

METODOLOGIA DI CALCOLO E DI VALUTAZIONE DEI DATI ENERGETICI COSTITUENTI LA BANCA DATI DELLA CITTA' METROPOLITANA DI TORINO

La banca dati per la redazione dei
PAESC ed il loro monitoraggio

Giugno 2016

Autore: Giovanni Vicentini

Sommario

La revisione della banca dati energetica della Città Metropolitana di Torino	2
Premessa	2
La redazione del bilancio energetico	3
La struttura del database	6
Il settore dei trasporti.....	7
Il settore residenziale	17
Il settore terziario	28
Il settore agricolo.....	32

La revisione della banca dati energetica della Città Metropolitana di Torino

Premessa

La Città Metropolitana di Torino ha avviato nel 2000 un'importante attività di raccolta dati energetici per il proprio territorio, coinvolgendo tutti i principali operatori, sia sul lato della distribuzione dei principali vettori (energia elettrica e gas naturale), sia sul fronte della produzione energetica. Quest'attività è stata condotta in modo continuativo, permettendo la ricostruzione di una serie storica piuttosto lunga, giunta fino al 2013. La raccolta dati avviene con cadenza biennale, finalizzata in particolare alla redazione del Rapporto sull'Energia¹, che nel 2014 ha visto la pubblicazione della sua nona edizione. Il Rapporto sull'Energia analizza i principali trend in atto per l'intero territorio metropolitano, sia per quanto concerne la domanda energetica complessiva e per settore d'attività, sia sul fronte dell'offerta energetica, centralizzata o distribuita, con un focus particolare sulla progressiva crescita del contributo delle rinnovabili. La conoscenza delle principali dinamiche in atto facilita il lavoro dei decisori politici, sia a livello locale (Comuni), che a livello regionale. I dati raccolti hanno permesso nel tempo di monitorare, per il territorio della Città Metropolitana di Torino, il raggiungimento degli obiettivi imposti a livello nazionale dalla strategia europea "3X20"² e dettagliati successivamente a livello regionale dal burden sharing agreement³.

All'interno del progetto Data4Action, quest'attività di raccolta dati e loro elaborazione, ha ottenuto una nuova veste, ampliando il proprio raggio d'azione nel contesto di un Osservatorio Energia⁴ a beneficio del territorio. La mole di dati in possesso dell'ente è diventata quindi un'opportunità per offrire un nuovo servizio di assistenza tecnica ai Comuni, strutturando il database in funzione delle loro necessità ed in particolar modo per l'adesione all'iniziativa del Patto dei Sindaci⁵ e la successiva redazione di un Piano d'Azione per l'Energia Sostenibile e per il Clima (PAESC) ed il successivo monitoraggio biennale. Grazie alla nuova banca dati energetica per i Comuni, essi sono finalmente in grado di conoscere agevolmente i consumi energetici del proprio territorio e le relative emissioni di CO₂, per identificare l'anno base di riferimento nell'ambito della redazione del PAESC e per calcolare in tempo reale l'obiettivo da raggiungere al 2020 (da poco convertito al 2030⁶).

La revisione del database metropolitano (relativo ai dati di consumo energetico) prevede l'aggiornamento della metodologia di stima dei consumi di alcuni vettori energetici (per i quali non si dispone di un dato di dettaglio alla scala comunale), tra i quali i vettori petroliferi e le fonti rinnovabili termiche, e la correzione delle serie storiche relative ai vettori di cui si dispone dei dati di dettaglio (gas naturale, energia elettrica, calore). Nella seguente relazione si evidenziano le fonti informative utilizzate, la metodologia seguita ed i principali risultati ottenuti. Nel primo capitolo viene descritta la metodologia di stima dei consumi dei differenti vettori energetici nel [settore dei trasporti](#). Nel secondo e nel terzo si descrive la metodologia sviluppata ad hoc per i settori edilizi, ovvero il [settore residenziale](#) e quello [terziario](#). In questi casi la stima dei vettori petroliferi e delle rinnovabili si accompagna alla validazione di dati già dettagliati su base comunale (gas naturale, calore ed energia elettrica). Nel quarto capitolo ed ultimo capitolo si descrive la metodologia

¹ <http://www.cittametropolitana.torino.it/cms/ambiente/risorse-energetiche/osservatorio-energia/rapporto-energia>

² http://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2020/index_it.htm

³ <http://www.gse.it/it/Statistiche/Simeri/BurdenSharing/Pagine/default.aspx>

⁴ <http://www.cittametropolitana.torino.it/cms/ambiente/risorse-energetiche/osservatorio-energia>

⁵ http://www.pattodeisindaci.eu/index_it.html

⁶ http://www.pattodeisindaci.eu/about/covenant-of-mayors_it.html

adottata per il [settore agricolo](#). Il settore industriale è stato escluso dall'analisi poiché le linee guida del Patto dei Sindaci suggeriscono tale approccio: questo settore, infatti, subisce delle dinamiche di incremento e riduzione dei consumi energetici esogene rispetto all'ambito di applicazione del PAES, ovvero tutto ciò che avviene all'interno del territorio comunale. Le Amministrazioni comunali non hanno pertanto la capacità d'incidere in modo significativo per orientare gli andamenti del settore.

La redazione del bilancio energetico

Le presenti linee guida sono finalizzate alla descrizione della procedura di revisione della banca dati energetica della Città Metropolitana di Torino. La banca dati è stata costruita per la redazione di un bilancio energetico metropolitano e per i singoli Comuni e permette di:

- valutare l'efficienza energetica del sistema;
- evidenziare le tendenze in atto e supportare previsioni di breve e medio termine;
- individuare i settori di intervento strategici.

L'analisi ha inizio dalla ricostruzione del bilancio energetico e dalla sua evoluzione temporale, procedendo secondo un approccio di tipo top - down, cioè a partire da dati aggregati.

Il primo passo per la definizione del bilancio energetico consiste nella predisposizione di una banca dati relativa ai consumi o alle vendite dei diversi vettori energetici, con una suddivisione in base alle aree di consumo finale e per i diversi vettori energetici statisticamente rilevabili.

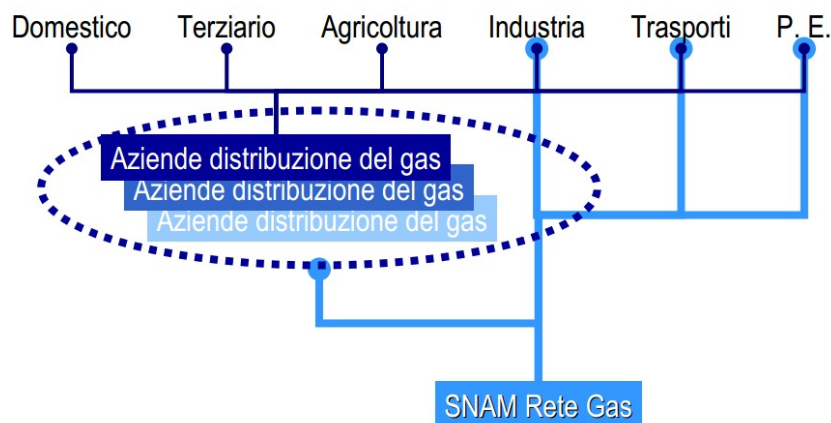
Il livello di dettaglio realizzato per questa prima analisi riguarda tutti i vettori energetici utilizzati e i settori di impiego finale: usi civili (residenziale e terziario), agricoltura, trasporti. In bilancio sono inseriti tutti i settori di cui risultano disponibili o elaborabili i dati.

Di seguito si riporta brevemente un'indicazione delle fonti informative utilizzate.

Gas naturale

I dati di gas naturale sono stati reperiti mediante due fonti informative:

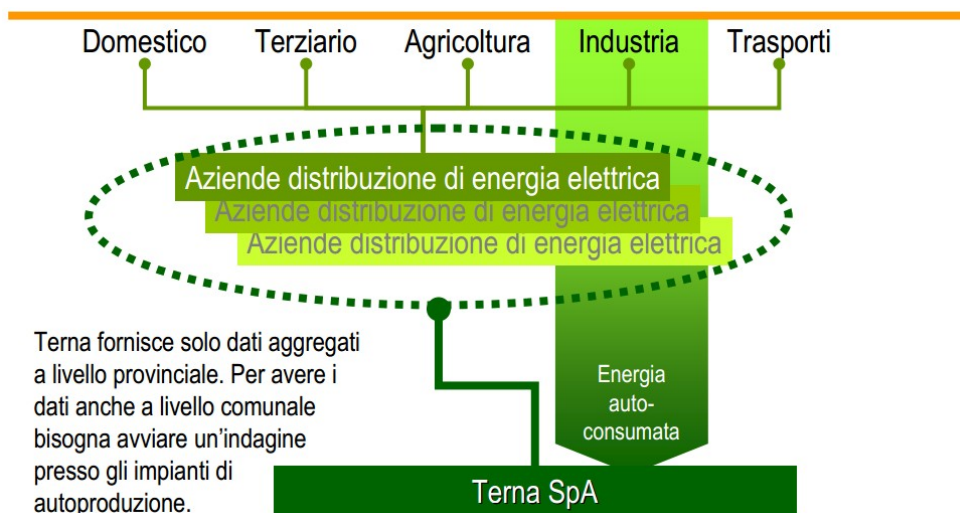
1. Snam Rete Gas, che ha fornito i dati di gas naturale trasportato in Città Metropolitana di Torino e dettagliati come segue:
 - autotrazione: consuntivo aggregato dei volumi riconsegnati ad impianti di vendita al dettaglio di metano per autotrazione.
 - reti di distribuzione: consuntivo aggregato dei volumi riconsegnati alle reti di distribuzione cittadina.
 - industria: consuntivo aggregato dei volumi riconsegnati ai punti di riconsegna di utenze industriali.
 - termoelettrico: consuntivo aggregato dei volumi riconsegnati ad impianti termoelettrici.
2. Distributori locali di energia, il cui elenco è stato tratto dal sito per l'Autorità dell'energia elettrica e il gas (www.autoritaenergia.it) e a cui sono stati richiesti i dati suddivisi per settore domestico, terziario, industriale, agricolo, produzione di energia elettrica e consumi propri. L'analisi condotta con i distributori ha consentito di disaggregare i consumi a livello comunale.



Energia elettrica

I dati di energia elettrica sono stati reperiti dalla società Terna SpA in forma aggregata a livello di Città Metropolitana e dai due distributori locali (Iren SpA ed Enel Distribuzione) in forma disaggregata a livello comunale. La ripartizione dei consumi è stata ricondotta ai seguenti settori di utilizzo finale:

- domestico,
- terziario,
- industria,
- agricoltura,
- consumi propri.



Prodotti petroliferi

Per i prodotti petroliferi è stato utilizzato il dato di vendita provinciale riportato nel Bollettino Petrolifero Nazionale elaborato dal Ministero per lo Sviluppo Economico in cui si riportano i dati di:

- olio combustibile
- gas di petrolio liquefatto (GPL), con dettaglio della quota per autotrazione;
- gasolio, con la suddivisione per usi motori, riscaldamento e agricolo;
- benzina.

Le vendite di combustibili sono state attribuite agli usi finali nel modo seguente:

1. Olio combustibile: i consumi per l'industria sono stati stimati in proporzione rispetto ai dati degli anni precedenti sul totale delle vendite; i consumi per la produzione di energia elettrica sono stati ricavati dall'indagine effettuata presso i principali impianti di produzione del territorio; il settore civile è stato calcolato per differenza tra gli usi finali (calcolati come totale delle vendite annuali meno consumi del settore termoelettrico) e stima dei consumi dell'industria. All'interno del settore civile, al terziario sono attribuiti i consumi standard di alcune grosse utenze su cui in passato era stata fatta un'indagine puntuale e i consumi del domestico sono stati calcolati per differenza.
2. GPL: le vendite per autotrazione sono state attribuite ai trasporti; la parte restante è stata attribuita agli usi civili, mentre per la suddivisione tra domestico e terziario si è proceduto assumendo la medesima proporzione rilevata nei consumi di gas naturale.
3. Gasolio: le vendite per autotrazione sono state attribuite al settore trasporto; la parte restante è stata attribuita agli usi civili (ad esclusione della quota parte di gasolio impiegata per la produzione termoelettrica rilevata dall'indagine puntuale), mentre per la suddivisione tra domestico e terziario si è proceduto assumendo la medesima proporzione rilevata nei consumi di gas naturale. Per i consumi del settore agricolo, come detto in precedenza, il dato desunto dal bollettino petrolifero è stato sostituito, dall'anno 2004 in poi, con quello registrato dall'Ufficio Motori Agricoli della Provincia.

Il dato metropolitano viene ripartito a livello comunale secondo la metodologia descritta nei relativi paragrafi (per settore d'attività).

Calore distribuito nelle reti del teleriscaldamento

Per il calore consumato nei Comuni si utilizzano i dati elaborati all'interno dello studio sul teleriscaldamento in Città Metropolitana di Torino, in cui è stata mappata l'area servita nel territorio provinciale e sono state quantificate le potenzialità di ulteriore diffusione della rete. Le analisi contenute nello studio sono state condivise con i principali operatori del settore con cui è stato intrapreso un tavolo di confronto per la prosecuzione del lavoro. Nel 2009 la Provincia ha inoltre adottato un Piano di Sviluppo del Teleriscaldamento nell'Area di Torino, che si configura come base programmatica comune per la definizione delle politiche di sviluppo del teleriscaldamento finalizzate al massimo impiego del calore prodotto in cogenerazione da impianti esistenti o in corso di autorizzazione nelle reti presenti in Torino e nei comuni limitrofi. In ogni caso, analogamente a quanto fatto per la produzione di energia elettrica, i maggiori produttori di calore per teleriscaldamento vengono periodicamente invitati a trasmettere i dati relativi al calore prodotto e distribuito nei diversi comuni della provincia.

Fonti rinnovabili termiche

I dati relativi alle fonti rinnovabili termiche sono tratti dalle indagini condotte in collaborazione con il Politecnico di Torino, Dipartimento di Energia, nell'ambito del progetto Alcotra RENERFOR. Il lavoro svolto ha seguito le seguenti fasi:

- indagine commerciale effettuata mediante invio di un questionario ad un panel di aziende (produttori o distributori locali);
- ricostruzione dei volumi di vendita a livello provinciale;
- quantificazione dei dispositivi operativi.

A seguito di tali analisi hanno potuto essere definiti i contributi energetici a livello metropolitano delle differenti fonti rinnovabili indagate e le stime dei relativi mercati (approfondimenti sul tema possono essere reperiti direttamente sui documenti scaricabili dal sito della Città Metropolitana dedicato al progetto RENERFOR).

L'aggiornamento del 2012 e 2013 si è basato sui dati nazionali, a cui è stato applicato un coefficiente riduttivo pari alla percentuale relativa agli anni precedenti. Le considerazioni sopra descritte valgono per tutte le rinnovabili termiche ad eccezione del calore prodotto da impianti a biomassa e distribuito tramite reti locali di riscaldamento, per cui il dato è stato recuperato direttamente alla fonte.

La struttura del database

Il file è stato strutturato nei seguenti fogli:

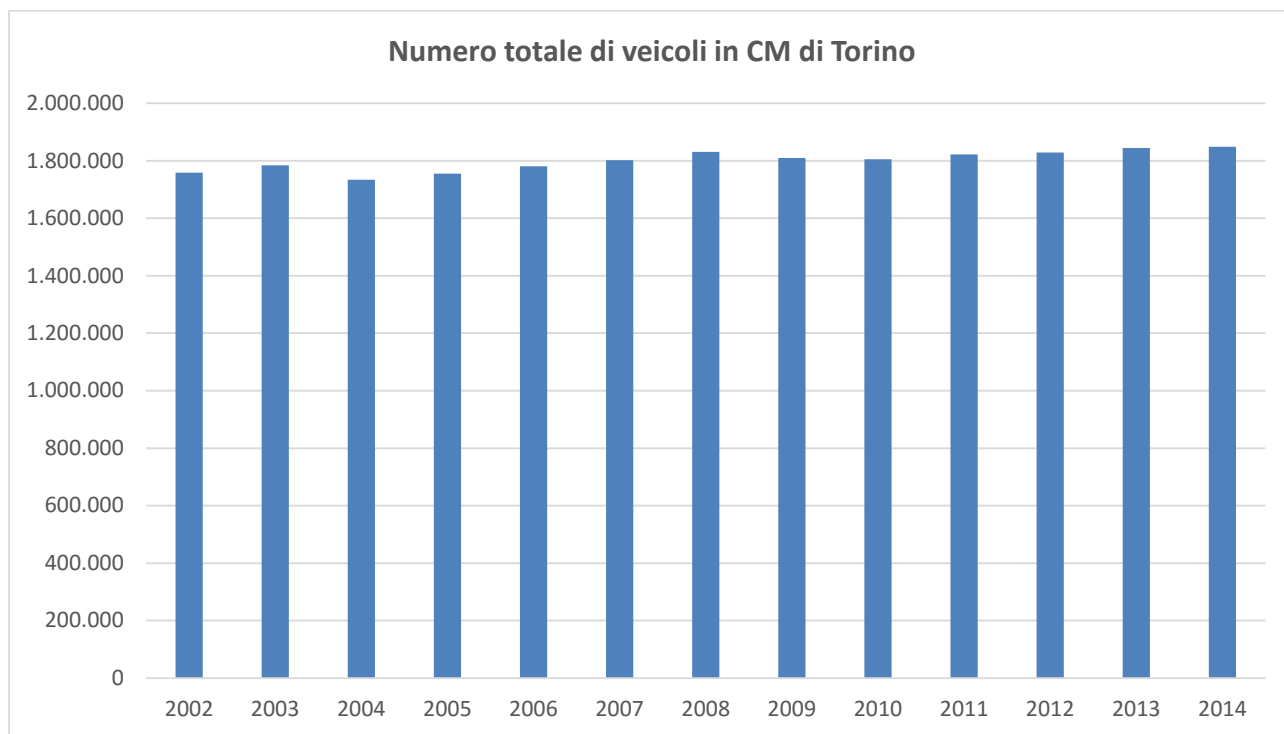
- [Il settore dei trasporti](#), riporta le fonti informative utilizzate e la metodologia per la stima del consumo dei vettori energetici impiegati nel settore dei trasporti su base comunale;
- [Il settore residenziale](#), riporta le fonti informative utilizzate per la raccolta dati di alcuni vettori energetici (energia elettrica, gas naturale, calore) e la metodologia per la stima del consumo dei prodotti petroliferi e delle fonti rinnovabili termiche, su base comunale, nel settore residenziale;
- [Il settore terziario](#), riporta le fonti informative utilizzate per la raccolta dati di alcuni vettori energetici (energia elettrica, gas naturale, calore) e la metodologia per la stima del consumo dei prodotti petroliferi e delle rinnovabili termiche, su base comunale per il settore terziario (terziario privato+terziario pubblico);
- [Il settore agricolo](#), riporta le fonti informative utilizzate per la raccolta dati dei vettori energetici impiegati nel settore agricolo su base comunale.

Il settore dei trasporti

La revisione dei dati del bilancio energetico del settore dei trasporti si basa essenzialmente su tre fonti informative, il Bollettino Petrolifero pubblicato dal Ministero dello Sviluppo Economico, i dati ACI relativi al parco veicolare circolante e il database GIS delle infrastrutture stradali elaborato dalla Città Metropolitana di Torino.

I dati ACI⁷ - le informazioni disponibili. Relativamente ai dati ACI, sono state considerate le statistiche relative al parco veicolare circolante contenute nell'autoritratto, disponibile dal 2002 al 2014, con dettaglio su base comunale.

1. Sono state innanzitutto ricostruite le serie storiche dei veicoli circolanti



L'andamento evidenziato in figura mostra un trend di crescita del numero di veicoli nel territorio metropolitano (+5%).

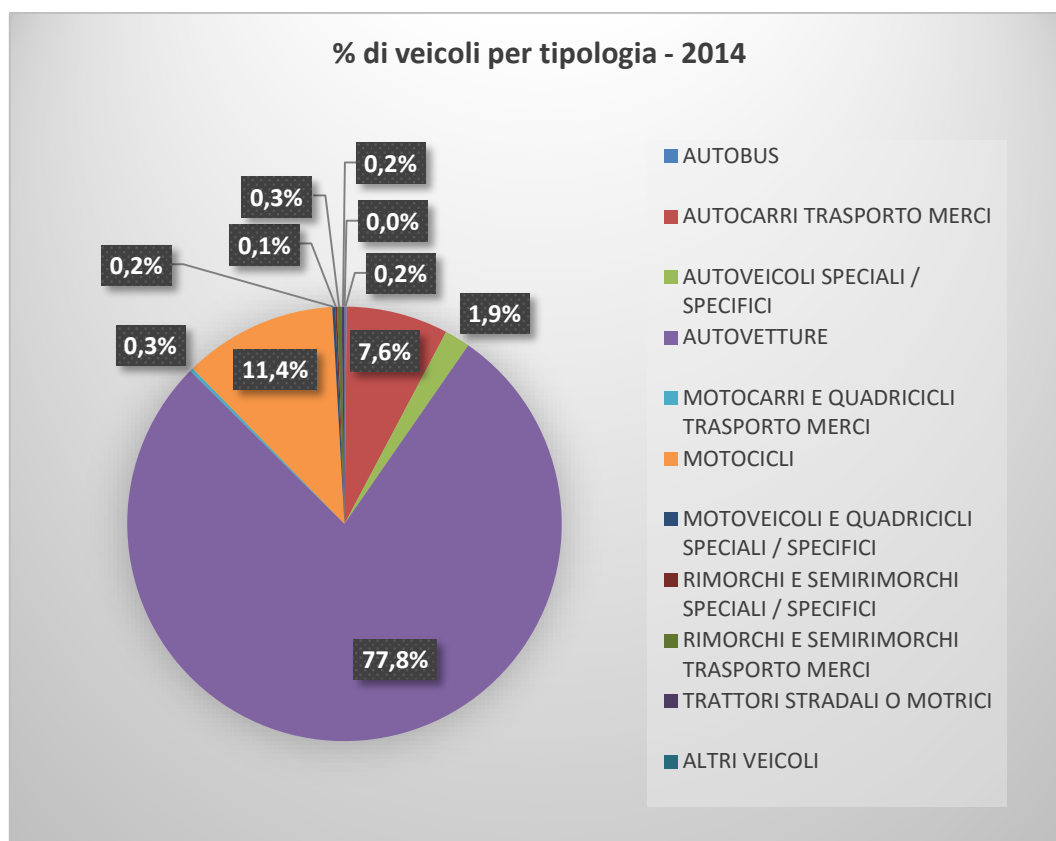
2. I dati sul parco veicolare vengono forniti anche per tipologia di veicolo.

Le tipologie sono le seguenti: autobus, autocarri per trasporto merci, autoveicoli speciali, autovetture, motocarri e quadricicli trasporto merci, motocicli, motoveicoli e quadricicli speciali, rimorchi e semirimorchi speciali, rimorchi e semirimorchi trasporto merci, trattori stradali, altri veicoli. Nel prospetto seguente si evidenzia l'andamento pluriennale delle differenti tipologie e il peso percentuale del numero di veicoli per tipologia, nell'ultimo anno della serie storica.

⁷ <http://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche.html>

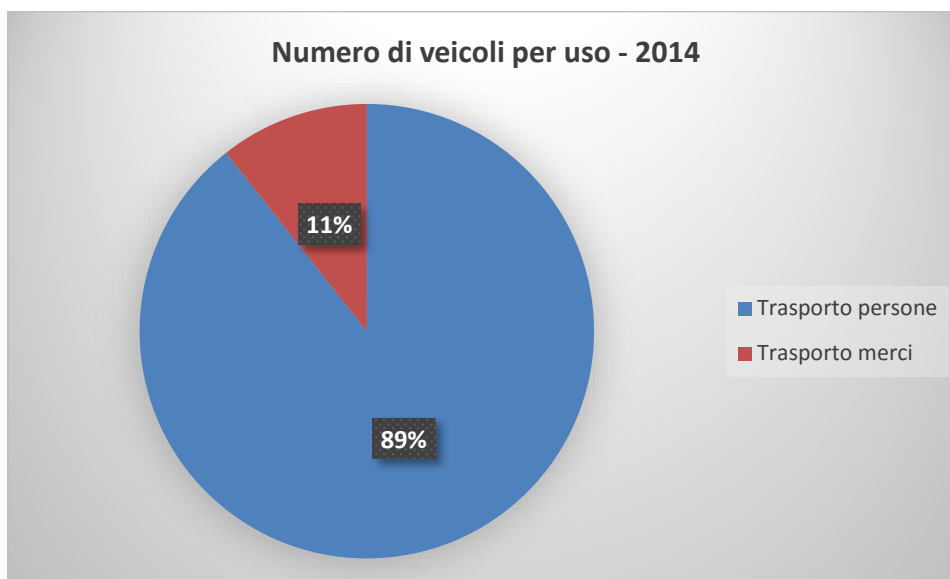
TIPOLOGIE	TREND 2002-2014
AUTOBUS	5%
AUTOCARRI TRASPORTO MERCI	-4%
AUTOVEICOLI SPECIALI / SPECIFICI	42%
AUTOVETTURE	3%
MOTOCARRI E QUADRICICLI TRASPORTO MERCI	-24%
MOTOCICLI	55%
MOTOVEICOLI E QUADRICICLI SPECIALI / SPECIFICI	826%
RIMORCHI E SEMIRIMORCHI SPECIALI / SPECIFICI	-92%
RIMORCHI E SEMIRIMORCHI TRASPORTO MERCI	-22%
TRATTORI STRADALI O MOTRICI	2%

Il prospetto evidenzia un lieve incremento delle autovetture (che costituiscono nel 2014 il 78% dei veicoli totali), in linea con il trend di incremento della popolazione nel territorio metropolitano. Nonostante il numero complessivo di motocicli aumenti del 55%, il loro peso percentuale sul totale scende, nel 2014, all'11%. La terza categoria più presente nel 2014 sono gli autocarri per il traffico merci che subiscono un calo sia in termini assoluti che in termini percentuali sul totale dei veicoli presenti, rispetto al primo anno della serie storica. Marginale il peso percentuale delle altre categorie di veicoli (le autovetture, i motocicli e gli autocarri per il traffico merci costituiscono complessivamente il 97% circa del numero totale di veicoli nel 2014).



Accorpare i dati delle tipologie di veicoli circolanti per uso e considerando due usi prevalenti, ovvero il trasporto delle merci ed il trasporto delle persone, si possono calcolare i relativi pesi percentuali nel primo e

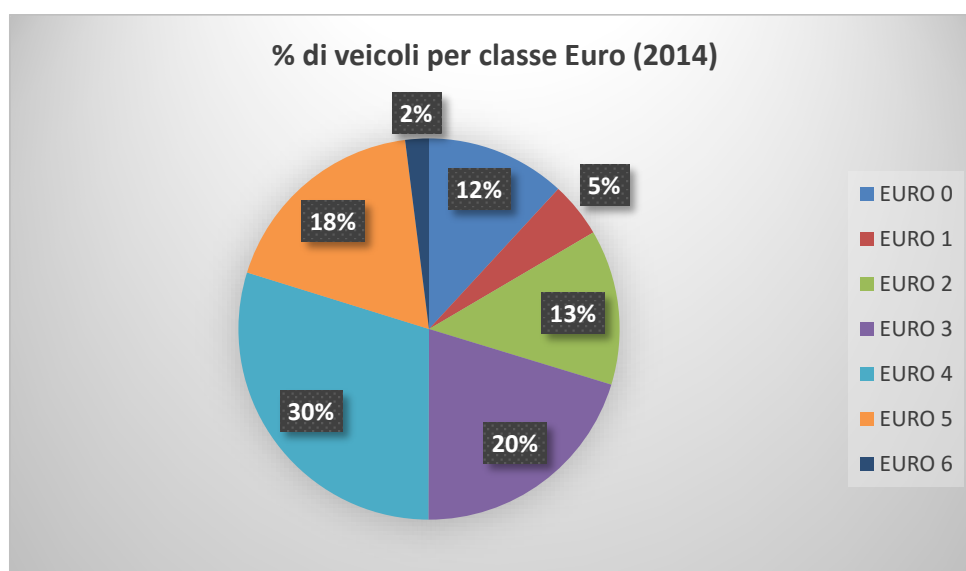
nell'ultimo anno della serie storica considerata. Lo stesso tipo di approccio è stato utilizzato anche su base comunale.



Complessivamente, tra il primo e l'ultimo anno della serie storica, aumenta il peso dei veicoli per il trasporto delle persone e diminuisce quello del trasporto merci.

3. Tra i dati che vengono raccolti annualmente da ACI, ma solo a partire dal 2007, vi sono il numero di veicoli circolanti per categoria Euro⁸.

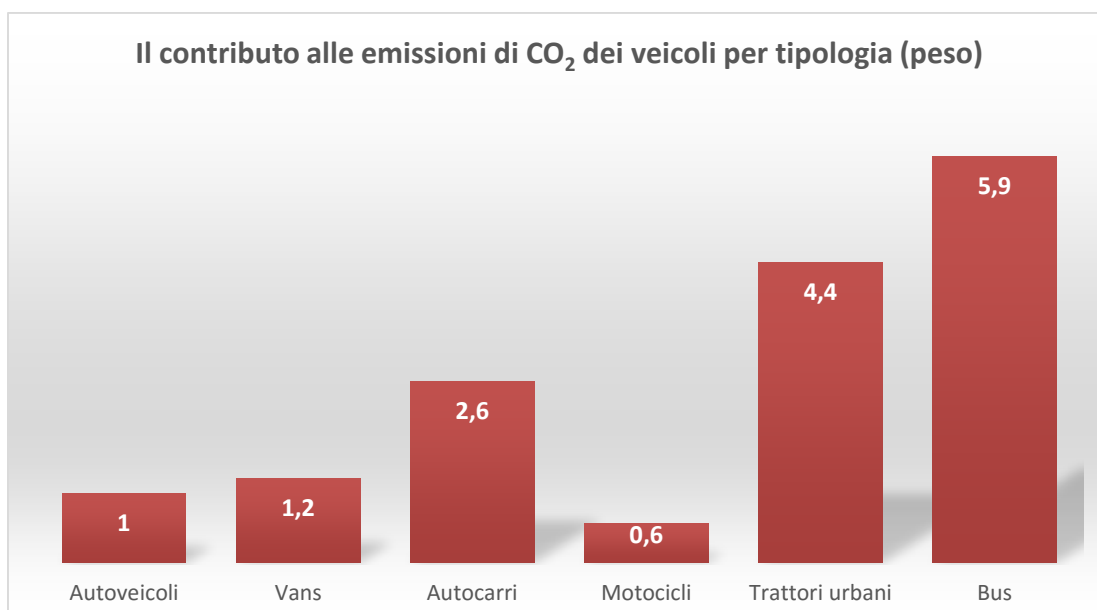
La prima analisi che è stata effettuata è sull'evoluzione del peso percentuale dei veicoli per classe Euro. Gli Euro 0, 1, 2 e 3 riducono progressivamente il loro peso percentuale, eroso dagli Euro 4 e 5. Nel 2014 compaiono anche gli Euro6, non presenti nel primo anno della serie storica. Anche in questo caso i dati dispongono di un dettaglio su base comunale. Si propone un grafico a torta con il peso percentuale dei veicoli per classi Euro nel 2014.



⁸ http://www.arpa.emr.it/pubblicazioni/liberiamo/avvisi_6.asp

I dati ACI⁹ - metodologia di utilizzo. La banca dati ACI ha consentito di calcolare il numero di veicoli equivalenti circolanti in ogni Comune del territorio metropolitano. Il numero di veicoli equivalenti viene calcolato a partire dal numero di veicoli registrati nell'autoritratto di ACI, pesato sul proprio contributo alle emissioni di CO₂, che dipende dalla tipologia e dalla classe Euro (entrambi disponibili sul database ACI con dettaglio comunale). L'obiettivo del lavoro è infatti la ripartizione su base comunale dei dati di consumo energetico disponibili solo su base metropolitana. Per calcolare correttamente il numero di veicoli equivalenti, sono state utilizzate le due seguenti tabelle, facenti riferimento alla tipologia dei veicoli circolanti ed alla loro classificazione nelle classi Euro. I dati relativi alle emissioni per chilometro percorso dalle varie categorie di veicoli fanno riferimento al documento "2011 – Guidelines to DEFRA: Methodology paper for emission factors"¹⁰. Nel prospetto è stato attribuito un peso di riferimento, pari ad 1, agli autoveicoli (ovvero alla categoria più rappresentativa); tutte le altre categorie sono state "pesate" di conseguenza.

TIPOLOGIA	EMISSIONI/KM		PESO	
Autoveicoli	203	g CO ₂ km	1	1
Vans/Autoveicoli speciali	248	g CO ₂ km	1,2	1,9
Autocarri	537	g CO ₂ km	2,6	
Motocicli	116	g CO ₂ km	0,6	0,6
Trattori urbani	889	g CO ₂ km	4,4	4,4
Bus	1.205	g CO ₂ km	5,9	5,9



I dati relativi alle emissioni per categoria Euro degli autoveicoli fanno riferimento al documento "EU CO₂ emission standards for passenger cars and light commercial vehicles"¹¹. Il calcolo del numero di veicoli equivalenti in funzione della classificazione Euro viene applicato solamente alla categoria autoveicoli, poiché

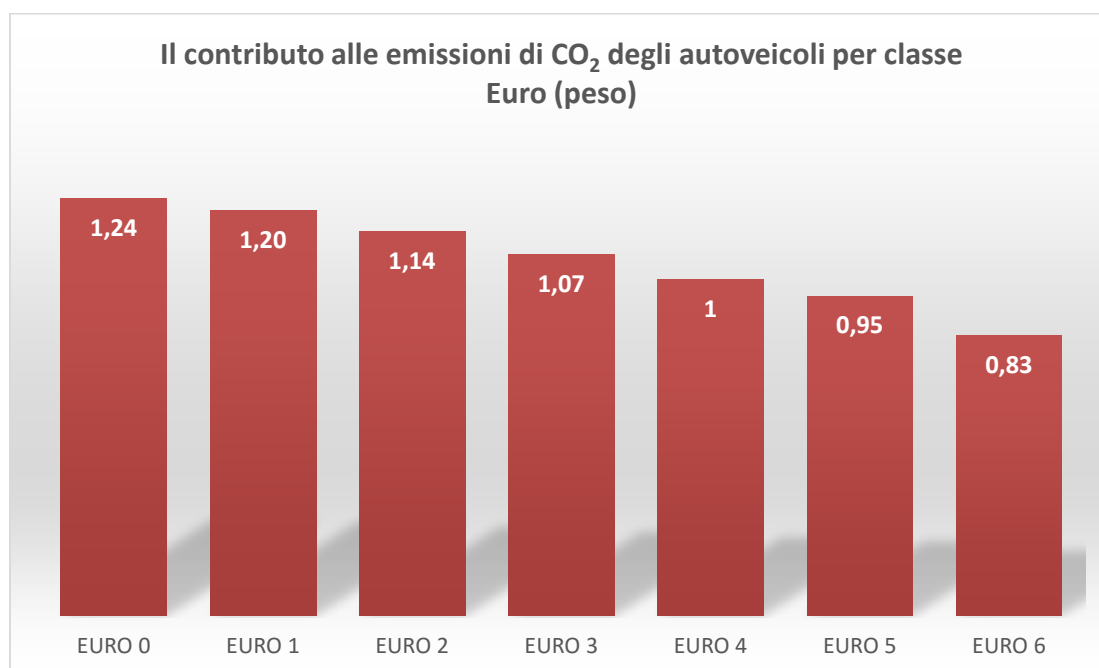
⁹ <http://www.aci.it/laci/studi-e-ricerche.html>

¹⁰ https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/69314/pb13625-emission-factor-methodology-paper-110905.pdf

¹¹ http://www.theicct.org/sites/default/files/publications/ICCTupdate_EU-95gram_jan2014.pdf

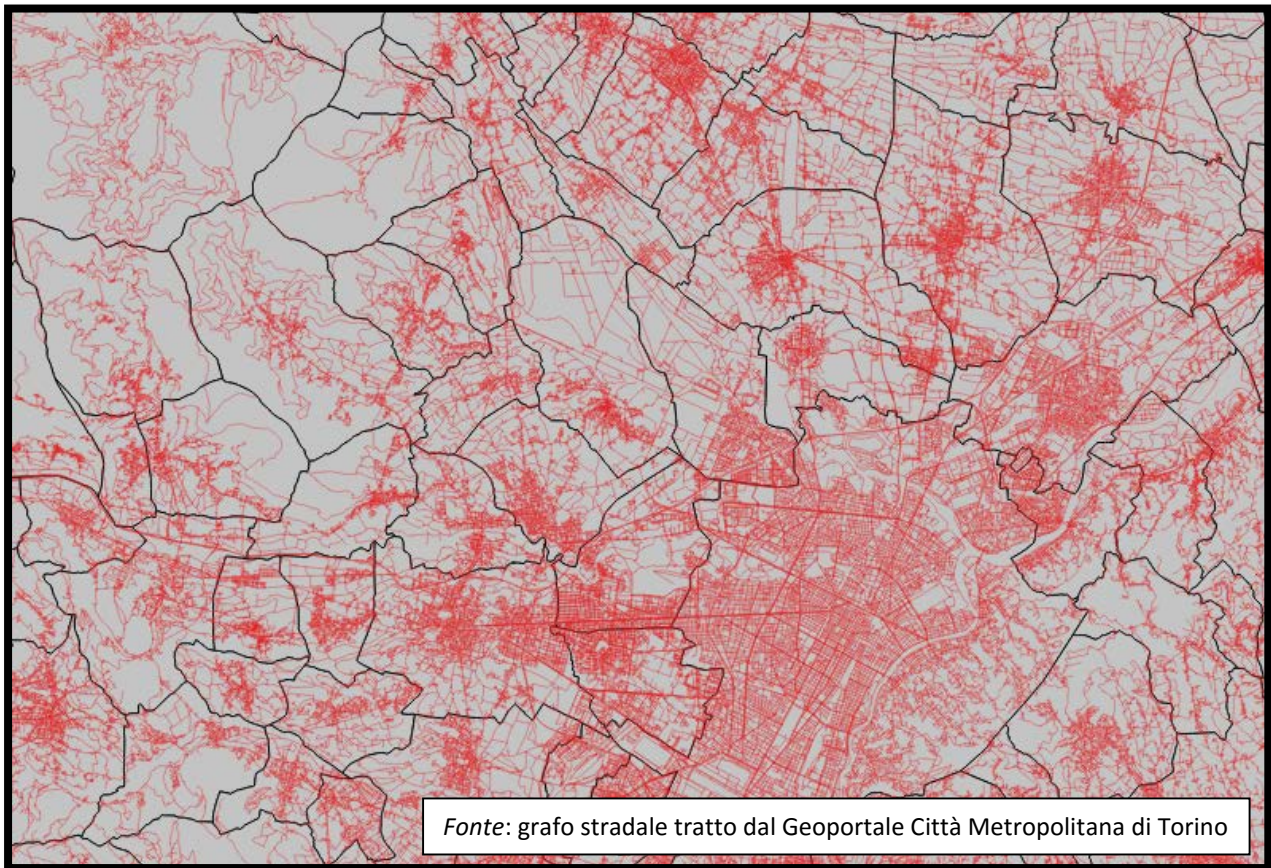
per le altre categorie l'applicazione del peso perde affidabilità. Si ricorda tuttavia che, nel 2014, gli autoveicoli costituivano il 78% del parco veicolare circolante.

CATEGORIA		EMISSIONI/KM		PESO
EURO 0	1990	201	g CO ₂ km	1,24
EURO 1	1992	195	g CO ₂ km	1,20
EURO 2	1995	185	g CO ₂ km	1,14
EURO 3	1999	174	g CO ₂ km	1,07
EURO 4	2005	162	g CO ₂ km	1
EURO 5	2008	154	g CO ₂ km	0,95
EURO 6	2011	135	g CO ₂ km	0,83



L'applicazione dei due fattori di correzione ha determinato il calcolo del numero di veicoli equivalenti su base comunale. Questo numero è stato successivamente ricalcolato per riportare il totale a quello registrato dall'autoritratto ACI.

Il database delle infrastrutture viarie CM Torino. Il secondo parametro che viene analizzato e che determina la ripartizione su base comunale dei consumi energetici del settore dei trasporti è la lunghezza delle infrastrutture viarie. Si assume che maggiore è questo parametro maggiore è la strada percorsa dai veicoli circolanti nel territorio comunale, siano essi immatricolati nello stesso Comune o siano provenienti dai Comuni circostanti. Si tratta ovviamente di una procedura semplicata, che andrebbe ulteriormente affinata se si disponesse dei flussi di traffico per arco stradale. La Città Metropolitana di Torino ha elaborato un database GIS, utilizzato in questo studio per il calcolo del parametro lunghezza delle strade. Il database, presentato in un estratto nell'immagine successiva, è stato suddiviso su base comunale, attraverso il comando "union" disponibile nella sezione "strumenti di geoprocessing" nel software free QuantumGIS. Successivamente si è proceduto al calcolo della lunghezza totale delle strade costruendo una tabella pivot e sommando tutti i tratti ricadenti all'interno dello stesso Comune.



Il dato relativo alla lunghezza delle strade non è stato utilizzato direttamente, ma è stato “pesato” sul numero di veicoli pro capite di ciascun Comune. Questo dato, definito anche tasso di motorizzazione, calcolato come rapporto tra il numero di abitanti di un Comune ed il numero di veicoli equivalenti circolanti nello stesso, incide ovviamente sulla propensione all’uso dell’auto e quindi alla percorrenza su strada. Questo parametro è molto elevato per i Comuni più periferici e che non dispongono di alternative all’uso dell’auto (ad esempio il Comune di Alpette presenta un tasso di motorizzazione pari ad 1,1) ed è relativamente basso per i Comuni più urbanizzati e con sistemi di mobilità collettiva più capillari (il Comune di Torino, ad esempio, ha un tasso di motorizzazione pari a 0,78). Il valore pesato del numero di chilometri di strade è stato successivamente ricalcolato come peso % di ogni Comune (con totale algebrico 100%).

L’obiettivo della procedura di stima è quello di calcolare il numero di chilometri percorsi dai veicoli in un certo Comune. A tal fine si è proceduto dapprima a calcolare il numero di chilometri percorsi annualmente da tutti i veicoli circolanti nella Città Metropolitana; esso deriva dalla moltiplicazione del numero di veicoli equivalenti circolanti (1.810.967 nel 2012) per la percorrenza media di un veicolo su base annua (sempre nel 2012) pari a 11.600 km/anno¹². Il totale ottenuto è stato ripartito tra tutti i Comuni in base alla percentuale calcolata nello step precedente (ovvero in funzione del numero di chilometri di strade presenti in un Comune e del tasso di motorizzazione).

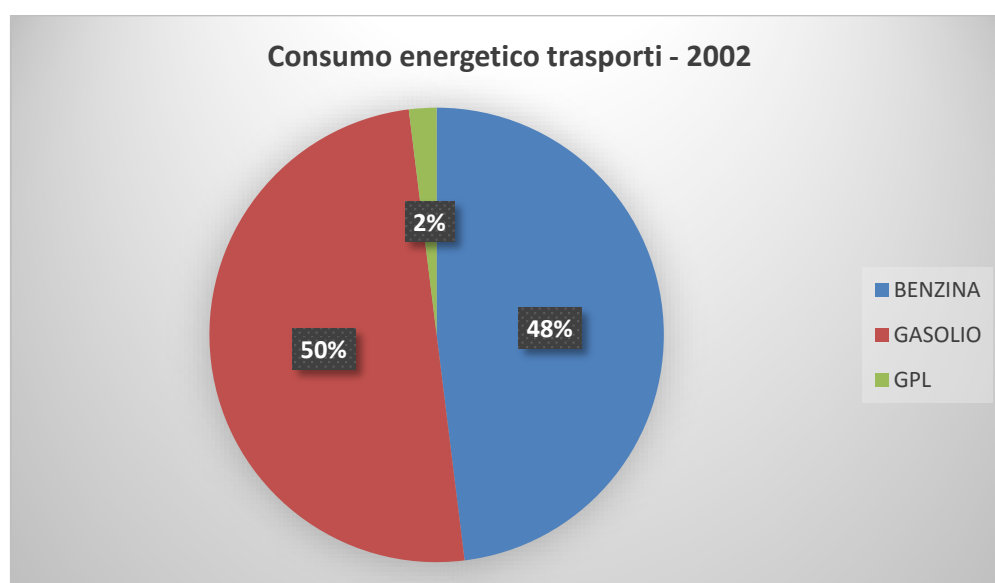
¹² Dato elaborato a partire dalle stime effettuate da ICDP (Organizzazione internazionale di ricerca specializzata nell’Automotive) e pubblicato dall’Osservatorio sulla Mobilità Sostenibile dell’Airp (Associazione Italiana Ricostruttori di Pneumatici)

TOTALE METROPOLITANO (2012)	
CHILOMETRI STRADE (KM)	42.587
TOT CHILOMETRI PERCORSI (KM)	21.007.217.200
CHILOMETRI PERCORSI/AUTO (KM)	11.600

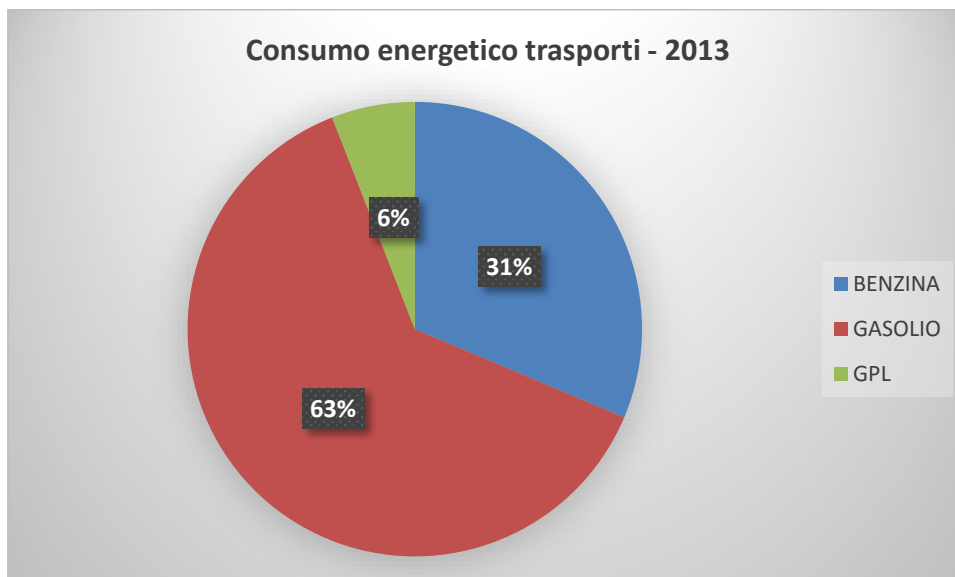
In seguito al calcolo del numero di chilometri percorsi dai veicoli per Comune nell'anno 2012, si è proceduto alla valutazione dello stesso parametro negli altri anni della serie storica. Il dato del 2012 è stato fatto variare in funzione del numero di veicoli equivalenti circolanti. Il dato è stato infine ricalcolato come peso percentuale, per ripartire i consumi da attribuire ad ogni Comune del territorio, per ogni anno della serie storica.

I dati del bollettino petrolifero del Ministero dello Sviluppo Economico¹³. I dati del bollettino petrolifero vengono forniti solo su base metropolitana e non su base comunale. La procedura di stima fin qui presentata è finalizzata infatti al calcolo della ripartizione percentuale di questo dato complessivo. Di seguito si propone l'andamento in serie storica (dal 2002 al 2014) dei consumi dei tre principali vettori petroliferi utilizzati nel comparto dei trasporti pubblici e privati (gasolio, benzina e GPL).

DATI DI CONSUMO NEL SETTORE DEI TRASPORTI (GWh)												
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
BENZINA	7.153	6.825	6.422	5.881	5.464	5.089	4.697	4.441	4.189	3.896	3.407	3.165
GASOLIO	7.446	7.174	7.880	8.176	8.541	8.884	7.516	7.312	7.684	7.339	6.444	6.333
GPL	292	242	233	223	209	219	259	325	473	549	558	599
TOTALE	14.891	14.241	14.535	14.280	14.214	14.191	12.472	12.078	12.346	11.784	10.409	10.096



¹³ <http://dgsaie.mise.gov.it/dgerm/bollettino.asp>



I grafici evidenziano innanzitutto un progressivo calo del peso percentuale della benzina nel settore dei trasporti, a beneficio del gasolio e del GPL. Quest'ultimo rimane una quota molto ridotta sul totale dei consumi del settore, ma inizia a crescere a ritmi percentuali consistenti. A livello globale, il calo dei consumi del settore è molto importante e pari al 32% tra il 2002 ed il 2013. L'andamento generale influenzerà quello dei singoli Comuni, per i quali, tuttavia, incide anche la composizione del parco veicolare (sia in termini di tipi di veicolo che di classe Euro), la lunghezza delle strade ed il tasso di motorizzazione.

Gas naturale. Nel bilancio degli usi finali, relativamente al settore dei trasporti, all'interno del rapporto sull'energia si fa riferimento anche ai consumi di energia elettrica e di gas. Nel primo caso (consumi elettrici) essi sono molto alti e fanno riferimento quasi sicuramente al sistema ferroviario/tramviario o a consumi di servizi legati al sistema dei trasporti. Difficilmente consumi elevati possono essere correlati alla diffusione e ricarica delle auto elettriche non ibride, poiché il loro numero, al 2013, era ancora praticamente irrilevante. Viceversa, per il gas naturale, il consumo all'interno dei veicoli ibridi (normalmente in abbinamento con un serbatoio per la benzina) è crescente. Il numero di distributori provvisti di rifornimento di gas metano si sta incrementando (ad oggi se ne rilevano 29 sul territorio metropolitano). Anche per questo vettore energetico, così come per i prodotti petroliferi, si dispone di un dato solo per l'intero territorio della Città Metropolitana di Torino. Si è deciso di utilizzare anche in questo caso la metodologia adottata per i prodotti petroliferi per la distribuzione del totale su base comunale; ai fini della contabilizzazione per il Patto dei Sindaci, bisogna infatti valutare in quale territorio il veicolo circola e di conseguenza "consuma" il vettore di cui si alimenta e non il territorio nel quale il veicolo viene rifornito. Pertanto, la metodologia di distribuzione del consumo in funzione del numero di veicoli, della lunghezza delle strade, del tasso di motorizzazione, etc, può essere chiaramente applicabile.

Biocombustibili. Un focus particolare è stato inoltre sviluppato per i biocombustibili. A tal fine si fa riferimento al documento "Obbligo di immissione in consumo dei biocarburanti"¹⁴ redatto congiuntamente dal Ministero dello Sviluppo Economico e dal GSE. Il Decreto Legislativo n. 128 del 30 maggio 2005, ha fissato gli obiettivi indicativi nazionali di immissione in consumo di biocarburanti, espressi come percentuale del

¹⁴

http://www.gse.it/it/Qualifiche%20e%20certificati/GSE_Documenti/Biocarburanti/Procedura%20Soggetti%20Obblighi%20e%20Produttori.pdf

totale del carburante diesel e di benzina nei trasporti, immessi al consumo nel mercato nazionale, rispettivamente all'1% entro il 31 dicembre 2005 e al 2,5% entro il 31 dicembre 2010.

Successivamente, con la Legge n. 81 dell'11 marzo 2006, è stato introdotto l'obbligo per i produttori di carburanti diesel e benzina, a partire dal 1° luglio 2006, di immettere in consumo biocarburanti in misura pari all'1% dei carburanti diesel e della benzina immessi in consumo nell'anno precedente.

Conformemente a quanto previsto dagli obiettivi nazionali e comunitari, la quota minima di immissione in consumo di biocarburanti nel territorio nazionale è stata annualmente incrementata, come indicato nella seguente Tabella 1.

Tabella 1 – Evoluzione della quota minima di immissione in consumo di biocarburanti calcolata sulla base del tenore energetico

Anno di riferimento	Quota minima	Riferimento legislativo
2006	1%	Art. 2-quater, comma 2 Legge 11 marzo 2006, n. 81
2007	1%	Art. 1, comma 368 Legge 27 dicembre 2006, n. 296
2008	2%	
2009	3%	Art. 139 Legge 24 dicembre 2007, n. 244
2010	3,50%	Decreto MiSE 25 gennaio 2010
2011	4%	
2012	4,50%	

Di seguito si riepiloga il consumo di biocarburanti calcolato secondo il metodo presentato nel documento di cui sopra.

DATI DI CONSUMO NEL SETTORE DEI TRASPORTI - BIOCOMBUSTIBILI (GWh)												
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
BIOCOMBUST	0	0	0	0	141	140	279	366	411	475	506	443

La ripartizione su base comunale dei consumi di biocombustibili nel settore dei trasporti è avvenuta utilizzando la stessa procedura adottata per gli altri vettori termici. I dati di consumo dei biocombustibili sono stati successivamente incorporati dai totali relativi alla benzina ed al gasolio, che già li includevano.

Energia elettrica. Nel settore dei trasporti si rilevano anche dei consumi di energia elettrica, sia relativamente ai trasporti pubblici, sia nel comparto dei trasporti privati. Nel primo caso, le linee guida del Patto dei Sindaci, richiedono l'esclusione dei consumi associati al traffico ferroviario, marittimo e aereo, poiché non riguardano usi finali che esauriscono la loro portata all'interno dei confini comunali e di conseguenza non sono gestibili, orientabili da parte delle amministrazioni locali. Nei consumi elettrici legati al trasporto pubblico locale rientrano pienamente le linee comunali, associate principalmente alla rete tranviaria e metropolitana. Queste due voci sono pertanto presenti nella banca dati messa a disposizione dei Comuni, ma relativamente in modo esclusivo ai Comuni di Torino e Venaria Reale (quest'ultimo per la presenza di un deposito dei tram localizzato in prossimità del confine comunale con Torino). Tra le voci di consumo elettrico da associare al comparto del trasporto pubblico vi sarebbero anche i servizi di skylift e cabinovie/funivie localizzate soprattutto nella montagna olimpica. Nella presente metodologia si è deciso tuttavia di mantenere questi consumi nel più ampio settore dei servizi (il terziario), poiché essi vengono utilizzati principalmente per loisir e non per attività ordinarie. I consumi elettrici nel comparto dei trasporti privati sono da associare invece alla

crescente diffusione delle auto elettriche plug-in, escludendo dal computo tutte le auto ibride, il cui uso finale è viceversa il combustibile di cui vengono alimentate. Nella banca dati aggiornata al 2013 non viene inserito alcun dato di consumo associato al comparto dei trasporti privati, poiché il numero di veicoli elettrici in circolazione è praticamente nullo. Si è deciso pertanto di rinviare una valutazione più dettagliata in futuri aggiornamenti della metodologia.

Il settore residenziale

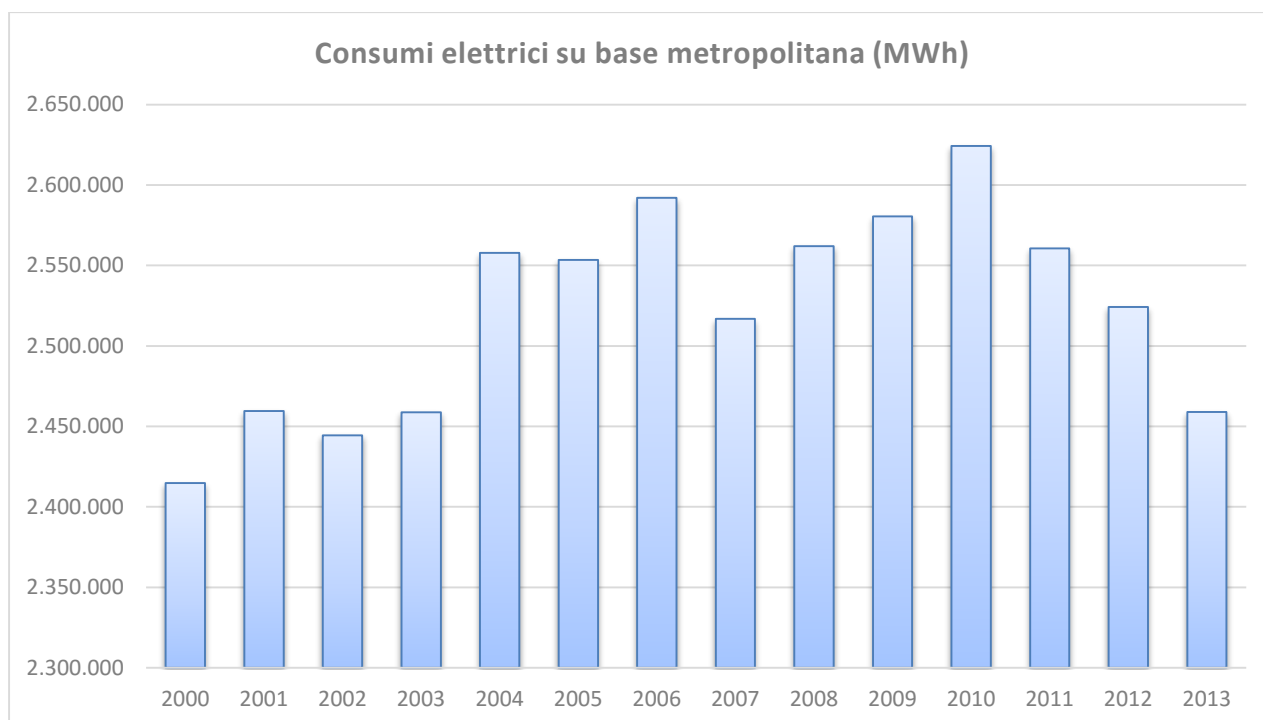
Il calcolo dei consumi del settore residenziale è stato innanzitutto sviluppato separatamente per la parte termica e per la parte elettrica.

Nel primo caso si è utilizzata una procedura mista di stima dei consumi termici attesi e di attribuzione dei consumi “reali” forniti direttamente dai distributori energetici per il gas naturale ed il calore distribuito nelle reti del teleriscaldamento (i due vettori termici prevalenti nella maggior parte dei Comuni). La parte dei consumi attesi non coperta dai consumi reali è stata considerata pari alla somma dei vettori petroliferi e rinnovabili, ripartiti secondo le proporzioni che essi evidenziano a livello metropolitano.

Nel secondo caso, per i consumi elettrici, si è utilizzata una procedura di verifica della bontà delle serie storiche, poiché il dato elettrico è già disponibile su base comunale e presenta una buona attendibilità.

I consumi elettrici. I dati di energia elettrica sono stati reperiti dalla società Terna SpA in forma aggregata a livello di Città Metropolitana e dai due principali distributori locali (Iren SpA ed Enel Distribuzione) in forma disaggregata a livello comunale. Altri piccoli distributori sono presenti nel territorio, anche in forma di Municipalizzate e forniscono il loro dato relativo ad uno specifico Comune. Questi dati presentano pertanto già il livello di disaggregazione richiesto. Tuttavia, le serie storiche vengono ricostruite ogni biennio attraverso una raccolta dati che può portare con sé alcuni errori computazionali o di attribuzione dei consumi tra anni successivi (conguagli) o tra settori d’attività diversi. Di seguito si presenta l’andamento nella serie storica dei dati di consumo di energia elettrica per il territorio della CM di Torino. Il dato evidenzia un trend di crescita fino al 2010, cui segue un calo piuttosto marcato.

CONSUMI ELETTRICI CM DI TORINO (GWh)													
2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2.415	2.460	2.444	2.459	2.558	2.554	2.592	2.517	2.562	2.580	2.624	2.561	2.524	2.459



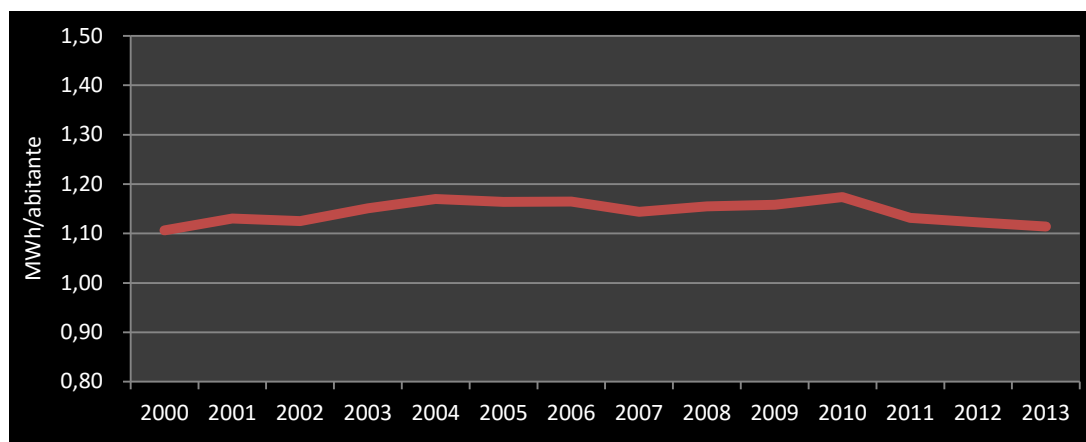
L'analisi delle serie storiche è avvenuta in questo caso attraverso il calcolo del consumo medio pro capite in ogni Comune. Questo parametro tuttavia, non può essere basato esclusivamente sul numero di persone residenti (così come registrato dal sito DemolStat¹⁵ su base annuale). Infatti, nel caso delle seconde case (ad esempio località turistiche) o di persone non residenti (ad esempio studenti), essi non compaiono nelle statistiche ufficiali, determinando un calcolo errato del consumo pro capite. A tal fine si è deciso di stimare il numero di abitanti (persone che vivono in un certo Comune) con la seguente procedura.

1) *Calcolo del numero di alloggi abitati da persone residenti e del numero di residenti nel Comune*: entrambi questi valori provengono dal 15° Censimento della Popolazione e delle Abitazioni (2011)¹⁶. Grazie a questi due valori è possibile calcolare il numero di residenti per alloggio, che riflette la struttura demografica del Comune.

2) *Calcolo del numero di alloggi abitati da persone non residenti*: il dato deriva dal Censimento e viene utilizzato per calcolare il numero di abitanti non residenti. Si assume che questi abitanti non vivano l'intero anno nel Comune, ma solo in parte (villeggiatura estiva e/o invernale, anno accademico per studenti fuori sede, etc): a tal fine si moltiplica il dato occupazionale di residenti per alloggio al numero di alloggi occupati da persone non residenti ma con un fattore correttivo pari al 16,5% (mediamente un'occupazione degli alloggi di 60 giorni su 365). Si calcola in questo modo il numero totale di abitanti.

3) Per alcuni Comuni a forte vocazione turistica, il dato non corrisponde effettivamente al numero di abitanti equivalenti, normalmente molto più alto. Per questi (Bardonecchia, Cesana Torinese, Claviere, Pragelato, Sauze di Cesana, Sauze d'Oulx, Sestriere) è stato utilizzato il dato di consumo elettrico pro capite medio metropolitano (1.131 KWh/abitante) per stimare all'inverso il numero di abitanti, a partire dal consumo totale medio di energia elettrica nel settore residenziale.

Dopo aver calcolato il numero di abitanti per Comune si è potuto procedere con il calcolo del consumo pro capite di energia elettrica. Di seguito il grafico dell'andamento pluriennale del consumo pro capite nel settore residenziale per la Città Metropolitana di Torino.



Per ciascuna serie storica (relativa ad ogni Comune della Città Metropolitana) è stato calcolato:

- il rapporto tra il valor medio della serie e la relativa deviazione standard;

¹⁵ <http://demo.istat.it/>

¹⁶ <http://www.istat.it/it/censimento-popolazione>

- il rapporto tra la differenza tra il valore massimo e minimo della serie ed il valor medio.

Questi due parametri sono stati utilizzati per evidenziare eventuali anomalie nelle serie. In particolare, sono stati valutati i casi nei quali il rapporto tra deviazione standard e media era maggiore del 15% e quelli per i quali il rapporto tra la differenza tra il valore massimo ed il minimo e la media era maggiore del 50%.

Un'ulteriore verifica delle anomalie nelle serie storiche è stata effettuata attraverso il calcolo del rapporto percentuale tra il dato annuo del Comune e la media metropolitana di quell'anno. Per ciascun Comune è stato successivamente calcolato il valor medio nella serie storica ed è stato valutato l'eventuale superamento del 20% in valore assoluto.

Le successive correzioni delle serie storiche sono avvenute con una valutazione molto puntuale, principalmente per effetto di un conguaglio tra anni successivi o, talvolta con conguagli tra settori d'attività.

I consumi termici. Per procedere alla valutazione dei consumi termici del settore residenziale, su base comunale, è necessario premettere che parte dei dati necessari (consumi di gas naturale e calore) sono già disponibili su base comunale e necessitano solamente di procedure di correzione (sulla falsa riga di quanto già avvenuto con i consumi elettrici), mentre per gli altri vettori termici (biomassa, solare termico, geotermia, prodotti petroliferi) non si dispone di un dettaglio comunale, ma solo di dati a livello metropolitano. I dati di gas naturale sono stati reperiti mediante due fonti informative: Snam Rete Gas, che ha fornito i dati di gas naturale trasportato in provincia di Torino; ed i distributori locali di energia, il cui elenco è stato tratto dal sito per l'Autorità dell'energia elettrica e il gas (www.autoritaenergia.it) e a cui sono stati richiesti i dati suddivisi per settore. Per il calore consumato nei Comuni, si utilizzano i dati elaborati all'interno dello studio sul teleriscaldamento in Provincia di Torino (2006), in cui è stata mappata l'area servita nel territorio provinciale e sono state quantificate le potenzialità di ulteriore diffusione del teleriscaldamento, dal Piano di Sviluppo del Teleriscaldamento nell'Area di Torino (2009), che si configura come base programmatica comune per la definizione delle politiche di sviluppo del teleriscaldamento finalizzate al massimo impiego del calore prodotto in cogenerazione da impianti esistenti o in corso di autorizzazione nelle reti presenti in Torino e nei comuni limitrofi ed i dati forniti direttamente dai grandi produttori termo-elettrici presenti nel territorio metropolitano.

Data questa dicotomia (vettori energetici con dati di dettaglio su base comunale ed altri con dati su base metropolitana), si è deciso di procedere con una metodologia bottom-up di stima dei fabbisogni termici per Comune, modellata successivamente sui consumi termici reali (disponibili globalmente per il territorio metropolitano). La procedura viene descritta di seguito.

1) Raccolta dati dal 15°Censimento della Popolazione e delle Abitazioni (anno 2011) relativamente a:

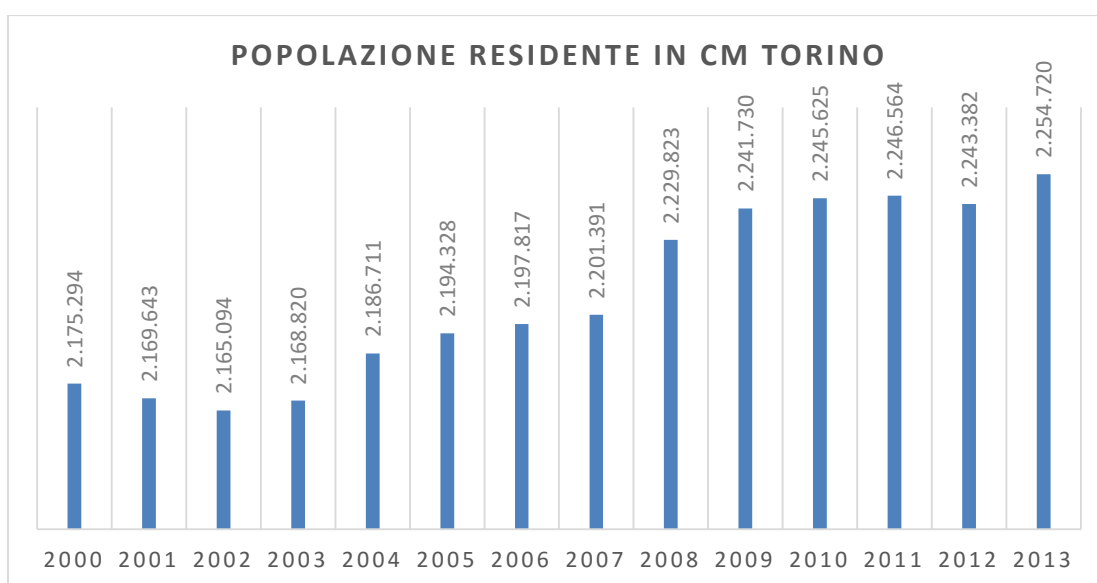
- numero di residenti,
- superfici lorde di pavimento negli alloggi occupati da persone residenti,
- numero di edifici per epoca di costruzione,
- numero di edifici per numero di piani fuori terra.
- a queste tre informazioni è stata aggiunta quella relativa ai gradi giorno di riscaldamento, disponibile attraverso il DPR 412/93¹⁷.

¹⁷ <http://efficienzaenergetica.acs.enea.it/doc/dpr412-93.pdf>

Queste informazioni hanno permesso di calcolare quattro parametri, in funzione dei quali viene ripartito percentualmente, su base comunale, il dato globale della Città Metropolitana di Torino.

Parametro 1: Numero di residenti e superfici lorde di pavimento. Il numero di residenti è utilizzato come parametro per il calcolo delle superfici lorde di pavimento negli altri anni della serie storica non coperti dal censimento. La procedura viene descritta di seguito:

- A. Il numero di residenti viene dapprima diviso per il numero di abitanti (già quantificato in precedenza per la verifica dei consumi elettrici pro capite), calcolando il rapporto nel 2011 tra residenti ed abitanti;
- B. Il dato di superfici lorde di pavimento al 2011 viene moltiplicato per il rapporto tra i residenti in un certo anno (fornito dal sito DemoSTAT) ed i residenti nel 2011;
- C. Il dato ottenuto annualmente al punto B) viene moltiplicato per il risultato del punto A) per considerare nel trend anche le superfici degli alloggi non occupate da persone residenti ma da abitanti delle seconde case o con permanenza temporanea.



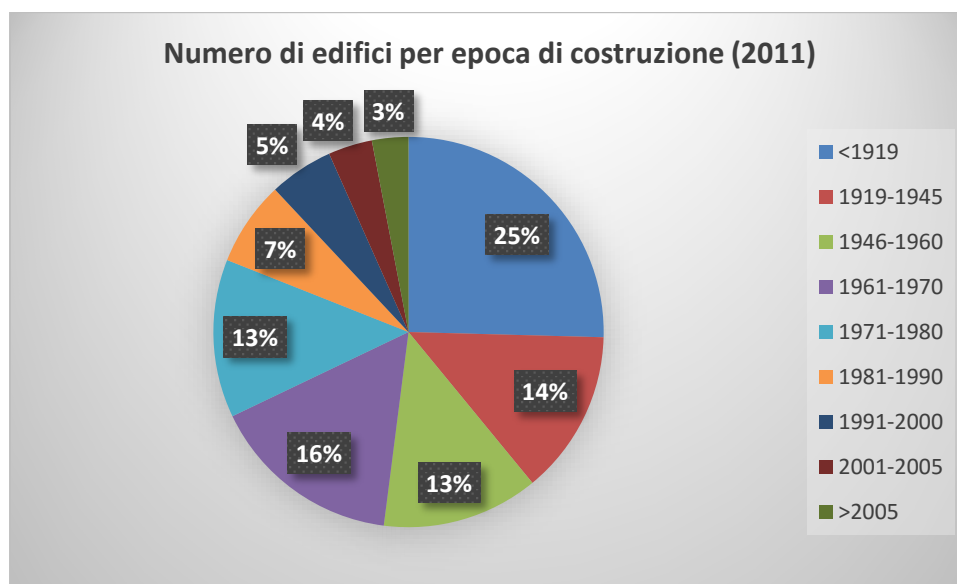
La popolazione residente in Città Metropolitana di Torino è cresciuta del 4% nell'arco della serie storica presa in considerazione. Un andamento simile è stato quindi applicato all'evoluzione della superficie lorda di pavimento delle abitazioni ad uso residenziale (viene influenzato non solo dall'andamento dei residenti ma anche dalla presenza delle seconde case e di alloggi occupati in modo temporaneo).

Gli altri parametri estratti dal Censimento della Popolazione e delle Abitazioni o dal DPR 12/93 rimangono invece "statici".

Parametro 2: Gradi giorno di riscaldamento. Questo parametro indica il numero di gradi giorno di riscaldamento per ogni Comune e permette di contabilizzare la domanda di energia degli edifici in funzione della temperatura media esterna rilevata. "Per gradi giorno di una località s'intende la somma, estesa a tutti i giorni di un periodo annuale convenzionale di riscaldamento, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura dell'ambiente, fissata convenzionalmente per ogni nazione, e la temperatura media esterna giornaliera; l'unità di misura utilizzata è il grado giorno (GG). Il Decreto del Presidente della Repubblica del

26 agosto 1993, n. 412, accenna ad un periodo annuale convenzionale di riscaldamento e fissa convenzionalmente la temperatura ambiente a 20 °C" (Wikipedia)

Parametro 3: Numero di edifici per epoca di costruzione.



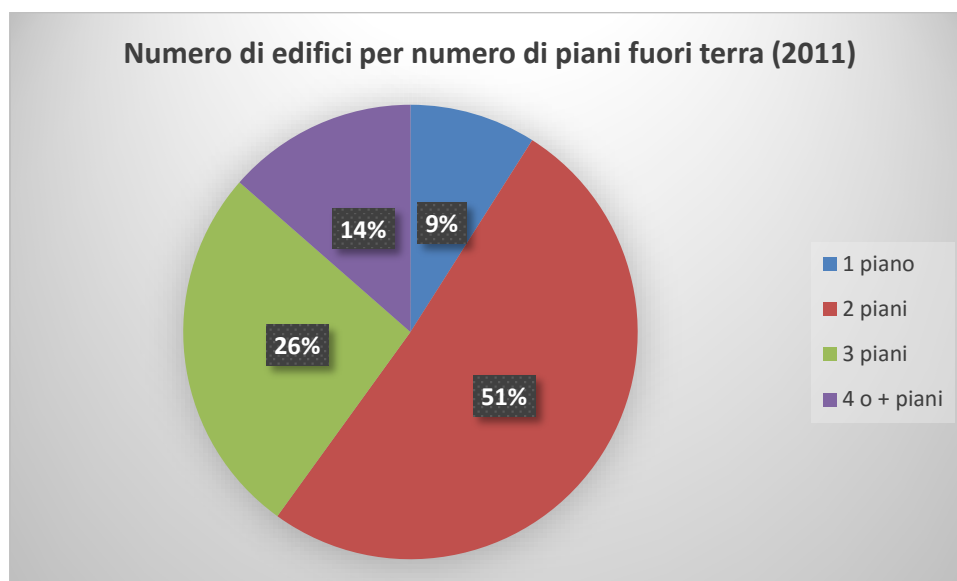
L'epoca di costruzione più rappresentativa in Città Metropolitana di Torino al 2011 è quella precedente al 1919, che costituisce circa un quarto del patrimonio globale. Circa il 70% del patrimonio è stato realizzato prima del 1971, ovvero della prima legge nazionale che ha introdotto requisiti di efficienza energetica nell'edilizia. Globalmente la situazione appare alquanto critica, con la necessità di importanti politiche di retrofit.

Il numero di edifici per epoca di costruzione è stato utilizzato per calcolare il tasso di vetustà del patrimonio edilizio esistente. A tal fine sono stati utilizzati i risultati dello studio "Analisi del fabbisogno di energia termica degli edifici con software geografico libero. Il caso studio di Torino"¹⁸, nel quale è stato sviluppato un modello di stima del fabbisogno termico degli edifici in funzione dell'epoca di costruzione e del fattore di forma. Il tasso di vetustà viene calcolato applicando i consumi specifici (presentati in tabella) al numero di edifici registrati da ISTAT su base comunale per ogni epoca di costruzione, al fine di calcolare un valore medio pesato.

CONSUMO SPECIFICO PER EPOCA DI COSTRUZIONE (kWh/mq)									MEDIA PROVINCIALE
<1919	1919-1945	1946-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2005	>2005	
248	229	209	196	169	155	135	135	72	200

¹⁸ http://www.latermotecnica.net/pdf_riv/201307/20130715004_1.pdf

Parametro 4: Numero di edifici per numero di piani fuori terra.



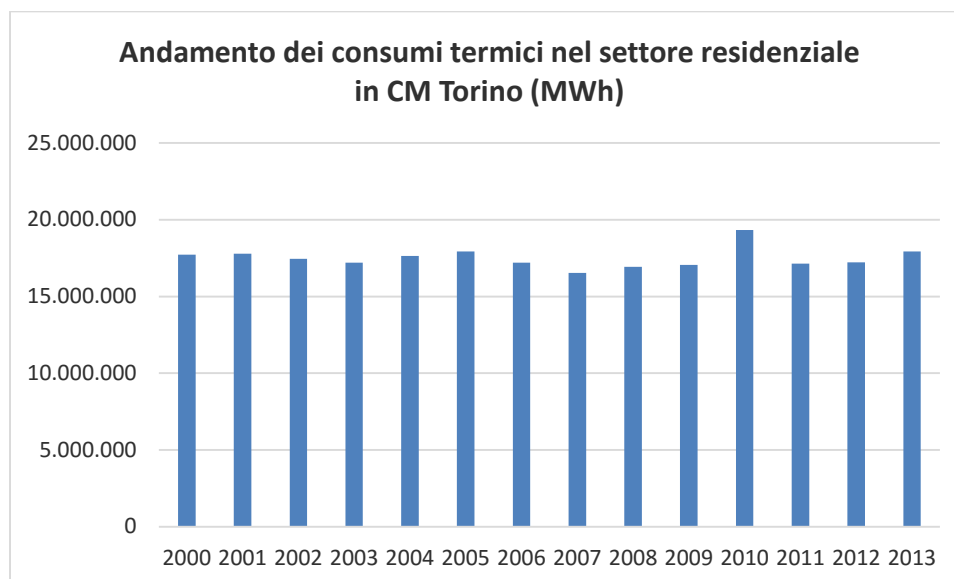
Il patrimonio metropolitano vede una prevalenza di edifici a due piani fuori terra, normalmente uni o bi-familiari, particolarmente diffusi all'esterno della prima cintura metropolitana di Torino ed in particolare nella fascia montana e nell'area collinare. Gli edifici multipiano sono invece molto concentrati nel capoluogo e in alcune realtà urbane della prima cintura. Da un punto di vista energetico, il numero di piani fuori terra incide sulle caratteristiche geometriche dell'involucro edilizio, ed in particolare sul fattore di forma (ovvero sul rapporto tra superfici disperdenti e volumi riscaldati).

Analogamente a quanto fatto per le classi d'epoca di costruzione degli edifici, è stato calcolato il fabbisogno termico specifico medio pesato, su base comunale, in funzione del fattore di forma, calcolato attraverso il numero di piani fuori terra degli edifici, ipotizzando, in modo semplificato, un'impronta a terra standard. Il numero di piani fuori terra determina pertanto le dimensioni degli edifici. Gli edifici con fattore di forma maggiore (edifici ad un piano fuori terra) presentano una maggiore superficie di dispersione verso l'esterno a parità di volume riscaldato ed hanno pertanto un fabbisogno termico maggiore.

CONSUMO SPECIFICO PER FATTORE DI FORMA (kWh/mq)				
1 piano	2 piani	3 piani	4 o + piani	MEDIA PROV
239	209	182	175	200

2) I parametri vengono utilizzati per stimare il fabbisogno energetico del settore residenziale su base comunale attraverso la quantificazione percentuale dei consumi energetici totali del territorio metropolitano da attribuire ad ogni Comune. A tal fine, per ogni parametro (superfici lorde di pavimento, gradi giorno, fabbisogno medio pesato in funzione dell'epoca di costruzione, fabbisogno medio pesato in funzione del fattore di forma degli edifici) è stato calcolato il rapporto percentuale tra il valore registrato in ogni Comune ed quello rilevato nel Comune di Torino (considerato Comune di riferimento; ad esso viene attribuito il valore 1). I quattro parametri, divenuti percentuali, vengono infine moltiplicati tra loro per ottenere un parametro globale. In seguito, le percentuali vengono ricalcolate al fine di ottenere una somma algebrica pari al 100%. Il dato finale viene utilizzato per attribuire un fabbisogno termico globale ad ogni Comune, a partire dal totale

metropolitano, così come presentato nei Rapporti sull’Energia redatti biennialmente dalla Città Metropolitana di Torino. Di seguito si presenta il totale metropolitano utilizzato nel modello.



4) Dopo aver attribuito ad ogni Comune un dato di fabbisogno di energia termica è necessario valutare e correggere le serie storiche dei vettori energetici per i quali si dispone di dati su base comunale, ovvero il gas naturale ed il calore. Le procedure di correzione vengono presentate di seguito.

Gas naturale. Per effettuare la correzione delle serie storiche relative al gas naturale sono stati suddivisi i dati di consumo forniti dai distributori, per gli abitanti del Comune, in modo da ottenere un dato di consumo pro capite. Questo dato, tuttavia, a differenza dei consumi elettrici, è pesantemente influenzato dal numero di gradi giorno dell’anno di riferimento. A tal fine si è provveduto a moltiplicare il dato di consumo pro capite per il rapporto annuo tra il numero di gradi giorno di riferimento e la media della serie storica 2000-2013. Si è deciso di utilizzare gli stessi gradi giorno per tutti i Comuni dell’area metropolitana, poiché sebbene il valore differisca considerevolmente tra i Comuni di montagna e quelli di pianura, il loro rapporto pluriennale rimane piuttosto invariato.

GRADI GIORNO DI RISCALDAMENTO													
2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2560	2697	2763	2835	2760	2881	2637	2405	2626	2652	2988	2494	2708	2804

CONSUMO MEDIO PRO CAPITE PESATO SUI GRADI GIORNO (MWh/abitante)													
2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
3,5	3,4	3,5	3,5	3,6	3,5	3,7	3,7	3,6	3,6	3,6	3,7	3,7	3,6

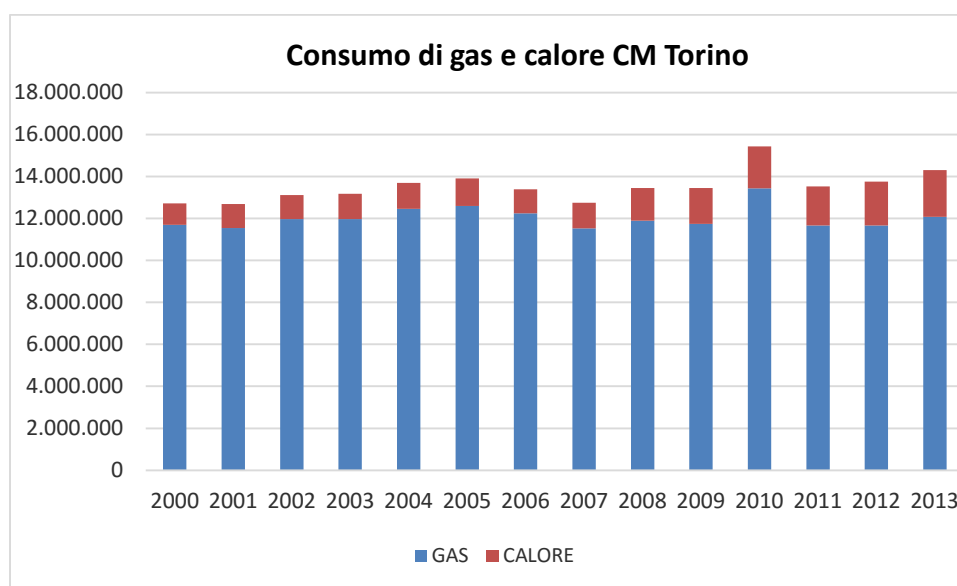
La metodologia di evidenziazione degli errori nelle serie storiche è stata basata sulla linearità dell’andamento dei consumi pro capite pesati sui gradi giorno (vedasi tabella). Il sistema rileva un errore nella serie se il valore successivo è maggiore o inferiore del 20% al dato precedente. Tutti i casi evidenziati sono stati analizzati individualmente, portando all’identificazione di errori di conguagli su anni successivi o spesso tra settori d’attività diversi. Talvolta andamenti anomali su base pluriennale sono spiegabili attraverso la progressiva

metanizzazione del territorio o la sostituzione del vettore gas con altre fonti alternative (su tutte il calore o i vettori rinnovabili).

In seguito alla correzione delle serie storiche comunali si è proceduto al loro ricalcolo per ottenere un valore complessivo pari al totale metropolitano registrato nel Rapporto sull'Energia. Il ricalcolo è avvenuto in due step successivi, dividendo il campione di Comuni in due gruppi, in funzione del loro tasso d'errore, al fine di ridurre al minimo gli scarti tra il valore di partenza e quello finale:

- a) nel primo caso si è provveduto a escludere i Comuni che avevano subito conguagli significativi nella procedura di correzione individuale. Sono stati esclusi dall'elenco tutti i Comuni con uno scostamento medio, rispetto al dato iniziale, superiore al 6%. I Comuni esclusi erano 59. Si è proceduto al calcolo della somma dei consumi ex ante ed ex post-correzione per tutti i 256 Comuni rimanenti. In seguito è stato ricalcolato il valore delle singole serie storiche al fine di ottenere un dato complessivo pari alla quota parte equivalente del totale registrato nel Rapporto sull'Energia;
- b) nel secondo caso si è proceduto in modo analogo con i 59 Comuni con scostamenti più significativi.

Calore. I dati di consumo di calore vengono rielaborati a partire dai dati forniti direttamente dai produttori e distributori. Il dato è talvolta già ripartito su base comunale, mentre in taluni casi si è dovuto ricorrere ad una ripartizione derivante da alcuni studi svolti sul settore per il territorio della Città Metropolitana di Torino¹⁹. Un'altra difficoltà intrinseca dei database è quella relativa alla ripartizione dei consumi tra settori d'attività. Anche in questo caso, non sempre i database forniti dai produttori presentano una ripartizione; si è proceduto pertanto allo stesso modo di cui sopra.



5) L'attribuzione, su base comunale, delle serie storiche corrette relativamente al consumo di gas naturale e di calore ha permesso di calcolare la percentuale annua di fabbisogno termico non soddisfatta con tali fonti. Questo dato è stato calcolato come differenza tra il valore di fabbisogno termico stimato attraverso la procedura descritta nei punti 1-3 e la somma dei consumi di gas naturale e calore per ogni anno della serie storica 2000-2013. Questo ha permesso di "riempire" il vuoto percentuale con i consumi di altri vettori (petroliferi: gasolio, GPL, olio combustibile; rinnovabili: biomassa, solare termico, geotermia). E' evidente che

¹⁹ <http://www.cittametropolitana.torino.it/cms/ambiente/risorse-energetiche/osservatorio-energia/studi-analisi>

il calcolo della quota mancante permette di ripartire abbastanza correttamente i vettori di cui non si conosce con esattezza la destinazione finale, con margini di errore legati alla procedura di stima dei fabbisogni globali su base comunale ed eventuali errori di attribuzione dei vettori conosciuti (gas naturale e calore). Si tratta tuttavia di una modalità piuttosto efficace. Gli andamenti pluriennali dei vettori petroliferi e dei vettori rinnovabili riflettono globalmente gli andamenti del territorio metropolitano.

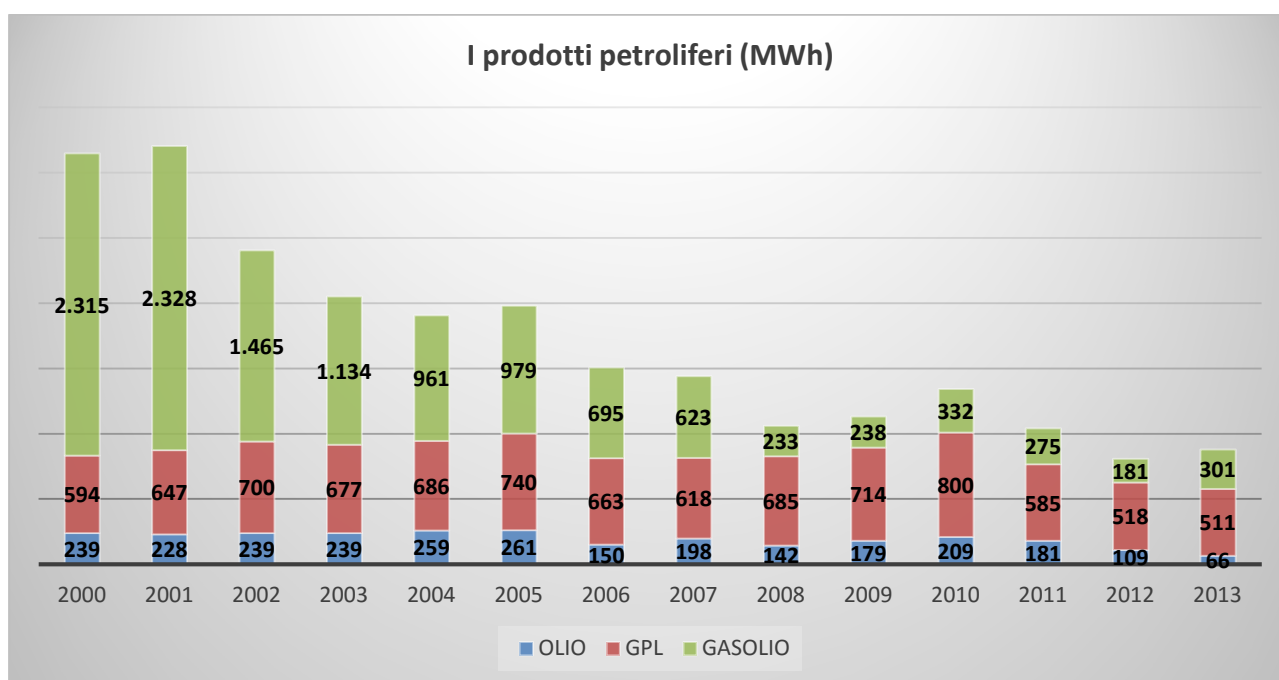
In seguito alla valutazione puntuale dei consumi di gas naturale e calore per ogni Comune della Città Metropolitana di Torino e alla correzione delle serie storiche (con conguagli su più anni o tra differenti settori d'attività) e prima del ricalcolo del totale per ottenere il valore "corretto" del Rapporto sull'Energia (che avviene dopo l'attribuzione dei vettori petroliferi e rinnovabili), la differenza tra il consumo termico totale ed il consumo totale di gas naturale e calore è diversa dalla somma dei vettori petroliferi e dei vettori rinnovabili. L'attribuzione dei vettori privi di dettaglio comunale (petroliferi e rinnovabili) ha quindi subito un ulteriore affinamento per mantenere i totali corretti (pari a quelli rilevati globalmente per la Città Metropolitana), pesando la loro attribuzione in funzione del grado di metanizzazione del territorio comunale o della ramificazione della rete del teleriscaldamento. La procedura utilizzata viene descritta di seguito:

- a) Il totale comunale dei vettori petroliferi e delle rinnovabili (definito di seguito "altri vettori") calcolato come differenza tra il fabbisogno termico teorico ed il consumo comunale di gas naturale e calore viene "pesato" in funzione del rapporto tra il fabbisogno degli altri vettori ed il consumo di gas e calore. Pertanto, un Comune che non ha consumi di gas e calore (non metanizzato e non teleriscaldato) ha un peso maggiore dei Comuni ad elevato tasso di metanizzazione e/o con reti importanti di teleriscaldamento;
- b) Il risultato del punto a) viene moltiplicato per il rapporto tra il consumo totale atteso degli "altri vettori" (ovvero quello riportato nel Rapporto sull'Energia) ed il consumo totale modificato (conseguente alla validazione delle serie storiche dei consumi di gas naturale). In questo modo tutti i valori vengono riproporzionati sul totale atteso;
- c) Nel caso in cui il risultato del punto b) sia superiore al valore calcolato dalla differenza tra il fabbisogno teorico ed il consumo di gas naturale e calore, si mantiene il risultato della differenza; viceversa, si utilizza il dato calcolato al punto b), che viene tuttavia nuovamente riproporzionato sul totale atteso;
- d) In seguito, si procede ad un'ulteriore affinamento per attribuire una percentuale differenziata di consumo energetico da fonti rinnovabili termiche in funzione delle caratteristiche edilizie del parco immobiliare del Comune. Si ipotizza in tal senso che il consumo sia maggiore in realtà territoriali ad urbanizzazione diffusa, caratterizzate da edifici mono o bi-familiari, mentre sia inferiore in realtà più concentrate, dove si registra un elevato numero di alloggi per edificio. Questa logica è legata alla maggiore semplicità dei processi decisionali nel primo caso, alla disponibilità di una maggiore superficie di tetto pro capite, alle minori limitazioni legate alla diffusione di sistemi di climatizzazione invernale a biomassa (si pensi ad esempio alle limitazioni imposte agli scarichi a parete da stufe a pellet negli edifici condominiali, etc). Per calcolare il peso delle rinnovabili termiche sono stati utilizzati nuovamente i dati forniti in occasione del Censimento sulla Popolazione e sulle Abitazioni; nello specifico è stato utilizzato il dato di interni per edificio, in base al quale è possibile differenziare il numero di edifici per tipologia (monofamiliare vs. condominio). Sono state create quattro classi (1 interno per edificio, 2 interni per edificio, 3-4 interni per edificio, più di 15 interni per edificio) ed a ciascuna è stato attribuito un peso da 0 a 1, maggiore in caso di maggiore propensione all'uso di rinnovabili termiche (0,8 per la prima classe, 0,7 per la seconda, 0,4 per la terza e 0,2 per la quarta).

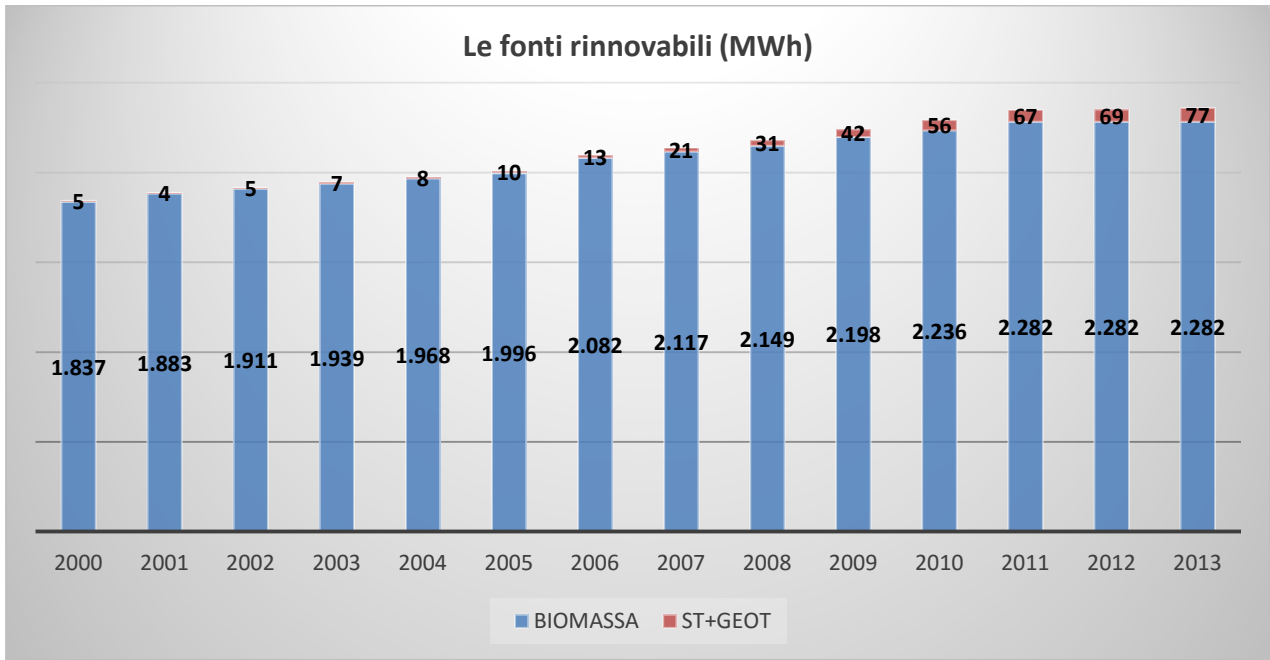
In seguito è stata calcolata la media pesata in funzione del numero di edifici ricadenti in ogni fascia e del relativo peso.

- e) Il dato sul consumo delle rinnovabili termiche per Comune per anno è stato infine calcolato utilizzando il rapporto tra il fabbisogno residuale del Comune sul totale, pesato in funzione della propensione all'uso delle rinnovabili calcolato al punto precedente.
- f) Il dato residuale, ottenuto dalla sottrazione tra il fabbisogno soddisfatto da "altri vettori" e le fonti rinnovabili, è stato colmato con i prodotti petroliferi, mantenendo inalterate le proporzioni tra i singoli vettori.

Di seguito si riportano i grafici relativi ai totali metropolitani "attesi" per i prodotti petroliferi e per le fonti rinnovabili termiche che sono stati utilizzati come base per la costruzione del modello. Il rapporto tra i differenti vettori energetici è stato mantenuto anche a livello comunale. Per i prodotti petroliferi è stato utilizzato il dato di vendita provinciale riportato nel Bollettino Petrolifero Nazionale elaborato dal Ministero per lo Sviluppo Economico²⁰ in cui si riportano i dati di: olio combustibile, gas di petrolio liquefatto (GPL), gasolio, benzina (non utilizzato nel settore residenziale). I dati relativi alle fonti rinnovabili termiche sono frutto invece di indagini di tipo commerciale e successive elaborazioni statistiche svolte all'interno del progetto europeo RENERFOR (in particolare per la biomassa).



²⁰ <http://dgsaie.mise.gov.it/dgerm/bollettino.asp>



Il settore terziario

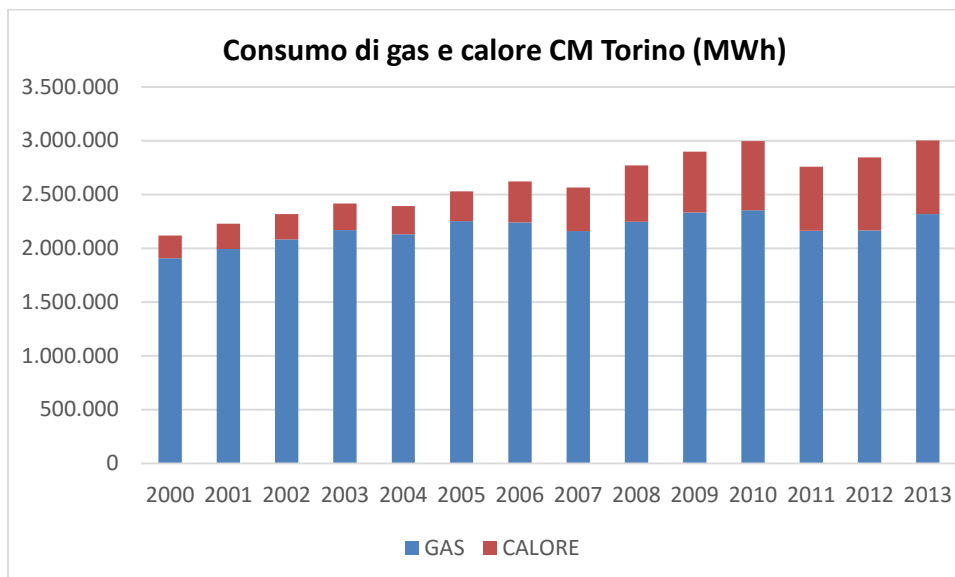
Il settore terziario presenta delle caratteristiche di domanda energetica (per la parte termica) molto simili a quelle del settore residenziale. Sia nella residenza che nel terziario il fabbisogno termico è legato alla climatizzazione invernale degli ambienti e, nel terziario in misura percentuale inferiore rispetto alla residenza, per la produzione di Acqua Calda Sanitaria. Si può assumere inoltre che la variazione pluriennale dei consumi termici nel settore terziario segua a grandi linee quella del settore residenziale: in entrambi i casi la variabile climatica (e quindi il calcolo dei gradi giorno) incide in modo importante. Allo stesso modo il numero di abitanti influenza la domanda di beni e servizi (anche se in modo non direttamente proporzionale, per l'effetto localizzativo di alcune tipologie di servizi, tra le quali i servizi amministrativi). Il consumo di energia elettrica è invece significativamente diverso, poiché nel settore terziario vengono utilizzate apparecchiature elettroniche in misura molto maggiore (si pensi agli uffici). Alla luce di questa premessa, si è deciso di procedere dapprima con la valutazione e la validazione delle serie storiche dei vettori energetici con dettaglio su base comunale (che, come per il settore residenziale sono il gas naturale, il calore e l'energia elettrica). In secondo luogo si è proceduto all'attribuzione dei vettori con dettaglio metropolitano (vettori petroliferi e vettori rinnovabili), applicando lo stesso rapporto che essi fanno registrare nel settore residenziale. Il tasso di metanizzazione o di sviluppo delle reti del teleriscaldamento incide infatti allo stesso modo sia sul fabbisogno residuale nel settore residenziale che nel settore terziario.

Gas naturale. Per la procedura di validazione delle serie storiche del gas naturale è stata utilizzata la stessa metodologia applicata nel settore residenziale. Sono stati suddivisi i dati di consumo forniti dai distributori per gli abitanti del Comune, in modo da ottenere un dato di consumo pro capite. Si è provveduto a moltiplicare il dato di consumo pro capite per il rapporto annuo tra il numero di gradi giorno di riferimento e la media della serie storica 2000-2013. La metodologia di evidenziazione degli errori nelle serie storiche è stata basata sulla linearità dell'andamento dei consumi pro capite pesati sui gradi giorno. Il sistema rileva un errore nella serie se il valore successivo è maggiore o inferiore del 20% al dato precedente. Tutti i casi evidenziati sono stati analizzati individualmente, portando all'identificazione di errori di conguagli su anni successivi o spesso tra settori d'attività diversi. La valutazione individuale è necessaria poiché, in taluni casi, un incremento o una riduzione significativa può essere determinata anche da altri fattori (estensione della rete del gas, realizzazione/incremento della rete del teleriscaldamento, apertura/chiusura di aree commerciali, etc). Come per il settore residenziale, il dato complessivo fornito all'interno del Rapporto sull'Energia è stato considerato quale dato di riferimento; a tal fine, la somma delle serie storiche è stata ricondotta a tale valore.

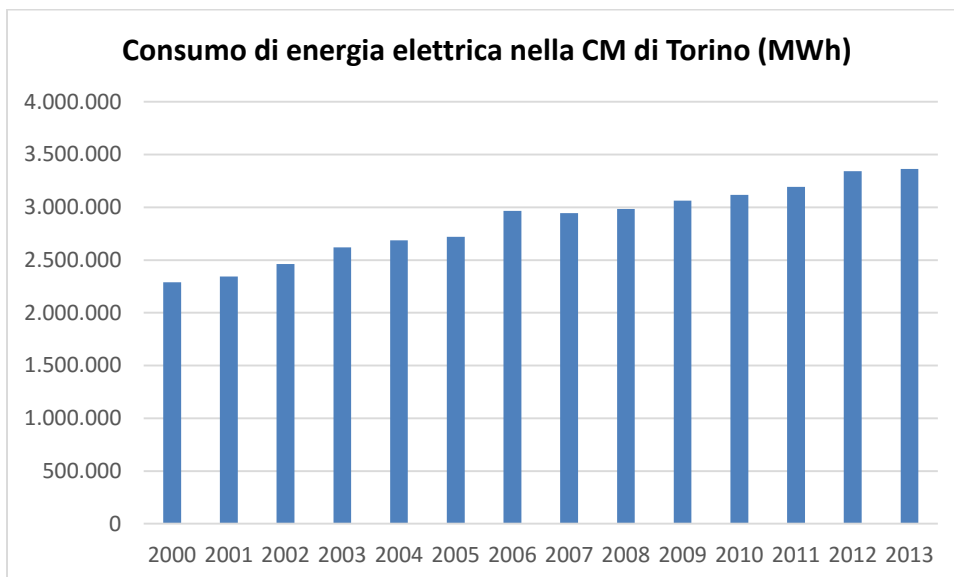
Anche in questo caso la procedura di ricalcolo è stata condotta in due step successivi, seguendo la metodologia già descritta per il settore residenziale.

Calore. Anche per il calore la procedura ricalca quella già utilizzata nel settore residenziale. I dati di consumo vengono rielaborati a partire dai dati forniti direttamente dai produttori e distributori. Il dato è talvolta già ripartito su base comunale, mentre in taluni casi si è dovuto ricorrere ad una ripartizione derivante da alcuni studi svolti per il settore, per il territorio della Città Metropolitana di Torino²¹. Un'altra difficoltà intrinseca dei database è quella relativa alla ripartizione dei consumi tra settori d'attività. Anche in questo caso, non sempre i database forniti dai produttori presentano una ripartizione; si è proceduto pertanto in modo analogo a quanto fatto per la ripartizione tra Comuni.

²¹ <http://www.cittametropolitana.torino.it/cms/ambiente/risorse-energetiche/osservatorio-energia/studi-analisi>

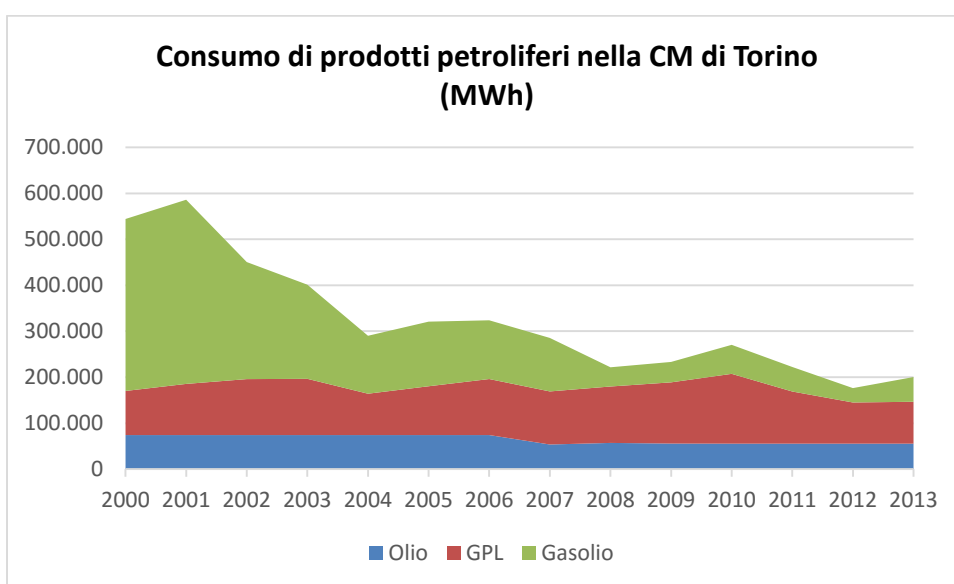


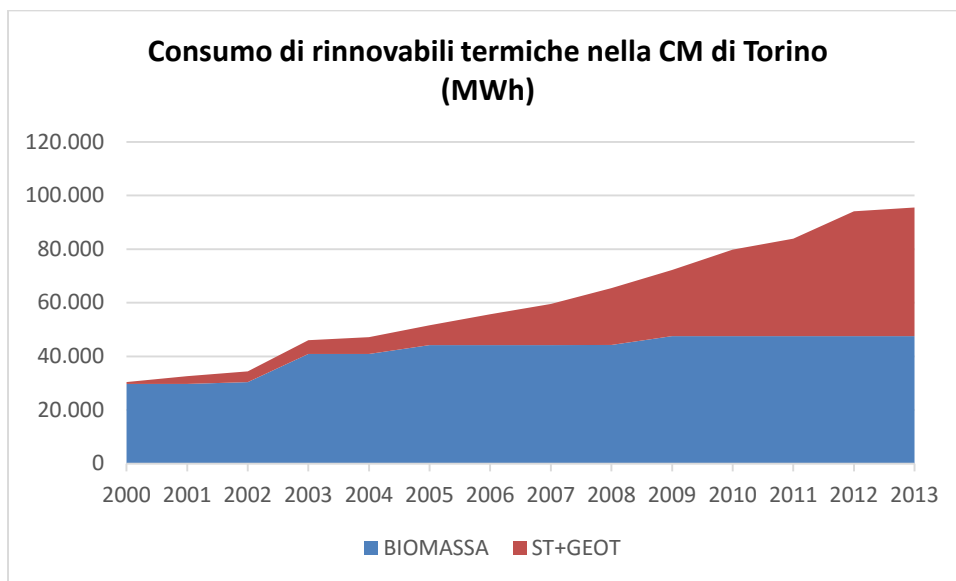
Energia elettrica. La validazione dei trend dell'energia elettrica ha seguito una procedura diversa rispetto a quella adottata per il settore residenziale, a causa della palese differenza dell'incidenza di questi consumi sul totale del settore e delle cause della variazione pluriennale. Se per il settore residenziale i consumi pro capite si possono assumere praticamente costanti tra l'inizio e la fine della serie storica, per il settore terziario si è assistito ad una vera e propria "esplosione" dei consumi elettrici, che aumentano su base metropolitana del 57%. Questo incremento non è frutto solamente dell'incremento del numero di attività terziarie (ed in particolare, negli ultimi due decenni dell'incremento significativo del numero di centri commerciali), ma anche per un uso sempre più intensivo di dispositivi elettronici (personal computer, server, climatizzatori, stampanti, sistemi di ausilio alla climatizzazione invernale, distributori automatici, etc). La procedura di valutazione delle serie storiche si è basata pertanto su un'analisi di tendenza. Ogni serie storica è stata valutata individualmente; sono stati evidenziati dapprima i consumi che si incrementano o si riducono di oltre il 30% rispetto all'andamento medio annuo globale registrato nell'intero territorio provinciale. A titolo esemplificativo, tra il 2001 ed il 2002 si assiste ad un trend di incremento del 4% su base metropolitana; i Comuni che individualmente presentano un tasso di variazione inferiore al -26% o superiore al 34% vengono evidenziati per il loro andamento "anomalo". Ciò significa che la loro serie storica verrà valutata in modo ancora più dettagliato (ma questo non significa necessariamente che verrà corretto il trend). Di seguito si presenta l'evoluzione pluriennale dei consumi di energia elettrica nel settore terziario per l'intero territorio metropolitano.



Prodotti petroliferi e fonti rinnovabili termiche. Come si è già accennato nell'introduzione alla metodologia adottata per i vettori termici nel settore terziario, sia per i prodotti petroliferi che per le fonti rinnovabili termiche (di cui per entrambi si conosce solamente il dettaglio su base metropolitana) si è proceduto all'assegnazione su base comunale in funzione del rapporto calcolato per il settore residenziale. Questo significa per esempio che, il Comune di Agliè, si vedrà attribuita una quantità di olio combustibile nel 2000 pari al totale consumato nello stesso anno nella Città Metropolitana moltiplicato per il rapporto, sempre al 2000, tra il consumo di olio del Comune nel settore residenziale ed il relativo totale metropolitano.

Nel settore terziario non è stata sviluppata una metodologia simile a quella del settore residenziale (basata su parametri ISTAT) poiché non vi è un analogo livello di dettaglio delle informazioni. Non è stato pertanto possibile calcolare il fabbisogno termico teorico globale per ogni Comune (grazie al quale, nel settore residenziale si era proceduto in un secondo momento alla stima dei consumi dei prodotti petroliferi e delle fonti rinnovabili termiche). Si è assunto pertanto che il livello di metanizzazione o di estensione della rete del teleriscaldamento ed, indirettamente, il fabbisogno residuale di fonti fossili e rinnovabili, fosse analogo a quanto rilevato nel settore residenziale.





Il settore agricolo

Il settore agricolo prevede due tipi di vettori energetici: l'energia elettrica per il funzionamento degli impianti (ad esempio gli impianti d'irrigazione) ed il gasolio ad uso agricolo (utilizzato nei trattori ed in generale nei mezzi motorizzati e per il riscaldamento delle serre). Questi due vettori energetici sono direttamente collegati alla produzione agricola.

Gas naturale. Negli immobili ad uso agricolo viene rilevato, per alcuni Comuni del territorio, anche un consumo di gas naturale. Questi consumi sono stati associati al settore industriale, poiché è probabile che si tratti di aziende agricole che lavorano i prodotti del territorio e li trasformano in merci per il settore agro-alimentare. E' più difficile che il gas naturale venga utilizzato per il riscaldamento delle serre, essendo esse normalmente localizzate in modo periferico rispetto alle reti del gas. Questa ipotesi è stata avanzata anche in virtù della distribuzione territoriale ed in serie storica dei dati di consumo. Essi si presentano in modo molto frammentario: pochi Comuni rilevano un consumo di gas naturale nel settore agricolo e solo per alcuni anni della serie storica (con la probabile associazione di questi consumi ad altri settori d'attività, svolta da parte del distributore).

Energia elettrica. Per quanto concerne i consumi di energia elettrica del settore, essi vengono forniti direttamente dai distributori del territorio metropolitano. Il database fornito prevede già il dettaglio per settori d'attività (tra i quali figura l'agricoltura). I due principali distributori di energia elettrica sono Enel Distribuzione e Iren SpA; vi sono inoltre altri distributori più piccoli, normalmente municipalizzate, localizzate soprattutto nei territori montani. La procedura di validazione delle serie storiche è stata molto puntuale e basata sulla linearità dei consumi. Ciascun Comune è stato analizzato singolarmente, procedendo all'evidenziazione manuale delle anomalie (scostamenti significativi dei dati di consumo rispetto alla serie storica). Si è proceduto alla correzione di errori di conguaglio tra anni successivi o di attribuzione tra differenti settori d'attività. Si è deciso infine di considerare validi i dati complessivi del territorio metropolitano (così come registrati nel sito di TERNA). I dati di consumo su base comunale, in seguito alla correzione delle serie storiche, sono stati ricalcolati al fine di ottenere il totale metropolitano corretto.

Gasolio. Per quanto riguarda viceversa i consumi di gasolio ad uso agricolo, essi vengono forniti con un buon livello di dettaglio, per ogni Comune del territorio. Questo prodotto petrolifero, a differenza degli altri, viene erogato con specifiche agevolazioni, che ne determinano un tracciamento puntuale. La meccanizzazione agricola è uno dei fattori produttivi più importanti per la moderna agricoltura, poiché consente di aumentare in modo considerevole la produttività diminuendo i costi di produzione. Per questo motivo la normativa vigente permette l'approvvigionamento di carburanti agricoli a prezzo agevolato (con accisa statale ridotta), rendendo l'utilizzo dei mezzi agricoli conveniente per le aziende. L'assegnazione del carburante a prezzo agevolato alle aziende agricole avviene annualmente attraverso gli uffici Utenti Motori Agricoli (UMA) delle Province o tramite i CAA (Centri di Assistenza Agricola), previa compilazione di una domanda telematica di verifica dei consumi. L'accesso al servizio di restituzione dei dati è cloud e gratuito per tutti gli utenti²². Anche per questo vettore energetico la procedura di validazione dei dati è stata molto puntuale. Tendenzialmente le serie storiche presentano tassi d'errore molto inferiori agli altri vettori, poiché il dato non viene fornito dal distributore energetico (con i relativi limiti, descritti nelle linee guida), bensì da soggetti che garantiscono agevolazioni alle imprese e che pertanto necessitano di un'elevata precisione dei dati.

²² <http://www.sistemapiemonte.it/cms/privati/agricoltura/servizi/368-utentimotoriagricoli-data-warehouse>

Di seguito si riporta il prospetto dei consumi di gasolio ad uso agricolo e di energia elettrica per il territorio metropolitano.

DATI DI CONSUMO NEL SETTORE AGRICOLO (GWh)														
Vettori	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
GASOLIO	472	472	474	458	586	594	610	595	553	561	559	541	547	532
ELETTRICITA'	51	54	51	55	62	66	69	66	61	64	61	64	66	63

