

Regione  Piemonte



Regione Piemonte
Città Metropolitana di Torino
Città di Collegno

Luogo di progetto - I Bordi della città
e le aree di Via De Amicis
PROGETTO DI MASSIMA
relativo ai
"COMPARTI N° 2-3"

VALUTAZIONE AMBIENTALE
STRATEGICA

Proponenti:

-ADELFIA S.R.L.;

-CERVI S.R.L.;

-EDIFIN S.R.L.;

-GAMMA S.R.L.;

-METRO S.R.L.;

Progetto:

STUDIO MELLANO ASSOCIATI

ARCHITETTURA URBANISTICA

C.so Moncalieri, 56 - 10133 TORINO

STUDIO ARCH. MASSIMILIANO MANTOVANI ZANGARINI
Via Belfiore, 13 - Collegno

CONSULENZA SPECIALISTICA IN MATERIA AMBIENTALE
ing. ANTONIO PIERRO

versione	data	oggetto
00	dicembre 2014	Prima emissione
01	marzo 2015	Aggiornamento a seguito istruttoria
02	gennaio 2016	Aggiornamento a seguito istruttoria
03	luglio 2016	Aggiornamento a seguito istruttoria

TITOLO TAVOLA:

**Rapporto Ambientale
Approfondimenti Specialistici:**

Aspetti dell'Impatto sull'Atmosfera

NUMERO TAVOLA:

VAS-A.I

scala

-

Documento redatto da:

SERVIN Servizi Integrati Gestionali Scpa
via Circonvallazione Piazza d'Armi, 130 – 48122 Ravenna (RA)
tel 0544 – 1882201 e-mail segreteria@servin-c.it



AR | ORDINE DEGLI ARCHITETTI PIANIFICATORI,
PAESAGGISTI E CONSERVATORI PROVINCE
NV | DI NOVARA E VERBAANO - CUSIO - OSSOLA
ARCHITETTO
sezione Curti Vincenzo
A/a n° 296

P R E M E S S A

La presente relazione è finalizzata alla verifica di compatibilità atmosferica del sistema stradale a fronte della trasformazione dell'area denominata "Comparti n°2-3" sul territorio della città di Collegno.

In dettaglio, lo studio si è articolato nei seguenti punti: inquadramento normativo a livello nazionale e regionale, descrizione dei principali parametri inquinanti considerati e dei loro effetti sulla salute umana, descrizione dell'area di indagine sia dal punto di vista meteorologico sia dello stato di qualità dell'aria, stima delle concentrazioni in atmosfera, nelle fasi ante-operam e post-operam legate al progetto in esame.

In particolare, come inquinanti atmosferici sono stati considerati i seguenti: PM_{10} , $PM_{2.5}$, NO_2 , C_6H_6 e CO.

Per le simulazioni è stato utilizzato il modello di dispersione da sorgente lineare CALINE 4 (A dispersion model for predicting air pollutant concentrations near roadways) della FHWA, modello ufficiale EPA riconosciuto in sede internazionale; al fine di effettuare un confronto con i limiti di legge previsti dal D.Lgs. 155/2010 sul medio/breve/lungo periodo, le simulazioni sono state effettuate in modalità multi-run, considerando come input meteorologico il dataset orario annuale.

INDICE

1	INQUADRAMENTO	1
2	ASPETTI GENERALI	2
2.1	EFFETTI DEGLI INQUINANTI SULLA SALUTE DELL'UOMO.....	2
2.1.1	<i>Polveri inalabili PM₁₀</i>	2
2.1.2	<i>Biossido di azoto</i>	6
2.1.3	<i>Monossido di carbonio</i>	7
3	IL QUADRO NORMATIVO	9
3.1	LA NORMATIVA A LIVELLO NAZIONALE	9
3.2	LA NORMATIVA A LIVELLO REGIONALE	13
3.2.1	<i>Il Piano di Risanamento della qualità dell'aria</i>	13
3.2.2	<i>Il Piano Energetico Ambientale Regionale, approvato con D.C.R. n.351-3642 del 3 febbraio 2004</i> 19	
4	CARATTERIZZAZIONE ATMOSFERICA DELL'AREA DI STUDIO	20
4.1	CONDIZIONI METEOCLIMATICHE	20
4.1.1	<i>Premessa</i>	20
4.1.2	<i>Descrizione climatologica su scala locale</i>	21
4.1.2.1	Temperatura.....	22
4.1.2.2	Altezza strato di rimescolamento.....	22
4.1.2.3	Direzione e velocità del vento	23
4.1.2.4	Classi di stabilità atmosferica	25
4.2	I DATI ESISTENTI SULLA QUALITÀ DELL'ARIA	26
4.2.1	<i>La zonizzazione del territorio regionale</i>	26
4.2.2	<i>I dati delle centraline della rete di monitoraggio della qualità dell'aria</i>	28
4.3	I RICETTORI IMPATTATI	30

5	ANALISI AMBIENTALE.....	31
5.1	PREMESSA.....	31
5.2	IL MODELLO DI DISPERSIONE DA SORGENTE LINEARE CALINE 4	34
5.3	STIMA DEI FATTORI DI EMISSIONE	37
5.4	I DATI DI TRAFFICO	38
5.4.1	<i>Premessa</i>	<i>38</i>
5.4.2	<i>Sezioni di censimento del traffico</i>	<i>39</i>
5.4.3	<i>Stato Ante Operam</i>	<i>39</i>
5.4.4	<i>Stato Post Operam</i>	<i>40</i>
5.5	LE CONDIZIONI METEOROLOGICHE AL CONTORNO	41
5.6	STIMA DELLE CONCENTRAZIONI	42
5.6.1	<i>Premessa</i>	<i>42</i>
5.6.2	<i>Risultati</i>	<i>44</i>
6	CONCLUSIONI.....	46

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 2.1-1: Effetti sanitari del articolato per concentrazioni maggiori di 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Fonte: Rapporto OMS-ANPA sull'inquinamento atmosferico nelle otto maggiori città italiane - Roma, 20 giugno 2000)	5
Tabella 2.1-2: Rapporti dose-risposta (Fonte: Risk Assessment for Toxic Air Pollutants: A Citizen's Guide. EPA 450/3-90-024 March 1991)	5
Tabella 3.1-1 Valori limite e soglia di allarme per il biossido di azoto e gli ossidi di azoto	12
Tabella 3.1-2: Valori limite per il PM10	12
Tabella 3.1-3: Valori limite per il monossido di carbonio.....	13
Tabella 3.1-4: Valori limite per il benzene	13
Tabella 4.1-1 – Classi di stabilità di Pasquill e condizioni atmosferiche.....	25
Tabella 5-1: Fattori medi di emissione considerati nelle stime modellistiche	38
Tabella 5.4-1: Dati di traffico utilizzati per le simulazioni – Stato ante operam.	40
Tabella 5.4-2: Dati di traffico utilizzati per le simulazioni – Stato post operam.....	41
Tabella 5.6-1: Concentrazioni stimate in corrispondenza della facciata più esposta di ogni singolo ricettore	44
Tabella 5.6-2: Incremento delle concentrazioni dovute al traffico indotto (Post Operam – Ante Operam)	45

INDICE DELLE FIGURE

Figura 2.1-1 – Individuazione dell'area di indagine.	1
Figura 3.1-1 Metodologia per la gestione e la valutazione della qualità dell'aria secondo il D.Lgs. 351/99	10
Figura 4.1-1 – Andamento delle temperature.	22
Figura 4.1-2 – Andamento dell'altezza di rimescolamento.	23
Figura 4.1-3 – Andamento velocità del vento: velocità medie, minime e massime mensili	24
Figura 4.1-4 – Rosa dei venti annuale	24
Figura 4.1-5 – Frequenza classi di stabilità per l'intero periodo annuale.	26
Figura 4.2-1 – Classificazione del territorio provinciale.	28

Figura 5.1-1 – Correlazione NO ₂ /NO _x ricavata per la stazione di traffico urbano di Collegno - anno 2013.	32
Figura 5.1-2 - Relazione semiempirica per la stima delle concentrazioni di NO ₂ a partire da quelle di NO _x (Fonte: " <i>Uno sguardo all'aria – Anno 2004</i> " ARPA Piemonte e Provincia di Torino).....	33
Figura 5.4-1: Sezioni di censimento del traffico (Ante Operam e Post Operam).....	39
Figura 5.6-1: Punti bersaglio considerati nelle simulazioni	43

1 INQUADRAMENTO

L'intervento oggetto di valutazione si trova nel Comune di Collegno (TO), nella periferia Est della città, all'interno di un'area che misura 420 m circa di lunghezza (asse parallelo a Corso Fratelli Cervi) e 380 m circa di larghezza (asse parallelo a viale Certosa).



Figura 2.1-1 – Individuazione dell'area di indagine.

2 ASPETTI GENERALI

2.1 EFFETTI DEGLI INQUINANTI SULLA SALUTE DELL'UOMO

2.1.1 Polveri inalabili PM₁₀

Le polveri totali sospese (PTS) sono una complessa miscela di sostanze organiche ed inorganiche liquide e solide di diversa varietà, composizione chimica (carbonio, metalli di varia natura quali piombo, arsenico, mercurio, cadmio cromo, nichel e vanadio, nitrati solfati ecc.) e provenienza. Sono costituite da particelle di diametro compreso fra 100 μm e 0,1 μm e vengono caratterizzate in base alla dimensione, in quanto in relazione ad essa muta la loro penetrazione nell'albero respiratorio e la capacità di causare effetti sulla salute. Le particelle più grandi di 10 μm sono in genere polveri volatili derivanti da processi industriali ed erosivi. Questo insieme di piccole particelle solide e di goccioline liquide volatili presenti nell'aria costituisce un serio problema di inquinamento atmosferico. In particolare, in condizioni di calma di vento e di stabilità atmosferica, esiste una relazione tra dimensione e velocità di sedimentazione, per cui il periodo di tempo in cui le particelle rimangono in sospensione può variare da pochi secondi a molte settimane. Sono definiti "fumi e nebbie" quei particolati con diametri di circa 5 μm , "aerosol" (sospensione di particelle solide e/o liquide in un mezzo gassoso, la cui velocità di ricaduta è trascurabile) quelli di dimensioni inferiori a 1 μm . Il rischio legato all'inalazione di tali particelle è dovuto alla deposizione che avviene lungo tutto l'apparato respiratorio, dal naso agli alveoli. Man mano che si procede dal naso o dalla bocca attraverso il tratto tracheo-bronchiale sino agli alveoli, diminuisce il diametro delle particelle che penetrano e si depositano. Approssimativamente, la parte delle particelle totali sospese (PTS) con diametro intorno e inferiore ai 10 μm (PM10 - frazione inalabile) interessano il tratto tracheo-bronchiale e le particelle con diametro intorno e inferiore ai 2,5 μm (PM2,5 - frazione respirabile ad "alto rischio") si depositano negli alveoli.

Le fonti di emissione del materiale particolato possono essere ricondotte principalmente a lle seguenti tipologie.

Le **fonti naturali** di particolato primario sono legate alle eruzioni vulcaniche, agli incendi boschivi, all'erosione ed alla disgregazione delle rocce, alle piante (pollini e residui vegetali), alle spore, allo spray marino ed ai resti degli insetti.

Il particolato naturale secondario è costituito da particelle fini che si originano in seguito all'ossidazione di varie sostanze quali: il biossido di zolfo e l'acido solfidrico emessi dagli incendi e dai vulcani, gli ossidi di azoto liberati dai terreni ed i terpeni (idrocarburi) emessi dalla vegetazione.

Le **fonti di origine antropica** sono legate all'utilizzo dei combustibili fossili (riscaldamento domestico, centrali termoelettriche, ecc.), ai vari processi industriali (fonderie, miniere, cementifici, ecc.), alle emissioni degli autoveicoli (emissione dei gas di scarico che contengono il materiale particolato che, per le caratteristiche chimiche e fisiche che lo contraddistinguono, può essere chiamato anche "areosol primario") nonché l'usura dei pneumatici, dei freni, del manto stradale ed al risollevarlo. Da segnalare anche le grandi quantità di polveri che si possono originare in seguito a varie attività agricole.

Le polveri secondarie antropogeniche sono invece dovute essenzialmente all'ossidazione degli idrocarburi e degli ossidi di zolfo e di azoto emessi dalle varie attività umane.

Vi è inoltre da osservare come una parte del PM10 derivante dai trasporti stradali, generalmente chiamata frazione exhaust, sia prodotta direttamente dalla combustione del carburante nei veicoli, ma una parte, chiamata frazione non-exhaust, deriva esclusivamente dal consumo di freni, gomme, asfalto e dal ri-sollevarlo del deposito presente sul manto stradale: tale frazione rappresenta circa il 10-20% della frazione totale. Proprio questo fenomeno risulta essere più pericoloso perché consente al particolato di arricchirsi maggiormente di sostanze nocive che poi vengono inalate durante il normale processo di respirazione.

Inoltre, diversamente dagli altri inquinanti, il materiale particolato è una miscela nella quale la grandezza delle particelle (diametro) e la loro composizione chimica variano da luogo a luogo proprio in ragione delle caratteristiche delle fonti di emissione predominanti. Tali particelle sospese hanno infatti le caratteristiche intrinseche delle sostanze chimiche che le compongono, e delle altre sostanze per le quali esse fungono da elemento di trasporto, come nel caso dei metalli.

Nelle aree urbane il PM10 riveste un ruolo importante sia dal lato sanitario che da quello climatologico locale. A causa della loro elevata superficie attiva e dei metalli (piombo, nichel,

cadmio ect.) in esse dispersi, le particelle agiscono da forti catalizzatori delle reazioni di conversione degli ossidi di zolfo e di azoto ad acido solforico ed acido nitrico. Pertanto la loro azione irritante viene potenziata dalla veicolazione di acidi forti, la cui concentrazione nella singola particella può essere molto elevata. Esse costituiscono anche il mezzo attraverso cui avviene la deposizione secca degli acidi su edifici ed opere d'arte.

Nelle aree suburbane e rurali entrano in gioco anche le attività industriali quali, ad esempio, la lavorazione dei metalli e la produzione di materiale per l'edilizia e le attività agricole. Il sistema maggiormente attaccato dal particolato è l'apparato respiratorio, ed il fattore di maggior rilievo per lo studio degli effetti è probabilmente la dimensione delle particelle, in quanto da essa dipende l'estensione della penetrazione nelle vie respiratorie. Prima di raggiungere i polmoni, i particolati devono oltrepassare delle barriere naturali, predisposte dall'apparato respiratorio stesso. Alcuni particolati sono efficacemente bloccati; si può ritenere che le particelle con diametro superiore a $5\mu\text{m}$ si fermano e stazionano nel naso e nella gola. Le particelle di dimensioni tra $0.5\mu\text{m}$ e $5\mu\text{m}$ possono depositarsi nei bronchioli e per azione delle ciglia vengono rimosse nello spazio di due ore circa e convogliate verso la gola. Il pericolo è rappresentato dalle particelle che raggiungono gli alveoli polmonari, dai quali vengono eliminate in modo meno rapido e completo, dando luogo ad un possibile assorbimento nel sangue. Il materiale infine che permane nei polmoni può avere un'intrinseca tossicità, a causa delle caratteristiche fisiche o chimiche. Sulla base dei risultati di diversi studi epidemiologici, si ipotizza che ad ogni $10\ \mu\text{g}/\text{mc}$ di concentrazione in aria di PM_{10} è associato un incremento stimato nel tasso relativo di mortalità per ogni causa, risultato pari a 0,51%. L'incremento stimato nel tasso relativo di mortalità per cause cardiovascolari e respiratorie è risultato pari a 0,68% (The New England Journal of Medicine, Volume 343, N°24, 2000).

Il documento Guidelines for air quality del 1999 (Organizzazione Mondiale della Sanità – OMS) riporta stime percentuali d'incremento della mortalità giornaliera, ricoveri ed altri effetti acuti attesi per ogni aumento di $10\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ di PM_{10} .

Inoltre, l'Organizzazione Mondiale della Sanità ha anche recentemente concluso che l'inquinamento da polveri fini in ambiente urbano è responsabile complessivamente ogni anno di circa 100.000 morti e che rappresenta nei paesi Europei il principale fattore di rischio ambientale e l'ottava causa di morte più importante.

Numerosi studi epidemiologici segnalano che la maggior parte degli effetti sanitari si manifesterebbe immediatamente (entro i due giorni) dopo il fenomeno d'inquinamento acuto;

lo studio MISA (metanalisi italiana degli studi sugli effetti a breve termine dell'inquinamento atmosferico) pubblicato nel marzo 2001, conferma tale andamento temporale. Da uno studio condotto dal Centro Europeo Ambiente e Salute di Roma dell'OMS nel 1998 sulle 8 maggiori città italiane (Torino, Genova, Milano, Bologna, Firenze, Roma, Napoli e Palermo) sugli effetti del particolato (Tabella 2.1-1) è emerso che, per concentrazioni $> 75\mu\text{g}/\text{m}^3$, gli effetti sono così quantificabili:

	Proporzione sul totale (%)	Numero casi attribuibili
Mortalità totale (età > 30)	4,7%	3472
Ricoveri per problemi respiratori	3,0%	1887
Ricoveri per problemi. Cardiovascolari	1,7%	2710
Bronchite cronica (età > 25)	14,1%	606
Bronchite acuta (età < 15)	28,6%	31524
Attacchi d'asma (età < 15)	8,7%	29730

Tabella 2.1-1: Effetti sanitari del particolato per concentrazioni maggiori di $75\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Fonte: Rapporto OMS-ANPA sull'inquinamento atmosferico nelle otto maggiori città italiane - Roma, 20 giugno 2000)

Infine, è importante sottolineare come gli effetti del particolato fine siano proporzionali alle concentrazioni e non siano noti meccanismi di "soglia", cioè valori al di sotto dei quali non si verificano danni alla salute (Tabella 2.1-2).

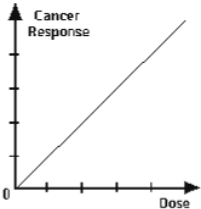
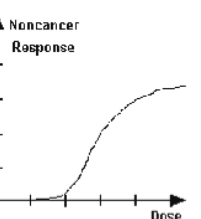
	<p>Rapporto dose- risposta con effetti cancerogeni (grafico di sinistra): in assenza di chiare prove che confermino il contrario, l'EPA attesta che nessuna esposizione è a rischi zero: anche una leggera esposizione a sostanze che provocano il cancro può favorirne il rischio. EPA attesta che il rapporto tra esposizione-effetto è molto stretto: per ogni unità di esposizione in più (dose) è associato un aumento della risposta cancerogena.</p>
	<p>Rapporto dose-risposta con effetti non cancerogeni (grafico di destra): può esserci esposizione anche alla soglia minima di salute, oltre la quale non si verificano effetti nocivi. Normalmente l'EPA afferma che i normali meccanismi riescono a contrastare i danni di una sostanza inquinante, se presente in bassa quantità. Tuttavia, gli effetti non cancerogeni di talune sostanze possono presentarsi anche quando tali sostanze sono presenti in basse quantità. Il rapporto tra dose-risposta varia a seconda dell'inquinante, dell'individuo e del tipo di danno alla salute (Risk Assessment for Toxic Air Pollutant: A Citizen's Guide. EPA 450/3-90-024 March 1991).</p>

Tabella 2.1-2: Rapporti dose-risposta (Fonte: Risk Assessment for Toxic Air Pollutants: A Citizen's Guide. EPA 450/3-90-024 March 1991)

2.1.2 Biossido di azoto

Il biossido di azoto è un inquinante gassoso di colore brunastro e di odore pungente che, come l'ozono, tende a penetrare in profondità nelle vie respiratorie, ed inizia ad essere avvertito per concentrazioni di 0,12 ppm (225 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Gli ossidi di azoto (NO_x) sono prodotti nei processi di combustione alle alte temperature per sintesi tra l'ossigeno e l'azoto presenti nell'aria comburente; più elevata è la temperatura nella camera di combustione, più elevata è la produzione di ossido di azoto (NO): questo si ricombina poi con l'ossigeno per formare il biossido (NO_2), che per questo è classificato come inquinante secondario. Generalmente vi è anche una formazione diretta di biossido di azoto nei processi di combustione nella fase di raffreddamento con percentuali dell'ordine del 10%.

Le principali sorgenti di NO_2 sono il traffico veicolare, gli impianti di riscaldamento, le centrali termoelettriche e numerose attività produttive. Gli ossidi di azoto reagiscono poi in atmosfera contribuendo alla produzione dello smog fotochimico, dei nitrati e delle precipitazioni acide.

L' NO_2 interferisce con la salute umana poichè, una volta inalato, tende a reagire con i tessuti interni, provocando difficoltà respiratorie ed innescando reazioni biochimiche. Studi scientifici hanno rilevato una maggiore sensibilità nei soggetti asmatici e nei bronchitici. Negli individui "normali" non sono state osservate reazioni evidenti fino ad esposizioni della durata di due ore a circa 2.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre per individui a "rischio", la soglia dei primi effetti evidenti scende intorno a 1.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Relativamente all' NO_2 , l'Organizzazione Mondiale della Sanità - OMS indica come valori di linea guida di qualità dell'aria un valore medio giornaliero pari a 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, una media annuale pari a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ed un valore di punta (10 minuti) pari al massimo a 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Il D.Lgs. 155/2010 fissa i seguenti limiti per la protezione della salute umana:

- Valore limite orario, pari a 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (da non superare più di 18 volte per anno civile);
- Valore limite annuale, pari a 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;
- Soglia di allarme, pari a 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (3 ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria di un'area di almeno 100 km² oppure in una zona o in un intero agglomerato, nel caso siano meno estesi).

2.1.3 Monossido di carbonio

Il monossido di carbonio è un inquinante gassoso incolore, inodore ed insapore che si forma nella combustione incompleta dei composti del carbonio (costituente principale dei combustibili solidi, liquidi e gassosi). La sorgente principale nelle aree urbane è il traffico veicolare, ed in particolare i mezzi di trasporto che utilizzano come combustibile la benzina nelle fasi di avviamento a motore freddo. Anche la combustione in impianti di riscaldamento alimentati con combustibili solidi e liquidi è fonte di ossido di carbonio, mentre l'utilizzo di gas naturale (metano) non porta a formazioni considerevoli dell'inquinante in esame. Altre sorgenti sono individuabili in particolari processi industriali come la produzione dell'acciaio, della ghisa e la raffinazione del petrolio.

La concentrazione di ossido di carbonio diminuisce abbastanza rapidamente allontanandosi nello spazio dai punti di emissione (anche solo poche decine di metri), così come decade abbastanza velocemente nel tempo, una volta cessata l'emissione in atmosfera.

L'esposizione a tale inquinante produce una ridotta ossigenazione del tessuto cerebrale, cardiaco e delle parete interna dei vasi, con eventuali conseguenze in funzione dell'accumulo di carbossiemoglobina nel sangue.

Gli indici TLV-TWA, raccomandano le seguenti concentrazioni in funzione dei tempi di esposizione:

- 60 mg/m³ per 30 minuti;
- 30 mg/m³ per 1 ora;
- 10 mg/m³ per 8 ore.

Ad esposizioni superiori ai 100 mg/m³ possono intervenire cefalea, vertigini ed indebolimento in genere. Dosi ed esposizioni maggiori possono diventare letali.

I soggetti più a rischio sono quelle persone con lesioni coronariche, persone anziane con squilibri cardio-polmonari, soggetti con enfisema o bronchite cronica, donne in gravidanza e bambini e soggetti affetti da anemia grave.

L'Organizzazione Mondiale della Sanità - OMS suggerisce valori guida di esposizione pari a 10 mg/m³ (media di 8 ore) e di 30 mg/m³ (media oraria) per poter garantire il non superamento

di livelli di carbossiemoglobina pari a 2,3-3% al fine della protezione dei soggetti a rischio e dei non fumatori.

Il D.Lgs. 155/2010 fissa il seguente limite per la protezione della salute umana:

- Media massima giornaliera sulle 8 ore, pari a 10 mg/m³.

3 IL QUADRO NORMATIVO

3.1 LA NORMATIVA A LIVELLO NAZIONALE

Il D.Lgs. n. 351/99 ed il D.LGS. 155/10 hanno recepito ed introdotto nell'ordinamento legislativo italiano le direttive comunitarie 96/62/CE e 99/30/CE, portando significative modifiche al quadro normativo nazionale.

In particolare, vengono modificati i principi di base per la valutazione delle qualità dell'aria ambiente, i limiti di riferimento, le modalità e le tempistiche per raggiungere questi limiti attraverso piani o programmi, le modalità di informazione al pubblico.

Successivamente, con il DM 261/02 sono state emanate le direttive tecniche per la valutazione preliminare della qualità dell'aria, i criteri per l'elaborazione dei piani o programmi per il raggiungimento dei valori limite nelle zone e negli agglomerati e le indicazioni per l'adozione di piani di mantenimento.

I termini fondamentali derivanti da questo nuovo quadro legislativo sono essenzialmente due, ovvero:

- "valutazione" intesa come processo che impiegando metodologie di misura, calcolo, e stima è in grado di prevedere e stimare il livello di un inquinante nell'aria ambiente;
- "gestione" intesa come processo che alle diverse scale istituzionali, affronta in modo sistematico e dinamico la programmazione e la pianificazione della tutela, del risanamento, del miglioramento della qualità dell'aria.

Dalla valutazione preliminare della qualità dell'aria (art. 2 del DM n.261/2002) discenderà quindi una prima zonizzazione, definita sulla base dei superamenti dei limiti previsti dal DM n.60/2002 (recepimento delle due "Direttive figlie" della Direttiva 96/62/CE, e cioè la 99/30/CE e la 00/69/CE), sulla quale sarà poi impostata l'attività sistematica di valutazione, prevista dall'art. 6 del D.Lgs. n.351/99.

Gli obiettivi della valutazione preliminare e della gestione della qualità dell'aria (Figura 3.1-1) previsti dal D.Lgs. 351/99 sono i seguenti:

- individuare le modalità di valutazione della qualità dell'aria nelle diverse zone (solo misure, misure+modelli, solo modelli);
- individuare, in prima applicazione, le zone dove:
- i livelli di uno o più inquinanti comportano il rischio di superamento dei valori limite e delle soglie di allarme (art.7);
- i livelli di uno o più inquinanti eccedono il valore limite aumentato del margine di tolleranza o sono compresi tra il valore limite ed il valore limite aumentato del margine di tolleranza (art.8);
- i livelli degli inquinanti sono inferiori al valore limite e tali da non comportare il rischio del superamento degli stessi (art.9).

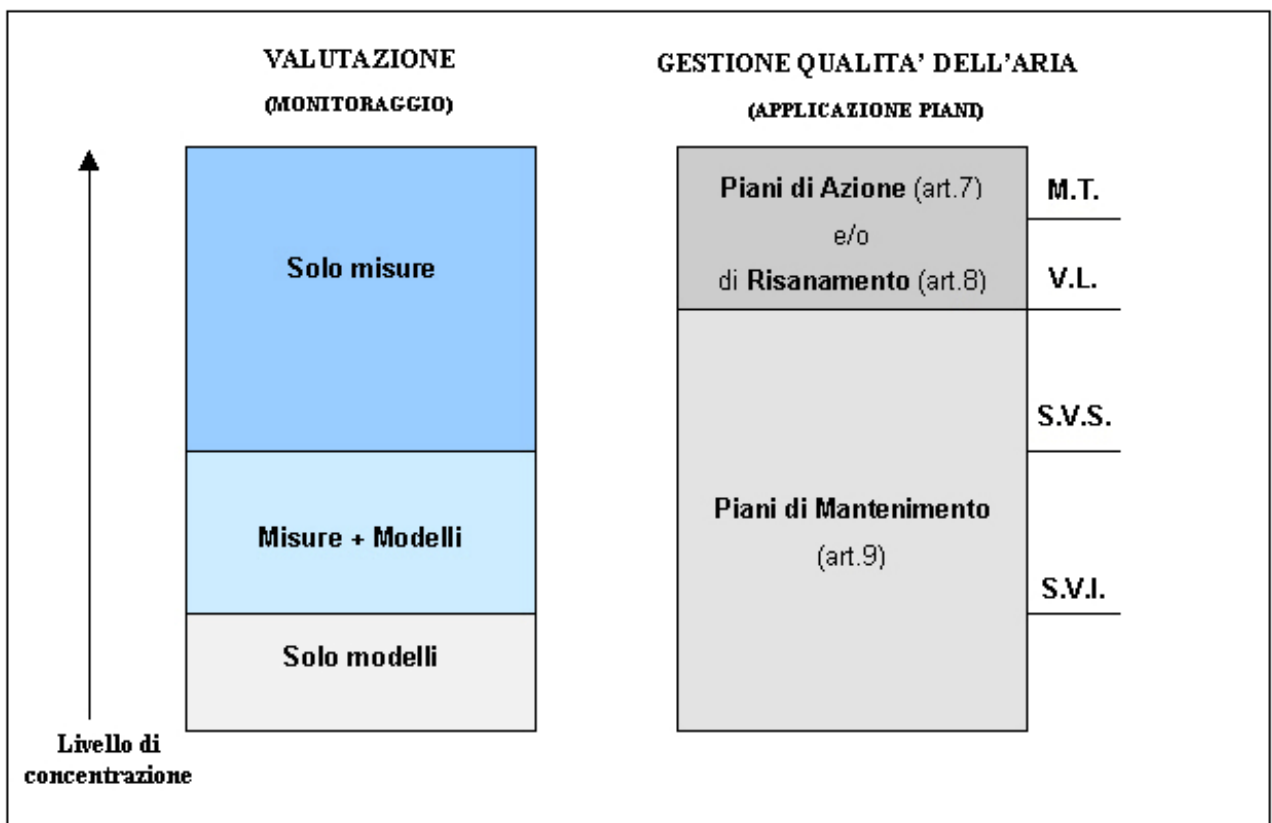


Figura 3.1-1 Metodologia per la gestione e la valutazione della qualità dell'aria secondo il D.Lgs. 351/99

Si danno le seguenti definizioni:

Valore Limite (V.L.): è il livello, determinato su conoscenze scientifiche, per evitare, prevenire o ridurre eventuali effetti nocivi per la salute e/o l'ambiente circostante; deve essere raggiunto entro la data prevista dalla legge e successivamente non superato.

Margine di Tolleranza (MT): rappresenta la percentuale del V.L. nella cui misura tale valore può essere superato; come indicato nelle Direttive "figlie" della 96/62/CE (199/30/CE e 2000/69/CE), a partire dal 1° gennaio 2001, si deve operare una riduzione progressiva del MT, secondo una percentuale annua costante, al fine di raggiungere lo 0% dello stesso il 1° gennaio 2005 o 2010, a seconda della sostanza inquinante in questione. L'obiettivo è quindi quello di perseguire il raggiungimento entro la data prevista dalla legge del valore limite, e poi di non superarlo.

Zona: rappresenta quella parte di territorio delimitata ai fini del decreto, e più in specifico gli ambiti territoriali comunali.

Soglia di Valutazione Superiore (S.V.S.): rappresenta il livello al di sotto del quale le misurazioni possono essere combinate con le tecniche di modellazione al fine di valutare la qualità dell'aria ambiente.

Soglia di Valutazione Inferiore (S.V.I.): rappresenta il livello al di sotto del quale è consentito ricorrere soltanto alle tecniche di modellazione o di stima oggettiva, al fine della valutazione della qualità dell'aria.

Il DM 60/2002 definisce i valori limite per la protezione della salute umana e per la protezione degli ecosistemi. Questi limiti, che nella maggior parte dei casi sono entrati in vigore a partire dal 2005, costituiscono il riferimento per le azioni di pianificazione, che dovranno confrontarsi, fino alla data di entrata in vigore dei limiti, con i valori ottenuti dall'applicazione dei margini di tolleranza previsti proprio allo scopo di guidare il percorso di avvicinamento al limite stabilito.

Inoltre, sono stati emanati il Decreto Legislativo n°183 del 21/05/04 "Attuazione della direttiva 2002/3/CE relativa all'ozono nell'aria", il Decreto Legislativo n°152 del 3/08/2007 "Attuazione della direttiva 2004/107/CE concernente l'arsenico, il cadmio, il mercurio, il nichel e gli idrocarburi policiclici aromatici nell'aria ambiente".

Si cita inoltre la Direttiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 21 maggio 2008 "relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", non ancora recepita in Italia. In Allegato XI sono definiti i valori limite per la protezione della salute umana,

in Allegato XII le soglie di allarme e di informazione, in Allegato XIII i livelli critici per la protezione della vegetazione ed infine in Allegato XIV sono definiti il valore obiettivo ed il valore limite per il PM2.5. In data 15 settembre 2010 è stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale il D.Lgs. n.155 del 13/08/2010 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa", che abroga il DM 60/2002.

I limiti fissati per gli inquinanti oggetto di studio rimangono tuttavia invariati.

Vengono di seguito riportati (Tabella 3.1-1, Tabella 3.1-2, Tabella 3.1-3 e Tabella 3.1-4) i valori limite previsti dal D.Lgs. 155/2010 per gli inquinanti considerati nelle valutazioni.

BIOSSIDO DI AZOTO (NO₂) e OSSIDI DI AZOTO (NO_x)				
	Periodo di mediazione	Valori limite	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore deve essere raggiunto
Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 µg/m ³ NO ₂ da non superare più di 18 volte per anno civile	50 % del valore limite, pari a 100 µg/m ³ , all'entrata in vigore della direttiva 99/30/Ce (19/07/99); tale valore è ridotto è ridotto il 1° gennaio 2001, e successivamente ogni anno, secondo una % annua costante, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2010.	1 gennaio 2010
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m ³ NO ₂	50 % del valore limite, pari a 20 µg/m ³ , all'entrata in vigore della direttiva 99/30/Ce (19/07/99); tale valore è ridotto è ridotto il 1° gennaio 2001, e successivamente ogni anno, secondo una % annua costante, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2010.	1 gennaio 2010
Valore limite annuale per la protezione degli ecosistemi	Anno civile	30 µg/m ³ NO _x	Nessuno	19 luglio 2001
Soglia di allarme	Periodo di mediazione			
400 +µg/m³	3 ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria di un area di almeno 100 km ² oppure in una zona o in un intero agglomerato, nel caso siano meno estesi			

Tabella 3.1-1 Valori limite e soglia di allarme per il biossido di azoto e gli ossidi di azoto

MATERIALE PARTICOLATO FINE (PM10)				
	Periodo di mediazione	Valori limite	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore deve essere raggiunto
Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m ³ PM10 da non superare più di 35 volte per anno civile	50 % del valore limite, pari a 25 µg/m ³ , all'entrata in vigore della direttiva 99/30/Ce (19/07/99); tale valore è ridotto è ridotto il 1° gennaio 2001, e successivamente ogni anno, secondo una % annua costante, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2005.	1 gennaio 2005
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m ³ PM10	20 % del valore limite, pari a 8 µg/m ³ , all'entrata in vigore della direttiva 99/30/Ce (19/07/99); tale valore è ridotto è ridotto il 1° gennaio 2001, e successivamente ogni anno, secondo una % annua costante, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2005.	1 gennaio 2005

Tabella 3.1-2: Valori limite per il PM10

MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)				
	Periodo di mediazione	Valori limite	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore deve essere raggiunto
Valore limite per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m ³	6 mg/m ³ all'entrata in vigore della direttiva 2000/69 (13/12/00); tale valore è ridotto è ridotto il 1° gennaio 2003, e successivamente ogni anno, secondo una % annua costante, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2005.	1 gennaio 2005

Tabella 3.1-3: Valori limite per il monossido di carbonio

BENZENE (C6H6)				
	Periodo di mediazione	Valori limite	Margine di Tolleranza	Data alla quale il valore deve essere raggiunto
Valore limite per la protezione della salute umana	Anno civile	5 µg/m ³	100 % del valore limite, pari a 5 µg/m ³ , all'entrata in vigore della direttiva 2000/69 (13/12/00); tale valore è ridotto è ridotto il 1° gennaio 2006, e successivamente ogni anno, secondo una % annua costante, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2010.	1 gennaio 2010 *
* Ad eccezione delle zone e degli agglomerati nei quali è stata approvata una proroga limitata nel tempo				

Tabella 3.1-4: Valori limite per il benzene

3.2 LA NORMATIVA A LIVELLO REGIONALE

A livello regionale occorre citare la L.R. n. 43 del 7 aprile 2000 che contiene "Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico" e la "Prima attuazione del Piano regionale per il risanamento e la qualità dell'aria".

A seguito di tale legge sono state emanate successive Deliberazioni in quanto il Piano prevede la necessità di adattare le politiche di intervento alle esigenze poste dall'evoluzione della qualità dell'aria e dall'introduzione nell'ordinamento italiano dei nuovi limiti e obiettivi di qualità dell'aria derivanti dalla continua evoluzione della normativa comunitaria.

3.2.1 Il Piano di Risanamento della qualità dell'aria

La Legge Regionale 7 aprile 2000 n. 43 è l'atto normativo regionale di riferimento per la gestione ed il controllo della qualità dell'aria.

E' stata emanata in attuazione e coerenza con le disposizioni del Decreto Legislativo n. 351/99, e con tale atto è stato adottato il Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria, che costituisce lo "strumento per la programmazione, il coordinamento ed il controllo

in materia di inquinamento atmosferico, ed è finalizzato al miglioramento progressivo delle condizioni ambientali e alla salvaguardia della salute dell'uomo e dell'ambiente".

La legge regionale prevede che il Piano per la qualità dell'aria sia parte del Piano regionale per l'ambiente, che avrà la funzione di coordinare gli interventi e gli obiettivi di tutela dell'aria, dell'acqua e del suolo.

Il Piano è stato approvato sulla base della valutazione preliminare della qualità dell'aria, che ha permesso di effettuare una prima assegnazione del territorio regionale alle diverse zone per la gestione della qualità dell'aria e per la pianificazione degli interventi, alle quali corrisponderanno livelli di controllo diversificati, ma tali da assicurare adeguata informazione al pubblico ed a tutti i soggetti chiamati al governo e alla gestione della qualità dell'aria.

Il Piano regionale si articola in Piani Stralcio o Parti di Piano nei quali sono individuati gli obiettivi di riduzione e di controllo delle emissioni in atmosfera che devono essere perseguiti per particolari sorgenti, specifici inquinanti, ad alcune aree territoriali. I piani stralcio sono predisposti dalla Giunta Regionale d'intesa con le Province e approvati con Deliberazione del Consiglio Regionale.

Le prescrizioni contenute nel Piano e nei suoi Piani Stralcio costituiscono obbligo di adempimento da parte di tutti i soggetti pubblici e privati a cui sono rivolte.

Secondo gli obiettivi ed i criteri fissati dal Piano regionale o relativi Piani stralcio, le Province provvedono alla predisposizione dei Piani Provinciali per il miglioramento progressivo dell'aria ambiente, in cui sono definiti gli interventi da attuare, ai sensi dell'art. 8 del Decreto legislativo 4 agosto 1999 n. 351, affinché sia garantito, entro i termini previsti, il rispetto dei limiti stabiliti ai sensi dell'art. 4 del citato Decreto legislativo, nonché le misure da adottare, ai sensi dell'art. 9 del Decreto legislativo 4 agosto 1999 n. 351, affinché siano conservati i livelli di inquinamento al di sotto degli stessi limiti e preservata la migliore qualità dell'aria ambiente, compatibile con lo sviluppo sostenibile.

Le Province sono inoltre autorità competente alla gestione delle situazioni di rischio di superamento dei valori limite e delle soglie di allarme di cui all'art. 7 del Decreto legislativo 4 agosto 1999 n. 351. A tal fine, sulla base dei criteri e degli indirizzi fissati dal Piano regionale o relativi Piani stralcio, elaborano i Piani provinciali di azione, di concerto con i Comuni assegnati alla Zona di Piano.

I Comuni attuano, in base alle proprie competenze, gli interventi per la riduzione delle emissioni previsti dal Piano regionale o relativi Piani stralcio nonché dai Piani Provinciali per il miglioramento progressivo dell'aria ambiente e dai Piani Provinciali di azione.

La Regione Piemonte ha già approvato n°2 Piani Stralcio per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria.

Il Piano stralcio sulla mobilità concerne provvedimenti finalizzati alla prevenzione e alla riduzione delle emissioni dovute al traffico veicolare.

Il Piano stralcio per la gestione di episodi acuti di inquinamento atmosferico concerne provvedimenti da adottare negli agglomerati ed in caso di superamento dei livelli di attenzione e di allarme per l'ozono.

La D.G.R. n. 14-7623 dell'11 novembre 2002, oltre alla definizione delle nuove Zone di Piano, contiene anche la regolamentazione e gli indirizzi per la realizzazione dei Piani di azione di cui all'articolo 7 del Decreto legislativo 351/1999, che hanno sostituito, ai sensi dell'articolo 10 comma 2 della legge n. 43/2000, la regolamentazione sugli episodi acuti di inquinamento atmosferico stabilita dalla stessa legge n. 43/2000.

In tale ambito i Piani di azione, considerati come uno dei tasselli della programmazione individuata dalla normativa vigente, sono destinati a individuare tutte le misure e le azioni che possono essere attuate nel breve periodo e che sono funzionali al raggiungimento di due obiettivi:

- la riduzione del rischio di superamento dei limiti stabiliti dal D.M. 2 aprile 2002 n. 60 e dell'entità di tali superamenti;
- la riduzione del rischio di superamento delle soglie di allarme e dell'entità di tali superamenti.

L'ulteriore missione, di non secondaria importanza, attribuita dalla D.G.R. n. 14-7623 dell'11 novembre 2002 ai provvedimenti dei Piani di azione, è quella di informare la cittadinanza e gli operatori delle scelte strategiche di intervento, destinate a proseguire con azioni più incisive e radicali nell'ambito dei Piani a medio e lungo termine.

In tutte le Province piemontesi è stata avviata la fase di elaborazione dei Piani di azione e sono stati varati i primi provvedimenti applicativi.

Con la D.G.R. n. 19-12878 del 28 giugno 2004 "Aggiornamento del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria" sono stati elaborati, in particolare, n°3 Stralci di Piano definiti per tutti i settori in cui il margine per la riduzione delle emissioni è ancora sensibile e sui quali si ritiene prioritario l'intervento. In ogni Stralcio di Piano sono analizzate la situazione esistente, le politiche, i provvedimenti ed azioni già realizzate o programmate e le nuove politiche, concernenti anche il rafforzamento dei provvedimenti e delle azioni già avviate.

Gli Stralci di Piano riguardano i seguenti settori:

- mobilità e trasporti
- riscaldamento ambientale e climatizzazione
- attività produttive

Il piano di maggiore interesse in riferimento all'oggetto di intervento riguarda il riscaldamento ambientale e la climatizzazione; questo ultimo è stato aggiornato con la **D.C.R. n. 98-1247 dell'11 gennaio 2007** "Attuazione della legge regionale 7 aprile 2000, n. 43 (Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico). Aggiornamento del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria, ai sensi degli articoli 8 e 9 decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351. Stralcio di Piano per il riscaldamento ambientale e il condizionamento".

Nella scheda n°5 riportata nella delibera vengono descritte le prestazioni del sistema edificio-impianto, le forme di produzione/generazione del calore e le modalità di distribuzione e regolazione del calore per edifici nuovi ed esistenti della categoria "E.5 Attività commerciali e assimilabili quali: negozi, magazzini di vendita all'ingrosso o al minuto, supermercati e esposizioni".

Si riporta infine un elenco di tutti i principali atti normativi che hanno attinenza con il Piano di risanamento della qualità dell'aria:

D.G.R. n. 46-11968 del 4 agosto 2009 Aggiornamento del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria - Stralcio di piano per il riscaldamento ambientale e il condizionamento e disposizioni attuative in materia di rendimento energetico nell'edilizia ai sensi dell'articolo 21, comma 1, lettere a) b) e q) della legge regionale 28 maggio 2007, n. 13 "Disposizioni in materia di rendimento energetico nell'edilizia".

D.G.R. n.19-8140 del 4 febbraio 2008 Modificazione della D.G.R. n. 60-4951 del 18 dicembre 2006 recante criteri e modalità per la concessione e l'erogazione di contributi per l'incentivazione di interventi in materia di risparmio energetico e di riduzione delle emissioni in atmosfera, di cui al Piano qualità aria - Stralcio riscaldamento e condizionamento.

D.G.R. n. 64-6526 del 23 luglio 2007 Seconda fase di attuazione dello Stralcio di Piano per la mobilità approvato con D.G.R. n. 66-3859 del 18 settembre 2006, come integrata dalla D.G.R. n. 57-4131 del 23 ottobre 2006.

D.D. n. 36 del 21 febbraio 2007 Intervento di riduzione delle emissioni di polveri nel trasporto pubblico locale di cui alla D.G.R. n. 48-4065 del 17 ottobre 2006. Definizione di ulteriori specifiche indicazioni tecnico-amministrative.

D.C.R. n. 98-1247 dell'11 gennaio 2007 Attuazione della legge regionale 7 aprile 2000, n. 43 (Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico). Aggiornamento del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria, ai sensi degli articoli 8 e 9 decreto legislativo 4 agosto 1999, n. 351. Stralcio di Piano per il riscaldamento ambientale e il condizionamento

D.G.R. n. 57-4131 del 23 ottobre 2006 Precisazioni e chiarimenti sullo Stralcio di Piano per la mobilità in attuazione della l.r. 7 aprile 2000, n. 43 di cui alla D.G.R. 66-3859 del 18 settembre 2006, nonché rimodulazione delle misure di cui ai paragrafi 2.1.2 e 2.1.3 del medesimo e definizione di ulteriori azioni in materia.

D.G.R. n. 66-3859 del 18 settembre 2006 Attuazione della legge regionale 7 aprile 2000 n. 43, Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Aggiornamento del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria, ex articoli 7, 8 e 9 Decreto legislativo 4 agosto 1999 n. 351. Stralcio di Piano per la mobilità.

D.G.R. n. 38-2041 del 23 gennaio 2006 Adozione dell'accordo tra Regioni per la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento atmosferico nell'area della pianura padana.

D.G.R. n. 19-12878 del 28 giugno 2004: Attuazione della legge regionale 7 aprile 2000 n. 43. Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Aggiornamento del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria, ex articoli 8 e 9 Decreto legislativo 4 agosto 1999 n. 351.

D.D. n. 13 del 20 gennaio 2004: Sviluppo e diffusione di impianti di riscaldamento e climatizzazione a basse emissioni in atmosfera e ad alto rendimento energetico. Definizione dei criteri integrativi di quelli stabiliti con D.G.R. n. 63 -11101 del 24.11.2003.

D.G.R. n. 63-11101 del 24 novembre 2003: Sviluppo e diffusione di impianti di riscaldamento e climatizzazione a basse emissioni in atmosfera e ad alto rendimento energetico. Definizione dei criteri di ripartizione e di trasferimento dei fondi alle Province.

D.D. n. 485 del 20 novembre 2002: Diffusione dell'utilizzo di metano e di GPL nonché di altre motorizzazioni innovative a basso impatto ambientale nelle flotte pubbliche di servizio di pubblica utilità. Impegno di euro 1.500.000,00 sul cap. 26938/2002.

D.G.R. n. 14-7623 dell'11 novembre 2002: Attuazione della legge regionale 7 aprile 2000 n. 43, "Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Prima attuazione del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria". Aggiornamento dell'assegnazione dei Comuni piemontesi alle Zone 1, 2 e 3. Indirizzi per la predisposizione e gestione dei Piani di Azione.

D.G.R. n. 109-6941 del 5 agosto 2002: Approvazione della "Valutazione della qualità dell'aria nella Regione Piemonte. Anno 2001".

D.G.R. n. 27-614 del 31 luglio 2000: Raccomandazioni per la popolazione esposta ad episodi acuti di inquinamento da Ozono.

D.G.R. n. 23 - 610 del 31 luglio 2000: Legge regionale 7 aprile 2000 n. 43 recante Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico; art. 8 "Sistema regionale di rilevamento della qualità dell'aria": definizione del sistema e progetto di implementazione.

Legge Regionale n. 43 del 7 aprile 2000: Disposizioni per la tutela dell'ambiente in materia di inquinamento atmosferico. Prima attuazione del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria.

3.2.2 Il Piano Energetico Ambientale Regionale, approvato con D.C.R. n.351-3642 del 3 febbraio 2004

La normativa messa a punto dalla Regione con la L.R. 43/2000, la strumentazione attivata e la relativa pianificazione, è "... strettamente interconnessa a molti temi energetici e ne condivide necessariamente gli obiettivi nei settori più energivori, (attività produttive, traffico, climatizzazione), puntando al risparmio energetico, alla scelta dei combustibili, all'innovazione tecnologica, alla ricerca di base e applicata".

Tra gli indirizzi generali e specifici del Piano energetico ambientale trova il giusto spazio anche l'obiettivo di ridurre le emissioni di CO₂, con ciò contribuendo al conseguimento per il Piemonte degli obiettivi di Kyoto, nonché alla correlata riduzione degli inquinanti in atmosfera. Il Piano energetico ambientale regionale inserisce, tra le azioni prioritarie da attivare ai sensi dell'art. 8 della L.R. n.23 del 7 ottobre 2002, la promozione "... della generazione diffusa, dell'efficienza energetica e della ricerca su tecnologie energeticamente efficienti applicate al comparto della sanità, grande distribuzione commerciale, aree industriali attrezzate, PIS e parchi tecnologici, edifici pubblici locali".

Al paragrafo 3.2 "Il settore abitativo e terziario" del Piano energetico viene posta l'attenzione su alcuni punti, tra i quali si ricordano l'importanza, ai fini della razionalizzazione dell'efficienza e dei consumi energetici, dell'installazione di impianti termici centralizzati, e dell'uso di tecnologie edilizie bioclimatiche tali da poter ridurre alla fonte la necessità di energia di un edificio, quali e può essere ipotizzato è quello di innovare radicalmente l'illuminazione naturale, il raffrescamento estivo passivo e la cura per l'orientamento.

4 CARATTERIZZAZIONE ATMOSFERICA DELL'AREA DI STUDIO

4.1 CONDIZIONI METEOCLIMATICHE

4.1.1 Premessa

Per un corretto approccio alla valutazione dell'inquinamento dell'aria è necessario considerare l'argomento sulla base delle caratteristiche meteoclimatiche locali.

L'emissione e la dispersione degli inquinanti avvengono in uno strato di altezza variabile da pochi metri fino ad alcune centinaia, e comunque entro quello che viene definito come strato limite planetario (PBL - Planetary Boundary Layer). Un ruolo molto importante viene giocato dalle caratteristiche fisiche dell'emissione (altezza da terra, temperatura dei fumi ecc.). Le condizioni meteorologiche interagiscono in vari modi con i processi di formazione, trasporto e deposizione degli inquinanti. I principali indicatori meteorologici che possono essere posti in relazione con i processi di inquinamento in modo semplice ed immediato sono:

- temperatura dell'aria: in estate le temperature elevate associate a condizioni di stagnazione della massa d'aria sono, in genere, responsabili di valori elevati delle concentrazioni di ozono, mentre in inverno le basse temperature, associate a fenomeni di inversione termica, tendono a confinare gli inquinanti in prossimità della superficie;
- le precipitazioni: influenzano la deposizione e la rimozione umida degli inquinanti;
- vento orizzontale (velocità e direzione): generato dalla componente geostrofica e modificato dal contributo delle forze d'attrito del terreno e da effetti meteorologici locali, come brezze marine, di monte e di valle, circolazioni urbano-rurali, ecc.; influenza il trasporto, la diffusione e la dispersione degli inquinanti;
- stabilità atmosferica ed altezza dello strato di rimescolamento: è un indicatore della turbolenza atmosferica ed influenza la concentrazione di un inquinante in atmosfera, la sua dispersione e la sua diluizione.

Il periodo più critico per quanto concerne le concentrazioni di inquinanti in atmosfera è quello invernale, in presenza di alta pressione e cielo sereno; infatti, in queste condizioni gli

inquinanti immessi da fonti continue stabili e mobili (fonti industriali, fonti urbane di riscaldamento domestico, fonti veicolari) possono raggiungere, in particolari situazioni meteorologiche, concentrazioni al suolo tali da superare le soglie di allarme e i valori limite di qualità dell'aria.

Si rende necessario pertanto un inquadramento meteorologico generale su scala regionale ed uno locale, mirato ad evidenziare quali possono essere condizioni particolari presenti in corrispondenza dell'area di indagine.

4.1.2 Descrizione climatologica su scala locale

La caratterizzazione climatologica del sito, oggetto dell'intervento, mira a conoscere in anticipo quanto il progetto in esame influenzerà l'ambiente circostante. In particolare quanto l'aumento delle immissioni di gas inquinanti indotti andrà ad influenzare le condizioni al suolo. Infatti il potenziale impatto ambientale può avere conseguenze diverse su un territorio proprio a causa delle sue caratteristiche geografiche e climatiche.

I parametri che vengono elaborati per la caratterizzazione sono:

- ✓ temperatura
- ✓ altezza dello strato di rimescolamento
- ✓ direzione e velocità del vento
- ✓ stabilità

I parametri appena citati sono rappresentativi della dinamicità atmosferica, infatti favoriscono la diffusione degli agenti inquinanti nei vari strati oppure la stagnazione al suolo.

Per un inquadramento meteorologico dell'area oggetto di verifica ambientale sono stati considerati i dati presenti nel "Database campi di vento della provincia di Torino" reperibile dal sito internet ufficiale della provincia di Torino. Questo database contiene i dati meteo climatici orari raccolti dalle reti di monitoraggio provinciali, regionali e da ECMWS per il periodo di un anno che va dal 01/06/1999 al 31/05/2000.

Nel nostro caso si sono utilizzati i dati relativi alle coordinate de baricentro dell'area di intervento. Le coordinate sono: 45° 4'40.39"N (Latitudine) e 7°35'35.89"E (Longitudine).

4.1.2.1 Temperatura

In Figura 4.1-1 è rappresentato l'andamento annuo delle temperature. Ovviamente i valori massimi si attestano per il periodo estivo, in particolare nel mese di agosto, mentre i valori minimi nel mese di febbraio.

La temperatura media annua è pari a 13.5 °C.

Si registrano limitati periodi di gelo nei mesi di dicembre, gennaio e febbraio.

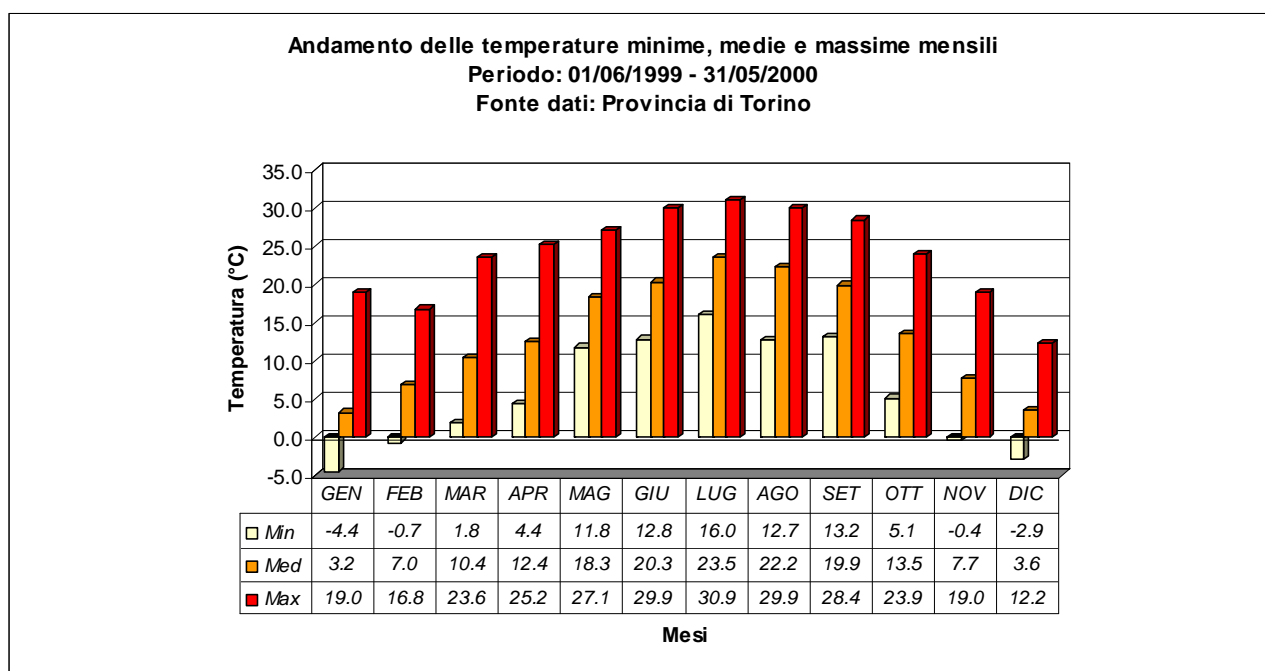


Figura 4.1-1 – Andamento delle temperature.

4.1.2.2 Altezza strato di rimescolamento

Lo strato di rimescolamento ha un ruolo determinante sulla diffusione dei gas inquinanti in atmosfera. In situazioni che presentano altezze basse, dell'ordine dei 100 m, condizione tipicamente invernale, si crea un effetto di cappa che impedisce il rimescolamento e la diluizione degli inquinanti in atmosfera.

Queste situazioni sono spesso causa, in concomitanza con condizioni di stabilità atmosferica, dell'instaurarsi di fenomeni di inquinamento acuto.

In Figura 4.1-2 è riportato l'andamento medio annuale per singola ora; si nota come l'altezza di rimescolamento si mantiene intorno ai 120 m da ca. le ore 20:00 alle ore 05:00 del mattino,

per poi salire progressivamente fino al picco nelle ore più calde della giornata (ca. le ore 14:00), che raggiunge ca. i 1100 m.

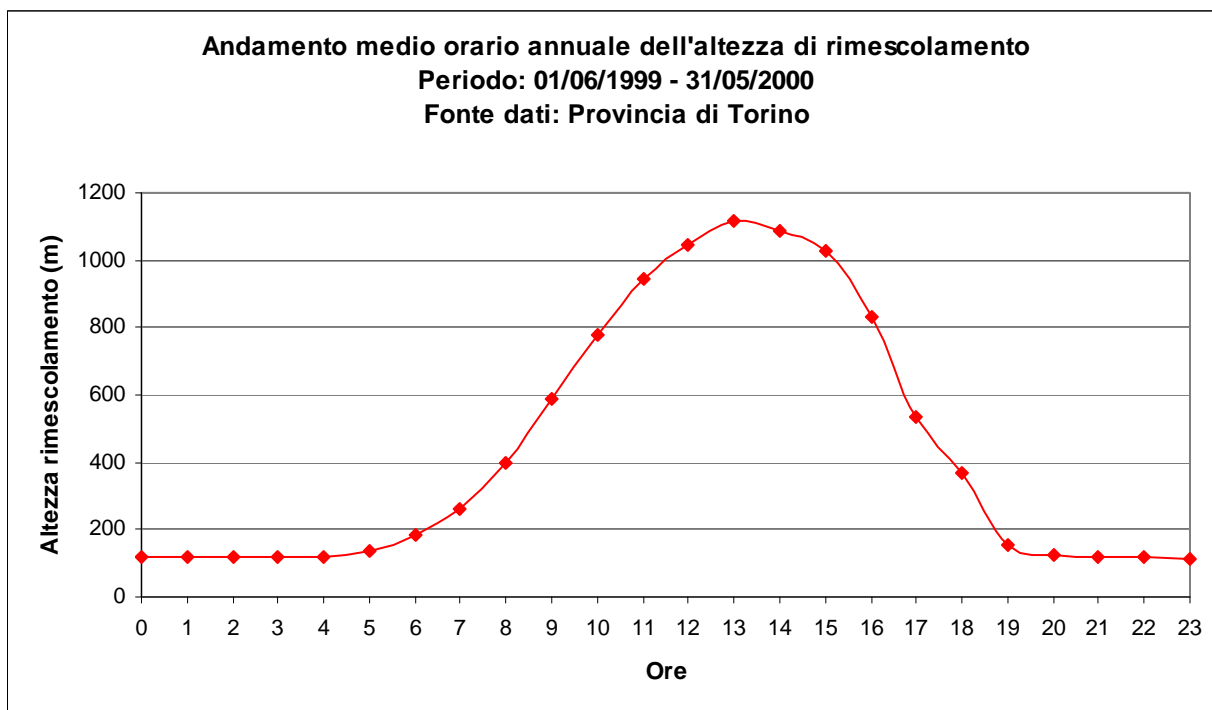


Figura 4.1-2 – Andamento dell'altezza di rimescolamento.

4.1.2.3 Direzione e velocità del vento

Per quanto concerne la velocità del vento, dall'analisi dell'istogramma riportato in Figura 4.1-3 si osserva che la velocità media del vento è molto simile in tutti i mesi dell'anno.

La velocità media annuale è pari a 1,7 m/s.

Per quanto concerne le direzioni di provenienza del vento è stata elaborata la rosa dei venti annuale, riportata in Figura 4.1-4.

In particolare, a livello annuale le direzioni principali sono quelle da: NNE (11.0%), NE (12.6%), ENE (17.0%) e WSW (11.6%).

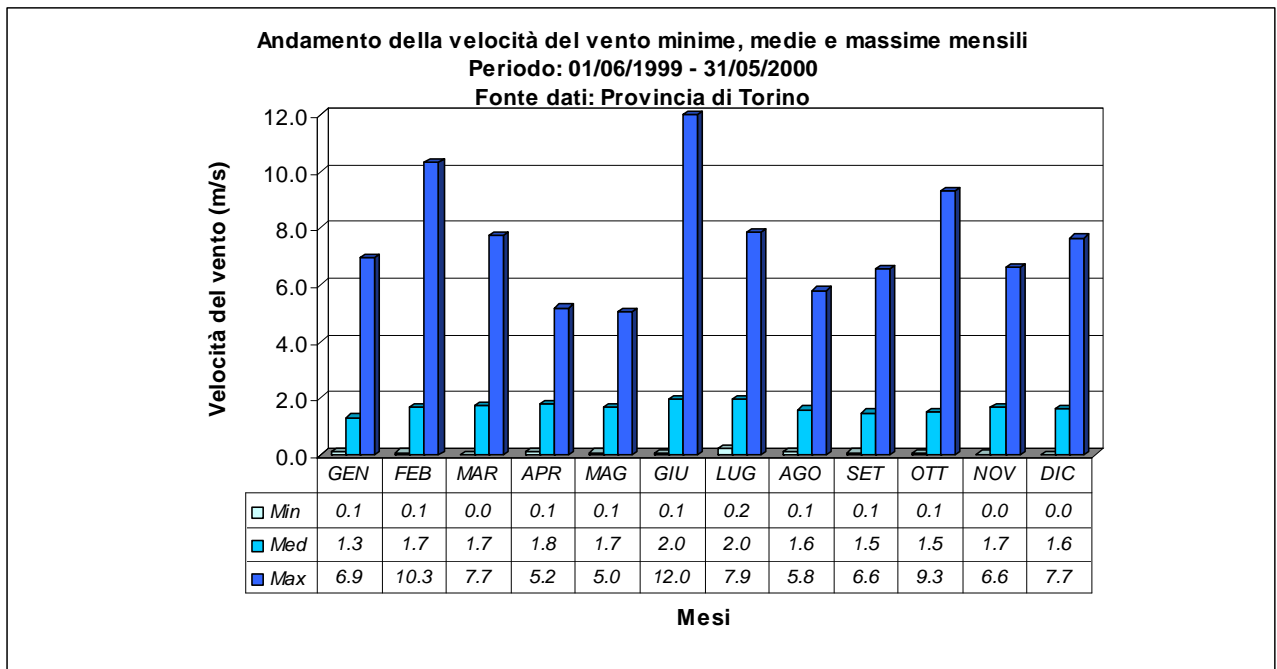


Figura 4.1-3 – Andamento velocità del vento: velocità medie, minime e massime mensili

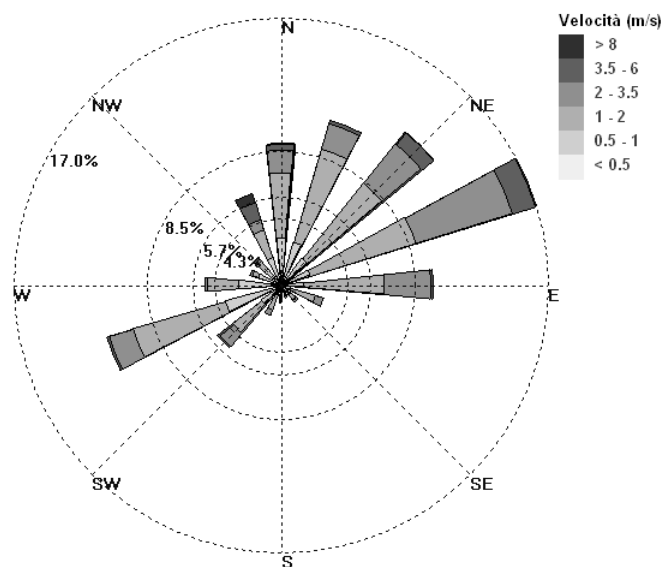


Figura 4.1-4 – Rosa dei venti annuale

4.1.2.4 Classi di stabilità atmosferica

La stabilità atmosferica è un indicatore del grado di turbolenza dei bassi strati dell'atmosfera, cioè della maggiore o minore attitudine a disperdere gli inquinanti atmosferici. In Tabella 4.1-1 sono riportate le classi di stabilità di Pasquill.

Al fine di valutare il livello di massimo impatto potenziale, così come il presente studio si prefigge, ci si pone cautelativamente nelle condizioni più sfavorevoli, ovvero tali da determinare i massimi valori di concentrazione al suolo.

L'analisi di sensibilità del modello di dispersione utilizzato consente peraltro di poter affermare, alle piccole scale, ed in particolare in prossimità delle sorgenti stradali, la scarsa influenza della variazione di tali parametri sul fenomeno di ricaduta diretta degli inquinanti al suolo, che risulta dominato dalla turbolenza meccanica e termica indotta dal passaggio dei veicoli. E' importante sottolineare che le classi stabili si verificano ogni qualvolta si ricreano condizioni di subadiabaticità (cioè quando il gradiente termico dell'aria è minore di quello adiabatico) o inversione termica al suolo (gradiente termico verticale positivo e la temperatura aumenta con l'altezza). Tali condizioni si verificano nelle ore notturne ed in inverno, a causa del maggior raffreddamento del suolo rispetto all'aria sovrastante, e durante il giorno, nei casi di nebbia persistente o stagnazione locale di masse d'aria.

Classe di Stabilità secondo PASQUILL	Condizioni Atmosferiche
A	Situazione estremamente instabile Turbolenza termodinamica molto forte Shear del vento molto debole
B	Situazione moderatamente instabile Turbolenza termodinamica media Shear del vento moderato
C	Situazione debolmente instabile Turbolenza termodinamica molto debole Shear del vento moderato
D	Situazione neutra adiabatica Turbolenza termodinamica molto debole Shear del vento forte
E	Situazione debolmente stabile Turbolenza termodinamica molto debole Shear del vento forte
F+G	Situazione molto stabile Turbolenza termodinamica assente Shear del vento molto forte

Tabella 4.1-1 – Classi di stabilità di Pasquill e condizioni atmosferiche.

Per le classi di stabilità, la Figura 4.1-5 sintetizza le frequenze delle diverse classi nell'anno, ed evidenzia una prevalenza della classe F+G, con il 47.4%, ed una significativa presenza della classe B, con il 25.7%.

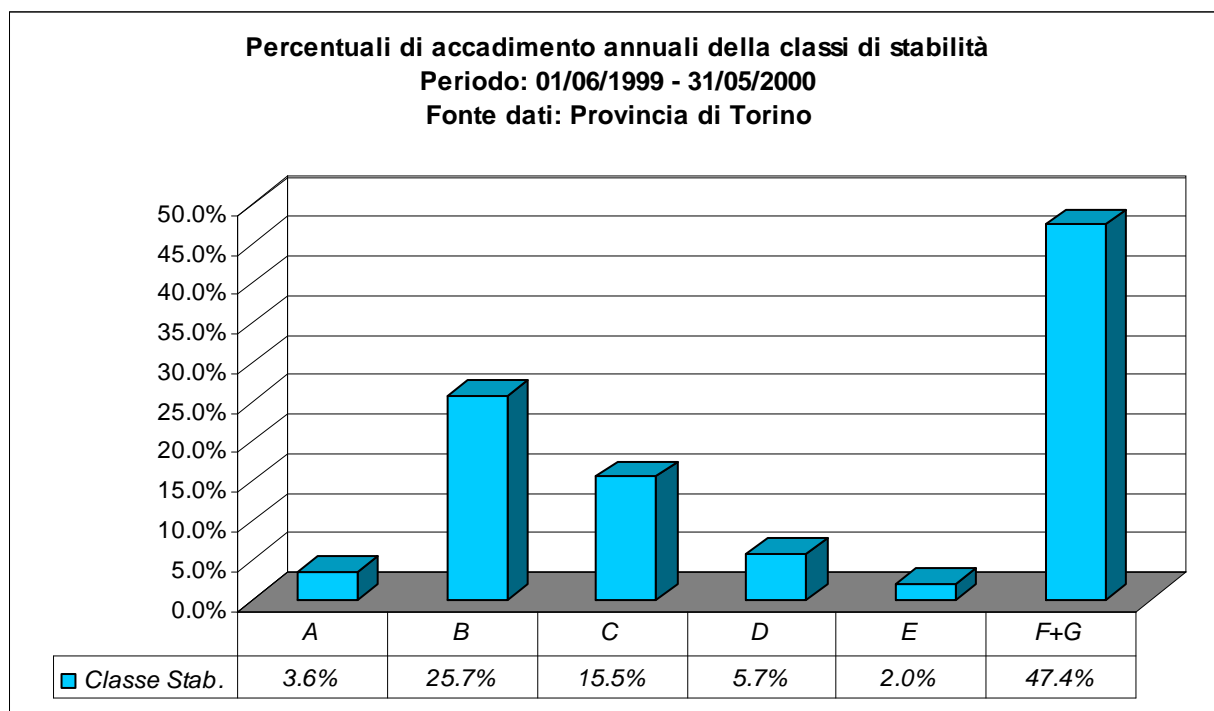


Figura 4.1-5 – Frequenza classi di stabilità per l'intero periodo annuale.

4.2 I DATI ESISTENTI SULLA QUALITÀ DELL'ARIA

4.2.1 La zonizzazione del territorio regionale

Sulla base dei risultati della valutazione della qualità dell'aria nell'anno 2001, effettuata in relazione ai nuovi limiti di qualità introdotti dal D.M. 60/02 ed approvata con D.G.R. n° 109-6941 del 5 agosto 2002, la Regione Piemonte ha provveduto, con la D.G.R. 11 novembre 2002, n° 14-7623, all'aggiornamento dell'assegnazione dei Comuni del territorio piemontese alle Zone 1, 2 e 3 previste dal Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria, secondo i criteri indicati nello stesso ed approvati ai sensi dell'articolo 12 della L.R. aprile 2000, n° 43.

Sono assegnati alla **Zona 1** i Comuni già precedentemente individuati in tale zona in sede di prima applicazione dalla L.R. 43/2000 nonché quelli per i quali la citata valutazione della qualità dell'aria Anno 2001 stima, anche per un solo inquinante, valori superiori al limite aumentato del margine di tolleranza (Classe 5 della valutazione). Sono assegnati alla **Zona 2** i Comuni già precedentemente individuati in tale zona in sede di prima applicazione dalla L.R. 43/2000 nonché quelli per i quali la citata valutazione della qualità dell'aria Anno 2001 stima, anche per un solo inquinante, valori superiori al limite di qualità dell'aria ma entro il margine di tolleranza (Classe 4 della valutazione). Nell'ambito dei restanti Comuni, assegnati pertanto alla **Zona 3**, sono enucleati i Comuni denominati di Zona 3p in quanto, pur essendo assegnati alla Zona 3 vengono inseriti in Zona di Piano; si tratta dei Comuni per i quali:

- la citata valutazione della qualità dell'aria Anno 2001 stima il rispetto dei limiti di qualità dell'aria stabiliti dal D.M. 2 aprile 2002 n° 60, ma con valori tali da poter comportare il rischio di superamento dei limiti medesimi in quanto, essendo stimato il superamento della soglia di valutazione superiore per due inquinanti, si è in condizioni appena inferiori al limite (Classe 3 della valutazione per entrambi);
- le Province hanno proposto l'individuazione in Zona di piano sulla base degli strumenti della programmazione provinciale al fine di rendere più razionali ed omogenei gli interventi di riduzione delle emissioni individuabili nei Piani.

Le **Zona di Piano** rappresentano l'area complessiva per la quale le Province, di concerto con i Comuni interessati, devono predisporre i Piani di Azione (articolo 7 del D.Lgs. n° 351/1999) al fine di ridurre il rischio di superamento dei limiti e delle soglie di allarme stabiliti dal D.M. 2 aprile 2002 n° 60, nell'ambito dei Piani per il miglioramento progressivo dell'aria ambiente predisposti affinché sia garantito entro i tempi previsti, il rispetto dei limiti stabiliti dallo stesso D.M. 2 aprile 2002 n° 60 (articolo 8 del D.Lgs. n° 351/1999). Restano pertanto assegnati alla Zona 3 tutti i restanti Comuni non espressamente assegnati alle Zone 1 e 2 e 3p, in quanto la valutazione della qualità dell'aria conferma la regolarità della situazione e quindi per questi devono essere elaborati dalle Province i Piani ai sensi dell'articolo 9 del D.Lgs. n° 351/1999 al fine di conservare i livelli di inquinamento al di sotto dei limiti stabiliti, nonché preservare la migliore qualità dell'aria ambiente compatibile con lo sviluppo sostenibile. In particolare, in Figura 4.2-1 si riporta la classificazione del territorio della provincia di Torino per la gestione

della qualità dell'aria, in riferimento alla L.R. n° 43 del 7 aprile 2000 ed alla D.G.R. n° 14-7623 dell'11 novembre 2002.

Il Comune di Collegno è stato inserito in Zona 1.

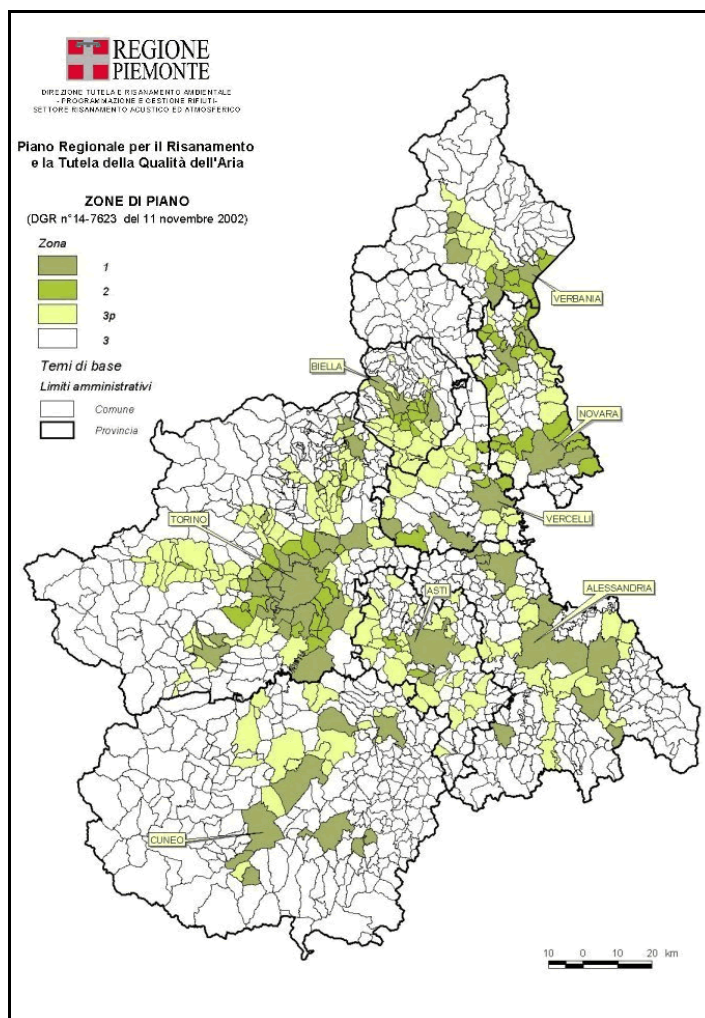


Figura 4.2-1 – Classificazione del territorio provinciale.

4.2.2 I dati delle centraline della rete di monitoraggio della qualità dell'aria

Analizzando la rete di rilevamento della qualità dell'aria della provincia di Torino emerge la presenza di una centralina di rilevamento fissa nel Comune di Collegno.

Tale stazione effettua il monitoraggio di NO_x , NO_2 , NO e PM_{10} .

Scheda stazione

SISTEMA REGIONALE DI RILEVAMENTO DELLA QUALITA' DELL'ARIA

STAZIONE DI **Collegno - Francia**

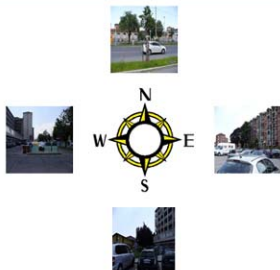
Nazionale: 

Comune: COLLEGGNO

Data inizio attivita': 23-02-2012

Localita': Corso Francia 137 , Collegno (TO)

Data fine attivita': -



Tipo stazione: Traffico

Tipo zona: Urbana

Tipo emissioni: Residenziale/Commerciale

Sistema di riferimento WGS84 (zona 32T)

UTM X: 388061

UTM Y: 4991997

Altitudine sul livello del mare: 302 [m]



COMPONENTE	STRUMENTO DI MISURA	DATA IN/OUT
Biossido di azoto (NO ₂) (microgrammi / metro cubo)	API 200A	23/02/2012
Monossido di azoto (NO) (microgrammi / metro cubo)	API 200A	23/02/2012
Ossidi totali di azoto (NO _x) (microgrammi / metro cubo)	API 200A	23/02/2012
PM10 - Basso Volume (microgrammi / metro cubo)	TCR TECORA SKYPOST PM HV	23/02/2012
Temperatura cabina (gradi Celsius)	LSI LASTEM DME785#S	23/02/2012
Umidita' cabina (percentuale)	LSI LASTEM DME785#S	23/02/2012

Per quanto concerne i restanti parametri potenzialmente connessi alle emissioni da traffico veicolare, sono state considerate le seguenti stazioni:

- ✓ TO-Consolata: CO e C₆H₆
- ✓ TO-Lingotto: PM_{2.5}

Di seguito si riporta un'analisi dei parametri considerati nella valutazione (PM₁₀, PM_{2.5}, NO₂, CO e C₆H₆), relativamente all'ultimo anno disponibile, ovvero il 2013:

- PM₁₀: i dati desunti dalla centralina di Collegno hanno rilevato una concentrazione media annuale di 34.7 µg/m³ conforme al limite di 40.0 µg/m³ previsto dal D.Lgs. 155/2010. In riferimento invece al limite sulla media giornaliera, sono stati registrati n°84 superamenti/anno del limite, rispetto ai n°35 consentiti;
- NO₂: i dati desunti dalla centralina di Collegno hanno rilevato una concentrazione media annuale di 44.6 µg/m³ non conforme al limite di 40.0 µg/m³ previsto dal D.Lgs. 155/2010. In riferimento invece al limite sulla media giornaliera, è stato rispettato il numero massimo di superamenti/anno consentiti;
- PM_{2.5}: la concentrazione media annuale rilevata nella stazione TO-Lingotto è risultata pari a 29.1 µg/m³, rispetto ad un valore limite 25.0 µg/m³ da conseguirsi al 2015;

- CO: la concentrazione massima sulla media mobile 8h rilevata nella stazione TO-Consolata è risultata pari a 3.1 mg/m^3 , e quindi ampiamente al di sotto del limite di 10 mg/m^3 previsto dal D.Lgs. 155/2010;
- C₆H₆: la concentrazione media annuale rilevata nella stazione TO-Consolata è risultata pari a $2.4 \text{ } \mu\text{g/m}^3$, e quindi rispettosa del limite di $5 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ previsto dal D.Lgs. 155/2010.

4.3 I RICETTORI IMPATTATI

Come ricettori potenzialmente impattati dall'incremento di traffico veicolare indotto dall'intervento di progetto si considerano:

- Edifici di progetto: residenziali, terziario/produttivi e scolastici



- Edifici residenziali esterni al comparto (cfr. par. 5.6.1)

5 ANALISI AMBIENTALE

5.1 PREMESSA

Al fine di valutare il possibile impatto indotto sulla componente ambientale atmosfera dall'intervento oggetto di studio, sono state stimate le concentrazioni di inquinanti in atmosfera da traffico veicolare sia per lo stato ante operam sia per quello post operam, utilizzando il modello di dispersione da sorgente lineare CALINE 4 dell'EPA.

Lo studio si è incentrato sulla stima delle concentrazioni dei principali parametri inquinanti legati alle emissioni da traffico veicolare, ritenuti più significativi ai fini del rispetto dei valori limite per la protezione della salute umana previsti dal D.Lgs. 155/2010, ovvero: PM_{10} , $PM_{2.5}$, C_6H_6 , NO_2 e CO.

I risultati delle simulazioni sono rappresentativi dei dati di traffico stimati e delle condizioni atmosferiche considerate; non tengono invece in considerazione la presenza di altre eventuali sorgenti di emissione puntuali e/o diffuse presenti nell'area di indagine.

E' importante sottolineare che il modello di dispersione utilizzato non è tridimensionale, e quindi non permette di considerare le altezze degli edifici e la loro volumetria; quindi, di conseguenza, non permette di valutare l'eventuale schermatura di un edificio nei confronti di uno ad esso retrostante.

Tutte le stime delle concentrazioni per gli inquinanti considerati sono effettuate ad un'altezza dal piano campagna pari a 2,0 metri.

Le simulazioni modellistiche considerano gli NO_x , per i quali è fornito uno specifico fattore medio di emissione, e quindi non gli NO_2 ; pertanto, le concentrazioni di NO_2 vengono fatte a partire dalla stima degli NO_x .

La miscela inquinante NO_x in aria è composta in massima parte di due gas, monossido (NO) e biossido (NO_2) di azoto, in misura variabile in funzione del sito, delle condizioni meteorologiche e della distanza dalle principali sorgenti di emissione. Le reazioni fotochimiche che regolano il processo di trasformazione degli NO_x in atmosfera dipendono, in primo luogo, dalla presenza ed intensità della luce solare e di altri gas quali l'ozono. E' importante

sottolineare che la frazione di NO presente, oltre il 90% subito dopo la combustione, tende a diminuire velocemente mentre l'aria contenente il gas emesso è trasportata lontano, risultando all'osservazione generalmente compresa tra il 25% ed il 75%. Infine, si evidenzia che per il parametro inquinante NO₂ le concentrazioni di NO_x stimate dal modello sono state trasformate in concentrazioni di NO₂, secondo la funzione di potenza di seguito riportata dove a e b sono coefficienti stimati empiricamente:

$$NO_2 = a * (NO_x)^b$$

In particolare, di seguito si riporta la curva di efficienza di trasformazione degli NO_x in NO₂, ricavata dai dati rilevati dalla stazione di misura della qualità dell'aria di Traffico/Urbanico di Collegno; i coefficienti "a" e "b" della formula di potenza sopra riportata risultano essere pari rispettivamente a 2.1533 ed a 0.6985.

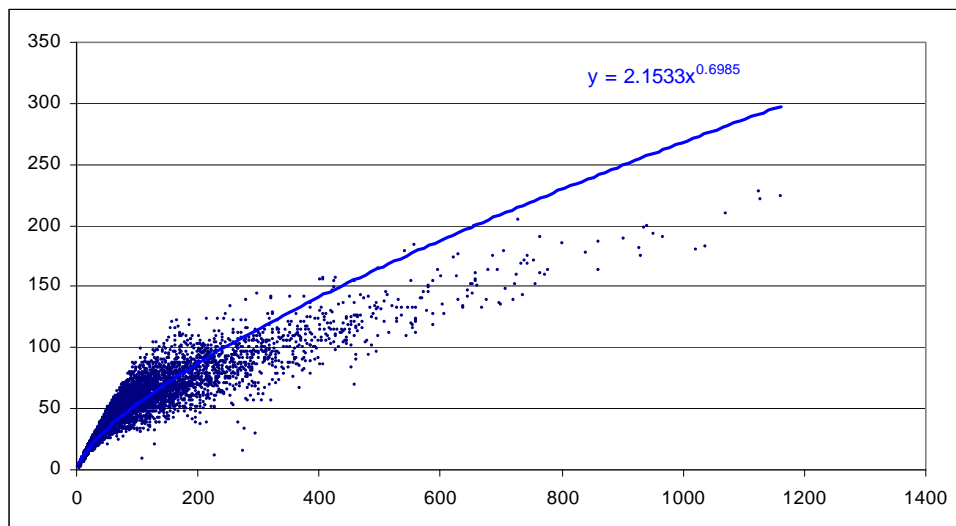


Figura 5.1-1 – Correlazione NO2/NOx ricavata per la stazione di traffico urbano di Collegno - anno 2013.

In merito alla relazione NO_x/NO₂ si riporta di seguito anche una formula semiempirica che è stata implementata nell'ambito di uno studio modellistico effettuato e riportato sul rapporto "Uno sguardo all'aria – Anno 2004" (ARPA Piemonte e Provincia di Torino); i coefficienti presenti nella formula s sono stati stimati sulla base dei dati rilevati dalla rete provinciale di rilevamento della qualità dell'aria della Provincia di Torino. La curva ottenuta dalle elaborazioni effettuate, riportata in Figura 5.1-2, è stata " ... ritenuta nel complesso significativa per l'intera rete provinciale ...". La relazione semiempirica dell'andamento di tale frazione in funzione dei livelli di NO_x è stata stabilita (Derwent e Middleton, 1996; Dixon et al.,

2000) sulla base di una curva polinomiale di quarto ordine del logaritmo in base 10 della concentrazione di NO_x. Dette [NO_x] ed [NO₂] le concentrazioni in aria rispettivamente di NO_x ed NO₂ (misurate in ppb o in µg/m³ NO₂-equivalenti) è possibile stimare dalle prime le seconde sulla base della relazione riportata in Figura 5.1-2.

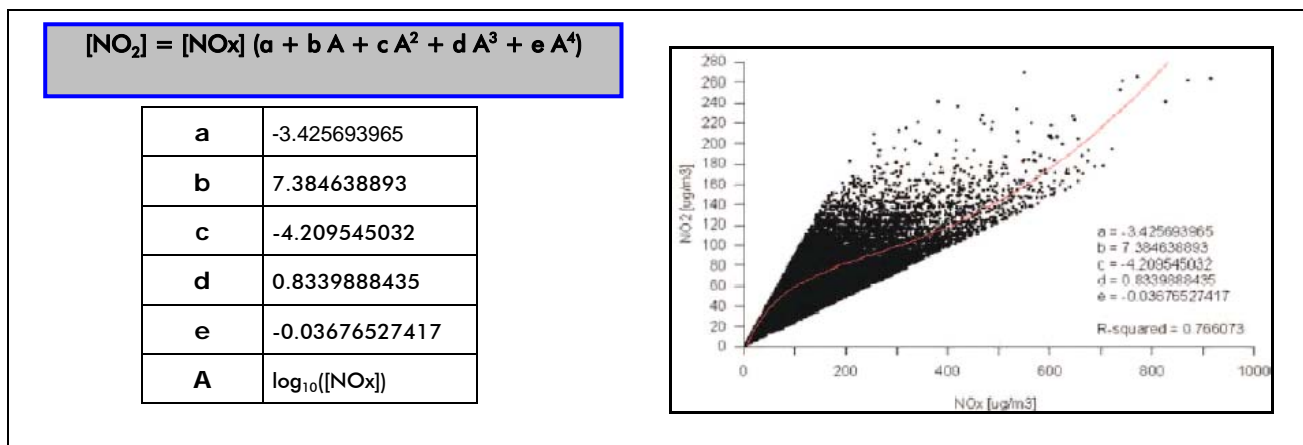
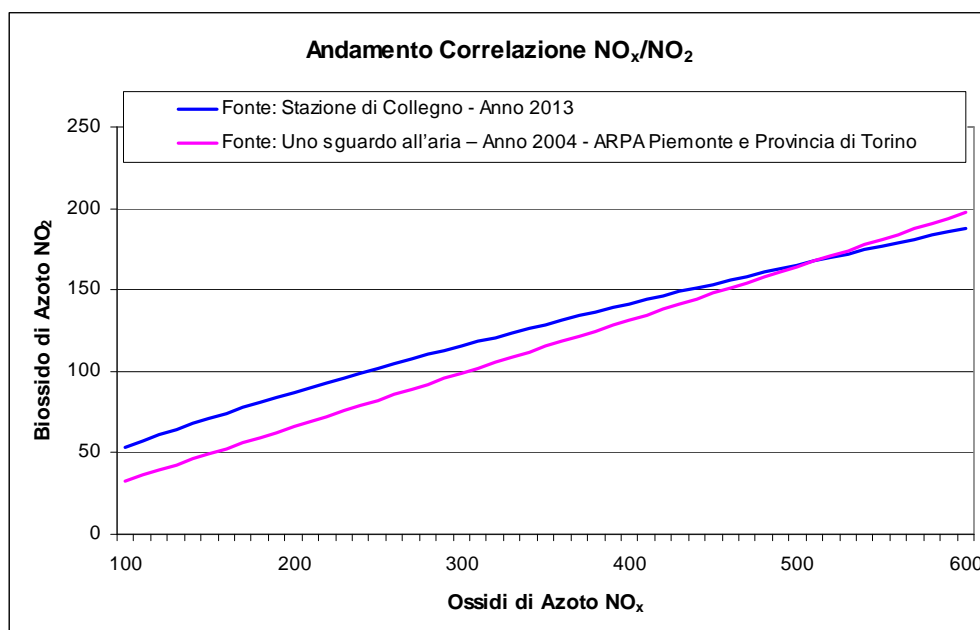


Figura 5.1-2 - Relazione semiempirica per la stima delle concentrazioni di NO₂ a partire da quelle di NO_x (Fonte: "Uno sguardo all'aria – Anno 2004" ARPA Piemonte e Provincia di Torino)

Nell'immagine seguente è riportato un confronto tra le due relazioni NO₂/NO_x sopra riportate; in particolare, si evince come quella ricostruita sulla base dei dati di Collegno sia più conservativa fino a valori di NO_x dell'ordine di ca. 550 µg/m³. Pertanto, ai fini delle presenti valutazioni è stata presa in esame tale relazione.



5.2 IL MODELLO DI DISPERSIONE DA SORGENTE LINEARE CALINE 4

Il modello utilizzato nelle simulazioni è rappresentato dal software previsionale CALINE 4 (A dispersion model for predicting air pollutant concentrations near roadways) della FHWA, modello ufficiale EPA riconosciuto in sede internazionale.

CALINE 4 rappresenta l'ultimo codice di una catena di modelli diffusivi per la valutazione della qualità dell'aria per sorgenti lineari sviluppati da CALTRANS (California Department of Transportation).

Il modello si basa sull'equazione di diffusione Gaussiana e utilizza il concetto di zona di mescolamento (mixing layer) per caratterizzare la dispersione di inquinante sopra la carreggiata stradale. L'obiettivo è valutare gli impatti sulla qualità dell'aria in prossimità delle infrastrutture stradali.

Date le emissioni di traffico, la geometria del sito ed i parametri meteorologici, il modello è in grado di stimare in modo realistico le concentrazioni di inquinanti atmosferici in prossimità dei ricettori situati vicino alla carreggiata stradale (entro una fascia di 150-200 metri di distanza dall'asse stradale).

Le previsioni possono essere fatte per diversi agenti inquinanti, tra i quali anche il PM10.

Il modello è applicabile per ogni direzione di vento, orientazione della strada e locazione dei ricettori; è possibile processare sino a 20 rami (links).

L'utente può scegliere se fornire l'angolo che individua la direzione del vento, oppure selezionare l'opzione (Worst case wind) che ricerca l'angolo di vento che corrisponde al caso peggiore.

I singoli tratti stradali, denominati links, sono suddivisi in una serie di elementi dai quali vengono calcolati i singoli contributi di concentrazione; la stima della concentrazione totale (C) in corrispondenza del singolo ricettore considerato è data dalla somma di tutti i singoli contributi infinitesimali "dC" attribuiti al segmento infinitesimale di emissione "dy" e ripetendo l'operazione per tutti i tratti elementari in cui è scomposta la linea di emissione.

Il codice di calcolo considera il contributo congiunto di 6 segmenti di emissione contenuti entro la distanza di $\pm 3\sigma_y$ dal punto ricettore, in quanto i contributi al di fuori di tale range non sono in grado di apportare un contributo significativo.

La concentrazione totale in corrispondenza di un singolo ricettore è data da:

$$C = 1/(2\pi u) \cdot \sum_i [(1/\sigma_{zi}) \cdot \sum_k (F1 + F2) \cdot \sum_j (WT_j \cdot QE_i \cdot P_{di,j})]$$

dove:

$i = 1, n$

$k = -CNT, CNT$

$j = 1, 6$

$n =$ numero degli elementi

$L =$ altezza della "mixing zone"

$\sigma_{zi} =$ parametro di dispersione verticale per l'elemento i -esimo

$QE_i =$ fattore di emissione per la parte centrale dell'elemento i -esimo

$WT_j =$ parametro di correzione del fattore di emissione

$F1 = \exp[-(Z-H+2kL)^2/(2 \cdot \sigma_{gzi}^2)]$

$F2 = \exp[-(Z+H+2kL)^2/(2 \cdot \sigma_{gzi}^2)]$

$\sigma_{gzi} =$ parametro di dispersione verticale iniziale internamente alla "mixing zone"

$H =$ altezza della sorgente di emissione (variabile da -10 a +10 metri)

$Z =$ altezza del punto ricettore

Inoltre, il codice di calcolo considera i seguenti tre fattori per il computo della concentrazione totale:

- **FACT 1:** considera la diluizione e la dispersione verticale determinate dal vento e da σ_z
- **FACT 2:** considera la dispersione orizzontale σ_y
- **FACT 3:** considera i fenomeni di riflessione multipla del pennacchio che si originano in presenza di un'altezza ridotta dello strato di rimescolamento.

La zona denominata "mixing layer" è interessata da fenomeni dispersivi indotti sia da turbolenza meccanica (moto veicolare), sia termica (scarichi gassosi a temperatura elevata), ed è definita come la regione al di sopra del manto stradale, aumentata di tre metri per ciascun lato della carreggiata, al fine di tenere conto della iniziale dispersione orizzontale creata dalla scia dei veicoli e la conseguente diluizione degli inquinanti.

I parametri di dispersione utilizzati dal codice di calcolo CALINE 4 sono rappresentati dalla dispersione verticale σ_z e da quella orizzontale σ_x , raccordati da due curve espresse da funzioni di potenze che tengono conto della rugosità e del flusso di calore sensibile generato dagli scarichi degli automezzi.

La dispersione verticale è direttamente proporzionale al tempo di permanenza dell'inquinante all'interno della mixing zone, ed inversamente proporzionale alla velocità del vento. Le curve di dispersione verticale utilizzate sono costruite usando un valore di σ_z finale (a 10 Km di distanza) uguale a quello che si verifica in condizioni di stabilità atmosferica per un rilascio

passivo; inoltre, i valori di σ_z considerano la rugosità e il flusso di calore sensibile prodotto dagli scarichi degli automezzi.

Il parametro di dispersione orizzontale σ_y sottovento alla sorgente deriva dal metodo di Draxler. Sono inoltre fornite speciali opzioni per modellizzare la qualità dell'aria vicino a intersezioni stradali, aree di parcheggio, strade di livello, in rilevato e in trincea, ponti e canyons stradali. A seconda della tipologia di tratto stradale considerata variano le concentrazioni degli inquinanti, in particolare quelle stimate in corrispondenza dei ricettori ubicati in prossimità del bordo carreggiata:

- per le strade di livello "AT Grade", il modello di dispersione non permette agli inquinanti di disperdersi al di sotto del piano stradale, assunto a quota zero rispetto al piano di campagna;
- per le strade in trincea "Depressed", il modello di dispersione aumenta il tempo di residenza dell'inquinante all'interno della mixing zone proporzionalmente alla profondità della sede stradale rispetto al piano di campagna; in tale situazione si ottengono, per i ricettori prossimi al bordo carreggiata, valori di concentrazione superiori al caso standard "AT Grade", in quanto la dispersione verticale aumenta con il tempo di residenza dell'inquinante all'interno della mixing zone;
- per le strade in viadotto "Bridge", il modello di dispersione permette all'inquinante di fluire al di sopra ed al di sotto del piano stradale; avendo a disposizione un maggiore volume per la dispersione, le concentrazioni degli inquinanti in prossimità dei ricettori più prossimi al bordo carreggiata risultano inferiori rispetto al caso standard "At Grade";
- per le strade in rilevato "Fill", il modello di dispersione pone automaticamente l'altezza a zero in modo tale che le correnti di vento seguono il terreno in modo indisturbato.
- per i parcheggi "Parking Lot", il modello di dispersione considera i fenomeni di slow moving e di cold-start dei veicoli, caratteristici di tali situazioni di traffico.

CALINE 4 è appropriato per le seguenti applicazioni:

- sorgenti autostradali;
- aree urbane o rurali;
- distanze di trasporto minori di 50 km;
- tempi medi di osservazione da 1 ora a 24 ore.

La stima consente di valutare le concentrazioni orarie e giornaliere e di verificare pertanto eventuali fenomeni di criticità sul breve periodo. Per effettuare i calcoli il modello richiede i seguenti dati di input:

- numero di veicoli orari;
- fattori di emissione de veicoli;
- velocità dei veicoli;
- composizione della linea di traffico;
- configurazione della sorgente (strada lineare, intersezione, ponti, ecc.);
- condizioni meteorologiche.

5.3 STIMA DEI FATTORI DI EMISSIONE

Per quanto concerne i fattori medi di emissione per le stime delle concentrazioni effettuate con il modello di dispersione da sorgente lineare Caline4 dell'EPA, i dati sono stati stimati con Copert 4 (versione 9.0).

I fattori di emissione per il PM_{10} considerano sia la frazione "exhaust" sia quella "non exhaust", e quelli per il C_6H_6 la frazione dovuta all'evaporazione.

Quindi, a partire dai singoli fattori di emissione, è stata fatta un'operazione di aggregazione sulla base della composizione del parco veicoli nazionale (Fonte: Autoritratto ACI 2012, con dati aggiornati al 31-12-12).

I dati sono stati elaborati considerando per tutti gli assi le emissioni generate in ciclo di guida di tipo "urbano" (velocità media considerata a *titolo cautelativo* pari a 25 km/h), così come definito nel progetto europeo COPERT, fatta eccezione per i tratti di Viale Certosa (sezioni S8a e S8b) e della Strada Comunale Varda (sezione S9), per i quali è stato considerato un ciclo di guida di tipo "extraurbano" (velocità media considerata a *titolo cautelativo* pari a 60 km/h).

In sintesi, si riportano di seguito in tabella i fattori medi di emissione calcolati per gli inquinanti considerati.

	Fattori di emissione [g/veic-km]			
	Ciclo di tipo urbano		Ciclo di tipo urbano	
	Vlegg	Vpes	Vlegg	Vpes
NO _x	0.5920	2.6225	0.4889	1.7520
CO	0.0430	0.1859	0.0300	0.1353
PM ₁₀	3.6216	1.8144	1.6304	0.7280
C ₆ H ₆	0.0162	0.0019	0.0058	0.0004
PM _{2,5}	0.0330	0.1692	0.0233	0.1216

Tabella 5-1: Fattori medi di emissione considerati nelle stime modellistiche

5.4 I DATI DI TRAFFICO

5.4.1 Premessa

I dati del traffico utilizzati nella simulazione dello stato di fatto sono stati ricavati elaborando i rilievi effettuati da Studio Architetto Vincenzo Curti.

Si è partiti dal dato di traffico relativo all'ora di punta della giornata di venerdì (dalle 17:00 alle 18:00), durante la quale si registra il maggior numero di veicoli sulla rete; pertanto, l'analisi di questo intervallo implica l'analisi del caso peggiore. Il calcolo dell'ora di punta si è basato sulla valutazione del numero di veicoli che contemporaneamente transitano sulla rete considerata.

A partire dal dato di traffico dell'ora di punta è stato ricavato il traffico giornaliero medio settimanale, attraverso l'uso di opportuni coefficienti riportati in letteratura. Tali coefficienti legano il TGM al traffico dell'ora di punta attraverso la seguente relazione:

$$TGM\ 24 = \frac{T_{Punta}}{(0.065 \div 0.12)}$$

In particolare, nel caso in esame è stato considerato un coefficiente pari a 0,09, ritenuto rappresentativo del contesto indagato. Di seguito sono riportati i dati di traffico utilizzati per le simulazioni, ovvero quelli relativi l'ora di punta ed all'ora media, con associate le relative percentuali di veicoli pesanti. Come ripartizione tra periodo diurno e periodo notturno è stato considerato il 90% di giorno ed il restante 10% di notte.

5.4.2 Sezioni di censimento del traffico

Di seguito sono riportate le sezioni di censimento dei dati di traffico relative sia alla situazione Ante Operam che a quella Post Operam.



Figura 5.4-1: Sezioni di censimento del traffico (Ante Operam e Post Operam)

5.4.3 Stato Ante Operam

In Tabella 5.4-1 sono riportati i dati di input utilizzati per le simulazioni effettuate nello stato ante operam con il modello di dispersione CALINE 4.

NUM	SEZIONE	TGM24	%P	Ora_media DAY	Ora_media NIGHT	Ora_punta
S1a	Via Edmondo de Amicis	18222	1.22	1025	228	1640
S1b	Via Edmondo de Amicis	16256	1.50	914	203	1463
S1c	Via Edmondo de Amicis	16256	1.50	914	203	1463
S1d	Via Edmondo de Amicis	13789	1.69	776	172	1241
S1e	Via Edmondo de Amicis	17144	1.36	964	214	1543
S2a	Corso Fratelli Cervi	9500	0.58	534	119	855
S2b	Corso Fratelli Cervi	19967	0.67	1123	250	1797
S2c	Corso Fratelli Cervi	20244	0.66	1139	253	1822
S3a	Via Vittorio Sassi	2789	0.40	157	35	251
S3b	Via Vittorio Sassi	4178	0.27	235	52	376
S3c	Via Vittorio Sassi	9611	0.12	541	120	865
S4a	Via Richard d'Oriente	122	9.09	7	2	11
S4b	Via Richard d'Oriente	1122	0.99	63	14	101
S4c	Via Richard d'Oriente	456	0.00	26	6	41
S5a	Via Fermi	6011	0.37	338	75	541
S5b	Via Fermi	344	0.00	19	4	31
S6	Via Niccolò Tommaseo	578	0.00	33	7	52
S7	Via Losa	1178	0.94	66	15	106
S8a	Viale Carlota	5056	1.10	284	63	455
S8b	Viale Carlota	7689	0.72	433	96	692
S9	Strada Comunale Varda	18800	0.71	1058	235	1692

Tabella 5.4-1: Dati di traffico utilizzati per le simulazioni – Stato ante operam.

5.4.4 Stato Post Operam

I dati di traffico utilizzati per le simulazioni relative allo stato di progetto sono stati ricavati elaborando le informazioni contenute nello Studio di Impatto Viabilistico redatto da Studio Architetto Vincenzo Curti. In particolare, in Tabella 5.4-2 sono indicati per ogni asse stradale i dati considerati nelle simulazioni.

NUM	SEZIONE	TGM24	%P	Ora_media DAY	Ora_media NIGHT	Ora_punta
S1a	Via Edmondo de Amicis	20011	1.11	1001	250	1801
S1b	Via Edmondo de Amicis	19022	1.40	1070	238	1712
S1c	Via Edmondo de Amicis	18489	1.38	1040	231	1664
S1d	Via Edmondo de Amicis	14911	1.56	839	186	1342
S1e	Via Edmondo de Amicis	18411	1.27	1036	230	1657
S2a	Corso Fratelli Cervi	10456	0.53	588	131	941
S2b	Corso Fratelli Cervi	20467	0.65	1151	256	1842
S2c	Corso Fratelli Cervi	22256	0.60	1252	278	2003
S3a	Via Vittorio Sassi	6667	0.33	375	83	600
S3b	Via Vittorio Sassi	6967	0.32	392	87	627

S3c	Via Vittorio Sassi	10700	0.10	602	134	963
S4a	Via Richard d'Oriente	244	4.55	14	3	22
S4b	Via Richard d'Oriente	1244	0.89	70	16	112
S4c	Via Richard d'Oriente	1067	0.00	60	13	96
S5a	Via Fermi	7278	0.31	409	91	655
S5b	Via Fermi	1011	0.00	57	13	91
S6	Via Niccolò Tommaseo	633	0.00	36	8	57
S7	Via Losa	1289	0.86	73	16	116
S8a	Viale Carlota	5744	0.97	323	72	517
S8b	Viale Carlota	8244	0.67	464	103	742
S9	Strada Comunale Varda	20833	0.75	1172	260	1875

Tabella 5.4-2: Dati di traffico utilizzati per le simulazioni – Stato post operam.

5.5 LE CONDIZIONI METEOROLOGICHE AL CONTORNO

Come condizioni meteorologiche sono stati considerati i dati orari desunti dal "Database campi di vento della provincia di Torino", ed in particolare i dati relativi alle coordinate de baricentro dell'area di intervento (cfr. par. 4.1).

La stringa meteo di dati orari di input al modello Caline 4 contiene, per ogni ora dell'anno di riferimento considerato nel database (dal 01/06/1999 al 31/05/2000), comprende i seguenti parametri:

- Velocità del vento (m/s)
- Classe di stabilità atmosferica
- Altezza di rimescolamento (m)
- Deviazione standard della direzione del vento (°)
- Temperatura ambiente (°C)

5.6 STIMA DELLE CONCENTRAZIONI

5.6.1 Premessa

I fattori di emissione, i dati di traffico e le condizioni meteorologiche al contorno utilizzate nelle simulazioni sono riportati rispettivamente ai paragrafi 5.3, 5.4 e 5.5.

Per quanto concerne i dati di traffico utilizzati nelle simulazioni si è proceduto nel seguente modo: il dato relativo all'ora di punta è stato attribuito alle fasce orarie relative alla punta del mattino (07:00-09:00) e del pomeriggio (17:00-19:00), per le restanti ore del periodo diurno (06:00 - 22:00) è stato considerato il dato medio TGM16/16 mentre per le ore del periodo notturno (22:00 - 06:00) è stato considerato il dato medio TGM8/8.

Le caratteristiche principali dei ricettori individuati e la loro ubicazione sono riportati al par. 4.3.

Di seguito sono riportati i risultati delle simulazioni effettuate, confrontati con i limiti di legge previsti dalla normativa di riferimento (D.Lgs. 155/2010).

Si ricorda che i risultati delle simulazioni sono rappresentative del solo traffico veicolare considerato, e non di altre eventuali sorgenti di origine antropica e/o naturale eventualmente presenti.

In Figura 5.6-1 sono riportati i punti bersaglio in corrispondenza dei ricettori considerati per le stime modellistiche. Nello specifico, sono state considerate le facciate più esposte degli edifici di progetto a destinazione residenziale e terziario/produttivo, nonché dell'edificio pubblico lungo Via Vittorio Sassi (codice P10); inoltre, come edifici esterni ai comparti di progetto sono stati considerati gli edifici residenziali più esposti (codici P13-14-15) ubicati lungo via Edmondo de Amicis.



Figura 5.6-1: Punti bersaglio considerati nelle simulazioni

5.6.2 Risultati

Di seguito sono riportate le concentrazioni stimate, nella situazione Ante Operam e Post Operam, in corrispondenza dei punti bersaglio individuati sulle facciate più esposte dei ricettori considerati.

RISULTATI SIMULAZIONI ANTE OPERAM														
Ric	NO ₂ (max orario)	Limite	NO ₂ (media anno)	Limite	PM ₁₀ (max 24h)	Limite	PM ₁₀ (media anno)	Limite	C ₆ H ₆ (media anno)	Limite	CO (max 8 h)	Limite	PM _{2.5} (media anno)	Limite
	mg/m ³	mg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
P1	45.64	200	8.95	40	2.1	50	0.69	40	0.19	5	0.17	10	0.43	25
P2	60.36	200	11.42	40	2.1	50	0.90	40	0.27	5	0.17	10	0.61	25
P3	64.59	200	11.73	40	2.2	50	0.93	40	0.29	5	0.22	10	0.63	25
P4	38.94	200	7.14	40	2.1	50	0.50	40	0.13	5	0.14	10	0.31	25
P5	36.33	200	6.97	40	1.7	50	0.46	40	0.10	5	0.10	10	0.28	25
P6	55.55	200	11.83	40	3.3	50	0.99	40	0.29	5	0.30	10	0.64	25
P7	61.58	200	12.22	40	3.2	50	1.01	40	0.30	5	0.28	10	0.67	25
P8	61.08	200	11.37	40	3.6	50	0.91	40	0.27	5	0.28	10	0.60	25
P9	73.66	200	11.04	40	2.9	50	0.83	40	0.22	5	0.21	10	0.56	25
P10	41.55	200	9.41	40	1.9	50	0.72	40	0.21	5	0.15	10	0.46	25
P11	49.49	200	7.61	40	2.0	50	0.55	40	0.15	5	0.15	10	0.34	25
P12	31.98	200	6.54	40	1.6	50	0.42	40	0.09	5	0.09	10	0.26	25
P13	73.86	200	11.30	40	2.9	50	0.92	40	0.28	5	0.25	10	0.61	25
P14	95.71	200	17.08	40	3.8	50	1.56	40	0.50	5	0.37	10	1.10	25
P15	110.6	200	19.03	40	4.3	50	1.79	40	0.58	5	0.50	10	1.28	25
RISULTATI SIMULAZIONI POST OPERAM														
Ric	NO ₂ (max orario)	Limite	NO ₂ (media anno)	Limite	PM ₁₀ (max 24h)	Limite	PM ₁₀ (media anno)	Limite	C ₆ H ₆ (media anno)	Limite	CO (max 8 h)	Limite	PM _{2.5} (media anno)	Limite
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
P1	47.5	200	9.8	40	2.3	50	0.78	40	0.22	5	0.18	10	0.49	25
P2	77.4	200	15.7	40	3.1	50	1.37	40	0.44	5	0.29	10	0.95	25
P3	88.5	200	15.2	40	3.4	50	1.32	40	0.43	5	0.33	10	0.92	25
P4	46.6	200	8.7	40	2.6	50	0.65	40	0.17	5	0.18	10	0.40	25
P5	42.4	200	7.8	40	2.0	50	0.54	40	0.12	5	0.12	10	0.34	25
P6	59.6	200	12.5	40	3.4	50	1.07	40	0.32	5	0.31	10	0.70	25
P7	70.1	200	14.5	40	3.5	50	1.27	40	0.39	5	0.31	10	0.86	25
P8	68.8	200	12.9	40	4.2	50	1.07	40	0.32	5	0.32	10	0.72	25
P9	76.5	200	11.7	40	3.1	50	0.90	40	0.24	5	0.23	10	0.60	25
P10	54.8	200	11.8	40	2.4	50	0.96	40	0.29	5	0.20	10	0.63	25
P11	53.7	200	9.2	40	2.5	50	0.71	40	0.20	5	0.19	10	0.45	25
P12	35.2	200	7.2	40	1.8	50	0.49	40	0.10	5	0.11	10	0.30	25
P13	79.3	200	12.2	40	3.2	50	1.03	40	0.31	5	0.28	10	0.68	25
P14	101.7	200	18.1	40	4.2	50	1.70	40	0.54	5	0.41	10	1.19	25
P15	116.6	200	20.7	40	4.8	50	2.02	40	0.66	5	0.56	10	1.44	25

Tabella 5.6-1: Concentrazioni stimate in corrispondenza della facciata più esposta di ogni singolo ricettore

I dati sopra riportati evidenziano come le concentrazioni massime stimate, relative al solo contributo del traffico veicolare considerato nelle valutazioni siano risultati non significativi. Tale aspetto è evidenziato nella tabella seguente, dove sono riportati per ogni inquinante gli incrementi di concentrazione rilevati dal traffico veicolare indotto dall'intervento di progetto.

Punto bersaglio	NO ₂ (max orario)	NO ₂ (media anno)	PM ₁₀ (max 24h)	PM ₁₀ (media anno)	C ₆ H ₆ (media anno)	CO (max 8 h)	PM _{2.5} (media anno)
	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	mg/m ³	µg/m ³
P1	1.9	0.9	0.2	0.09	0.03	0.01	0.06
P2	17.0	4.2	1.1	0.47	0.17	0.12	0.35
P3	23.9	3.5	1.2	0.39	0.14	0.11	0.29
P4	7.7	1.5	0.5	0.14	0.05	0.04	0.10
P5	6.0	0.8	0.3	0.08	0.02	0.02	0.05
P6	4.0	0.7	0.1	0.09	0.03	0.02	0.06
P7	8.6	2.3	0.2	0.26	0.09	0.03	0.19
P8	7.8	1.5	0.6	0.17	0.05	0.04	0.12
P9	2.9	0.7	0.2	0.07	0.02	0.02	0.05
P10	13.2	2.4	0.5	0.25	0.08	0.05	0.17
P11	4.2	1.6	0.5	0.16	0.05	0.05	0.11
P12	3.2	0.7	0.2	0.06	0.02	0.02	0.04
P13	5.5	0.9	0.3	0.11	0.04	0.03	0.07
P14	6.0	1.1	0.4	0.14	0.05	0.04	0.10
P15	6.0	1.7	0.5	0.23	0.08	0.05	0.17

Tabella 5.6-2: Incremento delle concentrazioni dovute al traffico indotto (Post Operam – Ante Operam)

Inoltre, si evidenzia come le concentrazioni maggiori si siano riscontrate in corrispondenza degli edifici eresidenziali esistenti, ubicati lungo via Edmondo de Amicis, e come gli incrementi presso tali edifici nella situazione Post operam siano risultati non significativi. Incrementi maggiori si hanno in corrispondenza degli edifici di progetto, ma con concentrazioni inferiori. Ad esempio, presso l'edificio pubblico in previsione (codice P10), le concentrazioni rilevate per ogni inquinante sono risultate essere modeste.

6 CONCLUSIONI

La presente relazione è finalizzata alla verifica di compatibilità atmosferica del sistema stradale a fronte della trasformazione dell'area denominata "Comparti n°2-3" sul territorio della città di Collegno.

Le stime delle concentrazioni in atmosfera, effettuate tramite l'ausilio del modello di dispersione da sorgente lineare CALINE 4 dell'EPA, hanno permesso di evidenziare il contributo generato dall'incremento di traffico indotto dall'intervento di progetto.

Le concentrazioni sono stata stimate per i parametri inquinanti CO, C₆H₆, NO₂, PM_{2.5} e PM₁₀ e sono rappresentative del solo contributo delle sorgenti emissive considerate, ovvero del traffico veicolare.

In corrispondenza di tutti i ricettori individuati è stato verificato come il contributo generato dal traffico veicolare stimato per lo stato post operam porti ad un ovvio incremento di concentrazioni, ma comunque tale da non evidenziare situazioni di criticità al fine del rispetto dei limiti di legge per i parametri inquinanti considerati.

Quindi, a seguito di quanto sopra esposto e delle considerazioni riportate, si ritiene che l'intervento di progetto sia da ritenersi ambientalmente compatibile in riferimento alla componente "Atmosfera".