale Piano Clima del Comune di Milano per il contenimento delle emissioni comunali di CO<sub>2</sub>. Per gli scenari futuri, invece, i fattori di emissione di CO<sub>2</sub> dello stato di fatto sono stati fatti evolvere al 2030 adottando le stesse regole utilizzate per l'evoluzione dei fattori di emissione degli altri inquinanti; in altre parole, in prima battuta non si è tenuto conto di specifiche politiche locali di contenimento di gas climalteranti bensì del normale ricambio del parco veicolare circolante.

**Tabella 2.1 Fattori di emissione medi per macroclasse veicolare per lo stato di fatto (mg/km con eccezione della CO<sub>2</sub>, espressa in g/km), anno riferimento 2010**

	PM10 scarico	PM10 totale	NOx	NO <sub>2</sub>	COVNM	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	CO	NH <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
<b>auto</b>	11	40	437	163	118	5	877	11	212	16	8
<b>merci leggeri</b>	48	89	964	342	123	4	1.655	8	288	9	11
<b>merci medi</b>	76	196	3.915	510	210	5	1.055	2	479	17	4
<b>merci pesanti</b>	130	249	7.970	1.072	307	6	2.034	2	1'088	29	7
<b>moto</b>	21	34	152	6	1'359	59	4.014	1	89	55	1

**Tabella 2.2 Fattori di emissione medi per macroclasse veicolare per gli scenari al 2030 (mg/km con eccezione della CO<sub>2</sub>, espressa in g/km)**

	PM10 scarico	PM10 totale	NOx	NO <sub>2</sub>	COVNM	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	CO	NH <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
auto	2	30	153	36	67	3	419	2	156	12	6
merci leggeri	13	54	492	163	65	2	909	2	252	7	9
merci medi	14	133	2.025	216	49	2	781	2	421	3	10
merci pesanti	15	135	3.116	346	47	1	1.452	2	938	4	22
moto	9	22	166	7	927	43	2.440	1	81	45	1

Si fa presente che i fattori di emissione qui riportati possono differire da quelli contenuti nelle precedenti versioni della presente relazione per diversi motivi, quali: il diverso anno di riferimento del caso base (2010), l'adozione di dati consolidati ACI più aggiornati, l'utilizzo di diversi fattori peso per tener conto di una più realistica presenza su strada dei veicoli più vecchi. I fattori di emissione qui riportati non devono essere considerati come riferimento ufficiale per la situazione di Milano, bensì come valori utilizzati ai soli fini di questo studio.

### 2.2.3 L'utilizzo dei fattori medi di emissione

Dopo essere stati così determinati, i fattori di emissione sono stati infine utilizzati per la stima delle emissioni atmosferiche totali. A tal fine, ciascun insieme di fattori di emissione è stato applicato ai dati di percorrenza, suddivisi per macroclassi e relativi allo scenario da valutare. I risultati così ottenuti sono illustrati in dettaglio nel seguente capitolo.

## 2.3 I RISULTATI OTTENUTI NEGLI SCENARI EMISSIVI RELATIVI AL SETTORE TRASPORTI STRADALI

Sulla base delle ipotesi e dei dati illustrati nei precedenti paragrafi sono state infine stimate le emissioni giornaliere per i vari scenari considerati, nonché la variazione percentuale delle emissioni relative agli scenari al 2030 rispetto allo stato di fatto. I risultati così ottenuti sono riassunti in Tabella 2.3.

I valori assoluti sono qui riportati per completezza di documentazione, tuttavia nell'ambito del presente lavoro rivestono maggiore significato le variazioni percentuali delle emissioni degli scenari legati al PGT rispetto a quelle dello stato di fatto.

**Tabella 2.3 Emissioni giornaliere (in chilogrammi, ad eccezione di CO e CO<sub>2</sub> espressi in tonnellate) per i diversi scenari e confronto con lo stato di fatto**

	PM10 scarico	PM10 totale	NOx	NO <sub>2</sub>	COVNM	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	CO	NH <sub>3</sub>	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
<b>SC1</b>	282	762	8.889	2.743	3.915	164	20,1	143	3.379	302	112
<b>SC2a</b>	314	840	9.993	3.032	4.098	170	21,5	153	3.691	320	121
<b>SC2a vs SC1</b>	+11%	+10%	+12%	+11%	+5%	+4%	+7%	+8%	+9%	+6%	+9%
<b>SC2b</b>	302	778	9.232	2.705	4.585	192	21,9	132	3.304	317	106
<b>SC2b vs SC1</b>	+7%	+2%	+4%	-1%	+17%	+17%	+9%	-8%	-2%	+5%	-5%
<b>SC3a</b>	66	592	4.278	893	2.531	109	11,5	29	2.857	245	103
<b>SC3a vs SC1</b>	-77%	-22%	-52%	-67%	-35%	-34%	-43%	-80%	-15%	-19%	-8%
<b>SC3b</b>	67	542	4.083	826	2.890	126	12,0	26	2.581	243	91
<b>SC3b vs SC1</b>	-76%	-29%	-54%	-70%	-26%	-23%	-41%	-82%	-24%	-19%	-19%

Analizzando i dati riportati in Tabella 2.3 si può osservare come gli scenari 2a e 2b, ovvero relativi all'orizzonte temporale del 2030 ma per i quali sono stati utilizzati ancora i fattori di emissione relativi allo stato di fatto, presentano in quasi tutti i casi un aumento delle emissioni. In particolare, le emissioni di PM10 (sia allo scarico che totale) e di ossidi totali di azoto presentano incrementi superiori alla variazione delle percorrenze veicolari complessive, le quali invero nello scenario 2b sono leggermente inferiori a quelle del caso base. Ciò è sostanzialmente legato all'aumento delle percorrenze dei veicoli commerciali, il cui effetto in termini di emissioni atmosferiche non viene compensato dalla riduzione delle percorrenze delle autovetture nello scenario 2b, e in parte anche dall'aumento delle percorrenze dei motocicli, tra i quali i motori a due tempi contribuiscono in maniera non trascurabile alle emissioni di particolato atmosferico allo scarico. Alla crescita delle percorrenze dei motocicli è dovuto anche l'aumento delle emissioni di composti organici volatili, di benzene e di monossido di carbonio. Più legate alla variazione delle percorrenze complessive appaiono invece le emissioni di anidride carbonica, mentre gli altri inquinanti hanno comportamenti più differenziati. Gli unici inquinanti per i quali si ha, nello scenario "PGT obiettivo", una riduzione delle emissioni maggiore di quella delle percorrenze complessive sono l'ammoniaca e il protossido d'azoto, in entrambi i casi a motivo della progressiva scomparsa delle tecnologie a benzina Euro 1 ed Euro 2.

Analizzando invece gli scenari 3a e 3b si ha un'idea di cosa potrà succedere tenendo conto nell'analisi anche dell'evoluzione tecnologica dei veicoli.

In particolare, è evidente come per alcuni inquinanti (PM10 allo scarico, biossido d'azoto, ammoniaca) l'evoluzione delle tecnologie motoristiche giocherà un ruolo fondamentale, e l'abbattimento delle emissioni del comparto relativo ai trasporti stradali diminuiranno drasticamente grazie al solo ricambio del parco veicolare.

Anche per gli ossidi totali di azoto le nuove tecnologie consentiranno una forte riduzione delle emissioni complessive, pur essendo questa leggermente inferiore rispetto agli inquinanti precedentemente citati. Ciò è dovuto all'aumento delle percorrenze dei veicoli commerciali, che si è supposto rimanere prevalentemente a trazione diesel (importante fonte emissiva di NO<sub>x</sub>). Tuttavia è lecito attendersi che le future strategie europee circa il contenimento delle emissioni da traffico veicolare possano introdurre, dopo Euro 6, requisiti sempre più stringenti per quanto riguarda gli ossidi di azoto, per cui a così lungo periodo ci si potrebbe attendere in realtà una riduzione delle emissioni di NO<sub>x</sub> maggiore di quanto qui stimato.

Analogamente, il rinnovo tecnologico consentirà una forte riduzione delle emissioni complessive dei composti organici volatili, di benzene e di monossido di carbonio, anche se leggermente inferiore rispetto agli inquinanti sopra citati. La minore riduzione delle emissioni atmosferiche in questo caso è dovuta all'aumento delle percorrenze dei motoveicoli (soprattutto nello scenario "PGT obiettivo"). Tuttavia anche in questo caso è lecito attendersi che le future strategie europee circa il contenimento delle emissioni da traffico veicolare possano introdurre, dopo Euro 3, requisiti sempre più stringenti per quanto riguarda le emissioni dei motocicli e dei ciclomotori, per cui a così lungo periodo ci si potrebbe attendere riduzioni maggiori a quanto qui stimato.

Alcuni degli inquinanti climalteranti (metano e protossido d'azoto) mostrano una riduzione delle emissioni, ma molto più contenuta rispetto agli altri inquinanti sopra elencati. Per quanto riguarda il metano, ciò è legato soprattutto all'ipotizzata progressiva diffusione di veicoli alimentati a gas naturale, per il protossido d'azoto il motivo è invece da cercarsi invece nella crescita delle percorrenze dei veicoli commerciali, le cui tecnologie future avranno, secondo le linee guida europee, emissioni specifiche di N<sub>2</sub>O leggermente più alte rispetto alle tecnologie motoristiche attuali.

Anche per il PM10 totale (ovvero la somma del contributo emissivo di PM10 allo scarico e di quello dovuto ai fenomeni di attrito) è stimata una riduzione delle emissioni complessive più contenuta rispetto alla maggioranza degli altri inquinanti. Ciò è imputabile al fatto che, stando alle conoscenze attuali, non possono essere previste innovazioni tecnologiche che consentano la riduzione delle emissioni di particolato atmosferico dovuto ai fenomeni di attrito, ad eccezione forse dei sistemi di recupero di energia in frenata montati su veicoli elettrici che dovrebbero consentire un minore utilizzo dei sistemi frenanti ad attrito e, quindi, una riduzione (attualmente di difficile quantificazione) delle relative emissioni atmosferiche. Pertanto la riduzione delle emissioni di PM10 totale qui stimata è dovuta esclusivamente alla riduzione del contributo allo scarico, in quanto la sola componente da attrito rimane sostanzialmente costante nello scenario "PGT obiettivo", mentre aumenta del 10% nello scenario "PGT base".

Infine, anche per l'anidride carbonica sono previste riduzioni delle emissioni, ma più contenute rispetto agli altri inquinanti, soprattutto nello scenario "PGT base". La CO<sub>2</sub>, infatti, è direttamente legata ai consumi e, quindi, all'efficienza dei veicoli nonché alle percorrenze complessive.

In quest'ambito dunque, visti anche gli obiettivi che l'Amministrazione Comunale si è prefissa in termini di riduzione di gas ad effetto serra, sarà importante valutare l'opportunità di adottare politiche aggiuntive per il miglioramento dell'efficienza dei veicoli circolanti a Milano. Si ricorda, infatti, che in questa analisi, per una scelta di tipo 'conservativo', non si è tenuto conto di tutti gli indirizzi individuati nell'ambito dell'attuale versione del Piano Clima, per quanto riguarda gli interventi di miglioramento dell'efficienza nel settore dei trasporti stradali, che verranno analizzati in modo più dettagliato nella versione definitiva del PAES, elaborato nell'ambito della Covenant of Mayors.

### 3 SETTORE CIVILE E PRODUZIONE DI ENERGIA

Il Piano di Governo del Territorio del Comune di Milano pianifica lo sviluppo della città prevedendo una fase di intenso sviluppo, sia in termini di residenti sia in termini di attività insediate, avente come orizzonte temporale indicativo il periodo 2010-2030. Nel medesimo periodo temporale il sistema energetico comunale subirà radicali trasformazioni sia sul lato della domanda sia sul lato dell'offerta, non solo per le dinamiche di sviluppo determinate dal PGT, ma anche per effetto della crescente spinta al rinnovamento derivante dalle esigenze di sostenibilità ambientale e di sicurezza dell'approvvigionamento esistenti a livello globale.

Entro il 2020 gli impatti più significativi saranno determinati dalla decisione del Consiglio Europeo dell'8-9 marzo 2007, che prevede un obiettivo vincolante di riduzione delle emissioni di gas serra di almeno il 20% rispetto al valore del 1990, la produzione da fonte rinnovabile di una quota pari al 20% del fabbisogno energetico comunitario e la riduzione del 20% del totale dell'energia consumata nell'UE rispetto all'andamento tendenziale.

Gli impegni assunti con la decisione del marzo 2007 hanno dato origine ad un gruppo di quattro direttive pubblicate sulla Gazzetta Ufficiale Europea nel giugno 2009, riguardanti rispettivamente:

- Revisione del sistema di emission trading per il periodo successivo al 2012 (2009/29/CE);
- Stoccaggio geologico del biossido di carbonio (2009/31/CE);
- Combustibili per autotrazione (2009/30/CE);
- Promozione dell'uso di energia da fonti rinnovabili (2009/28/CE).

In base alla suddivisione degli impegni fra i Paesi Membri, per l'Italia è prevista al 2020 una riduzione delle emissioni nei settori non ETS del 13% rispetto al valore del 2005 e un aumento della quota di energia rinnovabile dal 5,2% del 2005 al 17%.

Una visione di più lungo termine è contenuta nella Comunicazione della Commissione Europea adottata il 15 dicembre 2011, Energy Roadmap 2050 (COM(2011)885/2), nella quale vengono analizzati i possibili scenari energetici e viene avanzata una serie di proposte per raggiungere l'obiettivo di una riduzione almeno dell'80% delle emissioni di CO<sub>2</sub> in Europa al 2050 rispetto al 1990. Fondamentali per il raggiungimento dell'obiettivo un decisivo incremento dell'efficienza energetica, forte crescita delle rinnovabili, sviluppo delle infrastrutture.

Rispetto al precedente documento 90200002\_00 occorre considerare l'approvazione definitiva della Direttiva 2010/31/CE, evoluzione della precedente Direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia, che impone la realizzazione di edifici "a consumo di energia quasi nullo" a decorrere dal 1 gennaio 2021, scadenza anticipata al 1 gennaio 2019 per gli edifici pubblici o di proprietà pubblica.

In linea con la politica europea del “20-20-20”, il Comune di Milano ha sottoscritto diversi accordi a livello internazionale<sup>1</sup>, nei quali si impegna a ridurre le emissioni locali di CO<sub>2</sub> del 20% rispetto all’anno 2005. Al fine di dare attuazione agli impegni presi nell’ambito di tali accordi, il Comune di Milano ha predisposto nel corso del 2009 il Piano Clima, brevemente descritto nel paragrafo 3.6.1 del Rapporto Ambientale, ora in fase di aggiornamento per essere adeguato alle linee guida della Covenant of Mayors.

In questo capitolo si analizzano in modo semplificato gli effetti della realizzazione di tutto il carico insediativo previsto dal PGT limitatamente al settore civile (domestico, riscaldamento, teleriscaldamento), tenendo conto delle spinte all’innovazione derivanti dal quadro normativo e pianificatorio brevemente richiamato, secondo la metodologia e le ipotesi illustrate nei successivi par. 3.1 e 3.2.

Particolare attenzione è posta alle emissioni di CO<sub>2</sub>, visti gli impegni stringenti assunti dal Comune di Milano in termini di riduzione delle emissioni.

A seguito delle osservazioni espresse al precedente documento 90200002\_00 sono svolte considerazioni qualitative sulle emissioni di inquinanti diversi dalla CO<sub>2</sub>, con un livello di dettaglio compatibile con la metodologia di analisi adottata.

In accoglimento delle osservazioni ricevute sono inoltre aggiornati i trend di evoluzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> con gli ultimi dati disponibili (anno 2009).

Infine, sono introdotti in modo semplificato gli effetti di quanto disposto dall’art. 10 delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano delle Regole in tema di efficienza energetica, che, in base a quanto previsto dall’articolo 10 medesimo, troverà una attuazione compiuta solo mediante l’aggiornamento del Regolamento Edilizio Comunale.

### 3.1 GLI SCENARI CONSIDERATI

Le analisi effettuate sono articolate secondo 3 scenari, di seguito descritti:

1. **Scenario tendenziale:** ottenuto attraverso la proiezione degli andamenti storici delle principali variabili energetiche a tutto il carico insediativo previsto dal PGT;
2. **Scenario a legislazione vigente:** ottenuto considerando gli effetti della normativa sull’efficienza energetica in edilizia già in vigore a seguito del recepimento della direttiva 2002/91/CE;
3. **Scenario con interventi:** applicando le sole misure “consolidate” e i contenuti del PGT adottato a tutto il carico insediativo previsto, in aggiunta a quanto già considerato nello scenario 2;

---

<sup>1</sup> World Mayors and Local Governments Climate Protection Agreement promossa da ICLEI; Sustainable Energy Campaign (Sustainable Energy Europe) della Commissione Europea; Patto dei Sindaci (Covenant of Mayors) della Commissione Europea.

Le ipotesi sottese alla definizione di ciascuno scenario sono specificate nel dettaglio nel successivo paragrafo 3.2.

In considerazione delle osservazioni espresse al precedente documento 90200002\_00, allegato al Rapporto Ambientale sottoposto a consultazione, per quanto riguarda la metodologia seguita si ritiene opportuno specificare quanto segue.

I contenuti del PGT non consentono di sottoporre a Valutazione Ambientale gli aspetti di dettaglio riguardanti le trasformazioni territoriali individuate, in quanto il PGT principalmente definisce l'assetto del territorio comunale, anche in termini quantitativi, e le regole alla base delle trasformazioni stesse. Le analisi effettuate sono quindi tese a fornire gli elementi necessari alla valutazione di questi aspetti, rimandando le analisi di dettaglio e la formulazione di scenari specifici agli strumenti di pianificazione settoriali. Per quanto riguarda le valutazioni di dettaglio sulle singole trasformazioni, occorre anche tenere conto che queste si trovano polarizzate, dal punto di vista quantitativo, in ambiti che si svilupperanno successivamente, attraverso strumenti di pianificazione attuativa, che, nei casi più significativi, è auspicabile siano sottoposti a procedura di Valutazione Ambientale Strategica, anche in relazione all'andamento degli indicatori di monitoraggio individuati nel PGT.

La difficoltà di analizzare gli effetti di previsioni non definite nel dettaglio è stata affrontata considerando esclusivamente le principali misure già adottate dall'amministrazione o formalizzate in ambiti di competenza esterni al Comune di Milano (a.e. normativa di settore, sviluppo dei sistemi di teleriscaldamento previsti da A2A), contestualmente all'attuazione delle previsioni di sviluppo contenute nel PGT. In questo modo è possibile valutare il potenziale di abbattimento delle emissioni già esistente, al netto delle eventuali sovrapposizioni fra misure concorrenti.

Questo modo di procedere corrisponde ad un approccio cautelativo, in quanto si fa riferimento alle sole misure già adottate e formalizzate allo stato attuale e viene incontro anche alla difficoltà di formulare ipotesi dettagliate sugli sviluppi dell'efficienza energetica in edilizia sull'ampio orizzonte temporale del PGT. In conseguenza di questo approccio, come già sottolineato in premessa, le analisi effettuate recepiscono solo in parte i contenuti del Piano Clima, che si trova attualmente in fase di aggiornamento e non costituisce quindi strumento ufficiale e definitivo per la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub>.

Si riportano di seguito, a livello qualitativo, alcuni degli indirizzi elaborati nel Piano Clima, che dovranno trovare maggiore specificazione nel PAES definitivo, in modo da consentire al lettore un confronto fra quanto già incluso negli scenari oggetto del presente documento e quanto verrà aggiunto grazie alla definitiva elaborazione della strategia locale di mitigazione dei cambiamenti climatici.

### 3.1.1 Indirizzi del Piano clima nel settore civile

Il Piano Clima individua uno scenario BAU (Business As Usual), prolungando nel tempo gli andamenti storici registrati fino all'anno 2005<sup>2</sup> per le principali variabili di sistema. Nello scenario BAU si riscontrano notevoli miglioramenti dell'efficienza energetica e una considerevole riduzione delle emissioni specifiche di CO<sub>2</sub> da fonti fisse<sup>3</sup>, determinati dalla progressiva soluzione di alcune criticità ancora presenti a livello locale. I contributi più importanti potranno essere forniti dalla progressiva sostituzione dei combustibili liquidi con il gas naturale per il riscaldamento degli edifici, dal contestuale rinnovamento tecnologico degli impianti per la produzione di calore e dal completamento degli impianti di cogenerazione e teleriscaldamento esistenti sul territorio cittadino.

Nello scenario "con interventi", il Piano Clima individua le misure di riduzione delle emissioni tecnicamente ed economicamente fattibili, fra cui:

- sviluppo del teleriscaldamento associato alla cogenerazione e allo sfruttamento dell'acqua di falda mediante la tecnologia della pompa di calore;
- realizzazione degli edifici di nuova costruzione con livelli di efficienza energetica superiore ai limiti di legge, grazie alle diverse forme di incentivazione esistenti a livello comunale;
- realizzazione di interventi di efficienza energetica negli edifici esistenti, anche facendo ricorso ad una opportuna disciplina incentivante nel regolamento edilizio comunale;
- risparmio di energia elettrica negli usi finali, mediante l'incremento dell'efficienza delle apparecchiature elettriche ed elettroniche e nell'illuminazione, oltre che sensibilizzando i cittadini a modificare comportamenti scorretti nell'utilizzo delle apparecchiature stesse;
- sfruttamento del margine residuo di trasformazione a metano degli impianti termici alimentati con combustibili liquidi;
- interventi di efficienza energetica sul patrimonio immobiliare pubblico, da attuare mediante il ricorso alle ESCO e al finanziamento tramite terzi, superando i limiti di bilancio dell'ente e i vincoli imposti dal patto di stabilità;

---

<sup>2</sup> In base all'ipotesi di invarianza assunte nello scenario BAU le nuove costruzioni si suppongono realizzate secondo il livello di efficienza medio del parco edilizio esistente nel 2005, ovvero prima del recepimento della direttiva 2002/91/CE, sia a livello nazionale sia a livello regionale .

<sup>3</sup> Usi domestici, riscaldamento ambienti, cogenerazione e teleriscaldamento.

- risparmio di energia elettrica nell'illuminazione pubblica e negli impianti semaforici;
- sviluppo della produzione elettrica da fonte solare, nell'ipotesi di una forte evoluzione del settore del fotovoltaico in Italia sul modello di quanto registrato in altre realtà europee;
- sviluppo del teleriscaldamento da termovalorizzazione dei rifiuti.

### **3.2 I RISULTATI OTTENUTI NEGLI SCENARI RELATIVI AL SETTORE CIVILE**

Nel presente paragrafo si illustrano le ipotesi di dettaglio formulate nei tre scenari introdotti nel paragrafo 3.1 ed i risultati ottenuti.

Si ricorda che l'analisi si è soffermata sui settori domestico, riscaldamento ambienti e teleriscaldamento, responsabili nel 2005 di circa il 60% delle emissioni di CO<sub>2</sub> e che presentano forti criticità a causa della fase di intenso sviluppo della città ipotizzata nel PGT.

#### **3.2.1 Scenario tendenziale**

Lo scenario tendenziale, per il periodo indicativo 2010-2030, è formulato secondo le seguenti ipotesi:

- il decremento percentuale del consumo di gasolio, dovuto alle trasformazioni degli impianti termici, è desunto dall'andamento storico registrato negli anni compresi fra il 2005 e il 2009 e si considera invariato nel tempo. La Fonte del dato è il Bilancio Energetico Comunale redatto da Agenzia Mobilità Ambiente e Territorio con cadenza biennale. Si tratta di un'ipotesi conservativa, secondo la quale la percentuale di gasolio ancora presente nel mix energetico ammonterebbe al 6,2%, valore presumibilmente sovrastimato;
- lo sviluppo del Teleriscaldamento tiene conto dell'ampliamento e completamento dei sistemi già presenti sul territorio comunale, mentre gli altri impianti del Programma di sviluppo di A2A si considerano parte degli interventi aggiuntivi di riduzione delle emissioni.
- per quanto riguarda i consumi domestici si è assunto un valore pro-capite costante nel tempo, tratto dal bilancio energetico comunale al 2005;
- per le nuove costruzioni si ipotizza un'invarianza dell'efficienza energetica per il riscaldamento invernale, assumendo il valore del consumo di energia

primaria specifico medio risultante dal Bilancio Energetico Comunale nell'anno 2005, antecedente al recepimento della Direttiva 2002/91/CE. Si ipotizza inoltre l'utilizzo di sistemi tradizionali per il riscaldamento degli ambienti interamente alimentati a gas naturale o l'allacciamento a sistemi di teleriscaldamento.

Come risultato delle ipotesi assunte si ottiene l'andamento riportato in figura 3.2 per le emissioni di CO<sub>2</sub> da fonti fisse, che rappresenta indubbiamente uno degli indicatori più importanti per l'analisi in oggetto. In essa si evidenzia un incremento delle emissioni di circa il 7%.

Viste le ipotesi formulate, lo scenario tendenziale ha valore esclusivamente teorico e non potrà verificarsi nella pratica, è stato sviluppato esclusivamente al fine di comparare l'effetto degli interventi considerati nei successivi scenari. I valori ottenuti sono leggermente diversi da quelli contenuti nel precedente documento 90200002\_00 grazie al perfezionamento dei dati di partenza.

### **3.2.2 Scenario a legislazione vigente**

Visto il peso rilevante delle nuove costruzioni nelle ipotesi di sviluppo del PGT, è stato definito uno scenario a legislazione vigente nel quale, in aggiunta a quanto previsto nello scenario tendenziale, si è tenuto conto in modo semplificato degli obblighi introdotti dal recepimento della Direttiva 2002/91/CE in tema di efficienza energetica in edilizia, ed in particolare a quanto disposto dalla Legge Regionale 24/2006 e dalla DGR 5018/07 e s.m.i.

Tra le prescrizioni introdotte, la Delibera Regionale ha definito il sistema di certificazione energetica degli edifici, ha anticipato all'anno 2008 l'applicazione dei limiti introdotti dal D.lgs 311/06 a partire dal 2010 e ha inserito l'obbligo di coprire almeno il 50% del fabbisogno di energia primaria per la produzione di acqua calda sanitaria da fonte rinnovabile.

Conseguentemente, in aggiunta a quanto già considerato nello scenario tendenziale, sono state formulate le seguenti ipotesi:

- per le nuove costruzioni è stato assunto un valore del consumo specifico per riscaldamento pari al limite massimo introdotto dalla DGR 5018/07 (per un edificio caratterizzato da un rapporto di forma pari a 0.4, ritenuto rappresentativo della realtà locale). I suddetti limiti distinguono esclusivamente gli edifici appartenenti alla categoria E1 di cui al DPR 412/93 da tutte le altre categorie di edifici.
- per i nuovi abitanti insediati dal PGT è stato assunto un consumo domestico pro-capite dimezzato rispetto al valore del bilancio energetico comunale.
- tutte le nuove edificazioni si considerano servite da sistemi impiantistici alimentati a gas naturale o dal teleriscaldamento.

A seguito delle ipotesi adottate si ottiene l'andamento riportato in figura 3.2 per le emissioni di CO<sub>2</sub>, che, come si nota, registra una riduzione dell'3% delle emissioni rispetto al 2005.

### 3.2.3 Scenario con interventi

In aggiornamento rispetto a quanto fatto nel precedente documento 90200002\_00, sono stati quantificati gli effetti degli indirizzi e delle misure di intervento "consolidate", considerando tutto il carico insediativo previsto dal PGT. Come già illustrato in premessa, tale ipotesi corrisponde ad un approccio conservativo e consente di venire incontro alla difficoltà di prevedere i possibili sviluppi di dettaglio della disciplina inerente l'efficienza energetica in edilizia al 2030.

Lo scenario obiettivo è quindi costruito secondo le seguenti ipotesi:

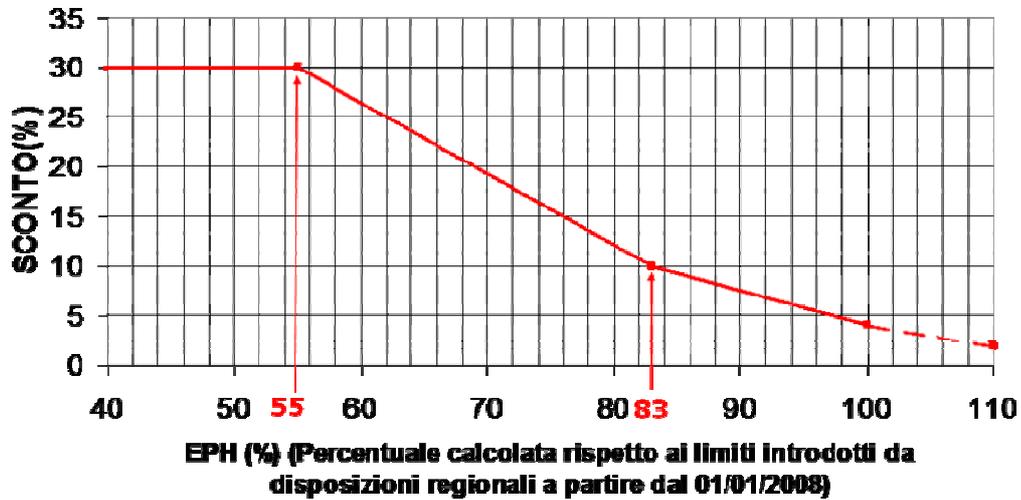
1. Si considera giunto a completamento il Programma di Sviluppo del teleriscaldamento di A2A, comprendente l'ampliamento dei sistemi già esistenti sul territorio comunale inclusi nello scenario tendenziale e la realizzazione di ulteriori centrali (Figura 3.3). Il completamento del programma di sviluppo garantirà la fornitura di energia termica nella quantità annua di circa 1.200 GWh (con un aumento del 380% della quantità distribuita nel 2006). L'aspetto qualificante del Programma saranno la massimizzazione del calore prodotto dall'impianto di termo utilizzazione di Silla 2 e lo sfruttamento dell'acqua di falda come fonte energetica a bassa entalpia, mediante la tecnologia della pompa di calore associata alla cogenerazione ad alta efficienza.
2. Si considera un target di sostituzione del gasolio per riscaldamento più elevato rispetto a quanto si ottiene negli scenari precedenti. Tale obiettivo si può ottenere anche attraverso la disciplina che sarà introdotta nel Regolamento edilizio, che mediante un opportuno sistema di incentivi potrà accelerare e sostenere gli interventi di efficienza energetica sul patrimonio immobiliare esistente, comprensivi degli aspetti impiantistici. Altri strumenti specifici, quali bandi di incentivazione, sono periodicamente emanati nell'ambito della normale attività del Comune di Milano. A questo proposito si ricorda che, nell'ambito della convenzione consip per la gestione del servizio calore 2008-2013, sarà effettuata la trasformazione degli impianti alimentati a gasolio di proprietà comunale, mediante metanizzazione o allacciamento agli impianti di teleriscaldamento esistenti. Si ricorda inoltre che è stata completata la conversione della centrale termica a servizio del Palazzo di Giustizia, allacciata alla rete di teleriscaldamento (Impianto Canavese).
3. Si ipotizza la realizzazione di interventi di efficienza energetica su edifici esistenti. Tale obiettivo si potrà ottenere anche attraverso la disciplina che sarà introdotta nel Regolamento edilizio, che darà attuazione a quanto previsto dall'articolo 10 del Piano delle Regole, nel quale viene riconosciuto un incremento edificatorio riferito alla SLP esistente fino ad una quota incrementale massima del 15% per le

opere di manutenzione straordinaria, restauro e risanamento conservativo finalizzate al miglioramento dell'efficienza energetica riguardanti interi edifici esistenti.

Tali incentivi potranno essere oggetto di cessione, permettendo di legare lo sviluppo delle nuove costruzioni all'efficientamento delle vecchie e istituendo un limite implicito all'aumento di consumi ed emissioni. Al valore attuale del costo dell'energia, è possibile innalzare il livello dell'efficienza energetica degli edifici esistenti con tempi di ritorno degli investimenti contenuti (un obiettivo adeguato potrebbe essere il raggiungimento della classe C e oltre dell'attuale classificazione energetica regionale)

4. Si considera il raggiungimento di standard di efficienza energetica per il riscaldamento nei nuovi edifici superiori rispetto ai limiti introdotti dal recepimento della direttiva 2002/91/CE. L'articolo 10 del Piano delle Regole – Norme di attuazione introduce infatti l'obbligo di raggiungere un livello minimo di eco-sostenibilità per tutte le nuove costruzioni, che troverà una adeguata definizione nel Regolamento edilizio. Allo stato attuale, è particolarmente vantaggioso un abbassamento di almeno il 10% del valore limite dell'indice per la climatizzazione invernale oggi vigente, in quanto il raggiungimento di tale soglia è fortemente incentivato dalla Legge Regionale n.33/2007. Si consideri inoltre che, con delibera n.73 del dicembre 2007, il Comune di Milano ha introdotto un sistema di riduzione degli oneri di urbanizzazione per la realizzazione di edifici efficienti, caratterizzati da un indice per la climatizzazione invernale inferiore ai limiti di legge, oltre che per l'integrazione di impianti alimentati a fonti rinnovabili negli edifici. Tale sistema, congiuntamente agli incentivi istituiti da Regione Lombardia con Legge n.33/2007, ha sostenuto l'applicazione della DGR 5018, facendo sì che nella maggioranza dei casi i limiti in essa previsti venissero superati. La delibera in sintesi prevede:
  - a. Riduzione dell'importo dell'onere di urbanizzazione secondo la curva di figura 3.1, fino ad un massimo del 30% in corrispondenza di una riduzione del 45% dell'indice di efficienza energetica per la climatizzazione invernale.
  - b. Riduzione aggiuntiva dell'onere di urbanizzazione per edifici ad uso residenziale, a seguito dell'introduzione di sistemi per lo sfruttamento dell'energia solare per la produzione di acqua calda sanitaria, con copertura almeno pari al 60% del fabbisogno.
  - c. Riduzione aggiuntiva dell'onere di urbanizzazione per l'introduzione di impianti fotovoltaici, in edifici a destinazione diversa dal residenziale.
  - d. Riduzione dell'onere di urbanizzazione per l'adozione di pompe di calore reversibili, geotermiche o ad acqua di falda.

**Figura 3.1: Riduzione oneri di urbanizzazione in funzione del valore di EPH raggiunto statuita con Delibera 73/2007**



Si consideri inoltre che l'adozione di standard superiori ai limiti di legge è una tendenza già in atto, che trova conferma nei procedimenti di VAS avviati o conclusi relativi alle trasformazioni urbanistiche più significative.

5. Le nuove edificazioni e gli edifici oggetto di interventi di integrale ristrutturazione si considerano serviti da sistemi impiantistici efficienti alimentati a gas naturale (caldaie a condensazione o pompe di calore), da sistemi elettrici in pompa di calore o dal teleriscaldamento. Si esclude quindi l'utilizzo di altri tipi di vettori energetici.
6. Per quanto riguarda il condizionamento estivo, visto il metodo semplificato di indagine adottato e i dati disponibili, non è stato possibile effettuare previsioni di dettaglio. Oltre alla difficoltà di prevedere l'aumento dei consumi elettrici ad esso imputabili, occorre considerare che le corrispondenti emissioni sono di tipo indiretto, ovvero generate al di fuori dei confini comunali e a carico del sistema elettrico nazionale, per il quale esistono oggettive difficoltà a prevedere gli sviluppi in un arco di tempo così ampio. Si consideri comunque che il citato dispositivo n.73/2007 relativo all'aggiornamento degli oneri di urbanizzazione prevede una riduzione dell'importo dovuto, qualora si adottino sistemi efficienti in pompa di calore reversibili, ad acqua di falda o geotermiche. Nell'ambito del regolamento edilizio comunale saranno indicate le specificazioni tecniche per incrementare le prestazioni energetiche dell'involucro edilizio nelle nuove costruzioni nel periodo estivo, al fine di limitare il ricorso al condizionamento. A livello regionale nell'ambito della delibera 8745/08, sono già introdotte prescrizioni di questo tipo per località caratterizzate da un irraggiamento solare superiore rispetto a quello di Milano (contenute anche nell'ambito del DPR 59/09) . Sia il

sistema di certificazione energetica regionale, sia le linee guida nazionali per la certificazione energetica, inoltre, prevedono l'introduzione di opportuni parametri per la classificazione degli edifici in base alla prestazione dell'involucro nel periodo estivo, che possono efficacemente essere adottati per la formulazione di opportune prescrizioni. Si consideri infine che alcune iniziative di rilievo consentiranno di sfruttare parte del calore prodotto nell'impianto di termovalorizzazione dei rifiuti Silla 2 nel periodo estivo, attualmente disperso in atmosfera, per il raffrescamento mediante la tecnologia dei frigoriferi ad assorbimento. Fra questi rientra l'accordo raggiunto fra gli operatori per il comparto di city life ed è previsto nell'ambito di trasformazione interessato da EXPO2015 .

A seguito delle ipotesi effettuate, come si nota in figura 3.2 si registra una diminuzione del 11% delle emissioni di CO<sub>2</sub> rispetto al 2005.

Si tenga conto che le possibilità di miglioramento dell'efficienza energetica nelle nuove costruzioni e negli edifici esistenti oggetto di ristrutturazione, che potranno ottenersi anche grazie agli incentivi introdotti dal PGT e attuati nell'ambito della disciplina energetica del Regolamento Edilizio, sono stati valutati in modo prudentiale visto l'ampio margine di incertezza esistente su un orizzonte temporale così ampio e visto il metodo semplificato di analisi adottato.

**Figura 3.2: Emissioni di CO<sub>2</sub> previste negli scenari PGT rispetto alla baseline 2005**

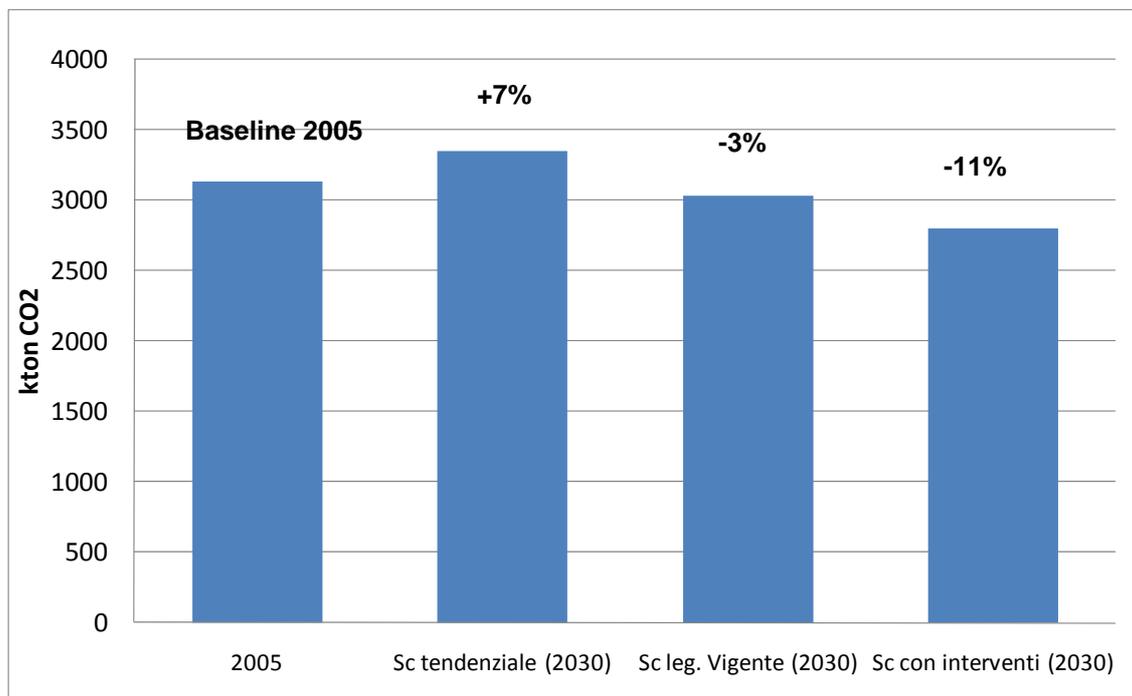
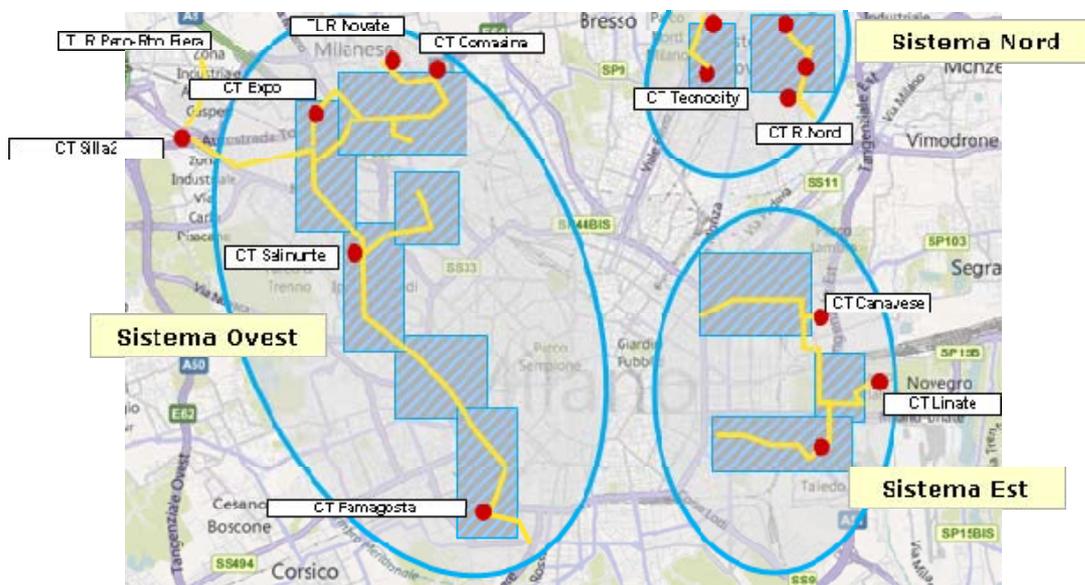


Figura 3.3: programma di sviluppo del teleriscaldamento di A2A



Il potenziale di abbattimento delle emissioni di CO<sub>2</sub> non si esaurisce con le riduzioni già quantificate nello scenario con interventi in quanto, come sottolineato più volte, si è ritenuto opportuno un approccio conservativo in ragione dell'ampio orizzonte temporale considerato. Per quanto riguarda l'orizzonte temporale al 2020 il Comune di Milano potrà disporre del PAES definitivo elaborato nell'ambito degli impegni appunti con la sottoscrizione della Covenant of Mayors.

Non sono stati considerati inoltre alcuni aspetti, quali la variazione dei prezzi dell'energia, che potrebbe avere un ruolo fondamentale per le dinamiche di intervento nei settori considerati. Anche gli interventi di efficienza minori su edifici esistenti potranno garantire un contributo aggiuntivo, che qui non è stato esaminato, derivante da interventi che vengono condotti a prescindere dalle ipotesi formulate per la costruzione dello scenario e che risultano di difficile quantificazione.

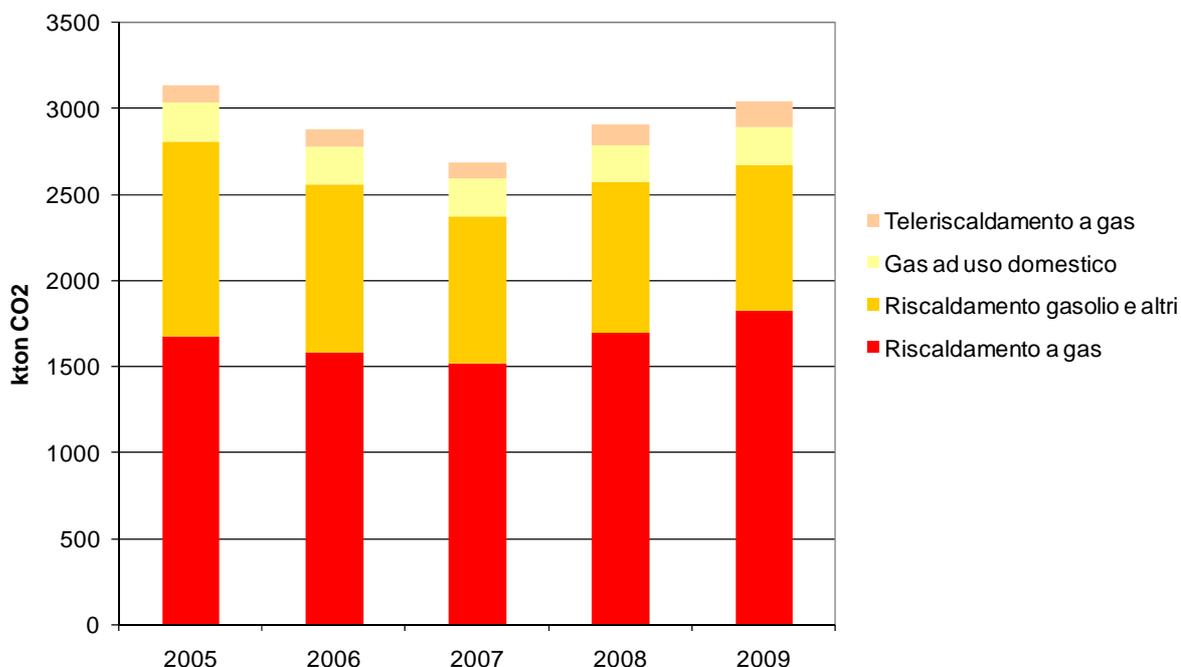
Per effetto dell'evoluzione tecnologica e delle tendenze di lungo periodo già da ora delineate a livello europeo e nazionale, si possono prevedere anche evoluzioni sostanziali del contesto energetico di riferimento entro il 2030. L'elemento di rilievo è costituito dalla direttiva 2010/31/CE che prevede la realizzazione di edifici "a consumo di energia quasi nullo" a decorrere dal 1 gennaio 2021, scadenza anticipata al 1 gennaio 2019 per gli edifici pubblici o di proprietà pubblica.

Un'ulteriore significativa opportunità sarà costituita dalla riduzione attesa per il costo dei sistemi per lo sfruttamento delle fonti energetiche rinnovabili, che contribuirà a rendere fattibile un loro elevato livello di integrazione negli edifici, determinando un livello di efficienza complessivo superiore a quello ipotizzato.

Lo sviluppo dei sistemi di teleriscaldamento non si limiterà al completamento del Programma di A2A, che dovrebbe essere ultimato entro il 2017. Ulteriori significative opportunità di sviluppo potranno riguardare, per esempio, lo sfruttamento delle acque trattate nei depuratori per alimentare pompe di calore associate al teleriscaldamento.

A completamento della descrizione dello scenario con interventi per quanto riguarda la CO<sub>2</sub>, a scopo di confronto e in considerazione delle osservazioni ricevute, di seguito sono riportate le emissioni storiche stimate per gli anni dal 2005 al 2009 nei settori oggetto di esame<sup>4</sup>. Per quanto riguarda l'anno 2007, si è ottenuto un valore molto basso, da attribuire in gran parte all'inverno particolarmente mite registrato nella stagione termica 2006-2007. Si ricorda che i settori in esame, unitamente al settore dei trasporti, sono responsabili di circa il 90% delle emissioni al 2005.

**Figura 3.4: Emissioni di CO<sub>2</sub> stimate per gli anni compresi fra il 2005 e il 2009 (kton)**



### 3.2.3.1 LE EMISSIONI DEGLI ALTRI INQUINANTI

Per quanto riguarda le emissioni di inquinanti diversi dalla CO<sub>2</sub>, risulta molto complesso effettuare delle stime di variazione, a causa dell'impossibilità di definire scenari di

<sup>4</sup> I dati non sono corretti rispetto all'andamento climatico e sono in corso di consolidamento.

dettaglio di evoluzione del sistema energetico, che come sottolineato in premessa sono rimandati agli strumenti settoriali deputati.

Tuttavia alcune considerazioni di massima possono essere svolte per quanto riguarda gli inquinanti più strettamente legati al tipo di combustibile utilizzato. Per quanto riguarda le emissioni di PM10, anche assumendo le ipotesi più penalizzanti, si può stimare una riduzione dell'88% del contributo dei settori in esame al 2005. Un risultato analogo si ottiene per il particolato (PTS) e per le PM2,5<sup>5</sup>. Tale risultato è dovuto principalmente alla variazione del mix energetico utilizzato, ovvero alla drastica riduzione del ricorso a combustibili liquidi, che nel 2005 erano responsabili di oltre il 90% delle emissioni di PM10 dei settori considerati<sup>6</sup>. Una riduzione superiore si ottiene per il biossido di zolfo SO<sub>2</sub> (-98,6%), per il quale i settori in esame rappresentano la fonte maggiormente responsabile al 2005, anche in questo caso grazie alla riduzione del contributo dei combustibili liquidi. Per quanto riguarda l'N<sub>2</sub>O si stima un dimezzamento delle emissioni, mentre per gli NOx si prevede un assestamento sui valori del 2005 (-9%).

Si sottolinea comunque che dette stime sono effettuate facendo riferimento ai valori attuali dei fattori di emissione, vista la difficoltà di prevederne la variazione su un periodo temporale così ampio e sono quindi fortemente conservative. Si consideri infatti che al 2030 si arriverebbe alla completa sostituzione di tutto il parco caldaie attualmente installato ed oltre, stante il tasso di ricambio medio oggi registrato.

---

<sup>5</sup> Tutte le stime sono svolte facendo riferimento ai fattori di emissione utilizzati nell'Inventario delle Emissioni in Atmosfera del Comune di Milano – anno 2005 a cura di AMAT, individuati in base alle campagne di misura e agli studi condotti a livello regionale e nazionale e dalla letteratura prodotta da autorevoli fonti nazionali e internazionali.

<sup>6</sup> Fonte: Inventario delle Emissioni in Atmosfera del Comune di Milano – anno 2005 a cura di AMAT

## 4 CONCLUSIONI

Relativamente al settore dei trasporti stradali, la valutazione degli effetti sulla qualità dell'aria di Milano degli scenari di massimo sviluppo delineati dal Piano di Governo del Territorio si è basata sulla metodologia europea COPERT4, applicata in maniera tale da poter valutare le variazioni delle emissioni atmosferiche dovute al traffico veicolare circolante in città in maniera congrua con quanto elaborato nell'ambito delle simulazioni trasportistiche.

Più in particolare, sono stati utilizzati i dati di percorrenza giornaliera veicolare per lo stato di fatto nonché per due scenari futuri denominati "PGT base" e "PGT obiettivo", già descritti nella relazione relativa alle analisi trasportistiche. Sono stati inoltre utilizzati i fattori di emissione medi per macroclasse veicolare (autovetture, tre classi di veicoli commerciali, motoveicoli), determinati sulla base della citata metodologia COPERT4 applicata alla composizione del parco veicolare attuale e così come ragionevolmente ipotizzabile al 2030.

Gli elementi a disposizione per poter tracciare l'effettiva evoluzione tecnologica del parco veicolare al 2030 permettono di delineare un quadro ragionevole ma affetto da notevole incertezza, e per questo nella presente analisi spesso sono state effettuate scelte di carattere conservativo e prudentiale. Pertanto, l'effettivo quadro futuro delle emissioni atmosferiche da traffico potrebbe risultare anche migliore di quanto qui delineato.

I risultati ottenuti mostrano come, per quanto riguarda le emissioni atmosferiche dovute al comparto dei trasporti stradali, gli effetti dell'aumento delle percorrenze complessive veicolari nell'ambito dello scenario di sviluppo previsto dal Piano di Governo del Territorio (scenari "PGT base") saranno abbondantemente compensati dal progresso tecnologico dei veicoli a motore per molti degli inquinanti qui considerati, quali il PM10 allo scarico, i composti organici volatili il monossido di carbonio, l'ammoniaca e gli ossidi di azoto; per essi si prevedono riduzioni delle emissioni da traffico stradale tra il 35% e l'80%, a seconda dell'inquinante.

Particolare attenzione, tuttavia, andrà posta agli inquinanti per i quali il progresso tecnologico presumibilmente non potrà intervenire (PM10 dovuto ai fenomeni di attrito meccanico) o potrà intervenire solo in parte (anidride carbonica). Infatti per la CO<sub>2</sub>, così come per gli altri due inquinanti ad effetto serra qui trattati (metano e protossido d'azoto), si prevede una diminuzione delle emissioni molto più contenuta rispetto agli altri inquinanti, mentre la frazione di PM10 da attrito è prevista in aumento, parallelamente alla crescita delle percorrenze. Per questi inquinanti, dunque, il raggiungimento degli obiettivi prefissati in termini di rispetto degli standard di qualità dell'aria (PM10) o di riduzione dei gas climalteranti (CO<sub>2</sub>) dovrà avvenire avvalendosi anche di specifiche politiche di contenimento delle percorrenze veicolari e/o di politiche

di trasferimento modale verso sistemi di trasporto meno impattanti, così come previsto dagli scenari "PGT obiettivo", nonché di altre misure locali legate al miglioramento dell'efficienza dei veicoli stradali, come peraltro sarà contemplato nel PAES, elaborato nell'ambito della Covenant of Mayors.

Relativamente al settore civile, l'analisi effettuata nel presente documento ha individuato in via semplificata i possibili scenari di evoluzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> da fonti fisse al 2030, in presenza delle previsioni di sviluppo contenute nel PGT.

Nello scenario tendenziale, ottenuto prolungando nel tempo gli andamenti storici registrati fino all'anno 2005 per le principali variabili di sistema, si ottengono incrementi limitati delle emissioni di CO<sub>2</sub> (+7% rispetto al 2005), pur nelle ipotesi di sviluppo della città previste dal PGT. Questo risultato si ottiene grazie al proseguimento delle politiche avviate negli scorsi anni, fra cui il completamento delle centrali di cogenerazione e teleriscaldamento esistenti sul territorio cittadino e la riduzione della quota del gasolio nel riscaldamento degli edifici.

Nello scenario a legislazione vigente, dove in aggiunta a quanto previsto nello scenario tendenziale si considerano in modo semplificato i miglioramenti introdotti dalla normativa in materia di efficienza energetica in edilizia nelle nuove costruzioni, si ottiene un lieve decremento delle emissioni di CO<sub>2</sub> (-3% al 2030 rispetto al 2005).

Nello scenario con interventi, analizzato esclusivamente con riferimento alle misure consolidate e quindi secondo un approccio cautelativo, si registra una riduzione di circa l'11% delle emissioni di CO<sub>2</sub> rispetto al 2005. Questo risultato si ottiene grazie al completamento del programma di sviluppo del teleriscaldamento di A2A, alla trasformazione a metano delle centrali alimentate a gasolio ancora presenti, agli interventi di efficienza su edifici esistenti e all'adozione di livelli di efficienza superiori ai limiti di legge per i nuovi edifici.

Tale stima è stata effettuata secondo scelte di carattere prudenziale visto l'ampio margine di incertezza esistente su un orizzonte temporale così ampio e visto il metodo semplificato di analisi adottato.

Fra le riduzioni delle emissioni di inquinanti si segnala il dato relativo al PM10 che si attesta a circa -88% del contributo dei settori in esame al 2005. Tale risultato è dovuto principalmente alla variazione del mix energetico utilizzato, ovvero alla drastica riduzione del ricorso a combustibili liquidi, che nel 2005 erano responsabili di oltre il 90% delle emissioni di PM10 dei settori considerati.