



AGENZIA PROVINCIALE PER L'AMBIENTE E LA TUTELA DEL CLIMA della Provincia autonoma di Bolzano

VALUTAZIONE DELLE CONCENTRAZIONI
NORMALIZZATE DI NO₂ NEL PERIODO 2017 – 2019
E PROSPETTIVE PER IL 2023

VALUTAZIONE DELLE CONCENTRAZIONI NORMALIZZATE DI NO₂ NEL PERIODO 2017 – 2019 E PROSPETTIVE PER IL 2023

INDICE

1. Premessa e riferimenti metodologici	
1.1 Premessa	pag. 1
1.2 Riferimenti sul metodo di normalizzazione adottato	pag. 2
2. Valutazione dei dati normalizzati 2012-2019	
2.1 Scopo del presente rapporto di valutazione	pag. 3
2.2 Analisi dei dati misurati nel triennio e scelta delle stazioni di riferimento	pag. 3
2.3 Normalizzazione dei dati di NO ₂ per le stazioni di riferimento	pag. 5
3. Valutazione dei dati normalizzati 2017- 2019 e verifica degli obiettivi del Programma NO₂	
3.1 Andamenti delle medie annuali normalizzate nel triennio 2017-2019	pag. 8
3.2 Analisi delle fonti emissive che influenzano gli andamenti nel 2017-2019	pag. 9
4. Evoluzione parco circolante e delle emissioni di NO_x	
4.1 Analisi del parco circolante	pag. 13
4.2 Evoluzione del parco circolante	pag. 15
4.3 Prospettive di riduzione delle emissioni di NO _x del parco circolante	pag. 17
5. Conclusioni sintetiche ai fini degli obiettivi del Programma NO₂ 2018-2023	pag. 18

Pubblicato da:
Agenzia provinciale per l'ambiente e la tutela del clima
Provincia Autonoma di Bolzano
Via Amba Alagi 5
39100 Bolzano
Email: agenziaambiente@provincia.bz.it

Data pubblicazione: Agosto 2020
© Provincia Autonoma di Bolzano
I contenuti possono essere utilizzati e riprodotti citando la fonte

1. Premessa e riferimenti metodologici

1.1 Premessa

Il 31 luglio 2018, la Giunta provinciale di Bolzano ha approvato il “[Programma per la riduzione dell'inquinamento da NO₂ 2018-2023](#)” (in breve Programma NO₂). Tale strumento di pianificazione è necessario in quanto i valori annuali di NO₂ registrati nell'attività di monitoraggio della qualità dell'aria condotta dall'Agenzia provinciale per l'ambiente e la tutela del clima (in breve Agenzia) indicano situazioni di superamento del valore limite per la tutela della salute in riferimento al biossido di azoto (NO₂).

In ottemperanza a quanto previsto dalla direttiva 2008/50/CE e dal decreto legislativo 155/2010 il Programma NO₂ individua aree di superamento e le misure che possono consentire di portare al rispetto del valore limite nel più breve tempo possibile.

Il Programma NO₂ si pone come l'obiettivo principale il rispetto del valore limite entro il 2023 in ogni area del territorio provinciale e al contempo fissa un obiettivo intermedio di percorso. Quest'ultimo è stabilito in una riduzione del 10% delle concentrazioni di NO₂ entro il 2020 facendo riferimento ai valori registrati nel 2017.

Per verificare il raggiungimento dell'obiettivo intermedio e per garantire il rispetto permanente del valore limite, il Programma NO₂ prevede anche una strategia avanzata di monitoraggio della qualità dell'aria. Da un lato si mantiene sul territorio una fitta rete di campionatori passivi allo scopo di raccogliere misure indicative di buona qualità al fine di monitorare in modo continuo gli andamenti annuali nelle aree di superamento e la loro ampiezza. Dall'altro fa uso di moderni strumenti statistici per consentire di individuare l'effettiva riduzione negli anni delle emissioni di ossidi di azoto (NO_x) al netto delle tipiche fluttuazioni annuali dei valori dell'NO₂ causate in massima parte dalle diverse condizioni meteorologiche che si manifestano nei diversi anni di monitoraggio.

Il presente rapporto si concentra in particolare sugli esiti di tali ultime valutazioni che si basano sulla normalizzazione delle concentrazioni medie annue di biossido di azoto rispetto alle condizioni meteorologiche. L'obiettivo è quindi di offrire un valore di riferimento delle concentrazioni di NO₂ al netto della componente meteorologica e quindi adeguato a comprendere in quale misura eventuali andamenti di riduzione o di crescita delle concentrazioni annue siano da attribuire alle misure messe in atto o a fenomeni meteorologici.

Tali elaborazioni unite alle informazioni provenienti dalla rete di misurazione fissa, dalle stazioni mobili dislocate in punti chiave del territorio e dal monitoraggio estensivo con i campionatori passivi, forniscono un quadro esaustivo per la valutazione degli obiettivi del Programma NO₂.

1.2 Riferimenti sul metodo di normalizzazione adottato

Nell'ottobre del 2018 l'Agenzia ha stipulato una convenzione con il Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Meccanica (DICAM) dell'Università di Trento, per l'elaborazione di uno studio sulla normalizzazione meteorologica delle concentrazioni di NO₂ sul territorio della Provincia di Bolzano.

Lo studio condotto dall'università è stato preceduto da un'analisi della letteratura tecnico/scientifica del settore che ha portato a selezionare il metodo che prevede l'utilizzo di tecniche di machine learning per la classificazione di dati (e.g. Grange et al., 2018; Grange & Carslaw, 2019). In particolare, è stato implementato l'algoritmo di normalizzazione meteorologica basato sulla tecnica di classificazione dei dati nota come "random forest". L'algoritmo utilizzato è implementato nell'ambiente R a partire dal pacchetto "rmweather" (Grange et al., 2018; Grange & Carslaw, 2019), che permette di effettuare la normalizzazione di dati di qualità dell'aria sulla base delle condizioni meteorologiche presenti (<https://github.com/skgrange/rmweather>). Tale pacchetto, è open-source e può quindi essere distribuito e modificato liberamente.

L'algoritmo è stato utilizzato dall'Università di Trento per valutare l'andamento temporale delle concentrazioni di biossido di azoto nell'anno 2018 ed il loro trend nell'intero periodo osservativo 2012–2018 per le stazioni di qualità dell'aria della Provincia di Bolzano che presentano serie storiche adeguate.

La convenzione prevedeva anche un modulo di trasferimento delle conoscenze necessarie a gestire in modo autonomo tale metodologia e pertanto, a partire dal 2019, l'Agenzia ha applicato la metodologia sopra descritta in piena autonomia, ferma restando la possibilità di ricorrere se necessario alla consulenza dei ricercatori dell'Università di Trento.

Per maggiori dettagli è possibile consultare [lo studio dell'Università di Trento](#).

2. Valutazione dei dati normalizzati 2012-2019

2.1 Scopo del presente rapporto di valutazione

Il presente rapporto prende in esame gli anni 2017, 2018 e 2019 al fine di valutare gli andamenti delle concentrazioni di NO₂ misurate su una serie di stazioni fisse della qualità dell'aria in funzione della verifica degli obiettivi del Programma NO₂.

In particolare, a fronte di 2 anni particolarmente favorevoli (2018 e 2019) sul piano dei valori medi annui di NO₂ misurati da una serie di stazioni fisse rappresentative della realtà provinciale, si intende verificare in quale misura le emissioni di NO_x siano regredite rispetto al 2017 al netto della componente meteorologica.

Questa analisi permetterà di meglio orientare le scelte strategiche da intraprendere per revisionare il Programma NO₂ entro giugno 2021. Tale revisione è prevista dalla recente deliberazione della Giunta provinciale n. 366 del 26.5.2020 che, prendendo atto della mutata situazione venutasi a creare a causa della pandemia da COVID-19, prevede di rivedere le misure programmate nel 2018 fermo restando gli obiettivi al 2020 e al 2023 fissati dal Programma NO₂.

2.2 Analisi dei dati misurati nel triennio e scelta delle stazioni di riferimento

La rete provinciale per misurazione in continuo della qualità dell'aria così come approvata dal Ministero dell'ambiente è composta dalle seguenti 11 stazioni di misura:

3 stazioni a Bolzano - BZ6 (via A. Alagi), - BZ4 (Via C. Augusta) e BZ5 (Piazza Adriano);

2 stazioni in Bassa Atesina - LS1 (Laives) e CR1 (Cortina all'Adige)

2 stazioni a Bressanone - BX1 (Villa Adele) e AB3 (Lungo l'autostrada A22)

1 stazione a Merano (ME1), 1 stazione a Laces (LA1), 1 a Renon (RE1) e 1 a Brunico (BR1)

Alcune stazioni non sono di interesse per lo scopo del presente report in quanto non ricadono all'interno o nelle vicinanze delle aree di superamento del valore limite dell'NO₂. (LA1, RE1 e BR1).

A queste stazioni possono essere aggiunte 2 stazioni mobili che sono state posizionate in modo tale da fornire dati indicativi e storici sull'andamento delle maggiori fonti emissive dell'NO_x.

1 Stazione a Bolzano nei pressi di ponte Roma (ML6)

1 Stazione a Ora/Egna nei pressi dell'autostrada A22 (AB2)

Pertanto, per la presente valutazione si hanno a disposizione 10 stazioni di misurazione in continuo.

Sigla	Luogo	Tipo	Note
BZ6	Bolzano – zona residenziale	Background cittadino	Stazione di fondo cittadino senza influenze particolari e lontana da vie principali. Buona ventilazione locale.
BZ4	Bolzano – zona residenziale	Traffico urbano	Stazione di traffico in ambito cittadino con viabilità calmierata con influenze remote da attività produttive e traffico autostradale. Ventilazione locale non ottimale.
BZ5	Bolzano – zona residenziale	Traffico urbano	Stazione di traffico in ambito cittadino con viabilità intensa, ma senza altre influenze particolari. Buona ventilazione locale.
ML6	Bolzano – zona mista	Traffico extraurbano	Stazione di traffico in zona a destinazione mista (residenziale e produttiva) con viabilità urbana intensa e influenza da traffico autostradale. Buona ventilazione locale.
LS1	Laives – zona semirurale	Background suburbano	Stazione di fondo in zona periferica, lontana da fonti locali e senza influenze particolari. Buona ventilazione locale.
CR1	Cortina all'Adige – zona rurale	Background di valle	Stazione di fondo in zona rurale, lontana da fonti locali e con influenza remota da traffico autostradale. Buona ventilazione locale.
AB2	Ora/Egna zona rurale	Traffico autostradale	Stazione di traffico in zona rurale, lontana da altre fonti locali e con influenza prossima da traffico autostradale. Buona ventilazione locale.
BX1	Bressanone – zona residenziale	Background cittadino	Stazione di fondo cittadino senza influenze da fonti locali ma con influenza remota da traffico autostradale. Ventilazione locale non ottimale.
AB3	Bressanone – zona produttiva	Traffico autostradale	Stazione di traffico in zona produttiva, ma lontana da fonti locali e con influenza molto prossima da traffico autostradale. Buona ventilazione locale.
ME1	Merano – zona residenziale	Traffico urbano	Stazione di traffico in ambito cittadino con viabilità intensa, ma con influenza positiva dovuta ad adiacenza ad un verde privato di grandi dimensioni. Buona ventilazione locale.

Tabella 1: Stazioni fisse, posizionamento, caratteristiche, influenze

Sigla	2017	2018	2019
BZ6	31	30	28
BZ4	43	40	40
BZ5	42	38	36
ML6	45	41	41
LS1	28	25	24
CR1	31	28	27
AB2	44	39	38
BX1	31	28	27
AB3	N.D.	58	54
ME1	34	31	31

Tabella 2: Medie annuali misurate dalle stazioni fisse nel triennio 2017-2019

La stazione AB3 non presenta una serie storica sufficiente e quindi non può essere considerata in questa analisi. Le stazioni prese in esame sono quindi quelle della tabella 2 ad eccezione di AB3.

2.3 Normalizzazione dei dati di NO₂ per le stazioni di riferimento

L'attività di normalizzazione è stata svolta in più fasi. Nella prima fase sono state prese in considerazione solo quelle stazioni che presentavano una serie storica completa tra il 2012 ed il 2019.

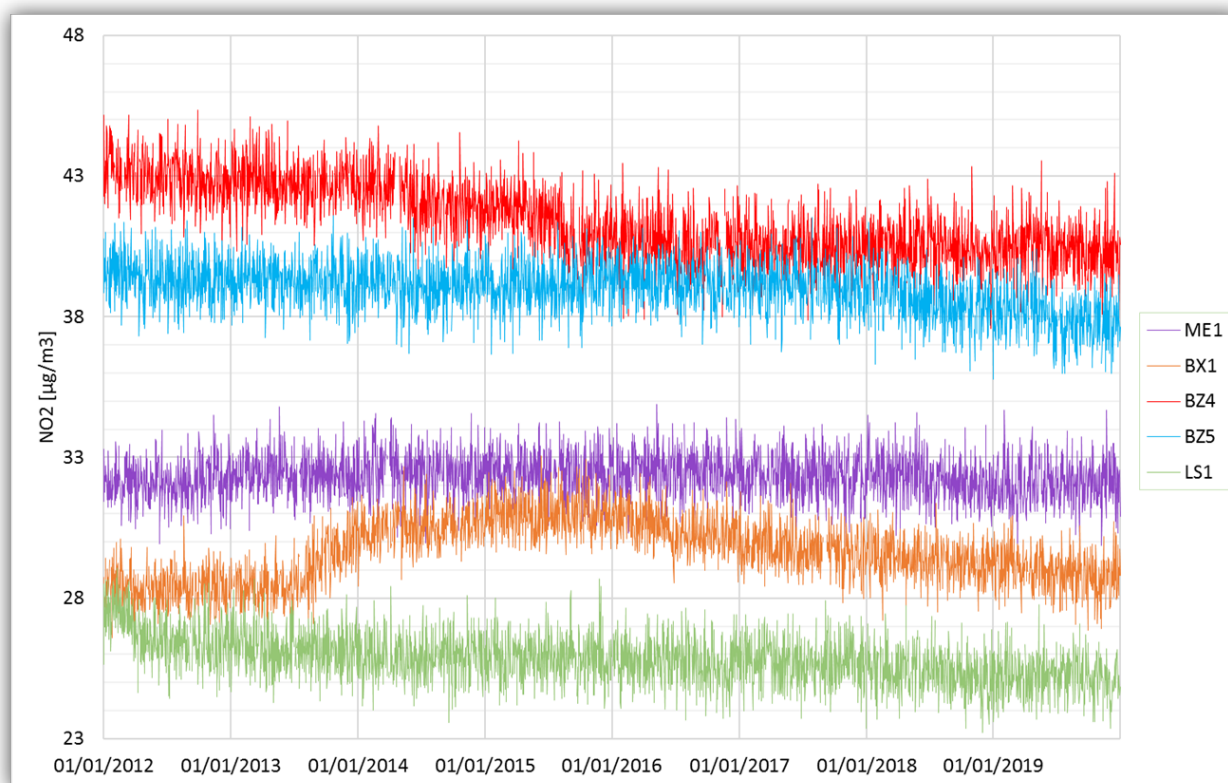


Grafico 1: Valori di NO₂ normalizzati per cinque stazioni della rete fissa.

Dall'analisi dei dati vediamo come per la maggioranza delle stazioni i dati normalizzati presentano andamenti molto costanti e in lieve diminuzione negli otto anni considerati.

Vanno però rilevati due andamenti anomali. La stazione BX1 (fondo urbano) presenta un incremento dei valori nell'anno 2013 per poi assumere un andamento di costante decremento a partire dal 2016. Le ragioni del repentino incremento dei valori normalizzati non sono state individuate con certezza. È possibile che ciò dipenda da una modifica delle condizioni di microscala in quanto in quegli anni sono stati effettuati lavori edili nelle zone adiacenti che hanno probabilmente modificato la microcircolazione su scala locale.

La stazione BZ4 (traffico urbano) presenta al contrario un discreto decremento dei valori tra la metà del 2014 ed il 2016 per poi tornare a un andamento costante a partire dal 2017. In tale caso se ne

conoscono le probabili cause in quanto nel periodo in questione sono stati eseguiti importanti lavori di ristrutturazione della sede stradale (per la realizzazione di una pista ciclabile e il riordino dei parcheggi a bordo strada) che di fatto hanno allontanato la carreggiata e le piazzole di parcheggio dei veicoli dal punto di misura.

Il confronto tra dati misurati e dati normalizzati consente di meglio apprezzare l'effetto della meteorologia sulle concentrazioni medie annue dell'NO₂.

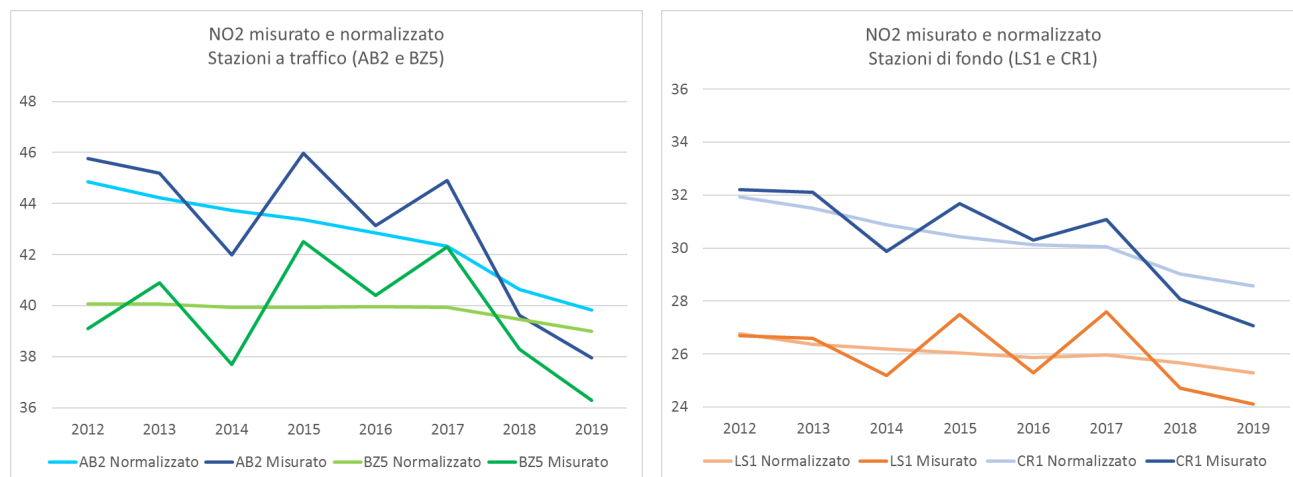


Grafico 2: Medie annuali di NO₂- Dati normalizzati e confronto con i dati misurati in alcune stazioni.

Dai due grafici sopra riportati possiamo vedere il confronto tra le medie annuali misurate e normalizzate presso due stazioni esposte al traffico e due stazioni di fondo.

È evidente che le fluttuazioni annuali dei valori misurati risentono notevolmente delle condizioni meteorologiche tipiche dello specifico anno di misura. Pare anche del tutto evidente come gli anni 2018 e 2019 siano stati particolarmente favorevoli sotto il profilo delle condizioni meteorologiche rispetto ad anni precedenti come ad es. il 2015 ed il 2017.

Per completare l'analisi tenendo conto di tutti i dati a disposizione, la normalizzazione dei dati è stata estesa a tutte le stazioni di cui alla tabella 2 (ad eccezione di AB3).

Non tutte le stazioni prese in esame presentano una serie storica completa (BZ6 e ML6) in quanto entrate in funzione successivamente al 2012.

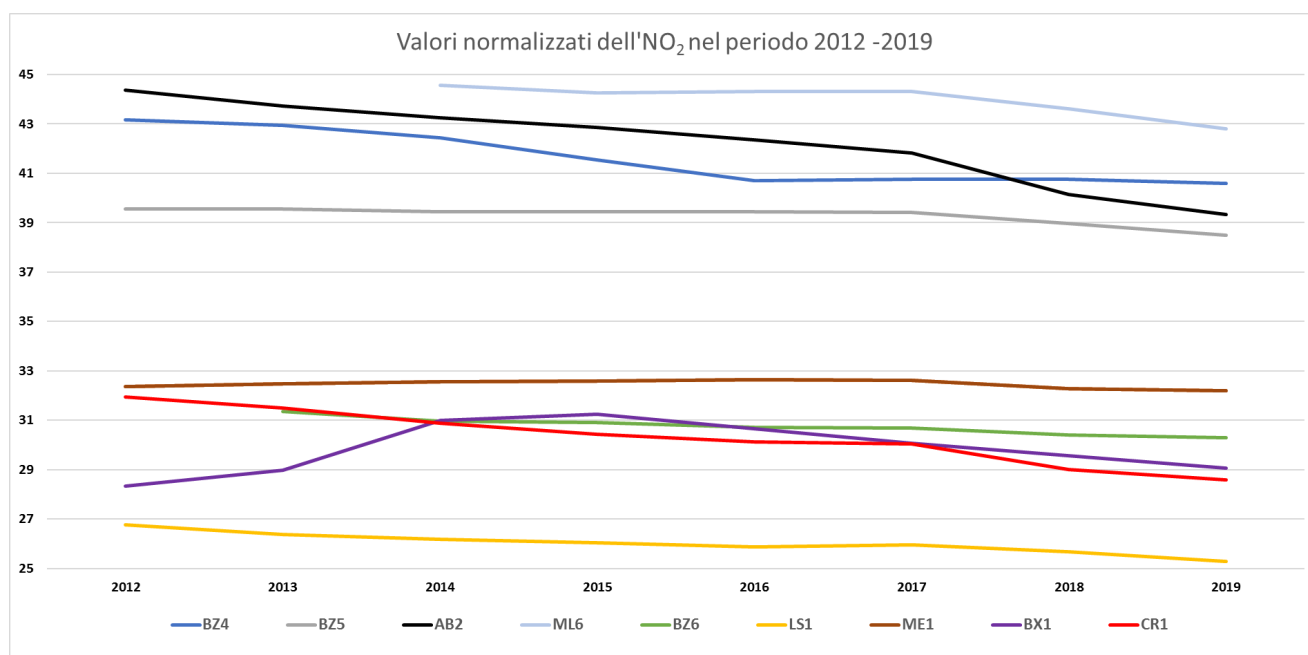


Grafico 3: Valori di NO₂ normalizzati per dieci stazioni della rete fissa.

Oltre a quanto già detto sopra, va rilevata la notevole differenza dei valori medi annui tra le stazioni esposte direttamente al traffico (BZ4, BZ5, AB2, ML6) che si aggirano tra i 39 ed i 44 µg/m³ e quelli presso le stazioni di fondo urbano, suburbano o rurale dove i valori si collocano tra i 25 e i 33 µg/m³.

Fa eccezione la stazione ME1 che è classificata a traffico, ma che presenta valori compatibili con stazioni di fondo urbano (ad es. BZ6). La ragione di tale anomalia è da ricercare in primo luogo nel posizionamento della stazione che risulta essere da un lato affacciata su una strada urbana trafficata e dall'altro su un terreno agricolo di notevole ampiezza che apporta significative quantità di "aria fresca" sul punto di misura. Tant'è vero che in altre parti della città di Merano lungo le strade trafficate del contesto urbano si registrano valori simili a quelli tipici delle stazioni di traffico presenti a Bolzano città.

In generale è possibile osservare un generale decremento delle concentrazioni di NO₂ che si fanno più evidenti a partire dal 2017-2018. Si intravede anche una maggiore tendenza al calo presso le stazioni esposte al traffico, cosa in realtà attesa grazie al progressivo incremento delle motorizzazioni diesel Euro 6 del parco circolante. Ricordiamo infatti che la fonte maggiore di emissione di NO_x nelle aree interessate dai superamenti del valore limite proviene dal traffico motorizzato. In particolare, anche se nel contesto urbano le autovetture a benzina costituiscono il 43% del parco circolante, esse generano solamente il 7% degli ossidi di azoto. Il 92% degli NO_x è generato dai veicoli diesel, il 67% dalle sole autovetture diesel.

3. Valutazione dei dati normalizzati 2017- 2019 e verifica degli obiettivi del Programma NO₂

3.1 Andamenti delle medie annuali normalizzate nel triennio 2017-2019

Al fine di analizzare l'andamento dei valori medi annuali normalizzati di NO₂ nel triennio di osservazione 2017-2019 si è posto il 2017 come anno di base. L'analisi ha preso in esame le stazioni di cui al capitolo precedente ad eccezione della stazione BZ4. Il motivo è da ricercare “nell'effetto coda” generato dall'anomalia riscontrata tra il 2014 ed il 2016 e che ha influenzato anche il dato 2017. Pur non riportando il dato della BZ4 nel grafico che segue, si può comunque affermare che l'andamento nel triennio è in linea con quanto calcolato per le stazioni urbane di ME1 e BZ6 e vi è da aspettarsi che l'analisi che contemplerà anche i dati del 2020 confermerà tale andamento.

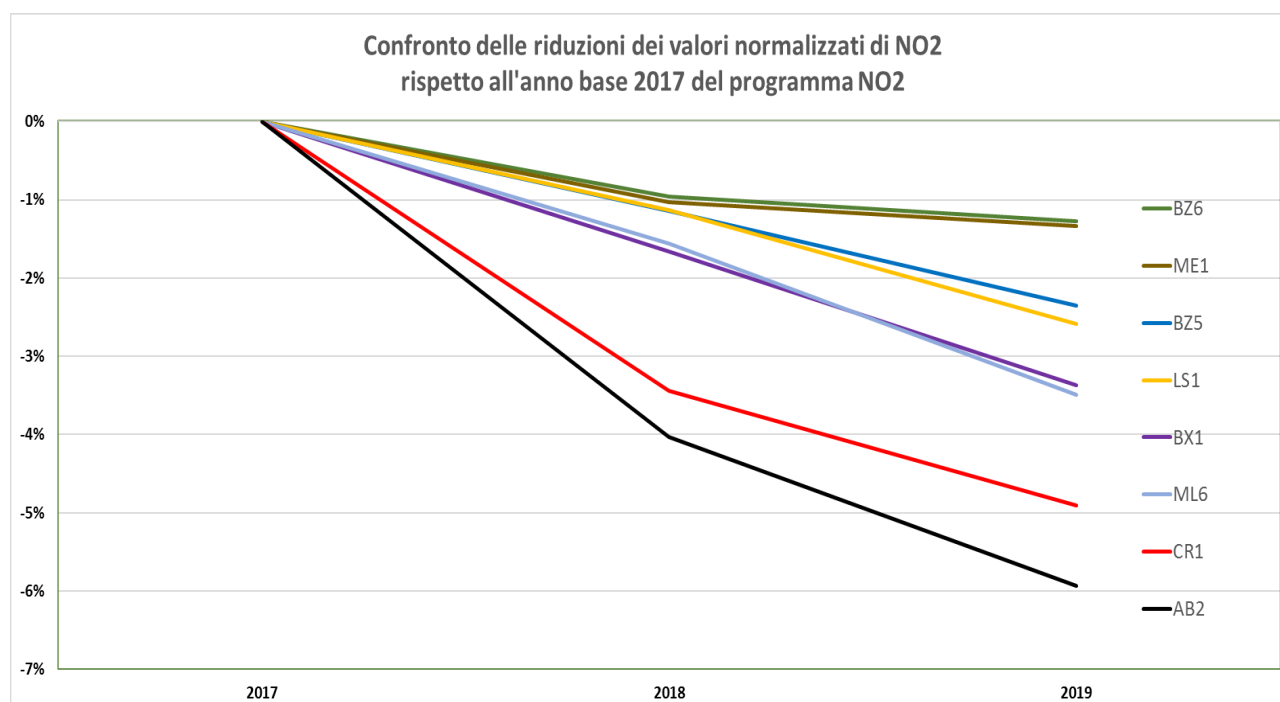


Grafico 4: Andamento dei valori medi annui normalizzati nel triennio 2017-2019

Premesso che i dati del grafico 4 non sono dati assoluti, ma dati relativi e che le concentrazioni di NO₂ presso le varie stazioni sono anche molto diverse tra loro (vedi tabella 2), risulta subito evidente che i decrementi delle concentrazioni nel triennio d'osservazione sono molto diversi tra loro. I valori della riduzione percentuale delle concentrazioni medie annuali normalizzate sono compresi in un range che va dall'1 al 6%.

3.2 Analisi delle fonti emissive che influenzano gli andamenti nel 2017-2019

Nel periodo 2005-2015 le emissioni di NO_x provenienti dalle varie fonti presenti nel territorio della Provincia di Bolzano sono calate di circa il 12%, tuttavia nel quinquennio 2010-2015 il decremento è rallentato vistosamente attestandosi a poco meno del 4%. Sempre in tale ultimo quinquennio, il rapporto dei contributi provenienti dalle varie tipologie di fonti (macrosettori) non si è modificato in modo sostanziale ed è ragionevole attendersi che esso rimanga pressoché inalterato anche per il quinquennio successivo 2015-2020.

Le maggiori fonti emissive di NO_x possono essere raggruppate in due grandi famiglie: la produzione di energia (cogenerazione, teleriscaldamento e riscaldamento domestico) ed il traffico (stradale e non stradale). Il traffico genera circa il 73% delle emissioni di NO_x ed il solo trasporto stradale poco più del 60%. Il settore della produzione di energia è responsabile di circa il 22% (di cui il solo riscaldamento domestico di circa l'8%). Il restante 5% delle emissioni di NO_x proviene da una serie diversa di fonti tra cui spicca l'industria che è responsabile di circa il 4% delle emissioni.

Se si analizzano gli andamenti delle varie tipologie di fonti nel quinquennio 2010-2015 si possono osservare i seguenti andamenti:

- andamento costante delle emissioni dal settore energetico dove il calo del 14% delle emissioni da riscaldamento viene compensato dall'aumento della produzione di energia (teleriscaldamenti)
- andamento in lieve calo delle emissioni dal settore traffico (- 4% circa), dove la riduzione derivante dal trasporto strada viene di fatto quasi annullata dall'aumento nel settore non stradale.
- andamento sostanzialmente costante delle emissioni dal comparto industriale e dalle altre fonti.

Per quanto sopra già detto risulta evidente il ruolo preponderante del trasporto su strada sull'insieme delle fonti di NO_x. Questo aspetto è quanto mai importante in quanto il traffico motorizzato produce gran parte delle proprie emissioni a stretto contatto con le zone popolate e perché viene emesso con modalità che generano un ristagno dell'inquinante a livello del suolo e quindi dei luoghi di vita.

Caso emblematico sono le situazioni di “canyon urbano” dove i gas di scarico dei veicoli a motore endotermico ristagnano all'interno delle vie accumulandosi per la mancanza di ventilazione. In tali situazioni, il contributo del traffico assume livelli talmente alti da potersi considerare alla stregua di unica fonte emissiva responsabile delle alte concentrazioni di NO₂ nell'aria ambiente. Una situazione simile la si ha quando una strada ad alta percorrenza (autostrada) attraversa o costeggia luoghi di vita. In tal caso però, sono l'intensità della fonte e la vicinanza ad essa ad essere il fattore determinante.

Il quadro di riferimento sopra descritto ci porta a considerare con la massima attenzione il parco circolante e le continue evoluzioni dei sistemi di abbattimento delle emissioni e in particolare degli NOx. Come ormai noto, le attese riduzioni di emissioni di NOx dalle autovetture diesel sono state disattese al punto che le autovetture diesel Euro 5 emettono quantità di NOx paragonabili se non in taluni casi superiori alle emissioni prodotte da classi Euro precedenti. Parzialmente ciò è anche vero per le autovetture Euro 6 di prima generazione (fino all'Euro 6c).

Nel settore dei veicoli pesanti (massa > 3,5 t.) la situazione si è evoluta diversamente e le emissioni di NOx si sono ridotte nel tempo facendo un salto di qualità con l'introduzione della classe Euro VI. Questo mancato allineamento tra previsioni e realtà ha fatto sì che mentre nel settore del trasporto merci si sono cominciati a vedere gli effetti del ricambio del parco circolante, nel settore dei veicoli leggeri (autovetture e furgoni) questo miglioramento non si è ancora manifestato in modo evidente. La dinamica sopra esposta ha delle ripercussioni dirette sull'andamento delle concentrazioni di NO₂ nelle città e lungo i grandi assi di transito internazionale. Nel caso specifico è anche emerso che lungo l'autostrada del Brennero il ricambio del parco dei veicoli pesanti è avvenuto in modo più rapido che sulla rete viaria regionale e nelle città e che, più in generale, il parco circolante autostradale è notevolmente più moderno di quello circolante in città. Il seguente grafico illustra l'esito di un'indagine svolta nell'ambito del [progetto EU-LIFE "BrennerLEC"](#) in cui si è analizzata la natura del parco circolante sulla A22.

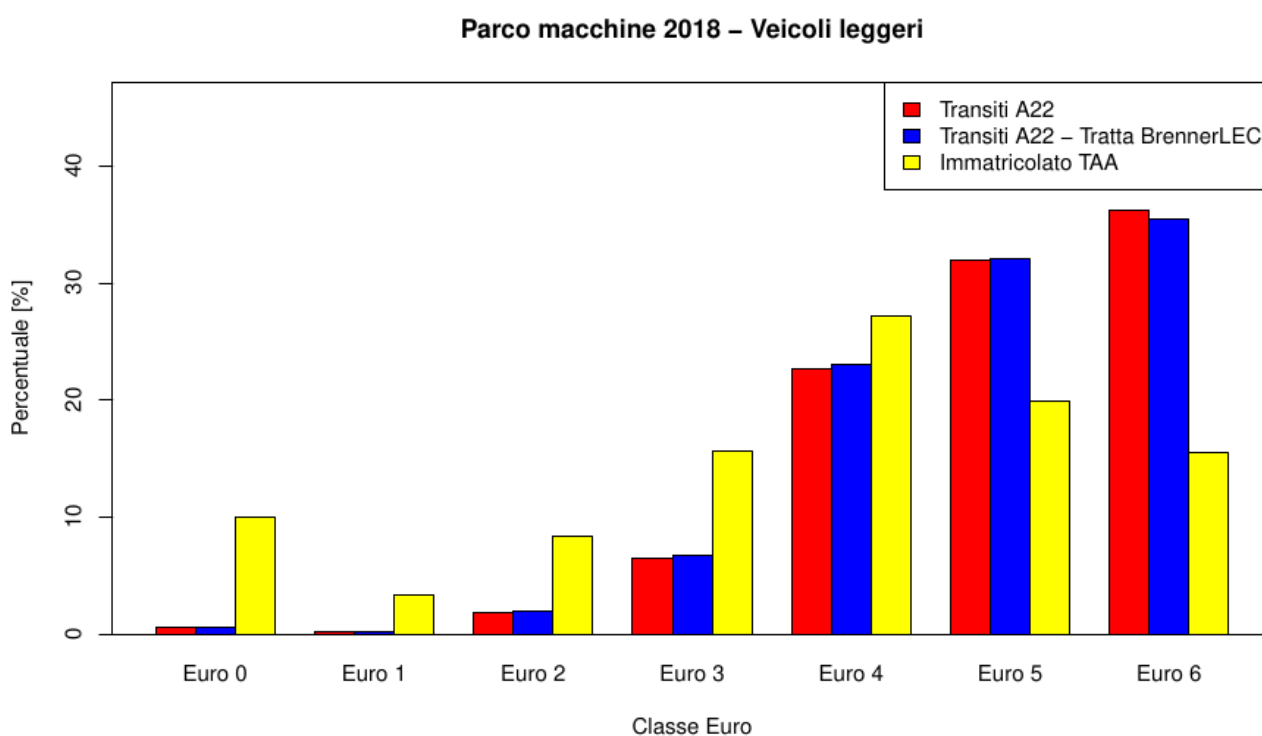


Grafico 5: Confronto tra parco circolante sulla A22 e parco immatricolato nel Trentino-Alto Adige.

L'analisi ha preso in esame anche la tipologia di alimentazione del parco autoveicoli offrendo così un quadro esaustivo sulla consistenza della motorizzazione diesel dei veicoli leggeri. Come si può notare dal grafico seguente, risulta del tutto evidente la maggior presenza di veicoli diesel sull'asse autostradale (transitante A22) rispetto al parco normalmente in circolazione sulla rete viaria regionale (immatricolato TAA). Questa diversa consistenza del tipo di alimentazione porta ad una maggiore emissione di NO_x del parco veicoli autostradale in quanto le motorizzazioni diesel, anche se più recenti, emettono quantità di NO_x notevolmente maggiori rispetto alle motorizzazioni a benzina.

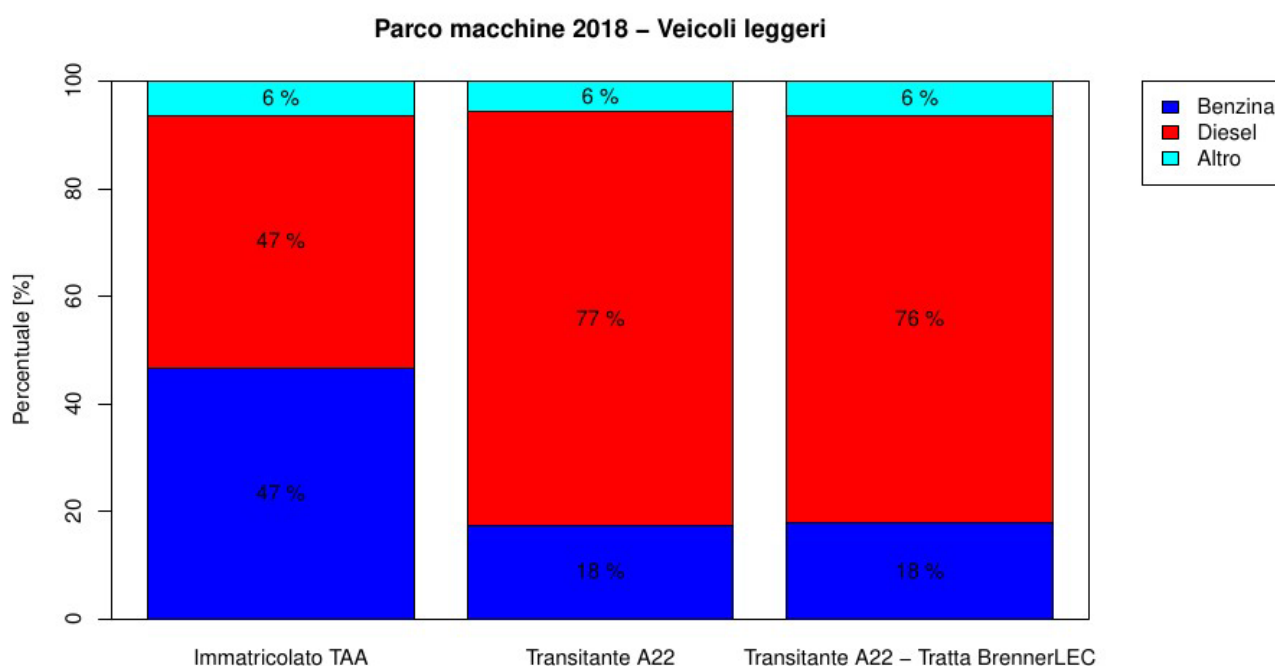


Grafico 6: Confronto alimentazioni veicoli leggeri sulla A22 e immatricolati nel Trentino-Alto Adige.

Un focus sul parco dei veicoli pesanti indica anche che il parco circolante adibito al trasporto di lunga distanza è a sua volta molto più recente di quello circolante sulle tratte di media distanza o regionali.

Appare evidente, come del resto vi era da attendersi, che i veicoli pesanti utilizzati per il trasporto sulle lunghe distanze presentano un tasso di rinnovamento molto più alto rispetto a quelli destinati alle tratte più brevi e che pertanto la presenza di mezzi di classe Euro VI risulta essere molto maggiore rispetto agli altri. Il grafico seguente mette in evidenza tale dinamica e si basa sui dati del 2018 forniti dal gestore autostradale austriaco (Asfinag) e rilevati presso il confine di Stato (Passo del Brennero) in conseguenza dell'applicazione di un pedaggio differenziato per le diverse classi euro transitive sulla rete autostradale austriaca. Gli ultimissimi dati disponibili (gennaio 2020) indicano che la quota Euro VI è ormai giunta a circa l'87% dei mezzi pesanti in transito al Brennero.

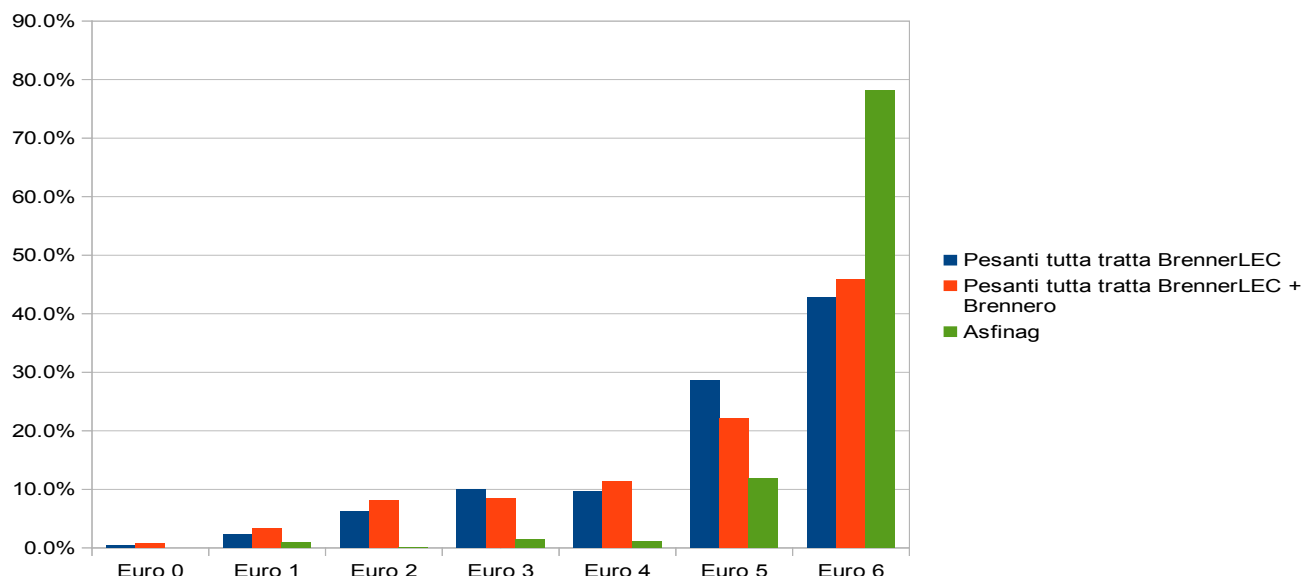


Grafico 7: Composizione del parco veicoli pesanti in transito sulla A22 e al confine di Stato nel 2018

Ricordando che le emissioni di un veicolo pesante Euro VI sono 8 volte inferiori a quelle emesse da un analogo veicolo Euro V, se ne deduce che le emissioni di NO_x si sono notevolmente ridotte negli anni ed in particolare dall'introduzione dei veicoli Euro VI. Tale riduzione risulta essere di entità maggiore rispetto all'incremento emissivo dovuto all'aumento dei transiti che negli ultimi 20 anni presenta un incremento medio annuo pari a circa il 2%.

Tornando a quanto illustrato al capitolo 3.1 si può ora cercare una risposta ai diversi andamenti delle diminuzioni di concentrazioni di NO₂ registrate negli ultimi 3 anni nelle diverse stazioni.

Come si nota dal grafico 4 vi è una notevole differenza tra gli andamenti registrati presso le stazioni BZ6 e ME1 e le stazioni CR1 e AB2. Le prime sono stazioni inserite in un contesto cittadino e influenzate in modo diretto o indiretto dalle emissioni del traffico urbano. Le seconde sono stazioni inserite in un ambito rurale influenzate direttamente o indirettamente dal traffico circolante sulla A22. Le prime sono notevolmente lontane dalla A22, mentre le seconde sono rispettivamente a 250 e 30 metri dall'asse autostradale. Le altre stazioni sono in posizioni intermedie e pare plausibile che man mano che ci si avvicina all'autostrada e che le altre emissioni locali diminuiscono di consistenza, la riduzione percentuale delle concentrazioni normalizzate di NO₂ si accentua.

In altri termini, paiono molto plausibili due constatazioni:

- La riduzione delle emissioni di NO_x è più evidente laddove il parco circolante assume quote di rinnovamento molto spinte e dove è più alta la quota di veicoli pesanti.
- La riduzione delle emissioni di NO_x è poco evidente laddove il parco circolante è composto prevalentemente da veicoli leggeri e dove la quota di autovetture diesel di "vecchia generazione" (ovvero antecedente alla classe Euro 6d - TEMP) rimane ancora molto alta.

4. Evoluzione del parco circolante e delle emissioni di NOx

Come già illustrato in premessa, la Provincia di Bolzano si è dotata di un Programma di misure atte a ridurre le emissioni di NOx al fine di rispettare il valore limite dell'NO₂ entro il 2023 su tutto il territorio provinciale. Non potendo qui entrare nel merito delle singole misure, è tuttavia necessario prendere atto del fatto che la sostituzione dei veicoli diesel circolanti con altri veicoli meno inquinanti rimane l'aspetto centrale e decisivo per il raggiungimento degli obiettivi di tutela della qualità dell'aria e nel caso specifico il rispetto del valore limite per la tutela della salute riferito alla media annuale dell'NO₂.

Da qui la necessità di analizzare e prevedere i trend futuri di sostituzione del parco circolante per comprendere se le tendenze più o meno accentuate di diminuzione delle concentrazioni di NO₂ possano essere confermate, ridotte o aumentate nei prossimi 4 anni. Gli altri provvedimenti individuati a livello provinciale e comunale possono dare un contributo minore anche se può spesso risultare decisivo in un'ottica di raggiungimento degli obiettivi nel lasso di tempo fissato

4.1 Analisi del parco circolante

L'analisi prende in esame il parco circolante in Provincia di Bolzano, sull'autostrada del Brennero (A22), quello circolante in Austria sia sulla rete autostradale che sulle strade in generale. Il confronto con il parco austriaco è finalizzato anche a questo esposto nel prossimo capitolo.

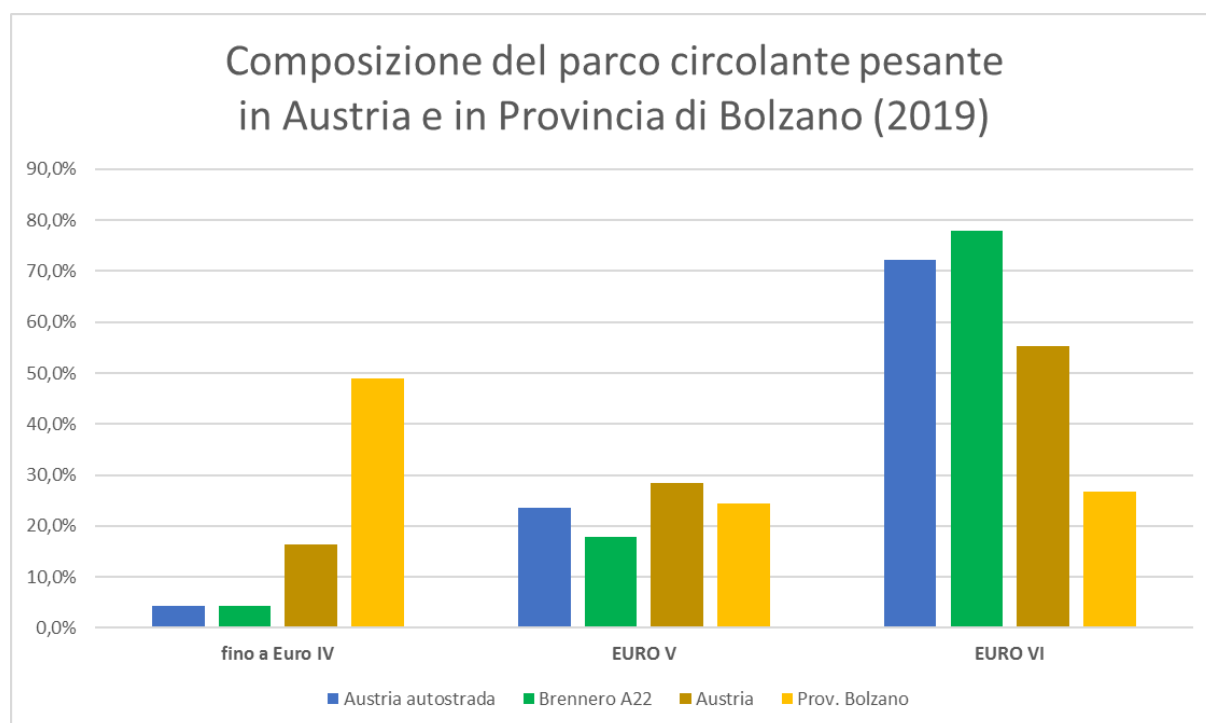


Grafico 8: Composizione del parco veicoli pesanti in Provincia di Bolzano e in Austria

Come avevamo già visto precedentemente, appare molto evidente la notevole differenza tra il parco dei veicoli pesanti circolante sulla rete stradale provinciale e quello circolante in autostrada e sulla rete stradale austriaca. A tal riguardo va ricordato che i dati riferiti ai parchi circolanti sulla rete provinciale e su quella austriaca non sono pesati in base ai chilometri percorsi. Va anche detto che il parco provinciale si presenta molto simile, anche se un po' più moderno di quello italiano. Tuttavia, rimane evidente che sulla rete provinciale abbiamo un parco più vetusto e quindi maggiormente inquinante; ciò vale in particolare per i veicoli di classe Euro IV ed inferiore. Il parco provinciale e nazionale influenza evidentemente anche il parco circolante sulla A22 che, come evidenziato nel grafico 7 risulta essere meno recente di quello transitante in autostrada al confine di Stato (Brennero).

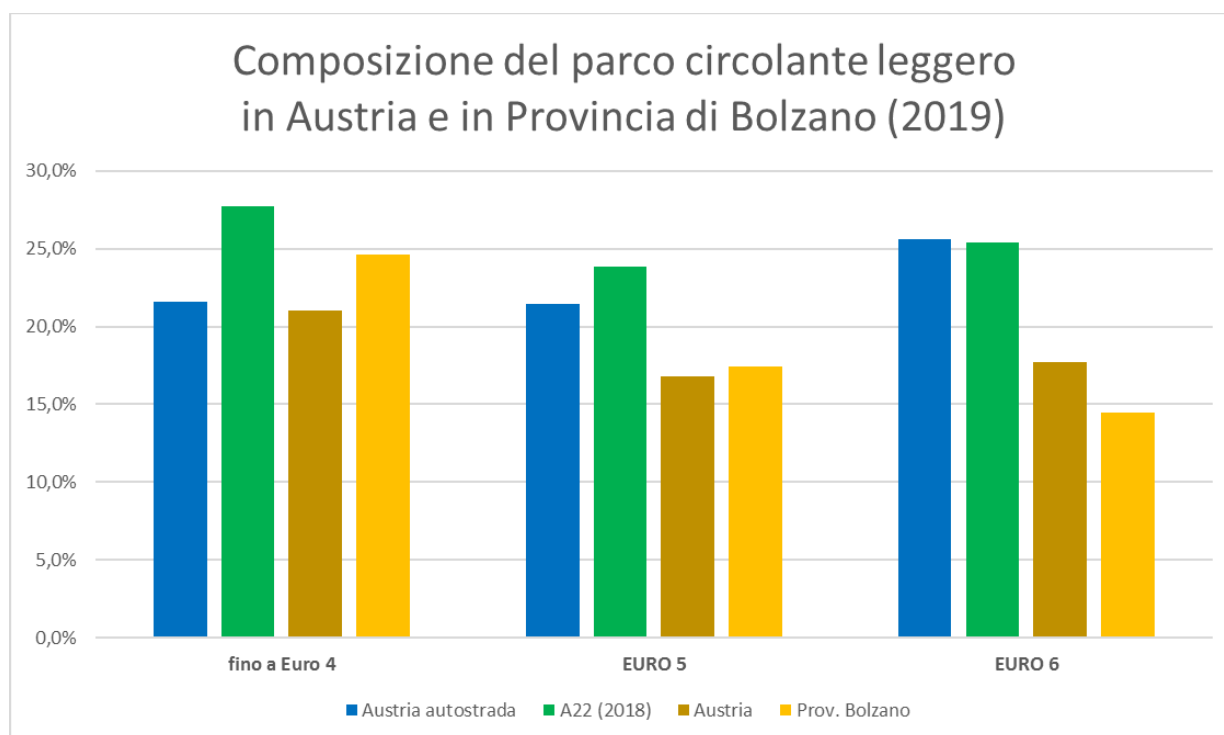


Grafico 9: Composizione del parco veicoli leggeri in Provincia di Bolzano e in Austria

Il parco dei veicoli leggeri transitante sull'autostrada risulta essere generalmente meno recente di quello dei veicoli pesanti, mentre il confronto tra parco austriaco e provinciale indica una sostanziale equivalenza (quello austriaco risulta essere un po' più recente).

La consistenza delle motorizzazioni diesel del parco circolante sulla A22 è pari al 77%, mentre sulla rete autostradale austriaca è pari a circa il 69%. Sulla rete stradale austriaca e su quella provinciale si attesta intorno al 55%.

In sintesi, possiamo quindi evidenziare come sull'asse autostradale provinciale circoli un parco pesanti e leggeri più recente che sulla rete stradale provinciale. Il parco pesanti sulla rete provinciale è notevolmente meno recente di quello austriaco, mentre quello dei leggeri circolanti sulla A22 presenta una componente di motorizzazione diesel più alta rispetto a quello di tutti gli altri parchi analizzati.

4.2 Evoluzione del parco circolante

Nel capitolo precedente abbiamo visto alcune caratteristiche del parco circolante regionale e autostradale. Per gettare lo sguardo nel prossimo futuro è necessario basarsi su scenari di evoluzione del parco circolante. Tra gli scenari oggi disponibili e di libero accesso vi sono quelli elaborati nell'ambito del cosiddetto "Manuale dei fattori di emissione per il trasporto stradale" ([HBEFA](#) 4.1) prodotto da INFRAS per conto dei ministeri per l'ambiente tedesco, austriaco e svizzero e con la collaborazione di Norvegia, Svezia, Francia e dello JRC.

Tale prodotto informatico consente di calcolare le emissioni del trasporto stradale e di proiettarle anche nel futuro sulla base di scenari di evoluzione del parco circolante dei vari stati aderenti. Non essendoci uno scenario specifico per l'Italia si è optato in questo contesto per lo scenario sviluppato per la vicina Austria. HBEFA consente anche di distinguere tra diversi parchi circolanti ed in particolare tra il parco circolante generale e quello circolante sulla rete autostradale austriaca. Evidentemente non si può qui entrare nel dettaglio di tutte le variabili prese in esame e pertanto ci si limita ad offrire un quadro il più possibile affidabile sulle evoluzioni di questi due parchi, distinguendo al contempo il parco autovetture da quello dei veicoli pesanti. Abbiamo pertanto 4 parchi circolanti (autovetture e veicoli pesanti che a loro volta sono distinti per parco circolante in generale e parco circolante autostradale) per ogni anno di riferimento. Per semplicità ci si limita qui all'evoluzione tra il 2017 e il 2019 e tra il 2019 e il 2023. Gli scenari sono espressi in termini di incidenza percentuale delle varie classi euro circolanti pesate sui chilometri percorsi dalle stesse.

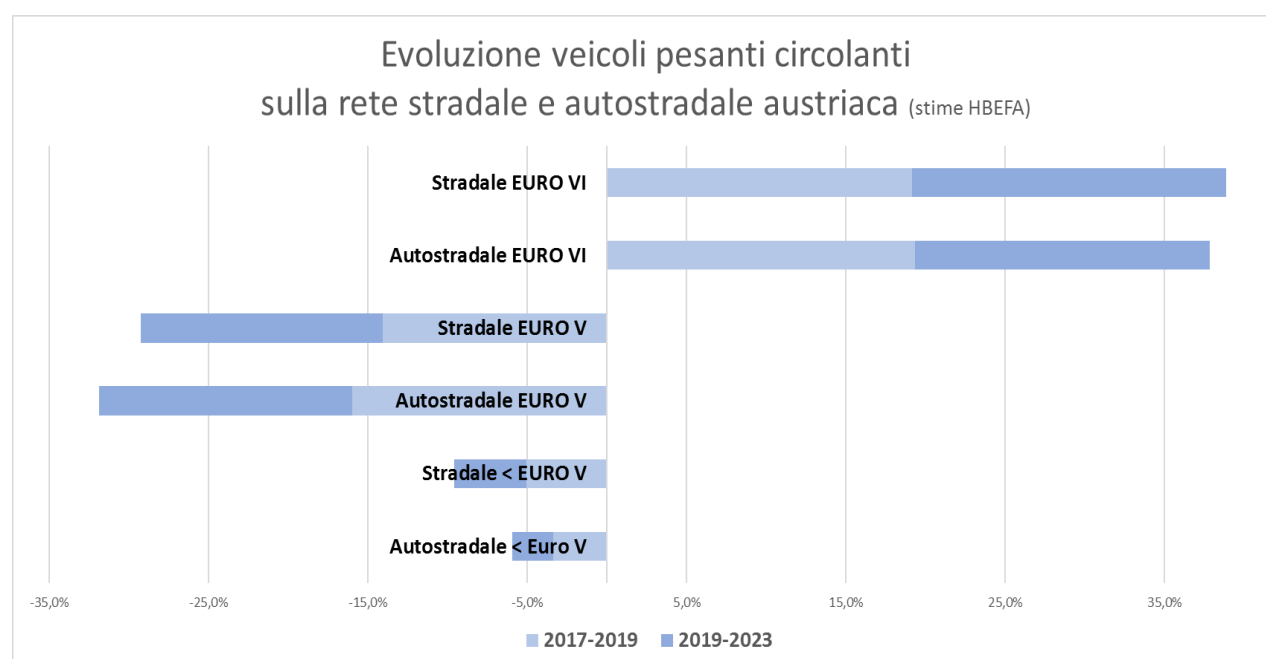


Grafico 10: Evoluzione stimata da HBEFA del parco veicoli pesanti in Austria

Come abbiamo visto, il punto di partenza (2017) del parco veicoli provinciale presenta un grado di vetustà notevolmente più elevato del parco austriaco; in particolare per i veicoli pesanti circolanti sulla rete provinciale. Tale differenza è anche riscontrabile tra quelli circolanti attraverso il Brennero e quelli circolanti sulla A22 in Italia. In ottica di evoluzione futura del parco circolante pesante possiamo quindi presupporre che il rinnovamento previsto per il parco austriaco possa essere analogo a quello circolante sull'autostrada A22, mentre vi è da attendersi che il rinnovo del parco circolante sulla rete provinciale sia ancora maggiore di quello stimato per l'Austria.

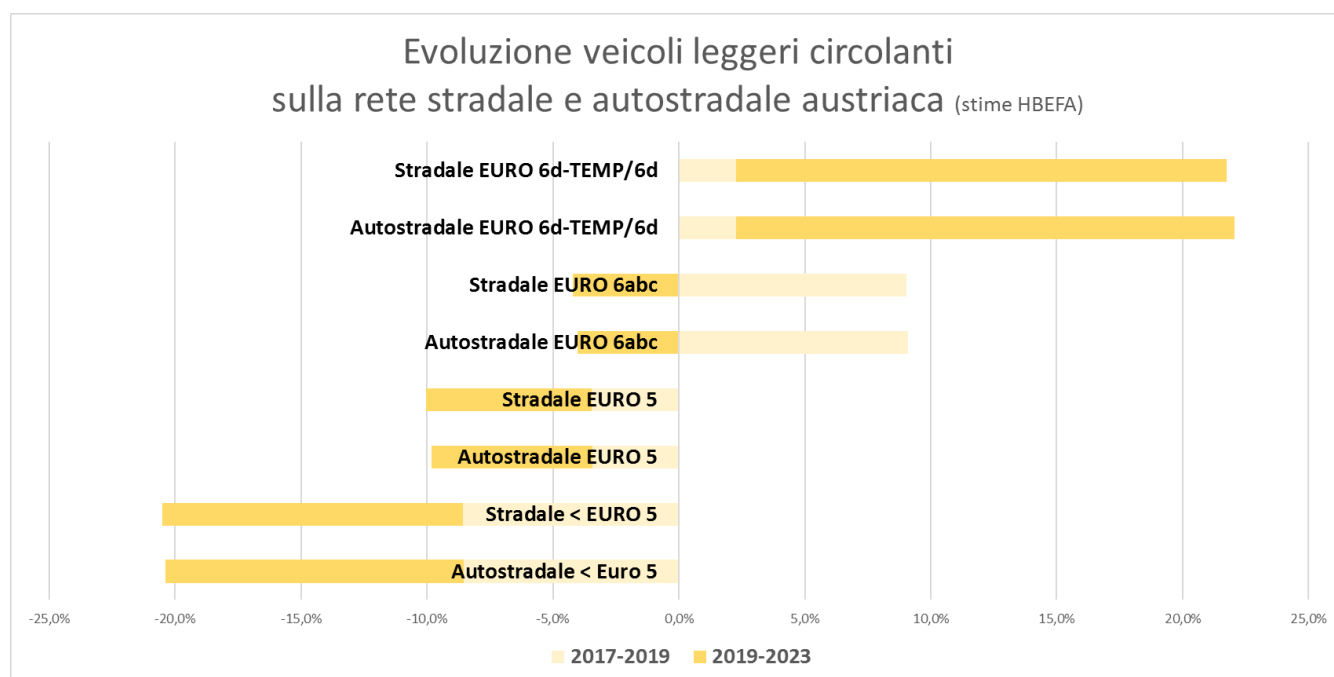


Grafico 11: Evoluzione stimata da HBEFA del parco veicoli leggeri in Austria

Nelle proiezioni del parco circolante leggero è stato necessario distinguere tra le diverse tipologie di veicoli di classe euro 6. Ciò in relazione alla recente introduzione di nuovi criteri di omologazione per i veicoli leggeri che prevedono un'omologazione dei motori su strada e non più solo su banco di prova. Questo ha portato ad una sensibile riduzione delle emissioni di NO_x a partire dalle motorizzazioni di classe Euro 6d-TEMP e Euro 6d rispetto alle precedenti Euro 6a, b, e c.

Come risulta evidente dal grafico 11, il margine di miglioramento in termini emissivi derivante dal rinnovo del parco circolante con l'entrata in circolazione dei veicoli diesel Euro 6d-TEMP e 6d è ancora molto ampio e si manifesterà in modo evidente nei prossimi 4 anni. Ciò vale anche per il parco circolante sulla A22 ed ancor più per quello circolante sulla rete provinciale.

Il rapporto tra veicoli leggeri motorizzati diesel e motorizzati a benzina o altre motorizzazioni più ecologiche (in particolare ibrido ed elettrico) tenderà a muoversi in favore di queste ultime migliorando quindi il quadro generale delle emissioni di NO_x.

4.3 Prospettive di riduzione delle emissioni di NO_x del parco circolante

Pur con le dovute precauzioni derivanti dalle numerose variabili in gioco (non ultima la crisi generata dalla pandemia da COVID-19) è possibile tracciare un quadro di riferimento per gli andamenti futuri delle concentrazioni di NO₂ in Provincia di Bolzano.

Come abbiamo visto, i margini di ammodernamento del parco circolante previsti per i prossimi 4 anni sono importanti. La quota di veicoli pesanti di classe Euro VI è aumentata di circa il 19% nel periodo 2017-2019 e aumenterà in egual misura anche nel periodo 2019-2023. Per quanto riguarda i veicoli leggeri la quota di veicoli Euro 6d-TEMP ed Euro 6d è aumentata solo del 2% nel periodo 2017-2019, mentre aumenterà del 19% nel periodo successivo.

Se applichiamo le previsioni sull'evoluzione del parco austriaco al parco provinciale dobbiamo distinguere tra parco circolante in autostrada e parco circolante sulla rete provinciale in quanto quest'ultimo è decisamente più vetusto di quello autostradale. Ne risulta che mentre le previsioni austriache possono essere di fatto applicate come tali per il parco pesante autostradale, per il parco provinciale esse sono da considerare sottostimate in quanto i benefici derivanti dal ricambio già considerato per il periodo 2017-2019 in Austria devono ancora realizzarsi a livello provinciale.

Ciò significa che in generale, i margini di ammodernamento a livello provinciale sono maggiori di quelli preventivati da HBEFA per l'Austria.

Se ora consideriamo quanto sopra detto e quanto illustrato al capitolo 3.1 possiamo ricavarne un'informazione importante che ci può aiutare a tracciare una previsione di massima sulle concentrazioni di NO₂ che possiamo attenderci nei prossimi anni ed in particolare per il 2023.

Dove il parco circolante ha seguito in grandi linee la previsione di HBEFA per l'Austria nel periodo 2017-2019, ovvero sull'autostrada del Brennero, abbiamo registrato una regressione delle concentrazioni di NO₂ pari a circa il 6%; dove invece il parco circolante risulta più vetusto di quello stimato da HBEFA nello stesso periodo, abbiamo solo una lieve diminuzione delle concentrazioni di NO₂. Ciò dipende principalmente dal fatto che le recentissime motorizzazioni diesel non sono ancora presenti nel parco circolante provinciale ed al tempo stesso, le motorizzazioni Euro 5 e Euro 6abc del parco dei veicoli leggeri diesel non hanno dato le performance di riduzione emissiva attese.

Pur con le dovute cautele e restando molto precauzionali possiamo quindi affermare che un incremento di circa il 19% della quota di veicoli maggiormente performanti sul piano emissivo può portare ad una riduzione dell'ordine di un 3% annuo delle concentrazioni di NO₂ in prossimità dell'asse stradale; questo, anche in presenza di un incremento dei transiti.

Se ora consideriamo gli ammodernamenti del parco previsti da HBEFA e li traduciamo in un range di riduzione delle concentrazioni di NO₂ possiamo attenderci nei prossimi 4 anni un'ulteriore riduzione del 12% delle concentrazioni di NO₂ nelle vicinanze della A22 che, sommate al 6% di riduzione già ottenuto nel periodo 2017-2019, porta ad una riduzione complessiva del 18%.

Sul lato invece delle concentrazioni di NO₂ lungo le strade interessate dal traffico circolante sulla rete stradale provinciale, possiamo prevedere che il decremento di un solo punto percentuale osservato nel periodo 2017-2019 possa presto evolversi in un decremento ben più consistente e quantomeno paragonabile a quello ipotizzato per il traffico autostradale. Una stima prudenziale porta a quantificarlo in circa il 15% nell'arco temporale tra il 2017 ed il 2023. Tale previsione va naturalmente considerata all'interno di un contesto socio-economico stabile negli anni. Eventuali elementi di turbativa (come ad es. la recente pandemia da COVID-19) possono cambiare in modo rilevante il quadro economico e quindi anche tali previsioni. Tuttavia, non è nemmeno prevedibile in quale misura tali crisi possano avere effetti negativi o positivi sulla qualità dell'aria.

5. Conclusioni sintetiche ai fini degli obiettivi del Programma NO₂ 2018-2023

Gli obiettivi posti con il “Programma NO₂” possono essere raggiunti solo se il ricambio del parco circolante porti concretamente ai benefici previsti dalle proiezioni a medio termine. Tali benefici che sono dell'ordine di una riduzione delle concentrazioni di NO₂ del 15 – 18% o anche maggiori, se sommati a quelli derivanti dagli altri provvedimenti previsti dal programma, possono portare al raggiungimento degli obiettivi al 2023; ovvero al rispetto del valore limite annuale dell'NO₂ in ogni parte del territorio provinciale. Ciò non esclude che possano permanere dei superamenti in alcune aree residue (microaree cittadine) nelle quali è necessario operare in modo specifico e puntuale.

Il quadro delineato, al netto di eventuali fattori economici di grande portata che possono travolgere qualsiasi ragionevole previsione, è quantomai incoraggiante in quanto proprio negli ultimi tempi si stanno moltiplicando gli sforzi a tutti i livelli istituzionali per promuovere la mobilità a zero emissioni (ciclistica ed elettrica) e che potrebbe portare ad ulteriori notevoli benefici in ambito cittadino.