

COMUNE DI MONZA

PROGRAMMA INTEGRATO DI INTERVENTO

VARIANTE
PII "PIAZZALE VIRGILIO"
IN VARIANTE AL P.G.T.

Proponente

S.C. EVOLUTION S.p.A.
Via Manzoni 41 - Milano

Progettista

Ing. Flavio Minatta

via La Rosa 354, Piantedo (So)
Ordine degli ingegneri di Sondrio n°620

Data prima emissione: 23 Gennaio 2020

Data Revisioni

01:	13 Febbraio 2020
02:	02 Marzo 2020
03:	12 Aprile 2021
04:	_____
05:	_____
06:	_____
07:	_____
08:	_____
09:	_____

Numero tavola:

U_v1

OGGETTO:

VALUTAZIONE DELLE RICADUTE DI
INQUINANTI E DEGLI IMPATTI SANITARI

Valutazione delle ricadute di inquinanti e del rischio sanitario

Variante PII "Piazzale Virgilio" in comune di Monza

Committente

S.C. Evolution S.p.A.
Via La Rosa, 354
23010 – Piantedo (SO)



Data: 9 aprile 2021	Rev. 01	
Redatto da Dr. Giorgio Oprandi	Verificato da P.Ch. Paolo Nava	Per presa visione Il responsabile aziendale

Documento firmato digitalmente ai sensi della vigente normativa

Indice

1. PREMESSA	4
2. RIFERIMENTI NORMATIVI	5
2.1 Valutazione della qualità dell'aria	5
2.2 Valutazione degli impatti sanitari	6
2.2.1 Metodo Risk Assessment	6
2.2.1.1 Rischio inalatorio per sostanze non cancerogene	6
2.2.1.2 Rischio inalatorio per sostanze cancerogene	7
2.2.1.3 Rischio cumulativo	8
2.2.2 Metodo Health Impact Assessment (HIA)	10
3. VALUTAZIONE DEL QUADRO EMISSIVO TERRITORIALE	12
3.1 Stato di qualità dell'aria	13
4. DESCRIZIONE DEL PROGETTO	14
5. DESCRIZIONE DEL MODELLO	18
5.1 Fattori di emissione	19
5.2 Determinazione dei flussi veicolari	21
5.2.1 Scenario 1	21
5.2.2 Scenario 2	24
5.3 Modello climatico	26
6. DESCRIZIONE DEI RISULTATI	30
6.1 Ricadute medie al suolo di inquinanti	30
6.1.1 Scenario 1	31
6.1.2 Scenario 2	33
6.1.3 Confronto fra i due scenari	35
6.2 Ricadute massime orarie per il parametro NO ₂	36
6.2.1 Risultati della simulazione	38
7. VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI SANITARI	40
7.1 Inquinanti non cancerogeni	40
7.1.1 Calcolo delle portate effettive di esposizione	40
7.1.2 Calcolo degli HI	42
7.1.2.1 Scenario 1	42
7.1.2.2 Scenario 2	42
7.1.2.3 Esiti della simulazione	43
7.2 Inquinanti cancerogeni	44
7.2.1 Calcolo delle portate effettive di esposizione	44

7.2.2	Calcolo dei fattori R	45
7.2.2.1	Scenario 1	45
7.2.2.2	Scenario 2	46
7.2.2.3	Esiti della simulazione	46
7.2.3	Applicazione del metodo HIA	47

8. CONCLUSIONI _____ **50**

Allegati

N. 10 mappe di dispersione inquinanti

1. PREMESSA

Il presente documento costituisce la revisione n. 01 della precedente valutazione relativa alle ricadute di inquinanti da traffico veicolare ed agli impatti sanitari connessi al progetto di modifica del P.G.T. del Comune di Monza, denominato "Variante al P.I.I. Piazzale Virgilio", predisposta nell'ambito del procedimento di verifica di assoggettabilità a VAS.

La seguente revisione, in particolare, recepisce le modifiche apportate al progetto originario, che, nella sua configurazione finale, prevede la realizzazione di una struttura polifunzionale così costituita:

- attività a destinazione commerciale classificabile come media struttura di vendita (MSV), per un totale di 4.095 m² di slp, per una superficie massima di vendita di 2.500 m²;
- spazi per somministrazione e pubblici esercizi (*leisure*), per un totale di 1.000 m² di slp;
- spazi ad uso terziario/direzionale (575 m²);
- area esterna con inserimento di anfiteatro (cd "ambiteatro") di capacità pari a 225 posti a sedere,

in luogo dell'originaria previsione urbanistica di destinazione prevalentemente residenziale per il sito in esame.

È inoltre prevista la realizzazione di aree a parcheggio a servizio delle nuove attività, a raso e in struttura interrata, con accesso da via Manara e da viale Lombardia.

Con riferimento al traffico indotto dal progetto, si precisa che rispetto al lay-out oggetto di precedente simulazione:

- **non si prevedono modifiche del traffico indotto nell'ora di punta serale, dovuto all'esercizio della MSV;**
- **il traffico indotto su base giornaliera dall'intervento sarà inferiore rispetto a quello previsto in origine, in quanto si ridurranno le aree *leisure* in favore di spazi ad uso terziario/direzionale.**

Tenuto conto di quanto sopra, le considerazioni già espresse in sede di prima stesura del presente documento si ritengono valide anche nella configurazione progettuale definitiva.

Non si procede pertanto con l'aggiornamento delle simulazioni di ricaduta degli inquinanti, ma unicamente con l'illustrazione dei risultati ottenuti in sede di prima stesura del 13/02/2020 e successiva integrazione del 02/03/2020 relativa alle ricadute massime orarie di NO₂.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

2.1 Valutazione della qualità dell'aria

Si richiamano di seguito i valori limite per gli inquinanti oggetto di caratterizzazione, come definiti dal Decreto legislativo 13 agosto 2010, n. 155, in recepimento della Direttiva 2008/50/CE, indicati in funzione del periodo di mediazione e del livello di protezione.

Tabella 1 – Valori limite di qualità dell'aria (Decreto legislativo 13 agosto 2010, n.155)

Inquinante	Livello di protezione	Periodo di mediazione	Valore limite
PM ₁₀	Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	Giorno	50 µg/m ³ da non superare più di 35 volte per l'anno civile (perc. 90,411)
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m ³
PM _{2.5}	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	25 µg/m ³
NO ₂	Valore limite orario per la protezione della salute umana	Ora	200 µg/m ³ da non superare più di 18 volte per l'anno civile (perc. 99,795)
	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m ³
CO	Valore limite per la protezione della salute umana	Massimo giornaliero della media mobile calcolata su 8 ore	10 mg/m ³
C ₆ H ₆ (Benzene)	Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	5 µg/m ³

2.2 Valutazione degli impatti sanitari

2.2.1 Metodo Risk Assessment

La necessità di definire gli impatti sulla salute della popolazione esposta agli effetti di un dato progetto o programma viene recepita dalla DGR 8 febbraio 2016 n. X/4792 "Linee guida per la componente salute pubblica negli studi di impatto ambientale e negli studi preliminari ambientali", che rimanda alla metodologia proposta dalle "Linee Guida per la Valutazione integrata di impatto ambientale e sanitario (VIAS) nelle procedure di autorizzazione ambientale (VAS, VIA, AIA)", di cui alla Delibera del Consiglio Federale n. 133/2016 dell'ISPRA.

Le predette Linee Guida riportano alla sezione n. 4.3.1 la metodologia applicativa per la valutazione degli impatti sanitari secondo il cd metodo *risk assessment*.

Il rischio dovuto all'esposizione inalatoria, in particolare, viene definito come segue.

2.2.1.1 Rischio inalatorio per sostanze non cancerogene

Il rischio connesso all'esposizione a sostanze non cancerogene viene definito dalla seguente relazione:

$$HQ = ADD/RfD_{inal}$$

Dove:

- $HQ = Hazard\ Quotient$ è il Quoziente di Pericolo ed esprime di quanto l'esposizione alla sostanza supera la dose di riferimento inalatoria (RfD_{inal});
- $ADD = Average\ Daily\ Dose$, espressa in $mg/kg \cdot giorno$;
- $RfD_{inal} = Inalation\ Reference\ Dose$ è la stima della quantità massima di sostanza che può essere inalata giornalmente e per tutta la vita senza comportare apprezzabili rischi per la salute umana, espressa in $mg/kg \cdot giorno$.

Per calcolare il rischio associato all'esposizione a diverse sostanze e/o a differenti vie di esposizione, gli HQ calcolati per una singola sostanza e per una singola via di esposizione devono essere sommati per ottenere l'HI (*Hazard Index – Indice di Pericolosità*).

Il calcolo del coefficiente ADD (definito anche E – fattore di esposizione) può essere effettuato a partire dalla seguente relazione:

$$E = C_{aria} \times EM$$

Dove:

- C_{aria} = concentrazione in aria del contaminante [mg/m^3].

Il valore di EM viene determinato a partire dalla concentrazione in aria dell'inquinante, applicando i valori di correlazione indicati dalla tabella 4.1 riportata nelle Linee Guida, secondo la formula seguente:

$$EM \left[\frac{m^3}{Kg \times giorno} \right] = \frac{B_i \times EF_g \times EF \times ED}{BW \times AT \times 365 \frac{giorni}{anno}}$$

Dove:

- Bi = rateo di inalazione [m³/h];
- EFg = frequenza giornaliera di esposizione [h/giorno];
- EF = frequenza annuale di esposizione [giorni/anno];
- ED = durata dell'esposizione [anni];
- BW = peso corporeo [kg];
- AT = tempo medio di esposizione [anni].

Tabella 2 – Fattori di esposizione per il calcolo della dose media giornaliera di aria inalata

FATTORI DI ESPOSIZIONE (EF)		Simbolo	Unità di Misura	Residenziale		Industria
				Adulto	Bambino	Adulto
Peso corporeo		BW	kg	70	15	70
Tempo medio di esposizione per le sostanze cancerogene		ATc	anni	70	70	70
Tempo medio di esposizione per le sostanze non cancerogene		ATn	anni	ED	ED	ED
Durata di esposizione		ED	anni	24	6	25
Frequenza di esposizione		EF	giorni/anno	350	350	250
Frequenza giornaliera di esposizione		EFgi	ore/giorno	24	24	8
Tasso inalazione outdoor/indoor (*)	Attività sedentaria fisica	Bo/Bi	m ³ /ora	0,90	0,70	0,90
	Attività moderata fisica			1,50	1,00	1,50
	Attività intensa fisica			2,50	1,90	2,50

(*) I tassi di inalazione sono applicabili indistintamente per ambienti aperti e confinati

Il valore assunto dai coefficienti RfD_{inal} è reperibile, laddove definito, dal Documento di supporto "Banca Dati ISS-INAIL", del marzo 2015.

Il processo di valutazione termina confrontando il valore di rischio calcolato con i criteri di accettabilità del rischio, che per sostanze non cancerogene con soglia di effetto **coincide con il non superamento del valore RfD_{inal} (HI ≤ 1)**.

2.2.1.2 Rischio inalatorio per sostanze cancerogene

Il rischio connesso all'esposizione a sostanze cancerogene per via inalatoria può seguire approccio analogo a quello descritto per le sostanze non cancerogene, sommando gli EM determinati per popolazione adulta e bambini secondo la formula seguente.

$$EM \left[\frac{m^3}{Kg \times giorno} \right] = \frac{Bi_{Ad} \times EF_g \times EF \times ED_{Ad}}{BW_{Ad} \times AT \times 365 \frac{giorni}{anno}} + \frac{Bi_{Bam} \times EF_g \times EF \times ED_{Bam}}{BW_{Bam} \times AT \times 365 \frac{giorni}{anno}}$$

Il rischio viene poi calcolato tramite la seguente equazione:

$$R = LADD \times CSF$$

Dove:

- R = rischio, inteso come probabilità incrementale dell'insorgenza di casi di tumore nel corso della vita causati dall'esposizione alla sostanza cancerogena in studio;
- LADD = Lifetime Average Daily Dose, espressa in mg/kg*gg;
- CSF = Cancer Slope Factor, ovvero la probabilità incrementale di sviluppare un tumore se l'individuo è esposto alla sostanza cancerogena per tutta la vita.

Limitatamente al rischio dovuto ad esposizione inalatoria, in letteratura sono disponibili anche dei coefficienti definiti IUR (*inhalation unit risk*), che possono essere applicati direttamente alle concentrazioni atmosferiche per ricavare la stima di rischio, secondo la relazione seguente:

$$R = C_{aria} \times UR$$

Dove:

- C_{aria} = concentrazione atmosferica del contaminante cui è esposta la popolazione, espressa in $\mu\text{g}/\text{m}^3$;
- IUR = *unit risk* inalatorio, definito come il rischio incrementale risultante dall'esposizione continuativa per tutta la vita ad una concentrazione di $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, espresso in $[\mu\text{g}/\text{m}^3]^{-1}$.

La determinazione dell'UR muove dal cosiddetto *slope factor*, che esprime il potere cancerogeno di una sostanza e indica la probabilità incrementale di sviluppare un tumore se un individuo è esposto alla sostanza per tutta la vita. Lo *slope factor* indica la pendenza della curva dose-risposta, ossia il potenziale cancerogeno di una certa sostanza espressa in $[\text{mg}/\text{kg} \times \text{giorno}]^{-1}$.

L'Unit Risk è messo in correlazione con lo *slope factor* dalla seguente relazione:

$$SF_{\text{inal}} = IUR \left(\frac{70 \text{ kg}}{20 \text{ m}^3/\text{giorno}} \right) 1000 \frac{\mu\text{g}}{\text{mg}}$$

I valori assunti dai coefficienti SF_{inal} e IUR sono riportati nel Documento di supporto "Banca Dati ISS-INAIL" del marzo 2015.

Il processo di valutazione termina confrontando il valore di rischio calcolato con i criteri di accettabilità del rischio.

2.2.1.3 *Rischio cumulativo*

Il rischio cumulativo viene calcolato considerando tutte le sostanze cui è sottoposto un recettore e le relative vie di esposizione.

Per sostanze non cancerogene, il rischio può considerarsi accettabile se inferiore ad 1.

Per le sostanze cancerogene, l'US-EPA nella valutazione di rischio cumulativo ipotizza:

- **valore accettabile** inferiore a 10^{-6} ;
- **interventi discrezionali** nel range compreso fra 10^{-4} e 10^{-6} ;
- **intervento pianificato** in caso di rischio superiore a 10^{-4} .

Coefficienti utilizzati nell'indagine

Per i parametri PM₁₀, NO₂ e CO, le linee guida ISS-INAIL non indicano i valori di SF_{inal}, UR ed RfD_{inal}.

Nella definizione di tali coefficienti si è fatto riferimento al documento "Valutazione del rischio sanitario dovuto all'esposizione della popolazione all'inquinamento atmosferico in zona urbana", predisposto dal Politecnico di Torino, dove viene indicato il RfD per i parametri PM₁₀ e NO₂.

La stima riportata nel documento muove dalla relazione seguente:

$$RfD = RfC * \frac{20m^3}{70 kg \text{ giorno}}$$

Sulla scorta di tale formula si è proceduto alla determinazione del RfD per il parametro CO.

In tutti i casi, si è considerato quale valore di RfC il valore limite di qualità dell'aria previsto dal D. L.vo 155/2010.

La tabella seguente riepiloga gli RfD determinati come sopra.

Tabella 3 – Stima dei fattori RfD

Inquinante	RfC μg/m ³	Fonte	RfD (mg/kg*gg)
PM ₁₀	40	D.Lvo 155/2010	0,011
NO ₂	40	D.Lvo 155/2010	0,011
CO	10.000	D.Lvo 155/2010	2,86

Si riassumono infine i valori di SF_{inal}, IUR ed RfD per i parametri oggetto di indagine, che saranno utilizzati nella presente valutazione.

Tabella 4 – Coefficienti utilizzati nella valutazione

	SF _{inal} [mg/kg x gg]	UR [μg/m ³] ⁻¹	RfD _{inal} [mg/kg x gg]
PM₁₀	/	/	1,1 x 10 ⁻²
PM_{2.5}	0,742 ⁽¹⁾	2,12 x 10 ⁻⁴	/
C₆H₆	2,73 x 10 ⁻²	7,8 x 10 ⁻⁶	8,57 x 10 ⁻³
CO	/	/	2,86
NO₂	/	/	1,1 x 10 ⁻²
(1) determinato dalla relazione di cui alla sezione 2.2			

2.2.2 Metodo Health Impact Assessment (HIA)

Il metodo HIA segue una logica analoga a quella del Risk Assessment per quanto attiene le fasi di classificazione del rischio, ma tramite un approccio di tipo epidemiologico in luogo dell'approccio tossicologico utilizzato dal metodo precedente.

In particolare, la metodica prevede i seguenti passaggi:

- a) *hazard identification*: valutazione preliminare della pericolosità delle sostanze identificate mediante analisi del rapporto causale di associazione fra un agente e l'effetto avverso per la salute da questo determinato;
- b) *dose – response assessment*: valutazione di una relazione dose – risposta o, più propriamente, esposizione – risposta (incidenza);
- c) *exposure assessment*: valutazione dei dati quantitativi di misura e/o stima delle concentrazioni di esposizione o di indicatori di esposizione;
- d) *risk characterization*: valutazione del numero di casi addizionali prevedibili nella popolazione e legati all'esposizione al singolo agente, che non si sarebbero verificati in assenza di esposizione a quel particolare fattore di rischio.

In sintesi, il metodo consiste nell'utilizzare i fattori di rischio specifici derivanti dall'evidenza epidemiologica per:

- stimare gli eventi attribuibili alla differenza fra le concentrazioni osservate ed un valore di riferimento al di sotto del quale si ipotizza che l'effetto sanitario possa considerarsi trascurabile (approccio retrospettivo);
- effettuare una stima degli eventi sanitari attribuibili ad un incremento o riduzione delle concentrazioni osservate, dovuto all'attivazione o riduzione di sorgenti emmissive (approccio prospettico).

Alla luce degli obiettivi della presente valutazione si ritiene che il metodo di interesse possa essere ricondotto a quello prospettico.

La valutazione si articola nei seguenti passaggi:

- identificazione del valore di RR per l'effetto considerato derivato dalla funzione concentrazione – risposta, descritta dalla letteratura più aggiornata;
- i valori di esposizione della popolazione in studio, quindi:
 - la differenza fra l'esposizione attuale e quella di riferimento;
 - l'incremento stimato rispetto alle concentrazioni attuali, dovuto all'attivazione di nuove sorgenti emmissive.
- la dimensione della popolazione di riferimento dalla quale sono ricavati i dati relativi all'incidenza dell'effetto sanitario e la popolazione interessata dalla potenziale variazione dell'esposizione;
- l'occorrenza di base dell'evento sanitario in studio (morbidità o mortalità nella popolazione di riferimento).

La combinazione dei dati riportati sopra si esplica nella formula seguente:

$$AC = A*B*\Delta C*P_{exp}$$

Dove:

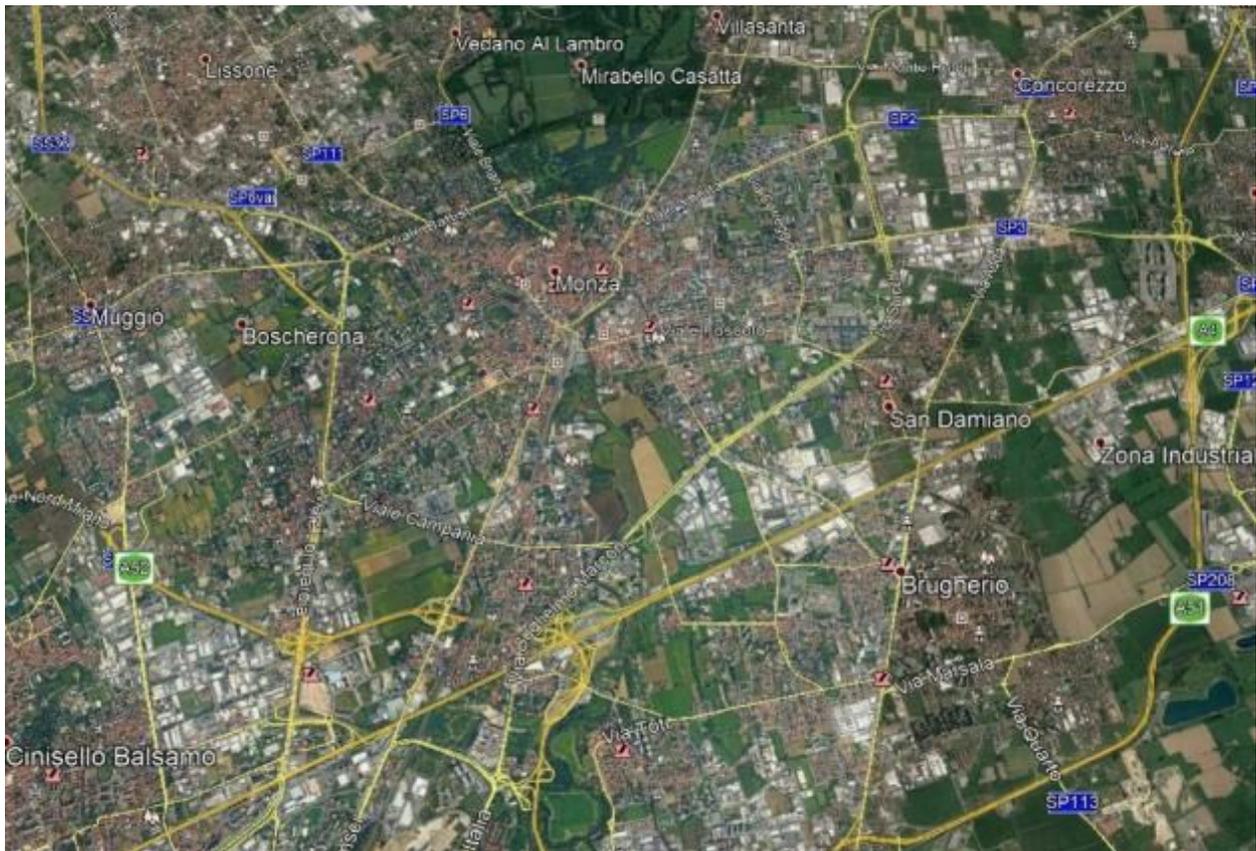
- AC = numero di casi attribuibili all'esposizione in esame;
- A = (RR-1), eccesso di rischio nella popolazione esposta attribuibile all'inquinamento atmosferico, dove RR è il rischio relativo desunto dalla letteratura disponibile per il dato esito sanitario, di norma espresso come rischio relativo per incremento di 10 µg/m³ di inquinante;
- B = tasso di morbosità/mortalità di background dell'esito sanitario considerato, ovvero il tasso osservabile in assenza di esposizione. Il dato è ottenibile dai dati statistici per la popolazione di riferimento;
- ΔC = variazione delle concentrazioni ambientali per la quale si intende valutare l'effetto. Per gli inquinanti atmosferici convenzionali il valore di concentrazione viene diviso per 10, in quanto i dati di RR disponibili sono convenzionalmente espressi per incrementi di 10 µg/m³;
- P_{exp} è la popolazione esposta.

3. VALUTAZIONE DEL QUADRO EMISSIVO TERRITORIALE

Il comune di Monza è situato a circa 20 km a nord di Milano e si estende per una superficie pari a 33 km².

Il territorio comunale si estende prevalentemente lungo la direttrice est/ovest ed è attraversato da diverse arterie di comunicazione, fra cui si distinguono l'autostrada A4 Torino – Trieste, la SP 13 Monza/Melzo e la SS 36 dello Spluga.

La figura seguente evidenzia le principali vie di comunicazione che interessano il territorio comunale.



*Figura 1 – Inquadramento viabilistico
(Fonte: elaborazione Google Earth)*

Gli assi viari localizzati sul territorio sono interessati da considerevoli flussi di traffico e possono pertanto considerarsi quale significativa sorgente di emissioni in atmosfera già gravante sull'areale in esame.

Il comune di Monza è inserito nella zona "Agglomerato di Milano", che, come descritto dalla D.G.R. 2605 del 06/12/11, presenta le caratteristiche seguenti:

- popolazione superiore a 250.000 abitanti oppure inferiore a 250.000 abitanti e densità di popolazione superiore a 3.000 abitanti/km²;
- più elevata densità di emissioni di PM10 primario, NO e COV;
- situazione metereologica avversa per la dispersione degli inquinanti (velocità del vento limitata, frequenti casi di inversione termica, lunghi periodi di stabilità atmosferica caratterizzata da alta pressione);
- alta densità abitativa, di attività industriali e di traffico.

3.1 Stato di qualità dell'aria

Presso il comune di Monza risultano installate due centraline di monitoraggio della qualità dell'aria, ubicate rispettivamente in via Machiavelli e in area Parco, che forniscono le concentrazioni giornaliere degli inquinanti oggetto di valutazione (PM₁₀, PM_{2.5}, CO, NO₂).

La tabella seguente riassume le medie annue riscontrabili presso le due centraline, relativamente all'ultimo anno completo a disposizione (2019).

Per quanto attiene il parametro benzene risultano disponibili gli esiti di una campagna di misura con laboratorio mobile eseguita fra i mesi di maggio '17 e di febbraio '18 da ARPA Lombardia in vari punti del territorio comunale, fra i quali il Parco.

Tabella 5 – Concentrazioni di fondo degli inquinanti rilevate dalle centraline ARPA

Inquinante	Concentrazione di fondo [µg/m ³]		Limite annuale della qualità dell'aria D. L.vo 155/2010 e smi [µg/m ³]
	Monza Machiavelli	Monza Parco	
PM ₁₀	29,5	25,4	40
PM _{2.5}	20,4	n.d.	25
CO	55	n.d.	10.000
NO ₂	45,7	40,5	40
Benzene	n.d.	0,57*	5,0

* rilevato durante campagna con laboratorio mobile (dato medio mag. '17 – feb. '18)

Si precisa che tutti i dati di cui sopra fanno riferimento ad aree situate a debita distanza (nell'ordine di circa 2/3 km) dell'area di progetto, pertanto la situazione locale dell'areale di interesse potrebbe presentare delle variazioni rispetto a quanto descritto sopra.

4. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione di una struttura polifunzionale, in variante al P.I.I. approvato, composta da:

- attività a destinazione commerciale classificabile come media struttura di vendita (MSV), per un totale di 4.095 m² di slp, per una superficie massima di vendita di 2.500 m²;
- spazi per somministrazione e pubblici esercizi (*leisure*), per un totale di 1.000 m² di slp;
- spazi ad uso terziario/direzionale (575 m²);
- area esterna con inserimento di anfiteatro (cd "ambiteatro") di capacità pari a 225 posti a sedere.

È inoltre prevista la realizzazione di aree a parcheggio a servizio delle nuove attività, a raso e in struttura interrata, con accesso da via Manara e da viale Lombardia.

L'area di interesse è interamente collocata nel territorio comunale di Monza, in fregio a viale Lombardia e via Manara. Il sito confina a nord e ad est con edifici residenziali a ridotta densità abitativa, mentre a sud l'ambito è delimitato dall'alveo del canale Villoresi e a ovest dall'asse stradale di viale Lombardia.

L'ambito è raggiungibile dal centro di Monza percorrendo la via Manara, collegandosi direttamente con la principale arteria stradale del comparto (SS 36) attraverso viale Lombardia, via Lario e via Elvezia.

L'accesso all'area di intervento, attualmente, avviene direttamente dalla rotatoria di Piazzale Virgilio (cd "Rondò dei Pini").

La figura seguente mostra l'area di intervento e i principali assi viabilistici di accesso/uscita dal comparto.



Figura 2 – Localizzazione area d'intervento e arterie stradali

(Fonte: elaborazione Google Earth)

Lo studio "relazione sul sistema della viabilità e mobilità" fornisce una stima dei flussi veicolari attualmente interessanti le cinque differenti direttrici presenti nel comparto territoriale in esame, ovvero:

- viale Lombardia;
- via Manara;
- via Battisti;
- viale Elvezia;
- via Lario.

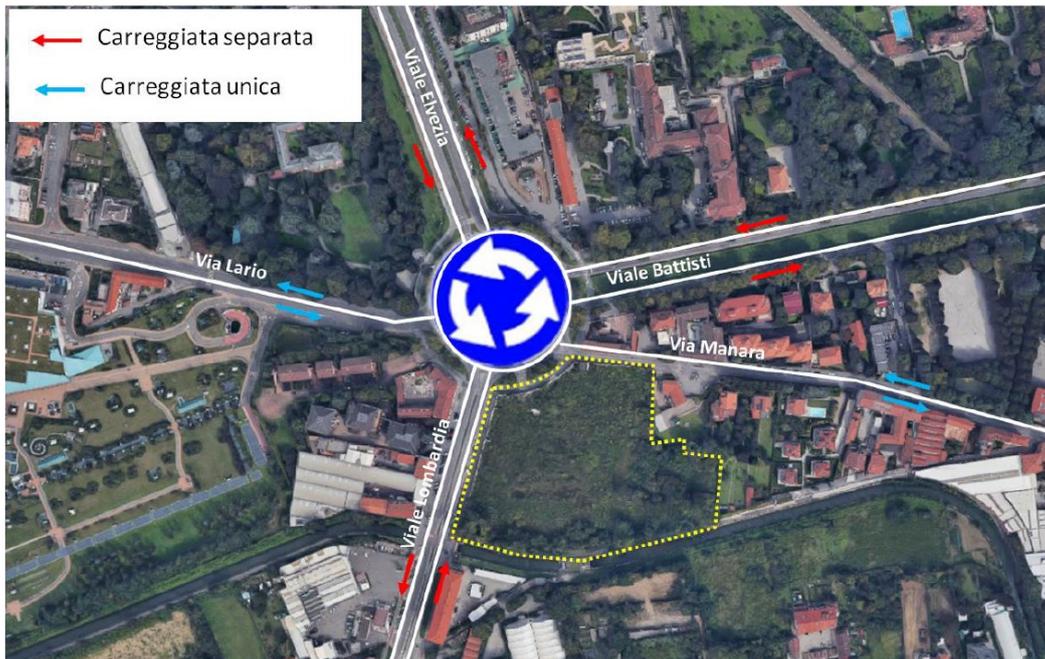
Presso l'intersezione di queste direttrici stradali (cd "Rotonda dei Pini"), il flusso veicolare rilevato è pari a **4.857 transiti/ora**, nell'ora di punta serale (17.45 – 18.45).

Lo stesso studio calcola, inoltre, i flussi veicolari lungo le predette direttrici, per un numero di transiti complessivamente quantificabile, presso la rotatoria, nell'ora di punta serale in **500 veicoli/ora**.

La tabella e la figura seguenti riassumono quanto sopra.

Tabella 6 – Previsione progettuale di traffico indotto in ora di punta

Direttrice	Flussi veicolari attuali (ora di punta serale)	Traffico indotto (ora di punta serale)	Contributo percentuale
viale Lombardia	2.193	73	3,3
via Manara	2.045	70	3,4
via Battisti	1.394	147	10,5
viale Elvezia	1.145	108	9,4
via Lario	2.937	102	3,5
Rotonda dei Pini	4.857	500	10,3



*Figura 3 – Viabilità dell'area d'intervento
(Fonte: Studio viabilistico e di impatto del traffico)*

Al fine di sgravare il traffico veicolare attualmente rilevabile lungo via Manara, in sede di Conferenza di verifica di esclusione dalla VAS è stato richiesto al committente di valutare la fattibilità di realizzare una nuova rotonda in viale Lombardia, in corrispondenza dei varchi di accesso del nuovo insediamento, come da figura seguente.



*Figura 4 – Localizzazione area d'intervento e arterie stradali, con nuova rotonda
(Fonte: elaborazione Google Earth)*

Tale soluzione progettuale consentirebbe alle auto su viale Lombardia di entrare ed uscire dal parcheggio con tutte le manovre e in tutte le direzioni, riducendo le interazioni con via Manara e piazzale Virgilio.

Al fine di verificare le ricadute di inquinanti connessi al traffico veicolare, nel presente documento si sono considerate entrambe le ipotesi di progetto.

5. DESCRIZIONE DEL MODELLO

La stima delle ricadute provenienti dai gas di scarico degli autoveicoli insistenti sulle principali vie di comunicazione è stata eseguita tramite il software CALINE 4 distribuito da MAIND srl.

CALINE 4 è un modello di dispersione gaussiano stazionario a plume per percorsi stradali (sorgenti lineari), che stima le concentrazioni di vari inquinanti in prossimità di strade trafficate.

Il modello suddivide vari settori della strada considerata in una serie finita di elementi emissivi perpendicolari alla direzione del vento che vengono trattati con il metodo FLS (Finite Line Source). La concentrazione finale in un recettore è data dalla somma dei contributi delle ricadute calcolate sugli inquinanti generati da ciascuno di questi elementi emissivi.

Le informazioni che il modello utilizza per effettuare la stima sono di tre tipologie principali:

- geometriche (coordinate dei tratti stradali, loro lunghezza, larghezza, quota al piano campagna, loro conformazione elevata o in trincea);
- emissive (caratteristiche dell'inquinante, fattori di emissione, flusso orario dei veicoli);
- meteorologiche (velocità del vento, direzione del vento, stabilità atmosferica, temperatura, altezza di rimescolamento, rugosità).

Trattandosi di modello gaussiano per sorgenti lineari è possibile tener conto del contributo di altre sorgenti emissive soltanto attraverso una concentrazione di fondo che deve essere specificata in input al modello.

Poiché lo studio si è posto l'obiettivo di determinare l'influenza dovuta all'attuazione del progetto, nel modello non si è considerato il "fondo" attualmente presente ma unicamente le ricadute dovute alle sorgenti emissive, nei seguenti due scenari:

- **Scenario 1**, nelle condizioni di mantenimento dell'attuale viabilità;
- **Scenario 2**, con inserimento della nuova rotonda lungo viale Lombardia.

Di seguito si fornisce una descrizione dei dati in input al modello di ricaduta.

5.1 Fattori di emissione

Per valutare gli inquinanti emessi dal traffico veicolare sono stati utilizzati i fattori di emissione pubblicati nel sistema informativo dell'ISPRA (SINANET) per l'anno 2017. Di seguito le tabelle riassuntive per gli inquinanti considerati (PM₁₀, PM_{2.5}, NO_x, CO e benzene).

Si sono utilizzati i fattori di emissione relativi ai veicoli leggeri in condizioni urbane, come riassunti di seguito.

Category	PM10 2017 g/km U	PM10 2017 t/TJ U	PM10 2017 g/km R	PM10 2017 t/TJ R	PM10 2017 g/km H	PM10 2017 t/TJ H	PM10 2017 g/km TOTALE	PM10 2017 t/TJ TOTALE
Passenger Cars	0,0420	0,0125	0,0344	0,0169	0,0272	0,0118	0,0338	0,0142
Light Commercial Vehicles	0,0970	0,0213	0,0575	0,0217	0,0848	0,0218	0,0729	0,0216
Heavy Duty Trucks	0,2841	0,0217	0,1890	0,0227	0,1647	0,0196	0,1861	0,0210
Buses	0,2509	0,0159	0,1856	0,0194	0,1280	0,0161	0,1725	0,0168
Mopeds	0,0538	0,0878	0,0532	0,0868	-	-	0,0536	0,0875
Motorcycles	0,0304	0,0227	0,0268	0,0218	0,0236	0,0142	0,0288	0,0219

Category	PM2.5 2017 g/km U	PM2.5 2017 t/TJ U	PM2.5 2017 g/km R	PM2.5 2017 t/TJ R	PM2.5 2017 g/km H	PM2.5 2017 t/TJ H	PM2.5 2017 g/km TOTALE	PM2.5 2017 t/TJ TOTALE
Passenger Cars	0,0285	0,0085	0,0239	0,0117	0,0212	0,0092	0,0241	0,0101
Light Commercial Vehicles	0,0778	0,0171	0,0437	0,0165	0,0773	0,0199	0,0590	0,0175
Heavy Duty Trucks	0,2247	0,0172	0,1416	0,0170	0,1289	0,0154	0,1437	0,0162
Buses	0,1951	0,0124	0,1409	0,0147	0,1029	0,0129	0,1349	0,0132
Mopeds	0,0476	0,0777	0,0473	0,0772	-	-	0,0475	0,0776
Motorcycles	0,0242	0,0181	0,0225	0,0184	0,0211	0,0126	0,0235	0,0178

Category	NOx 2017 g/km U	NOx 2017 t/TJ U	NOx 2017 g/km R	NOx 2017 t/TJ R	NOx 2017 g/km H	NOx 2017 t/TJ H	NOx 2017 g/km TOTALE	NOx 2017 t/TJ TOTALE
Passenger Cars	0,4394	0,1308	0,3509	0,1723	0,4722	0,2057	0,4047	0,1697
Light Commercial Vehicles	1,2243	0,2686	0,8651	0,3256	1,4458	0,3717	1,0711	0,3170
Heavy Duty Trucks	7,2072	0,5518	4,1372	0,4970	3,8227	0,4554	4,2974	0,4845
Buses	8,3542	0,5308	4,9584	0,5186	3,9287	0,4931	5,2554	0,5132
Mopeds	0,1560	0,2548	0,1560	0,2548	-	-	0,1560	0,2548
Motorcycles	0,1290	0,0964	0,1949	0,1588	0,3763	0,2255	0,1644	0,1250

Category	CO 2017 g/km U	CO 2017 t/TJ U	CO 2017 g/km R	CO 2017 t/TJ R	CO 2017 g/km H	CO 2017 t/TJ H	CO 2017 g/km TOTALE	CO 2017 t/TJ TOTALE
Passenger Cars	2,2852	0,6871	0,2467	0,1211	0,4050	0,1765	0,7092	0,3014
Light Commercial Vehicles	0,8774	0,1925	0,1960	0,0738	0,4781	0,1229	0,4228	0,1251
Heavy Duty Trucks	1,9595	0,1500	1,0605	0,1274	1,0606	0,1263	1,1570	0,1304
Buses	2,1439	0,1362	1,1505	0,1203	0,9261	0,1162	1,2755	0,1246
Mopeds	3,7864	6,1819	3,7864	6,1819	-	-	3,7864	6,1819
Motorcycles	4,2742	3,1961	4,6377	3,7775	8,9322	5,3519	4,6343	3,5227

Category	Benzene 2017 g/km TOTALE	Benzene 2017 t/TJ TOTALE
Passenger Cars	0,0025	0,0010
Light Commercial Vehicles	0,0012	0,0004
Heavy Duty Trucks	0,0001	0,0000
Buses	0,0001	0,0000
Mopeds	0,0281	0,0458
Motorcycles	0,0104	0,0079

5.2 Determinazione dei flussi veicolari

La determinazione dei flussi veicolari indotti dall'iniziativa è stata eseguita a partire da:

- flussogrammi di traffico indotto gravanti sulle arterie limitrofe all'area di interesse (via Lombardia, via Manara, via Battisti, via Elvezia e via Lario) estratti dallo studio "relazione sul sistema della viabilità e mobilità";
- flusso complessivo di veicoli in transito previsto presso il sito, stimato in **3.288 veicoli/giorno** dalla valutazione previsionale di impatto acustico.

Al riguardo si evidenzia che:

1. in sede di modellizzazione, il flusso veicolare è stato ricondotto al periodo di funzionamento del centro (08.00 – 21.00), per complessivi **253 transiti/ora** medi.
2. la modellizzazione è stata rivolta ai mezzi leggeri in ingresso/uscita dal centro, in quanto il flusso complessivo di mezzi pesanti identificato nella relazione sul sistema della viabilità e della mobilità risulta di assai scarsa rilevanza;
3. il dato complessivo sui veicoli in transito è comprensivo della quota parte indotta dal nuovo anfiteatro. A fini di calcolo, considerata l'occasionalità di utilizzo della struttura, i previsti veicoli attirati dall'anfiteatro sono stati attribuiti alla nuova MSV;
4. a titolo cautelativo, la stima delle ricadute indotte dalla nuova opera non tiene conto del traffico veicolare che sarebbe stato indotto dall'attuazione del precedente P.I.I. (orientativamente quantificabile in circa 300 mezzi/giorno in ingresso/uscita dal previsto comparto residenziale) e che dovrebbe quindi essere sottratto dalla quota di veicoli indotta dalla presente variante del P.I.I., in quanto costituente un traffico indotto già assentito dagli enti preposti in sede di approvazione del P.I.I. originario.

Di seguito si provvede a quantificare i flussi veicolari in input al modello di ricaduta nelle due differenti ipotesi di progetto.

5.2.1 Scenario 1

Lo scenario in esame presuppone la realizzazione del nuovo complesso senza l'inserimento della nuova rotonda su viale Lombardia. La figura seguente rappresenta il flussogramma del traffico indotto previsto sulle vie di ingresso/uscita al centro in tale ipotesi.



*Figura 5 – Traffico indotto in orario di punta – scenario 1
(Fonte: Relazione sul sistema della viabilità e mobilità)*

A partire da tale scenario si è provveduto a stimare il numero di mezzi in transito su base oraria sulle differenti direttrici, secondo la tabella proposta di seguito.

Si precisa che il flussogramma di cui sopra è relativo all'orario di punta e che l'ipotesi di formulazione del predetto scenario è che in detto orario il 60% dei mezzi entri nel centro ed il 40% ne esca.

A fini di modellizzazione si è invece assunto che i mezzi in ingresso al centro compiano il tragitto opposto in fase di uscita; si è dunque considerato il valore medio dei mezzi in ingresso/uscita lungo ciascun asse viario di interesse.

La tabella seguente stima i flussi veicolari introdotti nel modello su base oraria.

5.2.2 Scenario 2

Lo scenario in esame presuppone la realizzazione del nuovo complesso, comprensivo dell'inserimento della nuova rotonda su via Lombardia. La figura seguente rappresenta il flussogramma del traffico indotto previsto sulle vie di ingresso/uscita al centro in tale ipotesi.

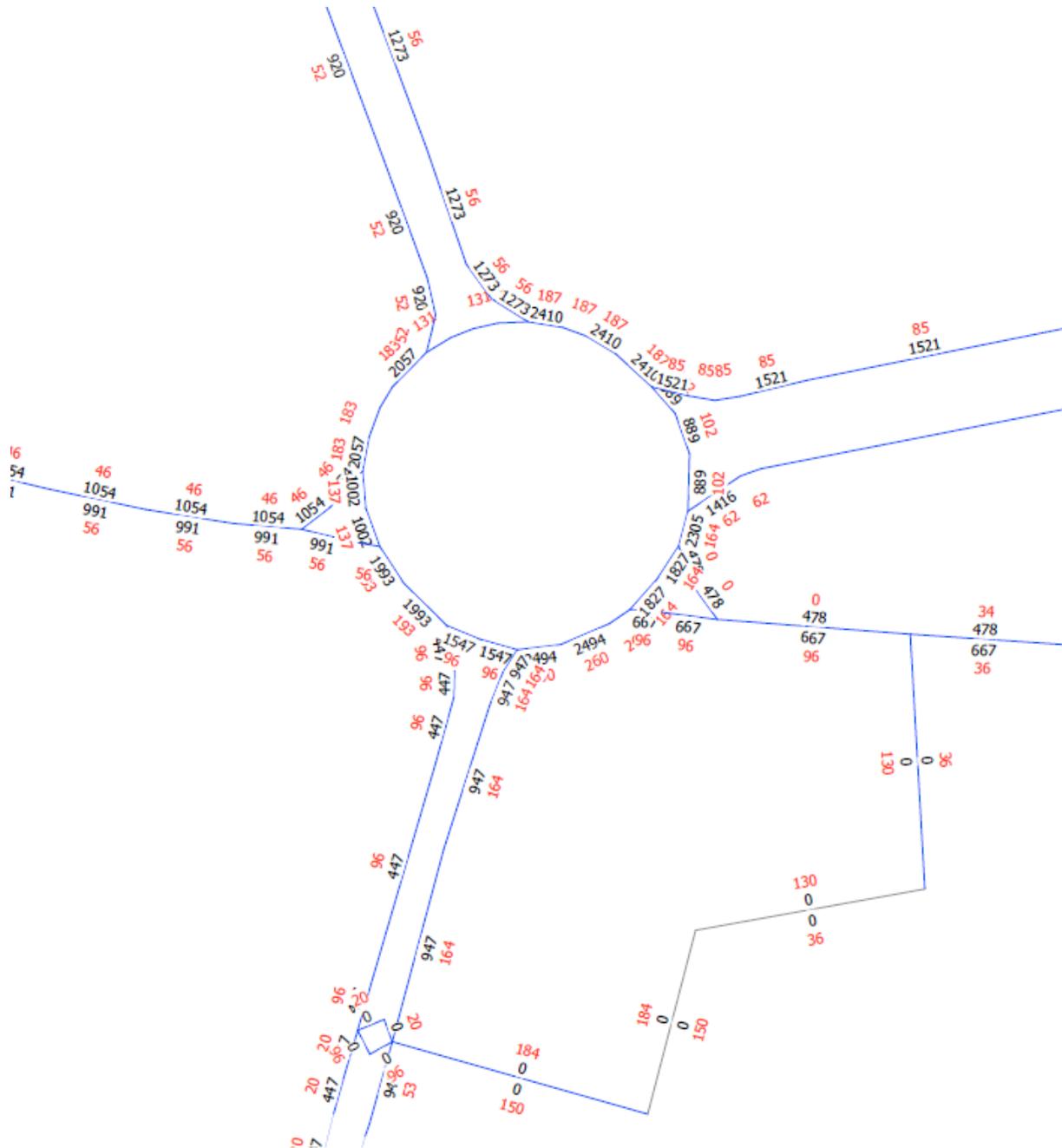


Figura 7 – Traffico indotto in orario di punta – scenario 2
(Fonte: Relazione sul sistema della viabilità e mobilità)

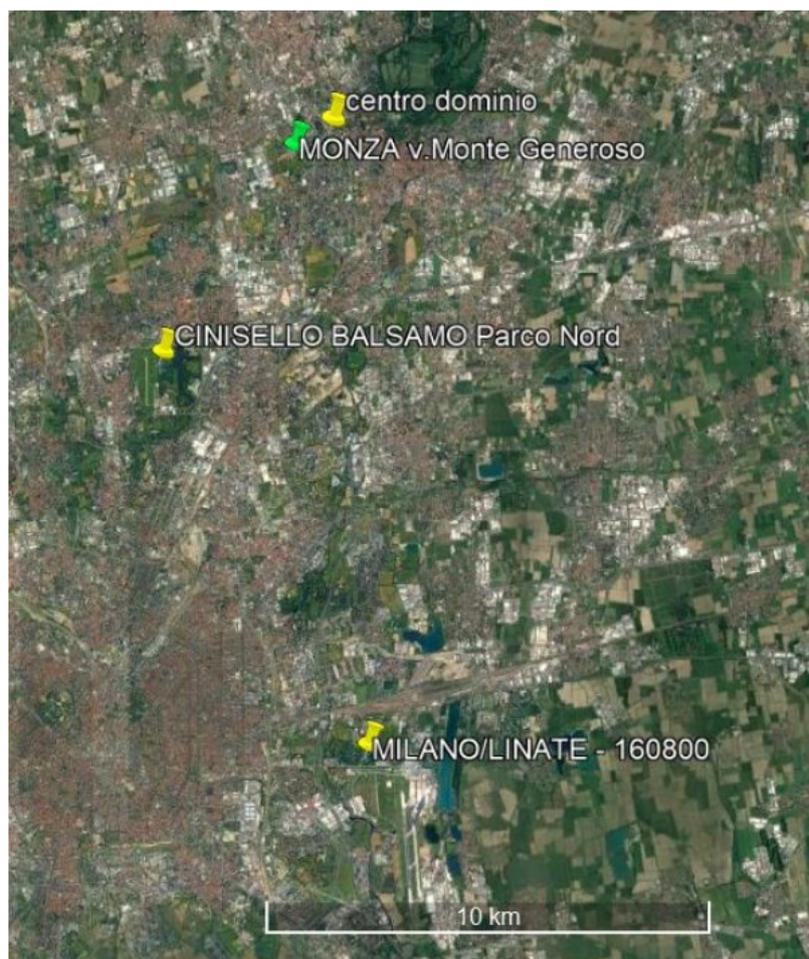
5.3 Modello climatico

I dati meteorologici utilizzati nel modello matematico derivano da una ricostruzione meteoclimatica con risoluzione spaziale di 500 m, effettuata attraverso l'applicazione del modello CALMET, utilizzando in input i dati meteorologici misurati nelle stazioni ARPA Lombardia provinciali di maggiore rilievo per il sito in esame.

Si sono pertanto utilizzate n. 3 centraline presenti nell'intorno del comune in esame, al fine di ottenere un set di dati meteorologici il più rappresentativo possibile per la nuova infrastruttura lineare di progetto, riconducibili alle seguenti:

- Monza, v. Monte Generoso (ARPA Lombardia, solo per dati di precipitazione) [45.589°N - 9.246°E];
- Cinisello Balsamo, Parco Nord (ARPA Lombardia) [45.543°N - 9.2056°E];
- Linate – LIML – 160800 (Stazione sinottica) [45.445°N - 9.277°E].

Da queste è stato possibile ricostruire i parametri meteorologici su base annuale di un punto centrato sull'area di progetto e utilizzarli come input al modello di dispersione. La figura seguente rappresenta la collocazione del centro dominio di calcolo e delle stazioni meteorologiche di riferimento per l'areale in esame.



*Figura 9 – Identificazione del punto centrale del dominio di calcolo e stazioni meteoclimatiche
(Fonte: elaborazione Google Earth)*

Nello specifico i parametri meteo in input sono riconducibili a:

- temperatura;
- direzione del vento;
- velocità del vento;
- precipitazione;
- umidità relativa;
- radiazione globale;
- pressione atmosferica;
- copertura del cielo;
- altezza della base dello strato nuvoloso.

Sulla base dei dati meteo il processore Calmet estende il regime anemologico a tutta l'area di studio e calcola i valori di parametri che descrivono la turbolenza atmosferica, tenendo conto delle caratteristiche territoriali specifiche dell'area (orografia e uso del suolo).

Di seguito vengono rappresentate in forma grafica la rosa dei venti media annuale e la distribuzione percentuale dei venti secondo classi di velocità, determinate presso il punto di cui alla figura precedente.

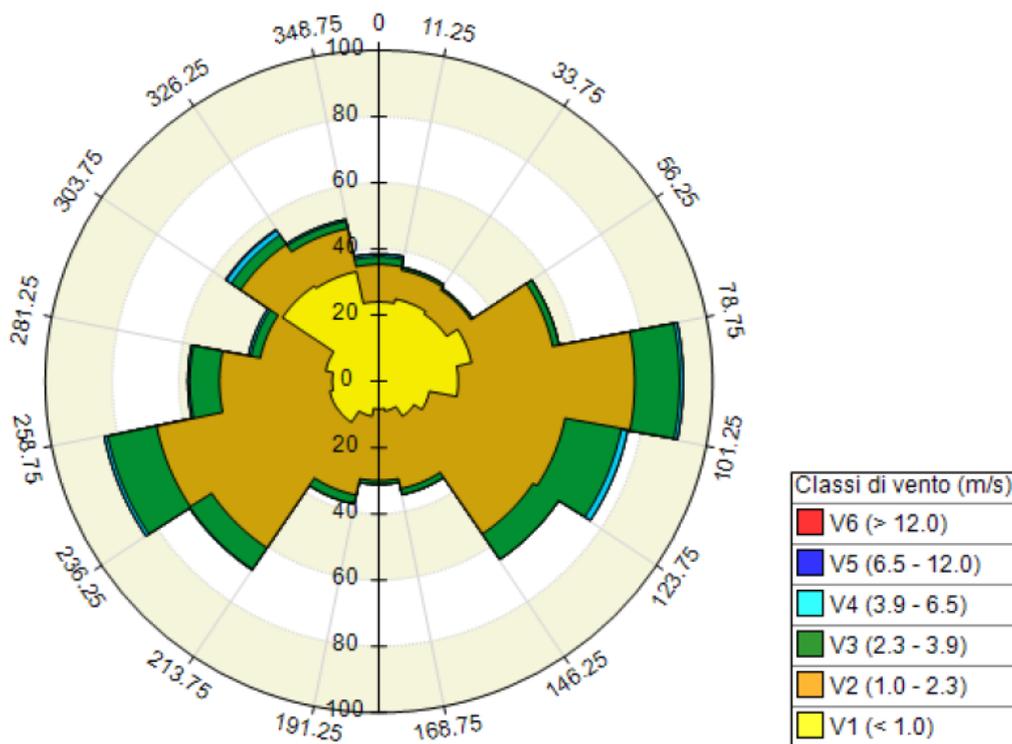


Figura 10 – Rosa dei venti

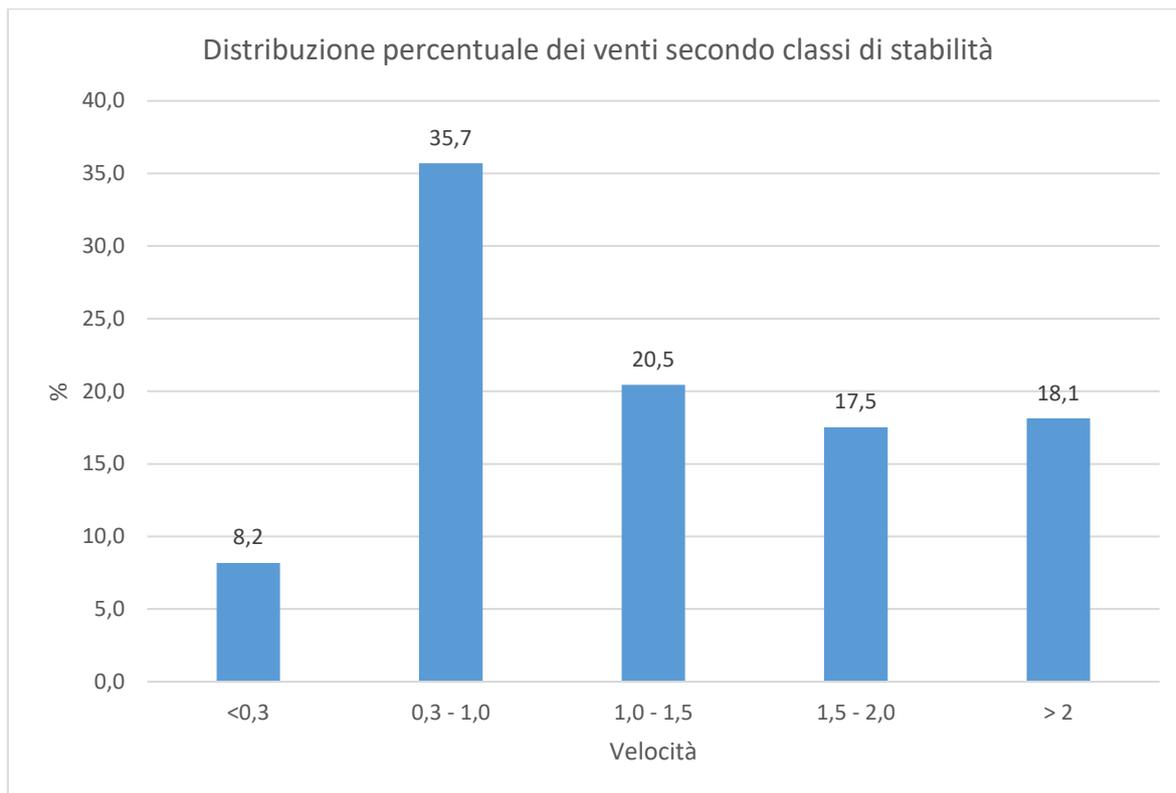


Figura 11 – Distribuzione percentuale dei venti secondo classi di velocità (sulle 24 ore)

Su base giornaliera si visualizzano una componente principale media da E/ESE, ed una componente secondaria media da WSW, entrambe con un'elevata frequenza di venti con velocità compresa fra 0,3 m/s e 1,0 m/s.

Il modello CALINE 4 richiede l'inserimento delle variabili meteo per ogni classe di stabilità calcolate secondo Pasquill (da molto instabile a stabile: A, B, C, D, E, F+G).

Di seguito si rappresenta la frequenza percentuale delle classi di stabilità su base annuale.

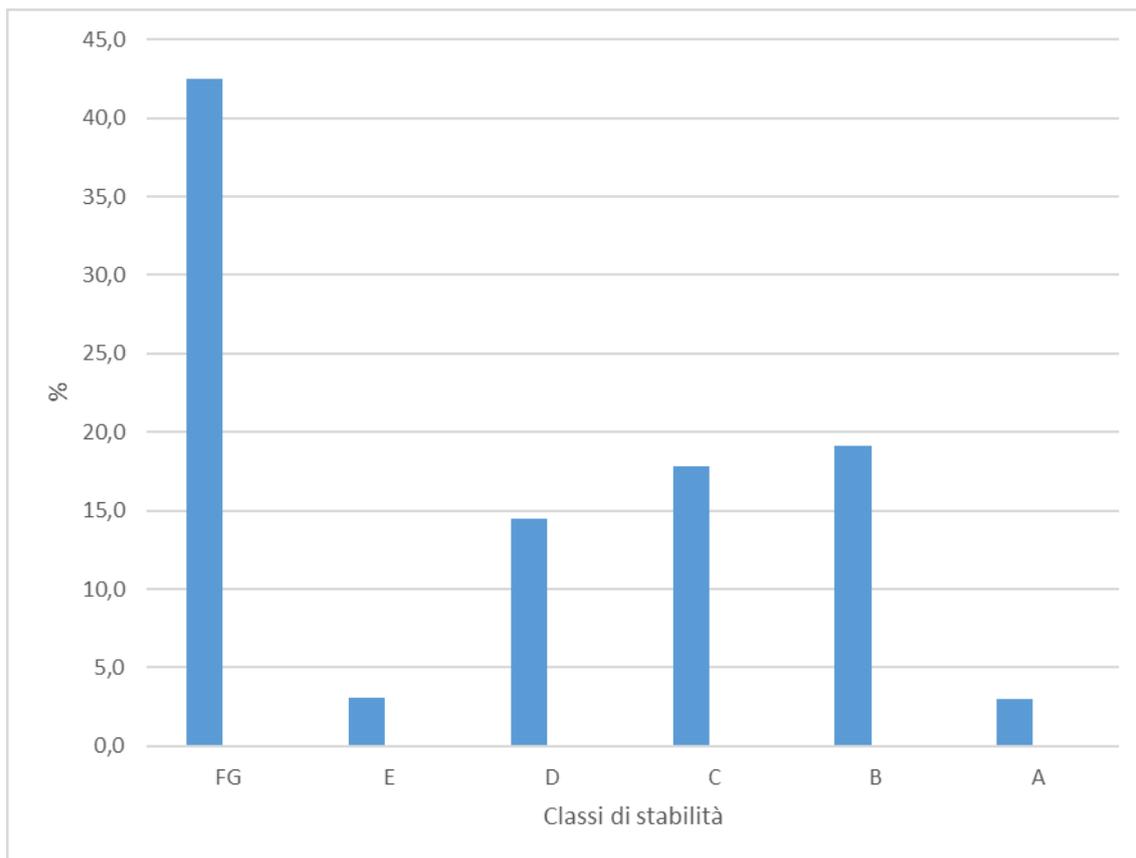


Figura 12 – Frequenza classi di stabilità

Dal grafico si evince una prevalenza di condizioni stabili relative alla classe F+G, corrispondente a più del 40% delle ore annuali.

6. DESCRIZIONE DEI RISULTATI

6.1 Ricadute medie al suolo di inquinanti

Il modello matematico calcola la concentrazione a terra dell'inquinante considerato presso i punti-recettore richiesti. La dispersione risultante segue nella sostanza un andamento dipendente dalla distanza recettore-asse della strada.

I valori puntuali sono poi stati sottoposti a trattazione geostatistica, con cui si sono ricostruite delle superfici di dispersione tramite interpolazione Kriging.

Nella simulazione sono stati introdotti:

- Scenario 1:
 - 2.520 punti di calcolo posti ogni 20 m di tratta lineare lungo 4 linee parallele alle tratte stradali;
 - 1.880 recettori cartesiani sulla griglia di calcolo, composta da celle di dimensioni pari a 47 m x 40 m,
 - 3 recettori discreti,per un totale di 4.402 punti di calcolo.

- Scenario 2:
 - 3.112 punti di calcolo posti ogni 20 m di tratta lineare lungo 4 linee parallele alle tratte stradali;
 - 1.880 recettori cartesiani sulla griglia di calcolo, composta da celle di dimensioni pari a 47 m x 40 m,
 - 3 recettori discreti,per un totale di 4.995 punti di calcolo.

Le ricadute maggiori risultano riconducibili ai primi metri dalla sede stradale e all'interno delle curve più strette o in corrispondenza di incroci o rotatorie.

Si rimanda alle mappe in allegato per la visualizzazione grafica delle ricadute previste per i differenti parametri oggetto di approfondimento.

Al fine di ottemperare alle richieste di ATS Monza e Brianza si è proceduto ad introdurre nel modello di calcolo i seguenti recettori discreti interessanti l'areale in esame, che si rappresentano nella tabella e figura seguenti.

Tabella 9 – Recettori discreti

Recettore	Descrizione	Ubicazione
R1	Centro Geriatrico Polifunzionale San Pietro	Viale Cesare Battisti, 86 20900 Monza
R2	Istituto Scolastico San Biagio	Via Luciano Manara, 34 20900 Monza
R3	Abitazioni prossime all'ingresso in via L. Manara	Via L. Manara 20900 Monza



*Figura 13 – Localizzazione recettori discreti
(Fonte: elaborazione Google Earth)*

Le tabelle riportate di seguito identificano le ricadute di inquinanti attese ai recettori sensibili nei due scenari in esame e la relativa incidenza rispetto ai valori limite.

6.1.1 Scenario 1

La tabella seguente riassume le ricadute attese presso i recettori discreti.

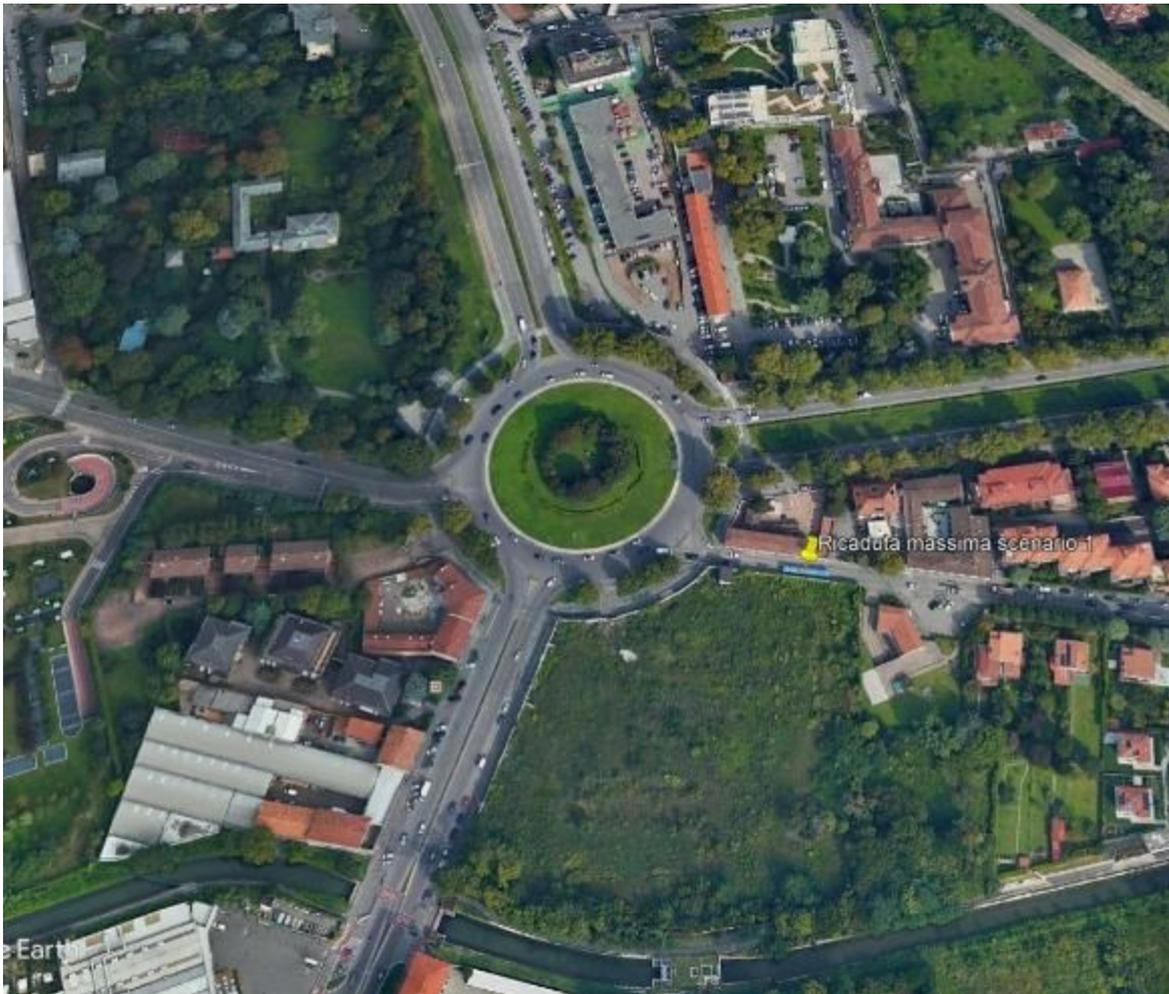
Tabella 10 – Ricadute di inquinanti – ricadute medie scenario 1

RICADUTE INQUINANTI – SCENARIO 1										
Concentrazioni medie su base annua										
Recettore	Inquinanti					Incidenza % rispetto a limite				
	PM ₁₀ µg/m ³	PM _{2.5} µg/m ³	NO ₂ µg/m ³	CO µg/m ³	C ₆ H ₆ µg/m ³	PM ₁₀	PM _{2.5}	NO ₂	CO	C ₆ H ₆
R1	0,069	0,048	0,814	2,822	0,003	0,17	0,19	2,04	0,03	0,06
R2	0,026	0,018	0,282	0,977	0,001	0,07	0,07	0,71	0,01	0,02
R3	0,048	0,033	0,542	1,877	0,002	0,12	0,13	1,36	0,02	0,04

Dalla modellizzazione si determinano ricadute massime presso il punto identificato dalle seguenti coordinate:

- 519794 E;
- 5048442 N,

ubicato, come da seguente figura, in prossimità dell'ingresso al nuovo centro lungo via Manara e non interessante nessun recettore discreto.



*Figura 14 – Punto di massima ricaduta – scenario 1
(Fonte: elaborazione Google Earth)*

Le massime ricadute attese al suolo sono le seguenti.

Tabella 11 – Ricadute di inquinanti – ricadute massime scenario 1

RICADUTE INQUINANTI – SCENARIO 1										
Concentrazioni massime su base annua										
Recettore	Inquinanti					Incidenza % rispetto a limite				
	PM ₁₀ µg/m ³	PM _{2.5} µg/m ³	NO ₂ µg/m ³	CO µg/m ³	C ₆ H ₆ µg/m ³	PM ₁₀	PM _{2.5}	NO ₂	CO	C ₆ H ₆
Punto di massima ricaduta	0,293	0,203	4,015	13,95	0,014	0,73	0,81	10,0	0,14	0,28

6.1.2 Scenario 2

La tabella seguente riassume le ricadute attese presso i recettori.

Tabella 12 – Ricadute di inquinanti – scenario 2

RICADUTE INQUINANTI – SCENARIO 2										
Concentrazioni medie su base annua										
Recettore	Inquinanti					Incidenza % rispetto a limite				
	PM ₁₀ µg/m ³	PM _{2.5} µg/m ³	NO ₂ µg/m ³	CO µg/m ³	C ₆ H ₆ µg/m ³	PM ₁₀	PM _{2.5}	NO ₂	CO	C ₆ H ₆
R1	0,064	0,044	0,575	1,949	0,001	0,16	0,18	1,44	0,02	0,02
R2	0,026	0,018	0,198	0,667	0,001	0,07	0,07	0,49	0,01	0,02
R3	0,039	0,027	0,312	1,053	<0,001	0,10	0,11	0,78	0,01	<0,02

Dalla modellizzazione si determinano ricadute massime presso il punto identificato dalle seguenti coordinate:

- 519794 E;
- 5048442 N,

ubicato, come da seguente figura, in prossimità dell'ingresso al nuovo centro presso viale Lombardia.

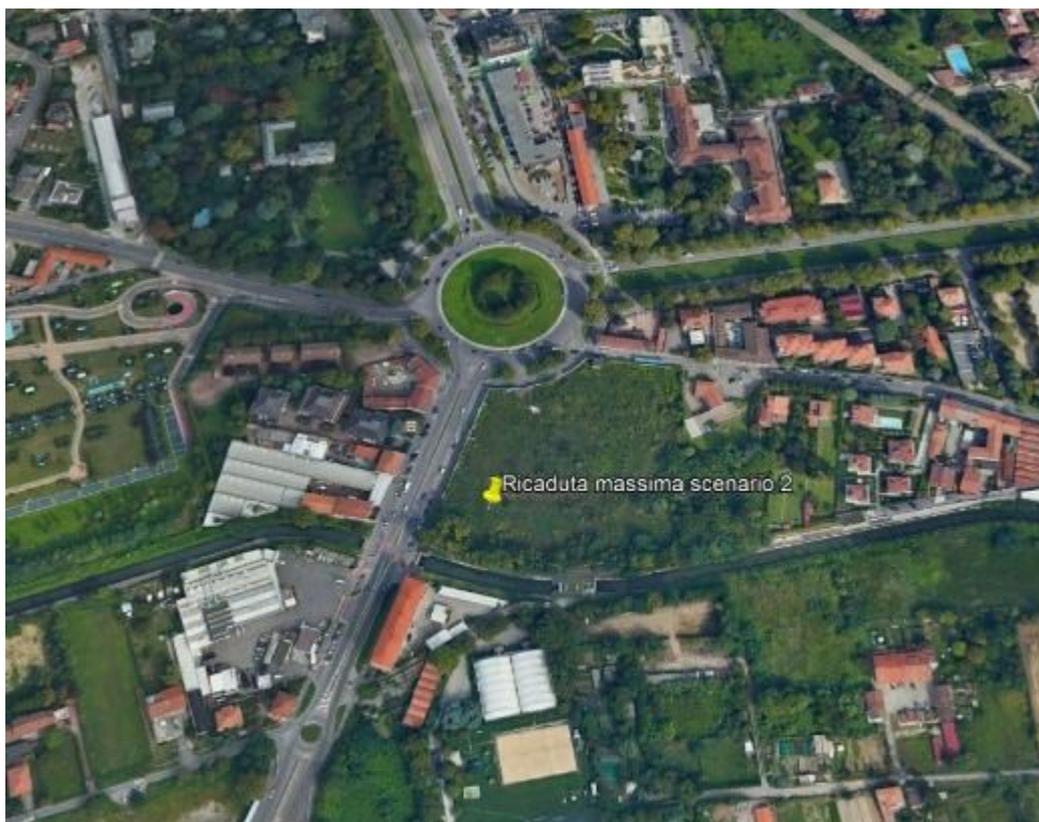


Figura 15 – Punto di massima ricaduta – scenario 2
(Fonte: elaborazione Google Earth)

Le massime ricadute attese al suolo sono le seguenti.

Tabella 13 – Ricadute di inquinanti – ricadute massime scenario 2

RICADUTE INQUINANTI – SCENARIO 2										
Concentrazioni massime su base annua										
Recettore	Inquinanti					Incidenza % rispetto a limite				
	PM ₁₀ µg/m ³	PM _{2,5} µg/m ³	NO ₂ µg/m ³	CO µg/m ³	C ₆ H ₆ µg/m ³	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO ₂	CO	C ₆ H ₆
Punto di massima ricaduta	0,311	0,215	3,966	13,60	0,007	0,78	0,86	9,91	0,14	0,14

Per entrambi gli scenari, le ricadute derivanti dall'attuazione del progetto risultano ampiamente contenute rispetto ai limiti di legge vigenti.

In particolare, si denotano ricadute massime inferiori all'1% dei limiti di legge per tutti i parametri, fatta eccezione per il parametro NO₂ per il quale le ricadute massime sono ad ogni buon conto circoscritte ad areali ristretti e non interessanti recettori discreti.

6.1.3 Confronto fra i due scenari

La tabella seguente mette in relazione le ricadute medie attese presso i recettori discreti nei due differenti scenari.

Tabella 14 – Confronto fra le ricadute attese nei due scenari di progetto

Recettore	Ricadute scenario 1					Ricadute scenario 2					Variazione percentuale fra i due scenari				
	PM ₁₀ µg/m ³	PM _{2.5} µg/m ³	NO ₂ µg/m ³	CO µg/m ³	C ₆ H ₆ µg/m ³	PM ₁₀ µg/m ³	PM _{2.5} µg/m ³	NO ₂ µg/m ³	CO µg/m ³	C ₆ H ₆ µg/m ³	PM ₁₀	PM _{2.5}	NO ₂	CO	C ₆ H ₆
R1	0,07	0,05	0,81	2,82	0,003	0,06	0,04	0,58	1,95	0,001	-7,25	-8,33	-29,36	-30,94	-66,67
R2	0,03	0,02	0,28	0,98	0,001	0,03	0,02	0,20	0,67	0,001	0,00	0,00	-29,79	-31,73	0,00
R3	0,05	0,03	0,54	1,88	0,002	0,04	0,03	0,31	1,05	0,001	-18,75	-18,18	-42,44	-43,90	-50,00

Dal confronto fra i due scenari si denota una sensibile riduzione delle ricadute attese presso i recettori discreti nell'ipotesi di realizzazione della nuova rotatoria di progetto (cd scenario 2), per quanto in entrambe le situazioni le ricadute risultino di assai modesta entità.

6.2 Ricadute massime orarie per il parametro NO₂

Tenuto conto degli attuali valori di fondo delle concentrazioni di NO₂ per l'areale in esame, si è proceduto con una valutazione dei potenziali superi del valore limite orario per tale inquinante, a partire dai dati disponibili per la centralina ARPA di Monza Machiavelli.

La tabella seguente descrive i massimi orari rilevati sul territorio comunale per il 2019, **dalla quale non emergono superi della concentrazione massima oraria per il parametro in esame.**

Tabella 15 – Concentrazione massima oraria di NO₂ (stazione ARPA di Monza Machiavelli)

Parametro	Anno	Periodo di mediazione	Concentrazione massima oraria µg/m ³	Valore limite µg/m ³	Superi del valore limite	Giudizio
NO ₂	2019	Ora	131	200	0	n. superi < 18

Analogamente a quanto già oggetto di precedente elaborazione sullo scenario medio di ricaduta, si procede di seguito alla descrizione degli scenari in input al modello di ricaduta, atti ad una più puntuale caratterizzazione degli orari di punta.

Si precisa che in assenza di dati sulla distribuzione dei flussi veicolari indotti dal progetto su base oraria, si è assunto che la maggior parte degli accessi al nuovo insediamento sia concentrata nell'ora di punta e nell'ora a questa immediatamente precedente e successiva, ritenendo tale ipotesi modellistica adeguatamente cautelativa per la definizione dello scenario massimo di ricaduta prevedibile.

Si evidenzia che il traffico indotto nell'ora di punta è comprensivo anche della quota veicolare attratta dalle ulteriori tipologie di superfici (*leisure* + terziario) previste dal progetto.

Le tabelle seguenti riassumono rispettivamente i flussi orari in ingresso/uscita dall'insediamento stimati e lungo le diverse arterie stradali nell'ora di punta, nei due differenti scenari oggetto di approfondimento.

Tabella 16 – Modellizzazione dei flussi veicolari su base oraria

Fascia oraria	Transiti
08:00 - 09:00	50
09:00 - 10:00	100
10:00 - 11:00	125
11:00 - 12:00	125
12:00 - 13:00	100
13:00 - 14:00	150
14:00 - 15:00	250
15:00 - 16:00	300
16:00 - 17:00	400
17:00 - 18:00	450
18:00 - 19:00	500
19:00 - 20:00	450
20:00 - 21:00	300
Totale transiti	3.300

Tabella 17 – Modellizzazione dei flussi veicolari nell'ora di punta

Direttrice	Traffico indotto Scenario 1 (18:00 – 19:00)	Traffico indotto Scenario 2 (18:00 – 19:00)
viale Lombardia	73	73
via Manara	70	70
via Battisti	147	147
viale Elvezia	108	108
via Lario	102	102
Totale transiti	500	500
Ingresso viale Lombardia	237	334
Ingresso viale Manara	263	166
Viale Lombardia (da ingresso/uscita centro a rotonda Piazzale Virgilio)	184	164
Viale Manara (da uscita centro a rotonda Piazzale Virgilio)	193	96

I flussi veicolari in transito lungo le diverse direttrici negli altri orari interessanti il funzionamento del centro (08:00 – 21:00) sono stati stimati mediante criterio proporzionale rispetto al totale dei transiti previsti nell'orario di punta.

6.2.1 Risultati della simulazione

La tabella seguente riassume le ricadute massime orarie su base annua determinate nei due scenari dalla simulazione.

Tabella 18 – Ricadute massime di NO₂ su base oraria

Scenario	Ricaduta massima oraria su base annua $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Punto di massima ricaduta	Valore di fondo massimo (anno 2019) $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Concentrazione massima oraria comprensiva dei valori di fondo massimi $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Giudizio	Numero di superi attesi
1	29	519880 E 5048547 N	131	160	< 200	0
2	35	519823 E 5048440 N	131	166	< 200	0

L'ubicazione dei punti citati sopra viene evidenziata dalla figura seguente.

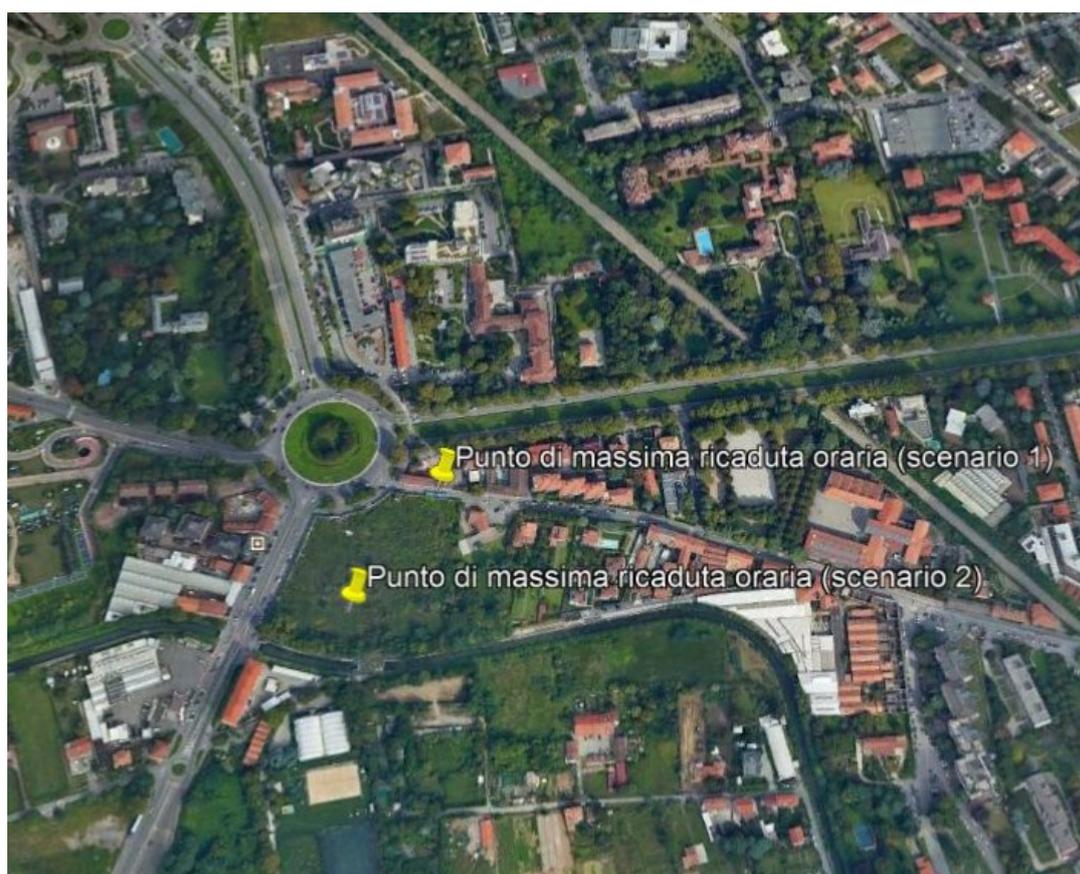


Figura 16 – Punti di massima ricaduta oraria (elaborazione su base Google Earth)

I punti di massima ricaduta oraria previsti sono analoghi a quelli di massima ricaduta media su base annuale e risultano collocati in prossimità degli accessi carrali al nuovo insediamento di progetto, senza interessare direttamente alcun recettore discreto fra quelli identificati come potenzialmente critici.

In entrambe le casistiche, considerando le condizioni di ricaduta più sfavorevoli ed i massimi orari rilevati su base annuale, risulta rispettato il limite massimo su base oraria di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Dall'attuazione del progetto non si attende pertanto alcun supero annuale del vigente limite di qualità dell'aria, analogamente a quanto già osservabile da una prima verifica dei dati ARPA presso la centralina di misura esistente.

7. VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI SANITARI

Di seguito si procede alla definizione degli impatti sanitari secondo la metodologia *risk assessment* descritta nelle sezioni precedenti, per i seguenti inquinanti:

- inquinanti non cancerogeni:
 - PM₁₀;
 - NO₂;
 - CO;
- inquinanti cancerogeni:
 - PM_{2,5};
 - Benzene.

7.1 Inquinanti non cancerogeni

7.1.1 Calcolo delle portate effettive di esposizione

Per gli inquinanti non cancerogeni, il rischio viene stimato a partire dalla relazione seguente:

$$E = C_{\text{aria}} \times EM$$

dove il valore di EM viene calcolato a partire dai fattori di esposizione descritti nelle sezioni precedenti, secondo la formula:

$$EM \left[\frac{m^3}{Kg \times \text{giorno}} \right] = \frac{B_i \times EF_g \times EF \times ED}{BW \times AT \times 365 \frac{\text{giorni}}{\text{anno}}}$$

Si precisa che nel calcolo:

- per il recettore R1 (RSA San Pietro) si è considerata un'esposizione analoga a quella residenziale, pari a 350 giorni/anno e 24 ore/giorno. Alla luce della tipologia di istituto, non si è considerata l'esposizione per i bambini;
- per il recettore R2 (istituto scolastico San Biagio) si è considerata un'esposizione di 200 giorni/anno ed 8 ore/giorno, per adulti e bambini;
- per il recettore R3 (residenze lungo via Manara) si è considerata un'esposizione di tipo residenziale (350 gg/anno e 24 ore/giorno).

La tabella seguente illustra i coefficienti EM determinati come sopra per la tipologia di bersaglio di interesse in relazione al recettore.

Tabella 19 – Calcolo dei fattori EM per inquinanti non cancerogeni

Calcolo dei coefficienti EM per esposizione ad inquinanti non cancerogeni										
Recettore	Descrizione	Tipo di attività	Bersaglio	Bo/Bi m ³ /h	EFg h/gg	EF gg/aa	ED aa	BW kg	AT aa	EM m ³ /kg*gg
R1	RSA San Pietro	sedentaria	Adulto	0,9	24	350	24	70	24	0,30
R2	Istituto scolastico San Biagio	sedentaria	Adulto	0,9	8	200	24	70	24	0,06
		moderata	Bambino	1,0	8	200	6	15	6	0,29
R3	Residenze lungo via Manara	sedentaria	Adulto	0,9	24	350	24	70	24	0,30
		moderata	Bambino	1,0	24	350	6	15	6	1,53

A partire dagli EM identificati sopra è possibile determinare il rischio inalatorio cumulativo per il progetto in esame, nei due differenti scenari di interesse.

7.1.2 Calcolo degli HI

7.1.2.1 Scenario 1

R	BERSAGLIO	EM mc/kg*gg	RICADUTE			E (fattore di esposizione)			RfD			HI			HI _{cum}	Giudizio
			PM ₁₀ µg/m ³	NO ₂ µg/m ³	CO µg/m ³	PM ₁₀ mg/kg*gg	NO ₂ mg/kg*gg	CO mg/kg*gg	PM ₁₀ mg/kg*gg	NO ₂ mg/kg*gg	CO mg/kg*gg	PM ₁₀	NO ₂	CO		
R1	Adulto	0,30	0,07	0,81	2,82	2,04E-05	2,41E-04	8,4E-04	0,01	0,01	2,86	1,86E-03	2,19E-02	2,9E-04	0,024	HI < 1
R2	Adulto	0,06	0,03	0,28	0,98	1,47E-06	1,59E-05	5,51E-05	0,01	0,01	2,86	1,33E-04	1,44E-03	1,9E-05	0,002	HI < 1
R2	Bambino	0,29	0,03	0,28	0,98	7,60E-06	8,24E-05	2,86E-04	0,01	0,01	2,86	6,91E-04	7,49E-03	1,0E-04	0,008	HI < 1
R3	Adulto	0,30	0,05	0,54	1,88	1,42E-05	1,60E-04	5,6E-04	0,01	0,01	2,86	1,29E-03	1,46E-02	1,9E-04	0,016	HI < 1
R3	Bambino	1,53	0,05	0,54	1,88	7,36E-05	8,32E-04	2,9E-03	0,01	0,01	2,86	6,69E-03	7,56E-02	1,0E-03	0,083	HI < 1

7.1.2.2 Scenario 2

R	BERSAGLIO	EM mc/kg*gg	RICADUTE			E (fattore di esposizione)			RfD			HI			HI _{cum}	Giudizio
			PM ₁₀ µg/m ³	NO ₂ µg/m ³	CO µg/m ³	PM ₁₀ mg/kg*gg	NO ₂ mg/kg*gg	CO mg/kg*gg	PM ₁₀ mg/kg*gg	NO ₂ mg/kg*gg	CO mg/kg*gg	PM ₁₀	NO ₂	CO		
R1	Adulto	0,30	0,06	0,58	1,95	1,89E-05	1,70E-04	5,77E-04	0,011	0,011	2,860	1,33E-04	1,01E-03	1,31E-05	0,017	HI < 1
R2	Adulto	0,06	0,03	0,20	0,67	1,47E-06	1,12E-05	3,76E-05	0,011	0,011	2,860	6,91E-04	5,26E-03	6,82E-05	0,001	HI < 1
R2	Bambino	0,29	0,03	0,20	0,67	7,60E-06	5,79E-05	1,95E-04	0,011	0,011	2,860	1,05E-03	8,39E-03	1,09E-04	0,006	HI < 1
R3	Adulto	0,30	0,04	0,31	1,05	1,15E-05	9,23E-05	3,12E-04	0,011	0,011	2,860	5,44E-03	4,35E-02	5,65E-04	0,010	HI < 1
R3	Bambino	1,53	0,04	0,31	1,05	5,98E-05	4,79E-04	1,62E-03	0,011	0,011	2,860	1,33E-04	1,01E-03	1,31E-05	0,050	HI < 1

7.1.2.3 Esiti della simulazione

Dall'applicazione della metodica Risk Assessment (approccio tossicologico), per tutti i recettori in esame si rilevano valori di rischio cumulativo HI_{cum} largamente inferiori al valore limite di 1.

L'impatto sanitario derivante dall'inserimento della nuova area commerciale risulta pertanto accettabile.

7.2 Inquinanti cancerogeni

7.2.1 Calcolo delle portate effettive di esposizione

Per gli inquinanti cancerogeni, il rischio viene stimato a partire dalla relazione seguente:

$$R = LADD \times CSF$$

Dove il LADD viene calcolato in maniera analoga al fattore di esposizione E per le sostanze non cancerogene, ovvero:

$$LADD = C_{aria} \times EM$$

Per le sostanze cancerogene il fattore EM viene calcolato sommando i contributi per gli adulti ed i bambini, secondo la relazione seguente.

$$EM \left[\frac{m^3}{Kg \times giorno} \right] = \frac{B_{iAd} \times EF_g \times EF \times ED_{Ad}}{BW_{Ad} \times AT \times 365 \frac{giorni}{anno}} + \frac{B_{iBam} \times EF_g \times EF \times ED_{Bam}}{BW_{Bam} \times AT \times 365 \frac{giorni}{anno}}$$

Nella stima dei tempi di esposizione si sono seguite le medesime considerazioni già espresse per gli inquinanti non cancerogeni.

Le tabelle seguenti riassumono i risultati ottenuti.

Tabella 20 – Calcolo dei fattori EM per inquinanti cancerogeni

Calcolo dei coefficienti EM per esposizione ad inquinanti cancerogeni											
Recettore	Descrizione	Tipo di attività	Bersaglio	Bo/Bi m ³ /h	EFg h/gg	EF gg/aa	ED aa	BW kg	AT aa	EM _{bersaglio} m ³ /kg*gg	EM _{TOT} m ³ /kg*gg
R1	RSA San Pietro	sedentaria	Adulto	0,9	24	350	24	70	70	0,11	0,11
R2	Istituto scolastico San Biagio	sedentaria	Adulto	0,9	8	200	24	70	70	0,02	0,05
		moderata	Bambino	1,0	8	200	6	15	70	0,03	
R3	Residenze lungo via Manara	sedentaria	Adulto	0,9	24	350	24	70	70	0,10	0,23
		moderata	Bambino	1,0	24	350	6	15	70	0,13	

7.2.2 Calcolo dei fattori R

7.2.2.1 Scenario 1

R	BERSAGLIO	EM mc/kg*gg	RICADUTE		LADD (fattore di esposizione)		CSF		R		R _{cum}
			PM _{2.5} ug/mc	C ₆ H ₆ ug/mc	PM _{2.5} mg/kg*gg	C ₆ H ₆ mg/kg*gg	PM _{2.5} mg/kg*gg	C ₆ H ₆ mg/kg*gg	PM _{2.5}	C ₆ H ₆	
R1	Adulto	0,11	0,048	0,003	5,08E-06	3,17E-07	0,742	0,0273	3,77E-06	8,66E-09	3,78E-06
R2	Adulto	0,02	0,018	0,001	3,48E-07	1,93E-08	0,742	0,0273	2,58E-07	5,28E-10	5,94E-07
R2	Bambino	0,03	0,018	0,001	4,51E-07	2,50E-08	0,742	0,0273	3,34E-07	6,84E-10	
R3	Adulto	0,10	0,033	0,002	3,35E-06	2,03E-07	0,742	0,0273	2,48E-06	5,54E-09	5,72E-06
R3	Bambino	0,13	0,033	0,002	4,34E-06	2,63E-07	0,742	0,0273	3,22E-06	7,18E-09	

7.2.2.2 Scenario 2

R	BERSAGLIO	RICADUTE PARAMETRI			LADD (fattore di esposizione)		CSF		R		R _{cum}
		EM mc/kg*gg	PM _{2.5} ug/mc	C ₆ H ₆ ug/mc	PM _{2.5} mg/kg*gg	C ₆ H ₆ mg/kg*gg	PM _{2.5} mg/kg*gg	C ₆ H ₆ mg/kg*gg	PM _{2.5}	C ₆ H ₆	
R1	Adulto	0,10	0,044	0,001	4,46E-06	1,01E-07	0,742	0,0273	3,31E-06	2,77E-09	3,31E-06
R2	Adulto	0,02	0,018	0,001	3,48E-07	1,93E-08	0,742	0,0273	2,58E-07	5,28E-10	5,94E-07
R2	Bambino	0,03	0,018	0,001	4,51E-07	2,50E-08	0,742	0,0273	3,34E-07	6,84E-10	
R3	Adulto	0,10	0,027	0,001	2,74E-06	1,01E-07	0,742	0,0273	2,03E-06	2,77E-09	3,88E-06
R3	Bambino	0,09	0,027	<0,001	2,49E-06	9,21E-08	0,742	0,0273	1,84E-06	2,51E-09	

7.2.2.3 Esiti della simulazione

Dall'applicazione della metodica Risk Assessment (approccio tossicologico), per tutti i recettori in esame si rilevano:

- rischio cumulativo inferiore alla soglia di 10^{-6} di non significatività per il recettore R02 (istituto scolastico San Biagio), in entrambe le ipotesi progettuali;
- rischio cumulativo ricompreso nella fascia $10^{-6} - 10^{-4}$ per gli altri recettori in studio, in entrambe le ipotesi di progetto.

Sul punto, si precisa che l'approccio tossicologico muove da dati relativi ad esperimenti di laboratorio condotti su animali, finalizzati ad ottenere stime di rischio incrementale dovute all'esposizione a specifiche sostanze.

Al fine di approfondire i risultati rilevati dall'applicazione della metodica, la valutazione del rischio di esposizione ad inquinanti cancerogeni è stata estesa anche all'approccio epidemiologico, maggiormente sito-specifico in quanto correlabile all'attuale stato di salute della popolazione.

Considerati i ridottissimi livelli di rischio attribuibili al parametro benzene, l'approfondimento è stato rivolto al solo parametro PM_{2,5}.

7.2.3 Applicazione del metodo HIA

Nell'applicazione della metodica HIA si seguono i passaggi definiti nella dedicata sezione descrittiva della stessa, per l'effetto sanitario "tumore al polmone".

Nel dettaglio, il metodo HIA prevede l'utilizzo della seguente relazione:

$$AC = A * B * \Delta C * P_{exp}$$

Di seguito si dettagliano i coefficienti utilizzati nella simulazione.

A = RR - 1

L'eccesso di rischio di sviluppare un tumore al polmone nella popolazione residente viene stimato a partire dal valore del coefficiente RR (rischio relativo desunto dalla letteratura disponibile) per il suddetto esito sanitario.

Il valore di RR viene identificato dalla d.g.r. 8/2/16 n. X/4792 in 1,09 per esposizione pari a 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

B – tasso di morbosità di background

Il tasso di morbosità di background per il tumore al polmone viene fornito da ISTAT (agg. Anno 2017) ed è riconducibile ai seguenti coefficienti (quoziente di mortalità per 10.000 abitanti per l'effetto sanitario "tumori maligni della trachea, dei bronchi e dei polmoni"):

- $B_{maschi} = 8,64 * 10^{-5}$;
- $B_{femmine} = 3,15 * 10^{-5}$;
- $B_{totale} = 5,84 * 10^{-5}$.

ΔC – variazione delle concentrazioni di esposizione

Il valore di ΔC può essere dedotto dalle ricadute al suolo di $\text{PM}_{2,5}$ derivanti dal modello di ricaduta ed esposte nelle precedenti sezioni.

A titolo cautelativo, nell'applicazione della metodica si è considerata la massima concentrazione di $\text{PM}_{2,5}$ rinvenuta presso i recettori in esame (0,048 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ presso il recettore R1 nello scenario 1).

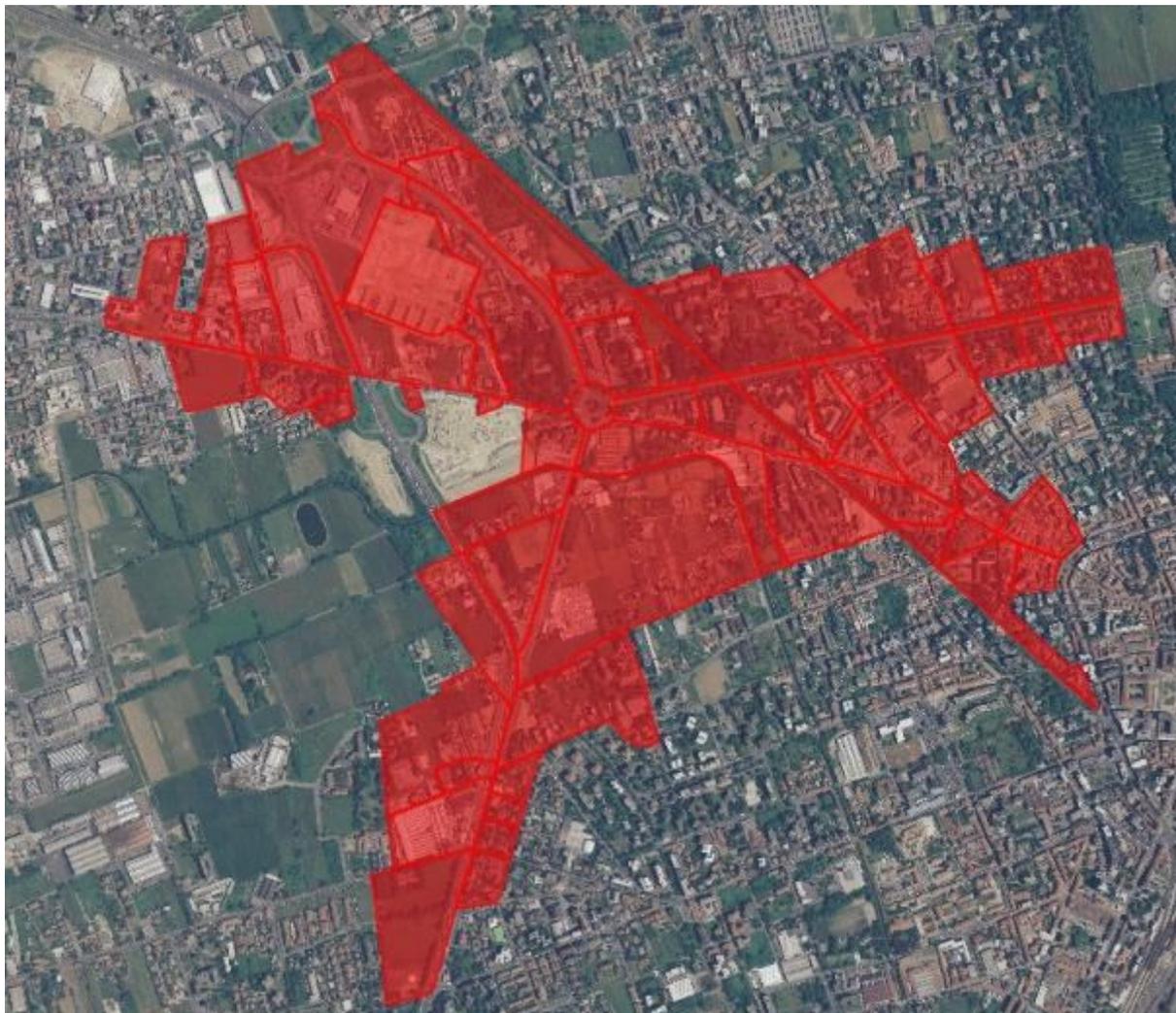
P_{exp} – popolazione esposta

Si è fatto riferimento ai dati ISTAT relativi alla distribuzione della popolazione sul territorio comunale di Monza presso il sito in esame.

In particolare, la popolazione interessata dall'iniziativa è stata ricondotta ai residenti delle aree limitrofe alle arterie di comunicazione gravanti sul sito, per fasce nell'ordine di almeno 200 metri dagli assi stradali di progetto.

Tale considerazione muove dal presupposto che le ricadute di $\text{PM}_{2,5}$ connesse al traffico veicolare si riducono progressivamente all'aumentare della distanza dall'asse viario; dall'applicazione del modello di ricaduta (vd mappe in allegato) le ricadute di $\text{PM}_{2,5}$ a distanza di 100 m dalle diverse sedi stradali risultano infatti mediamente inferiori a 0,01 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Successivamente, si è eseguita una quantificazione della popolazione residente a partire dalle singole sezioni ISTAT interessanti l'areale in esame, riportate nella figura seguente.



*Figura 17 – Popolazione interessata dall'iniziativa in relazione alle sezioni censuarie ISTAT 2011
(Fonte: ISTAT, censimento 2011)*

La tabella seguente riassume la popolazione residente che si ritiene potenzialmente interessata dagli effetti del progetto.

Tabella 21 – Popolazione potenzialmente interessata dagli effetti del progetto

Sesso	Popolazione
Maschi	3.585
Femmine	3.978
Totale	7.563

Partendo dai dati descritti sopra si è infine proceduto a quantificare il numero di casi aggiuntivi per la popolazione interessata dal progetto, nelle due seguenti ipotesi:

1. Ipotesi 1: ricaduta attesa presso tutti i recettori discreti assimilata alla ricaduta massima rilevata dalle modellizzazioni ($0,048 \mu\text{g}/\text{m}^3$ presso recettore R1, scenario 1);
2. Ipotesi 2: ricaduta attesa data dalla media presso tutti i recettori stradali e discreti restituita dal modello di ricaduta per una fascia di circa 150 m dagli assi viari ($0,001 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per entrambi gli scenari).

Si evidenzia infine che, come espressamente previsto dalla metodica, il coefficiente ΔC è stato diviso per 10 in quanto il valore dell'indice A è definito per incrementi di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La tabella seguente riassume i risultati dell'applicazione del metodo HIA.

Tabella 22 – Casi aggiuntivi attesi – ipotesi 1

Casistica	A ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	B casi/ab*anno	ΔC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	P _{exp} ab	AC casi/anno	AC casi/70 anni
Maschi	0,09	8,64E-04	0,0048	3585	1,34E-03	9,37E-02
Femmine	0,09	3,15E-04	0,0048	3978	5,41E-04	3,79E-02
Totale	0,09	5,84E-04	0,0048	7563	1,91E-03	1,34E-01

Tabella 23 – Casi aggiuntivi attesi – ipotesi 2

Casistica	A ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	B casi/ab	ΔC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	P _{exp} ab	AC casi/anno	AC casi/70 anni
Maschi	0,09	8,64E-04	0,0001	3585	2,79E-05	1,95E-03
Femmine	0,09	3,15E-04	0,0001	3978	1,13E-05	7,89E-04
Totale	0,09	5,84E-04	0,0001	7563	3,98E-05	2,78E-03

Le elaborazioni mostrano un incremento di casi di tumore ai bronchi/trachea/polmoni sensibilmente inferiore ad 1 su uno scenario di 70 anni nelle condizioni di maggiore ricaduta di PM_{2,5} evidenziate dalla simulazione modellistica.

Utilizzando le ricadute medie restituite dal modello, il numero di casi attesi in 70 anni si riduce ulteriormente fino ad un paio di ordini di grandezza.

In entrambe le ipotesi si deduce pertanto la scarsa rilevanza del progetto per quanto attiene il rischio sanitario legato a potenziali effetti cancerogeni legati al traffico indotto.

8. CONCLUSIONI

Su incarico ricevuto dalla società SC Evolution S.p.A. si è provveduto alla stima delle ricadute di inquinanti connesse all'attuazione della nuova "Variante al P.I.I. Piazzale Virgilio", dove si prevede l'inserimento di una struttura polifunzionale composta da:

- attività a destinazione commerciale classificabile come media struttura di vendita (MSV), per un totale di 4.095 m² di slp, per una superficie massima di vendita di 2.500 m²;
- spazi per somministrazione e pubblici esercizi (*leisure*), per un totale di 1.000 m² di slp;
- spazi ad uso terziario/direzionale (575 m²);
- area esterna con inserimento di anfiteatro (cd "ambiteatro") di capacità pari a 225 posti a sedere.

Le ricadute di inquinanti sono in particolare correlabili al traffico indotto dall'iniziativa, prevalentemente dovuto alla media struttura di vendita.

Si è dunque proceduto ad una presa visione della "relazione sul sistema della viabilità e mobilità" e della valutazione previsionale di impatto acustico per stimare i flussi veicolari indotti dall'iniziativa.

I flussi sono comprensivi anche del traffico indotto dal nuovo anfiteatro esterno; a fini di calcolo i veicoli attratti da quest'ultimo sono stati "ricompresi" fra quelli in input al modello e relativi alla MSV.

A partire dalle considerazioni contenute nei richiamati studi si sono stimati i flussi veicolari in transito lungo le cinque arterie di maggiore rilevanza per l'area in esame, ovvero:

- viale Lombardia;
- via Manara;
- via Battisti;
- via Elvezia;
- via Lario,

unitamente alla rotonda situata su piazzale Virgilio.

I flussi veicolari sono stati poi associati ai singoli fattori emissivi dei seguenti inquinanti usualmente connessi al traffico veicolare:

- PM₁₀;
- PM_{2.5};
- NO₂;
- CO;
- C₆H₆,

per l'applicazione del modello Caline, tramite cui si sono dedotte le ricadute dei singoli inquinanti attese ai recettori sensibili, nelle due differenti ipotesi di progetto (cd scenari nn. 1 e 2).

Le elaborazioni hanno evidenziato ricadute di scarsa rilevanza presso i recettori discreti dell'intorno, per lo più inferiori all'1% dei limiti previsti dal D. Lgs 155/2010 (vd tabelle seguenti).

L'area di massima ricaduta, per entrambi gli scenari, non interessa residenze private o recettori sensibili.

Tabella 24 – Ricadute di inquinanti – scenario 1

RICADUTE INQUINANTI – SCENARIO 1										
Concentrazioni medie su base annua										
Recettore	Inquinanti					Incidenza % rispetto a limite				
	PM ₁₀ µg/m ³	PM _{2.5} µg/m ³	NO ₂ µg/m ³	CO µg/m ³	C ₆ H ₆ µg/m ³	PM ₁₀	PM _{2.5}	NO ₂	CO	C ₆ H ₆
R1	0,069	0,048	0,814	2,822	0,003	0,17	0,19	2,04	0,03	0,06
R2	0,026	0,018	0,282	0,977	0,001	0,07	0,07	0,71	0,01	0,02
R3	0,048	0,033	0,542	1,877	0,002	0,12	0,13	1,36	0,02	0,04

Tabella 25 – Ricadute di inquinanti – scenario 2

RICADUTE INQUINANTI – SCENARIO 2										
Concentrazioni medie su base annua										
Recettore	Inquinanti					Incidenza % rispetto a limite				
	PM ₁₀ µg/m ³	PM _{2.5} µg/m ³	NO ₂ µg/m ³	CO µg/m ³	C ₆ H ₆ µg/m ³	PM ₁₀	PM _{2.5}	NO ₂	CO	C ₆ H ₆
R1	0,064	0,044	0,575	1,949	0,001	0,16	0,18	1,44	0,02	0,02
R2	0,026	0,018	0,198	0,667	0,001	0,07	0,07	0,49	0,01	0,02
R3	0,039	0,027	0,312	1,053	<0,001	0,10	0,11	0,78	0,01	<0,02

Dal raffronto fra i due scenari di progetto (vd tabella seguente) emerge un'apprezzabile riduzione delle ricadute di inquinanti nello scenario n. 2 rispetto allo scenario n. 1 presso i recettori maggiormente esposti, per quanto in entrambe le casistiche le ricadute risultino di assai modesta entità.

Tabella 26 – Confronto fra le ricadute attese nei due scenari di progetto

Recettore	Variazione percentuale fra i due scenari				
	PM ₁₀	PM _{2.5}	NO ₂	CO	C ₆ H ₆
R1	-7,25	-8,33	-29,36	-30,94	-66,67
R2	0,00	0,00	-29,79	-31,73	0,00
R3	-18,75	-18,18	-42,44	-43,90	-50,00

Limitatamente al parametro NO₂ si è proceduto ad un ulteriore approfondimento, mirato a valutare eventuali superi del valore limite di qualità orario di 200 µg/m³, i cui esiti sono riassunti dalla tabella seguente.

Tabella 27 – Ricadute massime orarie per il parametro NO₂

Scenario	Ricaduta massima oraria su base annua	Punto di massima ricaduta	Valore di fondo massimo (anno 2019)	Concentrazione massima oraria comprensiva dei valori di fondo massimi	Giudizio	Numero di superi attesi
	µg/m ³		µg/m ³	µg/m ³		
1	29	519880 E 5048547 N	131	160	< 200	0
2	35	519823 E 5048440 N	131	166	< 200	0

In entrambi gli scenari, dall’attuazione del progetto non risultano prevedibili superi del limite orario per il parametro in esame.

Sulla scorta delle ricadute attese ai recettori si è provveduto alla caratterizzazione del rischio sanitario secondo le due differenti metodiche previste dalle Linee Guida regionali in materia di VIIS, n. 133/2016.

Per quanto attiene gli inquinanti non cancerogeni, l’approccio tossicologico di cui alla metodica risk assessment è sufficiente ad escludere la presenza di rischi per la popolazione residente (vd tabelle seguenti).

Tabella 28 – HI_{cum} – scenario 1

R	BERSAGLIO	HI			HI _{cum}	Giudizio
		PM ₁₀	NO ₂	CO		
R1	Adulto	1,86E-03	2,19E-02	2,9E-04	0,024	HI < 1
R2	Adulto	1,33E-04	1,44E-03	1,9E-05	0,002	HI < 1
R2	Bambino	6,91E-04	7,49E-03	1,0E-04	0,008	HI < 1
R3	Adulto	1,29E-03	1,46E-02	1,9E-04	0,016	HI < 1
R3	Bambino	6,69E-03	7,56E-02	1,0E-03	0,083	HI < 1

Tabella 29 – HI_{cum} – scenario 2

R	HI			HI _{cum}	Giudizio
	PM ₁₀	NO ₂	CO		
R1	1,33E-04	1,01E-03	1,31E-05	0,017	HI < 1
R2	6,91E-04	5,26E-03	6,82E-05	0,001	HI < 1
R2	1,05E-03	8,39E-03	1,09E-04	0,006	HI < 1
R3	5,44E-03	4,35E-02	5,65E-04	0,010	HI < 1
R3	1,33E-04	1,01E-03	1,31E-05	0,050	HI < 1

In merito agli inquinanti cancerogeni, si è approfondito il rischio legato all'esposizione al PM_{2,5} per la salute umana tramite il metodo HIA, per l'effetto sanitario "tumore al polmone", utilizzando quali concentrazione aggiuntive rispetto a quelle dello stato di fatto:

- Ipotesi 1: la massima ricaduta rilevata fra i recettori discreti nelle diverse casistiche prese in esame (ricaduta presso recettore R1 nello scenario 1);
- Ipotesi 2: la concentrazione media rinvenibile in tutti i recettori stradali e discreti fornita dal modello (equiparabile in entrambi gli scenari).

Le tabelle seguenti riassumono i risultati ottenuti.

Tabella 30 – Casi aggiuntivi di tumore al polmone attesi – ipotesi 1

Casistica	A ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	B casi/ab*anno	ΔC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	P _{exp} ab	AC casi/anno	AC casi/70 anni
Maschi	0,09	8,64E-04	0,0048	3585	1,34E-03	9,37E-02
Femmine	0,09	3,15E-04	0,0048	3978	5,41E-04	3,79E-02
Totale	0,09	5,84E-04	0,0048	7563	1,91E-03	1,34E-01

Tabella 31 – Casi aggiuntivi di tumore al polmone attesi – ipotesi 2

Casistica	A ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	B casi/ab	ΔC ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	P _{exp} ab	AC casi/anno	AC casi/70 anni
Maschi	0,09	8,64E-04	0,0001	3585	2,79E-05	1,95E-03
Femmine	0,09	3,15E-04	0,0001	3978	1,13E-05	7,89E-04
Totale	0,09	5,84E-04	0,0001	7563	3,98E-05	2,78E-03

Considerando le concentrazioni medie di esposizione (senz'altro maggiormente rappresentative delle ricadute complessive sull'intera popolazione esposta), il numero di casi aggiuntivi di tumore al polmone attesi risulta nell'ordine di tre millesimi di episodi su uno scenario temporale di 70 anni.

Si deduce pertanto la piena compatibilità del progetto con l'attuale stato della salute umana per il sito in oggetto.

Si rimarcano infine le condizioni di assoluta cautelatività in cui sono state condotte tutte le elaborazioni:

- utilizzo di fattori di emissione in condizioni di scorrimento urbano, per quanto alcune delle arterie di interesse siano riconducibili a vie di scorrimento veloce. Per tali arterie potrebbero essere rappresentativi anche fattori di emissione di tipo extraurbano, inferiori a quelli utilizzati nella modellizzazione;
- nei prossimi anni si attende una riduzione del valore numerico dei fattori di emissione utilizzati nel presente documento, a seguito della progressiva diffusione di veicoli elettrici e ibridi;
- l'originario PII avrebbe anch'esso comportato un traffico indotto, stimato in circa 300 veicoli/giorno. Trattandosi di Piano già oggetto di precedente valutazione, la quota di veicoli aggiuntiva rispetto all'attuale stato autorizzato avrebbe pertanto dovuto essere "depurata" da tale flusso veicolare, che incide per circa il 10% sul numero complessivo di transiti previsti;
- si è ipotizzato che tutti i veicoli si rechino alla nuova MSV percorrendo le diverse vie di comunicazione, senza considerare che una quota parte dei veicoli attratti dal centro siano già circolanti sulla viabilità principale (ad es. nel tragitto di rientro dal lavoro,

ecc.). Analogamente al punto precedente, anche tali veicoli dovrebbero essere detratti dal flusso considerato, in quanto già "ricompresi" nell'attuale quadro viabilistico dello stato di fatto.

Valutazione delle ricadute di inquinanti e del rischio sanitario

**Variante PII "Piazzale Virgilio"
in comune di Monza**

Allegato – Mappe di ricaduta inquinanti

