



Comune di Milano

PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

PROCEDURA DI VALUTAZIONE AMBIENTALE STRATEGICA

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

RAPPORTO AMBIENTALE

Allegato 5. VALUTAZIONI DI SOSTENIBILITA'
AMBIENTALE RELATIVA AI SETTORI DEI
TRASPORTI, CIVILE E PRODUZIONE DI ENERGIA

28 luglio 2009

Milano



Comune
di Milano

Piano di Governo del Territorio

Procedura di Valutazione Ambientale Strategica – Rapporto ambientale

Valutazioni di sostenibilità ambientale relativa ai settori dei trasporti, civile e produzione di energia



AGENZIA
MOBILITÀ
AMBIENTE
TERRITORIO

<i>elaborato:</i>		<i>Codifica:</i> 90200002_00	
Relazione		<i>revisione:</i> 00	
<i>data:</i> 22 luglio 2009	<i>redatto:</i> Marco Bedogni Alberto Colombo	<i>verificato:</i> Marco Bedogni Alberto Colombo	<i>approvato:</i> Bruno Villavecchia

Agenzia Mobilità Ambiente e Territorio Srl

Sede Legale: Via del Vecchio Politecnico, 8 – 20121 Milano

Uffici: Via Beccaria, 19 – 20122 Milano

Telefono +39 02 8846 7298

Fax + 39 02 8846 7349

e-mail: info@ama-mi.it

Amministratore Unico

Prof. Ing. Adolfo Colombo

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

1	SETTORE TRASPORTI	3
1.1	Gli scenari considerati	3
1.2	I fattori di emissione	4
1.2.1	La ripartizione veicolare	5
1.2.2	I fattori medi di emissione per macroclasse.....	7
1.3	I risultati ottenuti per il settore dei trasporti stradali.....	8
1.4	Conclusioni	10
2	SETTORE CIVILE E PRODUZIONE DI ENERGIA	12
2.1	Scenari previsti per l'anno 2020 - Piano Clima del Comune di Milano.....	13
2.2	Scenari relativi al periodo 2010-2030	16
2.3	Conclusioni	22

1 SETTORE TRASPORTI

Congruentemente con quanto effettuato nell'ambito delle analisi e valutazioni trasportistiche condotte dalla scrivente Agenzia Mobilità Ambiente e Territorio (AMAT), questo capitolo della presente relazione ha come obiettivo la stima dell'impatto sulla qualità dell'aria di Milano del settore relativo ai trasporti stradali al 2030 rispetto allo stato di fatto così come prefigurabile da scenari di massimo sviluppo delineati dal Piano di Governo del Territorio (PGT).

La valutazione si è dovuta necessariamente basare su di un metodo speditivo che ha consentito di effettuare la stima delle emissioni atmosferiche dovute al traffico veicolare circolante in città. Per eseguire detta valutazione, 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.

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.

1.1 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.

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 trovare al momento, ma per certi versi sono ovviamente molto incerte. Per esempio, a livello europeo la fascia tecnologica più avanzata attualmente codificata (peraltro non ancora in tutti i suoi dettagli) per gli autoveicoli è Euro 6, 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. Se, come sta avvenendo dall'inizio di questo secolo, alle case costruttrici saranno imposte migliorie tecnologiche ogni 5 anni circa, al 2030 si parlerà già di Euro 8 o Euro 9, per le quali attualmente non si possono nemmeno immaginare le caratteristiche.

Supponendo tuttavia che ad ogni progresso tecnologico corrisponda un miglioramento in termini di riduzione delle emissioni atmosferiche, imporre nell'ambito delle presenti stime che la migliore classe tecnologica disponibile al 2030 sia Euro 6 per gli autoveicoli costituisce un'ipotesi di lavoro cautelativa, potendo in realtà attendersi ulteriori miglioramenti in termini di impatto dei veicoli stradali sulla qualità dell'aria per almeno qualcuno degli inquinanti qui trattati.

1.2 I FATTORI DI EMISSIONE

I fattori di emissione medi 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 6.1, applicato alla realtà urbana di Milano (per maggiori dettagli circa la metodologia di applicazione del programma COPERT si veda la "Relazione sullo Stato dell'Ambiente del Comune di Milano", AMAT 2007). 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 B710 (versione 6.0) della EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook del 2007.

Per determinare dettagliatamente i fattori di emissione per ciascuna classe veicolare, il programma COPERT4 è stato opportunamente calibrato sulla realtà di Milano in termini di temperatura ambiente, emissioni a freddo e velocità medie di percorrenza; 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, 2008). Dal punto di vista delle velocità medie di percorrenza, non tenendo conto delle tangenziali è stata presa come riferimento una velocità media pari a 18 km/h.

Infine, i fattori di emissione di ciascuna macroclasse veicolare adottata per le presenti stime sono stati ottenuti come media pesata dei fattori di emissione COPERT delle oltre 200 classi veicolari utilizzate. Come fattore peso della media è stata utilizzata la composizione del traffico veicolare di Milano sia per lo stato base che per quelli obiettivo, limitatamente a quanto ipotizzabile ad oggi.

Ai soli fini di calcolo, come composizione del traffico veicolare è stata utilizzata la ripartizione relativa ai veicoli immatricolati in Provincia di Milano. Tale ripartizione è leggermente diversa da quella relativa al parco effettivamente circolante su strada, tuttavia gli eventuali effetti distorcenti dell'ipotesi adottata sono limitati dal fatto che, in realtà, le percorrenze tra le principali macroclassi veicolari (autovetture, veicoli commerciali, motoveicoli) sono già suddivise tra loro come dato di uscita del modello di traffico. Dunque il dato di prima immatricolazione è servito solo per ripartire le diverse tipologie di autovettura all'interno della macroclasse "auto", e così via per le altre macroclassi. L'approssimazione introdotta in questo modo tende a sovrastimare, all'interno di ciascuna macroclasse, la presenza dei veicoli più vecchi, i quali generalmente circolano meno rispetto a quelli più nuovi e pertanto sono presenti su strada meno di quanto lasci supporre il solo dato di immatricolazione.

D'altro canto, l'utilizzo di dati di immatricolato permette di eseguire proiezioni al futuro basandosi in partenza su dati consolidati e non su dati relativi alla presunta ripartizione del parco veicolare circolante su strada.

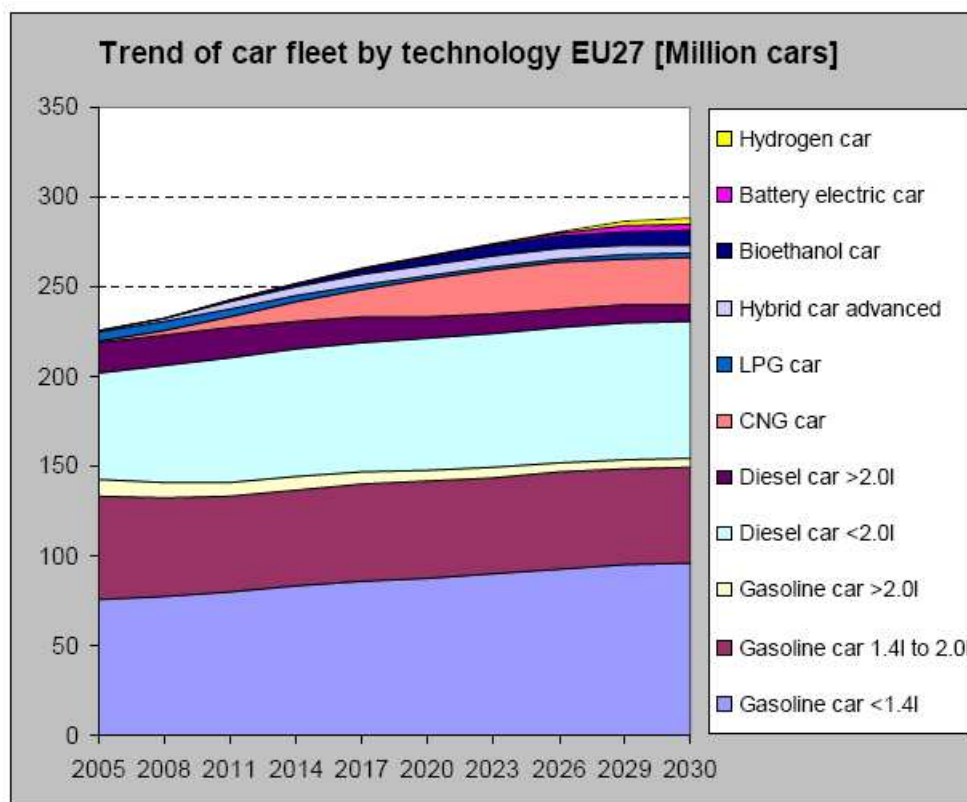
In conclusione, dovendosi in realtà valutare la variazione delle emissioni su un periodo temporale così esteso, e tenendo conto di tutte le possibili approssimazioni dovute all'incertezza sulla determinazione della ripartizione veicolare per tipologie al 2030, gli effetti dell'approssimazione introdotta non dovrebbero risultare troppo importanti.

1.2.1 La ripartizione veicolare

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 2007.

Per quanto riguarda gli scenari obiettivo, 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 2007, 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. Successivamente 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 gas naturale, bioetanolo, veicoli ibridi ed elettrici (Figura 1.1).

Figura 1.1 Proiezioni al 2030 della composizione per tecnologia del parco autovetture in Europa



Fonte: 3rd 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>

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 e metano.

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

- ✓ il 78% delle autovetture risulterebbe di classe tecnologica almeno Euro 6;
- ✓ il 7% circa delle autovetture a benzina o gasolio risulterebbe di classe tecnologica non superiore a Euro 4;
- ✓ l'11% circa delle autovetture sarebbe dotato di trazioni alternative a benzina e gasolio;
- ✓ il 74% dei veicoli commerciali risulterebbe di classe tecnologica almeno Euro 6;
- ✓ il 63% dei motoveicoli risulterebbe di classe tecnologica almeno Euro 3.

Evidentemente queste cifre sono da prendere con le dovute cautele, e in particolare potrebbe risultare sottostimata la penetrazione di tecnologie alternative a benzina e gasolio. Infatti 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. Tuttavia l'effettuazione di previsioni a così lungo termine è un'operazione altamente incerta e, in assenza di altre fonti consolidate, a scopo cautelativo per le fasi successive della presente valutazione sono stati comunque utilizzati i valori sopra riportati.

1.2.2 I fattori medi di emissione per macroclasse

Come già accennato, i dati relativi al parco veicolare immatricolato in Provincia di Milano sono stati utilizzati per determinare i fattori medi di emissione per ciascuna macroclasse veicolare utilizzata per le stime relative a ciascuno scenario. Gli inquinanti trattati sono i seguenti:

- PM10 allo scarico
- PM10 totale
- ossidi di azoto totali (NO_x)
- biossido d'azoto (NO₂)
- composti organici volatili non metanici (COVNM)
- benzene (C₆H₆)
- monossido di carbonio (CO)
- ammoniaca (NH₃)
- anidride carbonica (CO₂)
- metano (CH₄)
- protossido d'azoto (N₂O)

In Tabella 1.1 e Tabella 1.2 sono riassunti i fattori di emissione che sono stati così stimati, ad eccezione dell'anidride carbonica. Per questo gas, infatti, la determinazione del fattore di emissione è strettamente legata sia alle tipologie veicolari considerate sia al regime di marcia adottato. Dunque la stima del suddetto fattore partendo dalle ipotesi di lavoro semplificate, già illustrate in precedenza, avrebbe potuto fornire valori completamente erronei. Inoltre l'utilizzo di una semplice proiezione al 2030 di dati relativi al parco veicolare immatricolato in Provincia di Milano non può tener conto degli effetti di interventi pianificati esclusivamente a livello locale. È questo il caso di Milano che, nell'ambito del proprio Piano Clima per il contenimento delle emissioni comunali di CO₂, ha già quantificato l'obiettivo al 2020 in termini di riduzione dei fattori di emissione di anidride carbonica dei comparti "autoveature" e "veicoli commerciali". Vista dunque la politica locale in tema di gas climalteranti più stringente di quanto ci si potrebbe attendere in assenza di provvedimenti specifici, nella presente analisi si è preferito prendere in considerazione i fattori di emissione di auto e veicoli commerciali così come riportati nel Piano Clima di Milano o come estrapolabili direttamente da esso, assumendo che la situazione al 2030 sia simile a quella del 2020. Inoltre si è assunto costante nel tempo il fattore di emissione di CO₂ per i motoveicoli. Naturalmente queste due ipotesi sono anch'esse di tipo conservativo, ovvero la situazione effettiva al 2030 potrebbe essere migliore di quanto qui ipotizzato.

Infine si sottolinea che, a motivo delle più volte citate ipotesi di lavoro semplificate, i fattori di emissione degli altri inquinanti non devono essere considerati come

riferimento ufficiale per la situazione di Milano, bensì come valori approssimati utilizzati ai soli fini di questo studio.

Tabella 1.1 Fattori di emissione medi per macroclasse veicolare per lo stato di fatto (mg/km con eccezione della CO₂, espressa in g/km)

	PM10 scarico	PM10 totale	NOx	NO ₂	COVNM	C ₆ H ₆	CO	NH ₃	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
auto	17	46	585	84	616	28,1	3'806	47	212	48	12
merci leggeri	117	158	1'514	280	281	9,7	2'731	8	288	24	13
merci medi	239	358	6'976	845	611	0,4	1'922	3	479	51	8
merci pesanti	351	470	15'787	1'912	538	0,1	3'843	3	1'088	45	8
moto	45	58	110	4	3'689	84,1	15'446	2	89	159	2

Tabella 1.2 Fattori di emissione medi per macroclasse veicolare per gli scenari al 2030 (mg/km con eccezione della CO₂, espressa in g/km)

	PM10 scarico	PM10 totale	NOx	NO ₂	COVNM	C ₆ H ₆	CO	NH ₃	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
auto	3	32	161	39	98	3,5	463	4	170	35	7
merci leggeri	12	53	447	125	80	1,8	954	2	263	79	15
merci medi	78	198	2'763	327	192	0,2	652	3	436	17	13
merci pesanti	140	260	6'253	742	169	0,0	1'303	3	991	15	13
moto	8	21	138	6	1'053	37,5	8'016	2	89	105	2

1.3 I RISULTATI OTTENUTI PER IL SETTORE DEI TRASPORTI STRADALI

Sulla base 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 1.3.

Si ribadisce il fatto che i valori assoluti, qui riportati per completezza di documentazione, hanno un significato relativo, viste le ipotesi di lavoro semplificate introdotte in fase di definizione dei dati di input, mentre l'informazione più importante è sicuramente la variazione percentuale delle emissioni degli scenari legati al PGT rispetto a quelle dello stato di fatto.

Tabella 1.3 Emissioni giornaliere (in chilogrammi con eccezione di CO e CO₂, espressi in tonnellate) per i diversi scenari e confronto con lo stato di fatto

	PM10 scarico	PM10 totale	NO _x	NO ₂	COVNM	C ₆ H ₆	CO	NH ₃	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
SC1	586	1'117	14'020	2'017	14'330	522	79,4	675	3'753	942	194
SC2a	685	1'277	16'330	2'340	15'840	570	87,4	726	4'163	1'035	212
SC2a vs SC1	+17%	+14%	+16%	+16%	+11%	+9%	+10%	+8%	+11%	+10%	+9%
SC2b	661	1'191	15'060	2'154	15'540	532	83,4	621	3'717	976	185
SC2b vs SC1	+13%	+7%	+7%	+7%	+8%	+2%	+5%	-8%	-1%	+4%	-4%
SC3a	130	721	5'266	1'040	3'365	115	21,7	69	3'459	838	149
SC3a vs SC1	-78%	-35%	-62%	-48%	-77%	-78%	-73%	-90%	-8%	-11%	-23%
SC3b	125	657	4'949	955	3'454	118	23,0	60	3'107	791	133
SC3b vs SC1	-79%	-41%	-65%	-53%	-76%	-77%	-71%	-91%	-17%	-16%	-31%

Analizzando i dati riportati in Tabella 1.3 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) nonché di ossidi di azoto presentano incrementi superiori alla variazione delle percorrenze veicolari complessive, le quali invero nello scenario 2b diminuiscono. 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. In aumento anche le emissioni di Composti Organici Volatili e di benzene, legate soprattutto all'aumento delle percorrenze dei veicoli a benzina (inclusi i motoveicoli). Più legate alla variazione delle percorrenze appaiono invece le emissioni di anidride carbonica, mentre gli altri inquinanti hanno comportamenti più differenziati.

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, Composti Organici Volatili, benzene, monossido di carbonio, 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 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_x). Poiché, inoltre, le nuove tecnologie diesel avranno un rapporto NO₂/NO_x più alto rispetto ai motori più vecchi, la riduzione delle emissioni di biossido d'azoto è prevista ancora più contenuta. 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_x maggiore di 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 alla 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 COPERT4 emissioni specifiche di N₂O leggermente più alte rispetto alle attuali o passate.

Anche per il PM10 totale 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 (usura pneumatici, usura freni, abrasione manto stradale). Pertanto la riduzione delle emissioni di PM10 totale è dovuta esclusivamente alla riduzione delle emissioni di PM10 allo scarico, in quanto la sola componente da attrito rimane sostanzialmente costante nello scenario 3b (PGT obiettivo) e addirittura aumenta dell'11% nello scenario 3a (PGT base).

Infine, anche l'anidride carbonica sono previste riduzioni delle emissioni, ma ovviamente più contenute rispetto agli altri inquinanti. La CO₂, infatti, è direttamente legata ai consumi e, quindi, all'efficienza dei veicoli nonché alle percorrenze complessive. In quest'ambito, dunque, sarà fondamentale prevedere politiche di contenimento delle percorrenze veicolari complessive a Milano e/o politiche di trasferimento modale verso mezzi di trasporto a minore emissione specifica di gas climalteranti, visti anche gli stringenti obiettivi che l'Amministrazione Comunale si è prefissa in termini di riduzione di gas serra.

1.4 CONCLUSIONI

La valutazione degli effetti sulla qualità dell'aria di Milano degli scenari di massimo sviluppo delineati dal Piano di Governo del Territorio dal punto di vista del settore dei trasporti stradali si è dovuta necessariamente basare su di un metodo speditivo tramite il quale sono state stimate le variazioni delle emissioni atmosferiche dovute al traffico veicolare circolante in città.

Il suddetto metodo si è basato sull'utilizzo dei 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 metodologia europea COPERT4 applicata alla composizione del parco veicolare attuale e così come ragionevolmente ipotizzabile al 2030.

Le incertezze relative a quale sarà al 2030 l'effettivo quadro tecnologico del parco veicolare sono numerose, e per questo spesso sono state effettuate scelte di carattere conservativo e prudenziale. Pertanto l'effettivo quadro futuro 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 e, in misura leggermente inferiore, gli ossidi di azoto. Per questi composti si prevedono riduzioni delle emissioni da traffico stradale tra il 60% 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 CO₂ si prevede una diminuzione delle emissioni, ma in misura 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 (CO₂) potrà 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".

2 SETTORE CIVILE E PRODUZIONE DI ENERGIA

Il Piano di Governo del Territorio del Comune di Milano pianifica lo sviluppo della città nel periodo 2010-2030, ipotizzando una fase di sviluppo, sia in termini di residenti sia in termini di attività insediate.

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 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%.

In linea con la politica europea del "20-20-20" e con il proprio Piano Generale di Sviluppo per il periodo 2006-2011, il Comune di Milano ha sottoscritto diversi accordi a livello internazionale¹, nei quali si impegna a ridurre le emissioni locali di CO₂ del 20% rispetto all'anno 2005, e a ridurre del 20% i propri consumi di energia. Al fine di dare attuazione agli impegni presi nell'ambito di tali accordi, il Comune di Milano ha avviato la predisposizione del Piano Clima, che rappresenta un documento di indirizzo strategico e di riferimento per le politiche energetiche e ambientali dell'Amministrazione.

¹ Cities for Climate Protection Campaign" (CCP) promossa da ICLEI; Sustainable Energy Campaign (Sustainable Energy Europe) della Commissione Europea; Patto dei Sindaci (Covenant of Mayors), iniziativa della campagna SEE.

La possibilità di raggiungere gli ambiziosi obiettivi del Piano Clima entro l'anno 2020, pur nelle ipotesi di sviluppo della città formulate nel PGT, risiede anche nelle opportunità di intervento a livello locale nel settore civile e nel settore energetico, sintetizzate negli scenari di seguito descritti.

2.1 SCENARI PREVISTI PER L'ANNO 2020 - PIANO CLIMA DEL COMUNE DI MILANO

Il Piano Clima individua uno scenario BAU (Business As Usual), prolungando nel tempo gli andamenti storici registrati fino all'anno 2005² per le principali variabili di sistema. Nello scenario BAU si riscontrano notevoli miglioramenti dell'efficienza energetica e una considerevole riduzione delle emissioni specifiche di CO₂ da fonti fisse³, 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. L'andamento dei consumi elettrici, ai quali sono legate le emissioni di CO₂ indirette, prodotte al di fuori dei confini comunali, è previsto in aumento secondo le stime di TERNA, ovvero con un tasso di crescita per i consumi pro-capite dello 0.8% fino al 2010 e dell'1.2 % dal 2010 al 2020.

Nello scenario "con interventi", il Piano Clima individua le misure di riduzione delle emissioni tecnicamente ed economicamente fattibili, che conducono ad un livello emissivo inferiore a quello esistente al 2005⁴, fra cui:

- sviluppo del teleriscaldamento associato alla cogenerazione e allo sfruttamento dell'acqua di falda mediante la tecnologia della pompa di calore, anche oltre le previsioni del Piano di Sviluppo di A2A (si veda paragrafo 3.12 del Rapporto Ambientale);
- realizzazione degli edifici di nuova costruzione con livelli di efficienza energetica superiore ai limiti di legge, in modo da ottenere una classe energetica non inferiore alla B per il riscaldamento, grazie alle diverse forme di incentivazione esistenti negli strumenti urbanistici del Comune di Milano;

² 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.

³ Usi domestici, riscaldamento ambienti, cogenerazione e teleriscaldamento.

⁴ Le elaborazioni del Piano Clima non sono ancora terminate e non è ancora disponibile il contributo dei settori in esame alla riduzione delle emissioni.

- 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;
- 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.

La concreta possibilità di attuare questo complesso di misure è subordinata alla realizzazione di una forte integrazione fra i diversi strumenti di pianificazione settoriali comunali e alla capacità di attrarre notevoli investimenti, sia pubblici che privati.

Nelle aree di trasformazione del PGT è necessaria l'adozione di elevati livelli di sostenibilità ambientale per i nuovi edifici, sia per quanto riguarda il consumo di risorse e i carichi ambientali generati, sia per quanto concerne il rapporto dell'edificato con gli spazi esterni, onde evitare che i miglioramenti pianificati nel tessuto storico della città siano insufficienti a compensare gli impatti dovuti alle nuove volumetrie.

Il processo di sviluppo delineato nel PGT deve anche contribuire ad incrementare e riqualificare la dotazione infrastrutturale, specialmente per quanto riguarda i sistemi di cogenerazione e teleriscaldamento, facilitando l'individuazione di aree per la realizzazione di nuove centrali e favorendo lo sviluppo del servizio per la climatizzazione degli edifici nel periodo estivo.

Vista la scarsa possibilità di intervenire in modo incisivo sulle emissioni di CO₂ nazionali nel settore della produzione elettrica entro l'anno 2020, come messo ampiamente in evidenza da diversi studi di settore⁵, le azioni di contenimento dei consumi elettrici mediante interventi sul lato della domanda rivestono particolare importanza. Per quanto concerne gli sviluppi previsti dal PGT si sottolinea in particolare il ruolo del condizionamento estivo, un'applicazione non satura che ha avuto un peso decisivo nell'incremento dei consumi elettrici nel periodo estivo negli scorsi anni.

⁵ Si vedano ad esempio gli scenari elaborati da McKinsey nell'ambito dello studio "Le misure per abbattere i costi della CO₂ in Italia" 2009.

Gli interventi di eccellenza dovranno infine costituire un'occasione per la sperimentazione di configurazioni progettuali avanzate e per l'adozione a carattere dimostrativo di tecnologie innovative.

A conclusione di questa breve descrizione delle azioni previste dal Piano Clima entro l'anno 2020, si sottolinea l'importanza di un processo di monitoraggio strutturato e continuativo, che consenta di intraprendere azioni correttive qualora si verificassero eccessivi scostamenti dagli andamenti ipotizzati, che potrebbero determinarsi per la difficoltà della pianificazione energetica a scala locale a formulare previsioni di lungo termine in presenza di scenari in forte evoluzione.

2.2 SCENARI RELATIVI AL PERIODO 2010-2030

Per quanto concerne gli sviluppi attesi entro l'anno 2030 non sono disponibili previsioni di dettaglio, a causa del differente orizzonte temporale assunto nel Piano Clima. Inoltre esiste una difficoltà oggettiva a prevedere i possibili sviluppi della disciplina inerente l'efficienza energetica in edilizia su un orizzonte temporale così ampio e la corrispondente evoluzione nel tempo delle nuove volumetrie previste dal PGT.

Principalmente per questi motivi è stato possibile costruire solo scenari semplificati, assumendo in via cautelativa un'ipotesi di invarianza degli assunti formulati negli scenari al 2020 per il Piano Clima.

In particolare l'analisi si è soffermata sui settori domestico, riscaldamento ambienti e teleriscaldamento, responsabili nel 2005 di circa il 60% delle emissioni di CO₂ e che presentano le maggiori criticità a causa della fase di intenso sviluppo della città ipotizzata nel PGT.

Scenario tendenziale 2010-2030

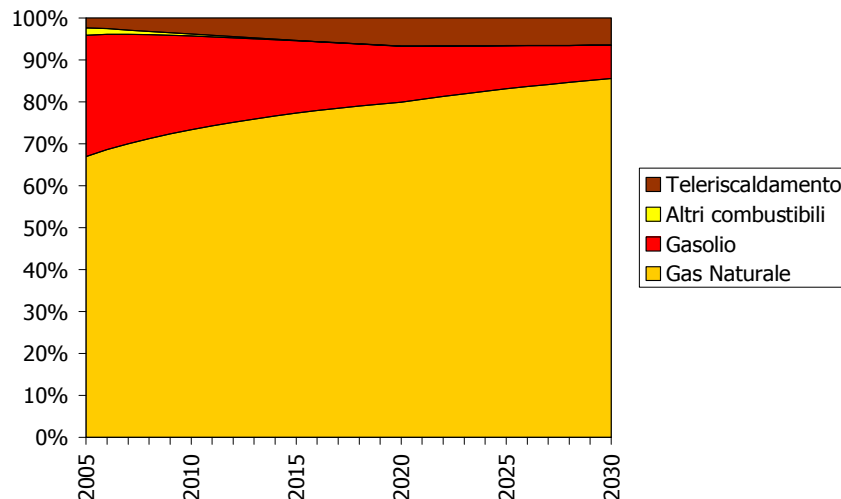
In analogia con il BAU del Piano Clima viene costruito uno scenario tendenziale, per il periodo 2010-2030, formulato secondo le seguenti ipotesi:

- il decremento percentuale del consumo di gasolio, dovuto alle trasformazioni degli impianti termici, è desunto dall'andamento storico registrato negli anni compresi fra il 2003 e il 2007 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, al quale si rimanda nella pubblicazione della "Relazione sullo stato dell'Ambiente del Comune di Milano" disponibile sul sito internet di Agenzia. Si tratta di un'ipotesi conservativa, tanto che la percentuale di gasolio ancora presente nel mix energetico ammonta all'8% nel 2030. Si considera inoltre che le nuove abitazioni siano alimentate esclusivamente a gas naturale o allacciate alle reti di teleriscaldamento in corso di sviluppo.
- Lo sviluppo del Teleriscaldamento tiene conto dell'ampliamento e completamento dei sistemi già presenti sul territorio comunale, mentre gli altri impianti del Piano di Sviluppo di A2A si considerano parte degli interventi aggiuntivi di riduzione delle emissioni. Rientrano nello scenario tendenziale i seguenti interventi:
 - ampliamento dell'impianto per il recupero energetico dalla combustione dei rifiuti "Silla 2" ;
 - ampliamento dell'impianto "Famagosta" con l'aggiunta di una sezione a pompa di calore ad acqua di falda da 15 MW_t;

- completamento degli allacciamenti alla centrale di Canavese, comprendente anch'esso una sezione a pompa di calore ad acqua di falda da 15 MW_t;
 - completamento e ampliamento della centrale di cogenerazione "Tecnocity";
 - completamento del sistema unico Linate - Santa Giulia, comprendente la centrale a servizio della aerostazione di Linate e una nuova centrale a pompa di calore nell'area Rogoredo-Montecity;
- 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 è ipotizzata un'invarianza dell'efficienza energetica per il riscaldamento invernale, assumendo il valore del consumo di energia primaria specifico (kWh/m²) pari a quello medio risultante dal Bilancio Energetico Comunale nell'anno 2005;
 - per semplicità, l'andamento nel tempo delle nuove volumetrie e degli abitanti insediati è stato ripartito in modo lineare nel periodo 2010-2030.

Come conseguenza delle ipotesi assunte, si ottiene l'evoluzione del mix energetico riportato in figura 2.1.

Figura 2.1: evoluzione del mix energetico ipotizzato nello scenario tendenziale



Scenario a legislazione vigente 2010-2030

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 degli obblighi introdotti dalla normativa in tema di efficienza energetica in edilizia previsto dalla DGR 5018/07 e s.m.i.

Tra le prescrizioni introdotte, la Delibera ha definito il sistema di certificazione energetica degli edifici, ha anticipato all'anno 2008 l'applicazione dei limiti introdotti dal D.lgs 311/06 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 sono state formulate le seguenti ipotesi:

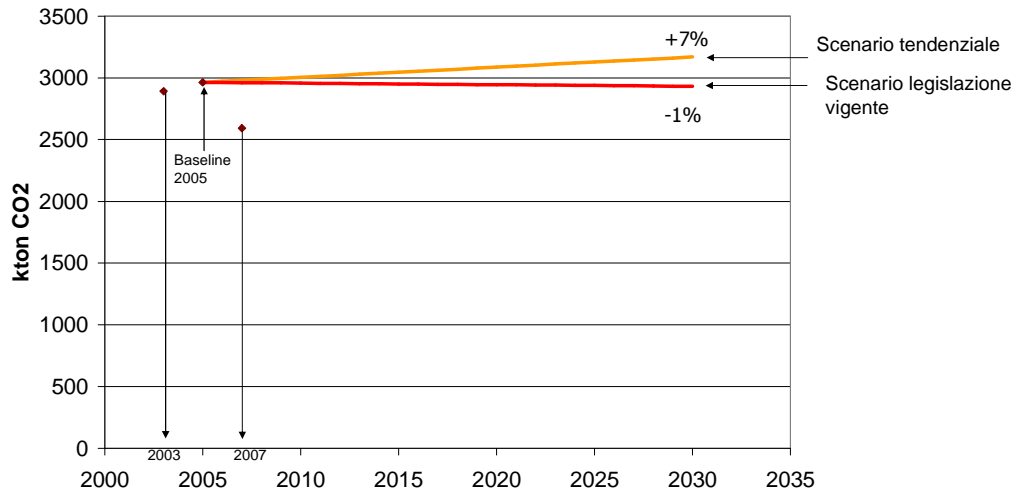
- per le nuove costruzioni è stato assunto un valore del consumo specifico per riscaldamento pari al limite massimo introdotto dalla DGR 5018/07 (per un edificio caratterizzato da un rapporto di forma pari a 0.4, ritenuto rappresentativo della realtà locale);
- per i nuovi abitanti insediati dal PGT è stato assunto un consumo domestico pro-capite dimezzato rispetto al valore del bilancio energetico comunale.

Come risultato delle ipotesi assunte si ottiene l'andamento riportato in figura 2.2 per le emissioni di CO₂ da fonti fisse, che rappresenta indubbiamente uno degli indicatori più importanti per valutare la sostenibilità delle trasformazioni territoriali oggetto dell'analisi. Come si nota, nello scenario tendenziale si ottiene un aumento del 7% delle emissioni di CO₂ dai settori domestico, teleriscaldamento e riscaldamento, mentre negli stessi settori, nello scenario a legislazione vigente, si ottiene una riduzione dell'1% delle emissioni, grazie ai provvedimenti sull'efficienza energetica in edilizia già vigenti in Regione Lombardia⁶.

Nella stessa figura 2.2 sono riportati i valori delle emissioni reali registrati negli anni 2003, 2005 e 2007. 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.

⁶ Si tenga conto che grazie alla cogenerazione associata al teleriscaldamento si ottiene anche un vantaggio nel settore della generazione elettrica non conteggiato nel presente scenario

Figura 2.2: evoluzione prevista per le emissioni di CO₂ da fonti fisse nel periodo 2005-2030 nello scenario tendenziale e a legislazione vigente e confronto con le emissioni storiche



Scenario con interventi

Per effetto dell'evoluzione tecnologica e delle tendenze di lungo periodo già da ora delineate a livello europeo e nazionale, si possono prevedere evoluzioni sostanziali del contesto energetico di riferimento entro il 2030.

Per quanto concerne il settore elettrico, si segnala la dichiarata intenzione del Governo Italiano di attivare un programma per lo sfruttamento dell'energia nucleare in Italia. Con un disegno di legge approvato nel luglio 2009 è stata conferita al Governo la delega per il riordino della disciplina di localizzazione sul territorio nazionale di centrali per la produzione di energia elettrica da fonte nucleare. Un'ipotesi di sviluppo al 2030 è la costruzione di quattro centrali di ultima generazione da 1600 MW ciascuna, che potrebbero contribuire ad una riduzione delle emissioni pari a 25 Mton⁵.

Una seconda novità sostanziale riguardante il settore elettrico è il possibile sviluppo dei sistemi di Carbon Capture Sequestration, per impianti alimentati a carbone e a gas, sulla spinta della direttiva europea 2002/31/CE. Tale tecnologia, in fase pilota in molti impianti sperimentali in Europa, richiede un considerevole sforzo di ricerca ed è quindi caratterizzata da costi di abbattimento della CO₂ molto elevati⁷. Un'ipotesi di sviluppo di questa tecnologia in Italia è l'utilizzo in tutti gli impianti entrati in esercizio dopo il 2005

⁷ Lo studio McKinsey stima un costo di abbattimento compreso fra 45 e 65 €/ton CO₂.

e nel 50% degli impianti entrati in funzione tra il 2000 e il 2005, per un contributo alla riduzione delle emissioni di CO₂ di 51 Mton al 2030⁵.

Seppure le due misure esposte per il settore elettrico insistano sulle emissioni di CO₂ indirette, sulle quali il Comune di Milano non ha competenze, qualora realizzate determinerebbero un impatto consistente sulle politiche di mitigazione delle emissioni, sui prezzi dei principali vettori energetici e sul quadro regolatorio complessivo.

Per quanto riguarda le misure di competenza del Comune di Milano, strettamente connesse allo sviluppo della città, si dispone di un ventaglio di possibilità aggiuntive rispetto a quanto previsto al 2020.

Una recente risoluzione del Parlamento Europeo stabilisce che entro il 31 dicembre 2018 tutti gli edifici di nuova costruzione raggiungano l'obiettivo minimo di un consumo netto di energia nullo. Per "edificio a energia netta zero" si intende un edificio in cui, grazie all'elevato livello di efficienza energetica, il consumo complessivo annuo di energia primaria è pari o inferiore alla produzione di energia da fonti energetiche rinnovabili in situ.

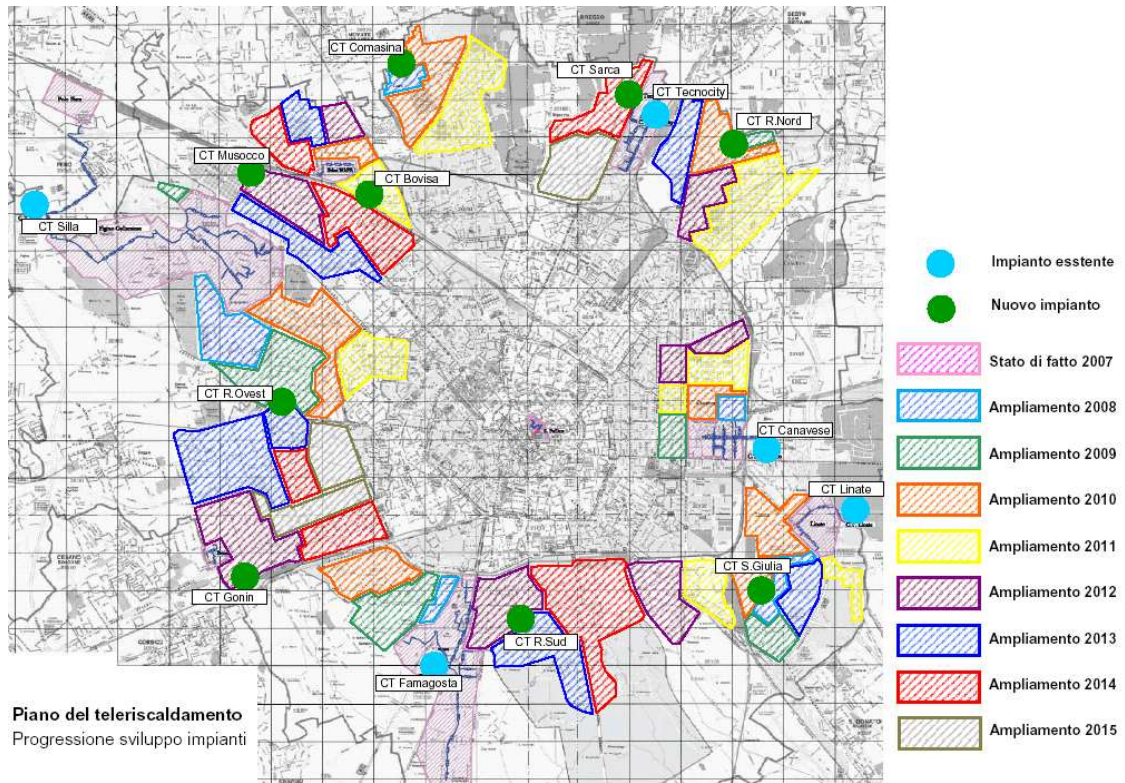
Un'ulteriore significativa opportunità sarà costituita dalla riduzione attesa per il costo dei sistemi per lo sfruttamento delle fonti energetiche rinnovabili, che contribuirà a rendere fattibile un loro elevato livello di integrazione negli edifici.

Un altro sviluppo prevedibile al 2030 è un sostanziale incremento dei sistemi per la produzione decentrata di energia. Nel territorio comunale sarà giunto a completamento il Piano di Sviluppo del teleriscaldamento di A2A, comprendente l'ampliamento degli impianti già esistenti sul territorio comunale inclusi nello scenario tendenziale e la costruzione di ulteriori 7 centrali (Figura 2.3). Il suddetto Piano prevede l'allacciamento di circa 600.000 abitanti equivalenti aggiuntivi entro il 2015, attraverso una potenza termica allacciata aggiuntiva di circa 1203 MW_t. L'aspetto qualificante del Piano riguarda lo sfruttamento dell'acqua di falda come fonte energetica a bassa entalpia, mediante la tecnologia della pompa di calore associata alla cogenerazione (80 MW_t)

Ulteriori opportunità di sviluppo, in corso di approfondimento, riguardano lo sfruttamento delle acque trattate nei depuratori per alimentare pompe di calore associate al teleriscaldamento e l'utilizzo di impianti di cogenerazione a biomassa⁸.

⁸ Diversi studi prevedono un notevole sviluppo degli impianti a biomassa, fra questi gli scenari elaborati a livello regionale nel progetto Kyoto Lombardia.

Figura 2.3: piano di sviluppo del teleriscaldamento di A2A



2.3 CONCLUSIONI

L'analisi ha individuato in via semplificata i possibili scenari di evoluzione delle emissioni di CO₂ 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 CO₂ (+7% al 2030 rispetto al 2005), pur nelle ipotesi di sviluppo della città adottate 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 i miglioramenti introdotti dalla normativa in materia di efficienza energetica in edilizia nelle nuove costruzioni, si ottiene un lieve decremento delle emissioni di CO₂ (-1% al 2030 rispetto al 2005).

Nello scenario con interventi di mitigazione, analizzato esclusivamente in via qualitativa, sono state evidenziate numerose opportunità di intervento, introdotte dall'evoluzione tecnologica e normativa di contesto.

La concreta possibilità di attuare questo complesso di misure è subordinato alla realizzazione di una forte integrazione fra i diversi strumenti di pianificazione settoriali comunali e alla capacità di attrarre notevoli investimenti, sia pubblici che privati.

Nelle aree di trasformazione del PGT è necessaria l'adozione di elevati livelli di sostenibilità ambientale per i nuovi edifici, sia per quanto riguarda il consumo di risorse e i carichi ambientali generati, sia per quanto concerne il rapporto dell'edificato con gli spazi esterni, onde evitare che i miglioramenti pianificati nel tessuto storico della città siano insufficienti a compensare gli impatti dovuti alle nuove volumetrie. Si sottolinea in particolare il ruolo del condizionamento estivo, un'applicazione non satura che ha avuto un peso decisivo nell'incremento dei consumi elettrici nel periodo estivo negli scorsi anni.

Il processo di sviluppo delineato nel PGT deve anche contribuire ad incrementare e riqualificare la dotazione infrastrutturale, specialmente per quanto riguarda i sistemi di cogenerazione e teleriscaldamento, facilitando l'individuazione di aree per la realizzazione di nuove centrali.

Al fine di dare attuazione all'impegno assunto dal Comune di Milano di ridurre le proprie emissioni di CO₂ del 20% rispetto al livello del 2005 entro il 2020, è stata avviata la predisposizione del Piano Clima. Il Piano rappresenta uno strumento di

indirizzo strategico e di riferimento per le politiche energetiche e ambientali dell'Amministrazione, che secondo principi di fattibilità tecnica ed economica fornirà indicazioni in merito agli interventi di mitigazione da adottare.